

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 6627-18-21:2011

IEC 60034-18-21:1992

WITH AMENDMENT 1:1994

AND AMENDMENT 2:1996

Xuất bản lần 1

**MÁY ĐIỆN QUAY –
PHẦN 18-21: ĐÁNH GIÁ CHỨC NĂNG
HỆ THỐNG CÁCH ĐIỆN – QUI TRÌNH THỬ NGHIỆM
DÂY QUẤN KIỂU QUẤN DÂY –
ĐÁNH GIÁ VỀ NHIỆT VÀ PHÂN LOẠI**

Rotating electrical machines –

Part 18: Function evaluation of insulation systems –

Section 21: Test procedures for wire-wound windings –

Thermal evaluation and classification

HÀ NỘI – 2011

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Lưu ý chung	8
4 Qui trình 1: Qui trình thử nghiệm motorette... ..	10
5 Qui trình 2: Qui trình thử nghiệm động cơ.....	13
6 Qui trình 3: Qui trình thử nghiệm cuộn dây stato trong rãnh.....	17
7 Qui trình 4: Qui trình thử nghiệm dây quấn cực từ	19
8 Qui trình 5: Qui trình thử nghiệm dây quấn rôto trong rãnh	22
Phụ lục A (tham khảo) – Kết cấu motorette (ví dụ).....	27
Phụ lục B (tham khảo) – Mô hình dây quấn trên cực từ (ví dụ).....	31
Phụ lục C (tham khảo) – Thiết kế dùng cho thử nghiệm ẩm.....	33

Lời nói đầu

TCVN 6627-18-21:2011 hoàn toàn tương đương với IEC 60034-18-21:1992, sửa đổi 1:1994, sửa đổi 2:1996;

TCVN 6627-18-21:2011 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.

Lời giới thiệu

IEC 60034-18 có ba tiêu chuẩn 6627-18 có ba mục TCVN 6627-18-1, TCVN 6627-18-21 và TCVN 6627-18-31, qui định việc đánh giá chức năng hệ thống cách điện sử dụng trong máy điện quay.

TCVN 6627-18-1 đưa ra các nguyên tắc chung để đánh giá và phân loại hệ thống cách điện sử dụng trong máy điện quay.

TCVN 6627-18-21 qui định việc đánh giá nhiệt và phân loại hệ thống cách điện dùng cho các dây quấn kiểu quấn dây.

Một số qui trình thử nghiệm tiêu chuẩn được đưa ra cho các kiểu dây quấn định hình khác nhau và các kỹ thuật thử nghiệm khác nhau.

**Máy điện quay –
Phần 18-21: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện –
Quy trình thử nghiệm dây quấn kiểu quấn dây –
Đánh giá về nhiệt và phân loại**

Rotating electrical machines –

Part 18: Functional evaluation of insulation systems –

Section 21: Test procedures for wire-wound windings – Thermal evaluation and classification

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các qui trình thử nghiệm để đánh giá về nhiệt và phân loại hệ thống cách điện sử dụng hoặc dự kiến sử dụng trong máy điện quay sử dụng điện xoay chiều hoặc một chiều có dây quấn kiểu quấn dây. Các qui trình thử nghiệm là mang tính so sánh ở chỗ tính năng của hệ thống cách điện cần đánh giá được so sánh với tính năng của hệ thống cách điện chuẩn với kinh nghiệm vận hành đã được chứng minh.

Tiêu chuẩn này phải được sử dụng cùng với IEC 60034-18-1.

2 Tài liệu viện dẫn

Tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu ghi năm công bố thì áp dụng các bản đã nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm công bố thì áp dụng bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

IEC 60034-1:1983¹⁾, Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance (Máy điện quay – Phần 1: Thông số và tính năng)

IEC 60455, Specification for solventless polymerisable resinous compounds used for electrical insulation (Yêu cầu kỹ thuật đối với hợp chất nhựa có khả năng polime hóa không dung môi được sử dụng trong hệ thống cách điện)

IEC 60464, Specification for insulating varnishes containing solvent (Yêu cầu kỹ thuật đối với lớp phủ sơn cách điện có chứa dung môi hòa tan)

¹⁾ Hiện nay đã có TCVN 6627-1:2008 hoàn toàn tương đương với IEC 60034-1:2004.

TCVN 6627-18-21:2011

IEC 60034-18-1:1991²⁾, Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 1: General guidelines (Máy điện quay – Phần 18: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện – Hướng dẫn chung)

3 Lưu ý chung

3.1 Mối quan hệ với IEC 60034-18-1

IEC 60034-18-1 mô tả các nguyên tắc thử nghiệm chung có thể áp dụng cho thử nghiệm khả năng chịu nhiệt của hệ thống cách điện trong máy điện quay. Phải tuân thủ các nguyên tắc của IEC 60034-18-1 trừ khi tiêu chuẩn này chỉ định các quy trình thử nghiệm khác.

3.2 Quy trình tiêu chuẩn

Năm quy trình tiêu chuẩn được quy định trong các điều từ Điều 4 đến Điều 8. Có thể coi quy trình 1 có khả năng áp dụng chung cho cả hai ứng dụng xoay chiều và một chiều và áp dụng cho cả stato và phần ứng. Tuy nhiên, người sử dụng tiêu chuẩn này có thể lựa chọn quy trình thử nghiệm nào phù hợp nhất với loại và kích thước dây quấn cần được thử nghiệm và phân loại, có tính đến phòng thử nghiệm và kinh nghiệm trước đó.

3.3 Hệ thống cách điện chuẩn

Hệ thống cách điện chuẩn phải được thử nghiệm bằng cách sử dụng quy trình thử nghiệm giống với quy trình thử nghiệm hệ thống cách điện cần đánh giá. Xem 4.2 của IEC 60034-18-1.

Nhiệt độ của cấp chịu nhiệt của hai hệ thống không được khác nhau quá 50 °C.

3.4 Đối tượng thử nghiệm

3.4.1 Kết cấu của đối tượng thử nghiệm

Có thể thực hiện các thử nghiệm để lựa chọn vật liệu theo 5.2.1 của IEC 60034-18-1, khi thích hợp.

Đối tượng thử nghiệm có thể là máy điện thực tế, thành phần máy điện hoặc mô hình. Các thành phần và mô hình cần thể hiện tất cả các yếu tố thiết yếu.

Chiều dày cách điện, chiều dài đường rò và bảo vệ phóng điện khi có yêu cầu phải thích hợp đối với điện áp danh định lớn nhất dự kiến và các tiêu chuẩn thiết bị hoặc thực tế. Các hệ thống được so sánh phải có bố trí giống như các hệ thống được sử dụng trong máy điện.

CHÚ THÍCH: Thừa nhận rằng có thể thu được các giá trị khác nhau rõ rệt của thử nghiệm tuổi thọ đối với cùng vật liệu cách điện, tùy thuộc vào chiều dày cách điện và chiều dài đường rò.

²⁾ Hiện nay đã có TCVN 6627-18-1:2011 hoàn toàn tương đương với IEC 60034-18-1:2010.

Có thể sử dụng các mẫu thử nghiệm mô phỏng các bộ phận của cuộn dây hoặc dây quấn để đánh giá nếu như các ứng suất tác động lên các bộ phận này trong vận hành có thể được tái lập một cách tin cậy trong thử nghiệm.

Một số kiểu mô hình cụ thể đã được sử dụng thành công ở một số nước và ví dụ về các loại mô hình này được minh họa trong Phụ lục A và Phụ lục B.

Nhà chế tạo cần chắc chắn rằng các vật liệu được đề xuất sử dụng trong hệ thống cách điện mới có thể được sử dụng mà không làm giảm giá trị của các đặc tính trong quá trình chế tạo dự kiến.

3.4.2 Thử nghiệm đảm bảo chất lượng

Để loại trừ các đối tượng thử nghiệm bị khuyết tật, trước tiên cần đánh giá chất lượng của đối tượng thử nghiệm, theo 5.2.3 của IEC 60034-18-1 bằng cách xem xét bằng mắt và sau đó bằng các thử nghiệm quá điện áp phù hợp với máy điện hoặc thử nghiệm cuộn dây trong phân xưởng chế tạo, hoặc đánh giá đối tượng thử nghiệm như mô tả trong các điều tương ứng về thử nghiệm chẩn đoán, chọn thử nghiệm nào có điện áp lớn hơn.

CHÚ THÍCH: Khi thích hợp, có thể sử dụng các thử nghiệm kiểm tra sơ bộ (hoặc đánh giá chất lượng) bổ sung, bao gồm các thử nghiệm sau:

- phép đo điện trở cách điện;
- phép đo tang của tổn hao và điện dung;
- phép đo điện áp bắt đầu phóng điện cục bộ;
- sự cân bằng của dòng điện pha trong khi đang chạy;
- đột biến lặp đi lặp lại;
- dòng điện rò;
- thử nghiệm điện áp cao.

Nên loại bỏ hoặc xem xét tất cả đối tượng có sai lệch lớn để xác định nguyên nhân sai lệch và cần có các dung sai thích hợp cho các sai lệch này.

3.5 Kiểm tra các thử nghiệm chẩn đoán

Có thể thực hiện thử nghiệm lão hóa sơ bộ theo 5.3.4 của IEC 60034-18-1, để kiểm tra tính khả thi của chu kỳ chẩn đoán.

3.6 Qui trình thử nghiệm lão hóa nhiệt

Qui trình thử nghiệm gồm có một số thử nghiệm lão hóa, được thực hiện ở các nhiệt độ lão hóa khác nhau. Tại mỗi nhiệt độ, xác định được tuổi thọ thử nghiệm của hệ thống cách điện cần thử nghiệm. Dựa trên các giá trị tuổi thọ thử nghiệm này, đánh giá tuổi thọ tại nhiệt độ phân loại so với tuổi thọ của hệ thống chuẩn ở nhiệt độ phân loại của nó.

TCVN 6627-18-21:2011

Thực hiện từng thử nghiệm lão hóa trong các chu kỳ, mỗi chu kỳ gồm một chu kỳ lão hóa về nhiệt và một chu kỳ chẩn đoán. Chu kỳ chẩn đoán có thể bao gồm thử nghiệm về cơ, thử nghiệm về độ ẩm, thử nghiệm điện áp và các thử nghiệm chẩn đoán khác.

3.7 Nhiệt độ lão hóa và độ dài chu kỳ

Cần tuân thủ các lưu ý và qui trình trong 5.3.2 của IEC 60034-18-1.

Đối với qui trình bình thường, số lượng các giá trị nhiệt độ lão hóa phải tối thiểu là ba.

Trong trường hợp hệ thống cách điện cần đánh giá thể hiện thay đổi nhỏ so với hệ thống đã phân loại, có thể tuân theo 5.3.2.2 của IEC 60034-18-1. U_N

Nhiệt độ lão hóa và độ dài chu kỳ lão hóa có thể được chọn từ Bảng 2 của IEC 60034-18-1.

Nếu cấp chịu nhiệt dự kiến đối với hệ thống cách điện cần đánh giá khác với cấp chịu nhiệt đã biết của hệ thống chuẩn thì phải lựa chọn nhiệt độ lão hóa và độ dài chu kỳ lão hóa khác theo cách thích hợp.

Nên lựa chọn nhiệt độ lão hóa thấp nhất, ví dụ như để tạo ra tuổi thọ thử nghiệm trung bình khoảng 5 000 h hoặc dài hơn. Điều này thường đạt được bằng cách chọn nhiệt độ lão hóa thấp nhất tương ứng với thời gian phơi nhiễm từ 28 ngày đến 35 ngày hoặc lâu hơn.

Ngoài ra, nên chọn ít nhất hai nhiệt độ lão hóa cao hơn, cách nhau 20 °C hoặc cao hơn. Các khoảng cách nhau 10 °C có thể thích hợp khi thử nghiệm được thực hiện ở nhiều hơn ba nhiệt độ lão hóa.

Để giảm thiểu độ không đảm bảo do ngoại suy, nhiệt độ thử nghiệm thấp nhất không nên lớn hơn 25 °C so với nhiệt độ mà tại đó các kết quả được ngoại suy.

4 Qui trình 1: Qui trình thử nghiệm motorette

4.1 Qui định chung

4.1.1 Qui trình 1

Qui trình này, sử dụng mô hình "motorette" làm đối tượng thử nghiệm được gọi là Qui trình 1 của TCVN 6627-18-21 (IEC 60034-18-21).

4.1.2 Đặc điểm chung

Qui trình thử nghiệm độ bền nhiệt này gồm nhiều chu kỳ. Mỗi chu kỳ gồm:

- một chu kỳ lão hóa nhiệt;
- một chu kỳ chẩn đoán bao gồm thử nghiệm cơ, thử nghiệm ẩm bằng cách làm mát mẫu thử nghiệm và thử nghiệm điện áp, được thực hiện theo trình tự này.

4.2 Đối tượng thử nghiệm

4.2.1 Kết cấu của đối tượng thử nghiệm

Đối tượng thử nghiệm trong qui trình này, được ấn định là motorette, mô hình hệ thống cách điện cần thử nghiệm.

Phải chế tạo motorette để thể hiện tất cả các yếu tố thiết yếu và cần đại diện càng sát càng tốt cho hệ thống cách điện của dây quấn hoàn chỉnh. Motorette mô phỏng dây quấn kiểu quấn dây có cấu trúc rãnh.

Ví dụ về motorette được sử dụng để thử nghiệm cách điện dây quấn kiểu quấn dây được mô tả trong Phụ lục A.

4.2.2 Số lượng đối tượng thử nghiệm

Cần thử nghiệm tối thiểu 10 motorette ở từng nhiệt độ lão hóa cho từng hệ thống cách điện.

4.2.3 Thử nghiệm đảm bảo chất lượng

Trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt, đầu tiên phải thực hiện các thử nghiệm đảm bảo chất lượng sau đây:

- xem xét bằng mắt các đối tượng thử nghiệm;
- thử nghiệm điện áp theo IEC 60034-1;
- thử nghiệm ở điện áp xoay chiều 400 V giữa dây dẫn-dây dẫn với aptômat 50 mA để phát hiện hỏng hóc.

4.2.4 Thử nghiệm chẩn đoán ban đầu

Từng đối tượng thử nghiệm hoàn chỉnh phải chịu các thử nghiệm chẩn đoán trong 4.4, trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt đầu tiên.

4.3 Chu kỳ lão hóa nhiệt

4.3.1 Nhiệt độ lão hóa và độ dài chu kỳ lão hóa

Phải tuân thủ các qui trình được cho trong 3.7.

4.3.2 Phương tiện gia nhiệt

Phải sử dụng các lò lão hóa theo 5.3.3 của IEC 60034-18-1.

4.3.3 Qui trình lão hóa

Các motorette phải được đưa trực tiếp vào lò lão hóa nóng khi bắt đầu chu kỳ lão hóa, và được lấy từ lò ra thẳng môi trường không khí ở nhiệt độ phòng khi kết thúc chu kỳ này.

TCVN 6627-18-21:2011

Để giảm bớt các ảnh hưởng của sự khác biệt về nhiệt độ lão hóa thực tế giữa các motorette riêng lẻ, vị trí của các motorette trong lò lão hóa cần được đặt ngẫu nhiên trong chu kỳ lão hóa nhiệt liên tiếp.

4.4 Chu kỳ chẩn đoán

4.4.1 Thử nghiệm cơ

Sau mỗi chu kỳ lão hóa nhiệt, sau khi làm mát về nhiệt độ phòng, mỗi motorette phải chịu một ứng suất cơ trên bàn rung trong thời gian 1 h.

Các motorette được lắp đặt sao cho xuất hiện chuyển động vuông góc với mặt phẳng của cuộn dây để phần đầu cuộn dây được kích thích đến rung như khi chúng chịu các lực hướng kính đặt vào phần đầu dây quấn trong động cơ thực tế. Thực hiện thử nghiệm rung ở nhiệt độ phòng và không đặt bất kỳ điện áp nào vào.

Biên độ rung ưu tiên tương đương với gia tốc 1,5 g (biên độ đỉnh-đỉnh là 0,2 mm ở tần số 60 Hz hoặc 0,3 mm ở tần số 50 Hz). Nếu nguyên tắc ứng suất liên quan đến vận hành (xem 5.5.1 của IEC 60034-18-1) dẫn đến biên độ rung lớn hơn thì phải sử dụng nguyên tắc này và phải ghi vào báo cáo.

4.4.2 Thử nghiệm ẩm

Thử nghiệm ẩm trong ít nhất 48 h phải được thực hiện theo 5.5.2 của IEC 60034-18-1. Phải có những giọt nước nhìn thấy được, nhưng không tạo thành vũng nước, trên dây quấn trong quá trình thử nghiệm ẩm. Motorette phải ở xấp xỉ nhiệt độ phòng, trong phạm vi từ 15 °C đến 35 °C. Phải ghi vào báo cáo nhiệt độ motorette thực tế. Trong thử nghiệm này, không đặt điện áp vào đối tượng thử nghiệm. Ví dụ về các thiết bị dùng cho thử nghiệm này, xem Phụ lục C.

Phải sử dụng các nguyên tắc về đối tượng thử nghiệm được làm lạnh. Xem Điều C.2 của Phụ lục C.

4.4.3 Thử nghiệm điện áp

Để kiểm tra tình trạng của mẫu thử nghiệm và xác định thời gian đạt đến điểm kết thúc tuổi thọ thử nghiệm, điện áp tần số công nghiệp được đặt vào sau mỗi lần chịu ẩm liên tiếp, như sau:

Bảng 1 – Điện áp thử nghiệm trong quy trình 1

Điện áp danh định trong vận hành (V)	Điện áp tần số công nghiệp được khuyến cáo đối với thử nghiệm ($V_{r.m.s}$) (V)		
	Với vỏ	Giữa các cuộn dây	Giữa các dây dẫn *
110 – 400	400	400	110 ± 10
401 – 660	660	660	110 ± 10
661 – 1 000	đang được xem xét	đang được xem xét	đang được xem xét

* Dải điện áp chấp nhận được; tuy nhiên, giá trị được chọn cần được sử dụng nhất quán.

Điện áp thử nghiệm cần sử dụng với vỏ và giữa các cuộn dây cần tương ứng với giới hạn trên của dải điện áp được thiết kế dùng cho hệ thống cách điện. Ví dụ như có thể sử dụng điện áp không phải giá trị 660 V để cho phép sử dụng nhiều dữ liệu thử nghiệm được lấy ở 600 V. Có thể sử dụng các điện áp thử nghiệm khác để xác định điểm kết thúc dựa trên kinh nghiệm thử nghiệm với điều kiện duy trì các điện áp này một cách nhất quán đối với cả hệ thống chuẩn và hệ thống cần đánh giá. Phải ghi vào báo cáo các sai lệch so với các giá trị cho trong Bảng 1.

Các điện áp được đặt vào trong thời gian 10 min trong khi đó mẫu thử nghiệm vẫn nằm trong thiết bị dùng để thử nghiệm ẩm. Điện áp đặt vào được duy trì liên tục, mỗi lần 10 min bằng cách sử dụng sơ đồ mạch điện thích hợp, đầu tiên đặt điện áp vào giữa các dây dẫn quấn song song, sau đó giữa các cuộn dây và sau cùng là từ tất cả các cuộn dây với vỏ. Nên có các bộ bảo vệ chống đột biến trong mạch thử nghiệm để loại trừ các đỉnh điện áp cao không mong muốn.

Dựa vào kinh nghiệm, một trong các yếu tố có ảnh hưởng nhất trong thử nghiệm motorette là đặc tính của aptomat được sử dụng để phát hiện lỗi. Xem Điều A.3 của Phụ lục A.

4.4.4 Thử nghiệm chẩn đoán khác

Có thể thực hiện các thử nghiệm chẩn đoán khác theo 5.5.4 của IEC 60034-18-1.

4.5 Phân tích, báo cáo và phân loại

Phải tuân thủ các qui trình trong 5.6 của IEC 60034-18-1. Các hạng mục bổ sung cần ghi vào báo cáo được nêu trong 4.4.1 và 4.4.3.

5 Qui trình 2: Qui trình thử nghiệm động cơ

5.1 Qui định chung

5.1.1 Qui trình 2

Qui trình này, sử dụng các động cơ thực tế làm đối tượng thử nghiệm, có tên là Qui trình 2 của TCVN 6627-18-21 (IEC 60034-18-21).

5.1.2 Đặc điểm chung

Qui trình thử nghiệm khả năng chịu nhiệt này gồm có một số chu kỳ. Mỗi chu kỳ gồm có:

- chu kỳ lão hóa về nhiệt;
- chu kỳ thử nghiệm chẩn đoán, có thể bao gồm cả thử nghiệm ẩm. Điện áp được đặt vào liên tục trong suốt quá trình vận hành của động cơ và cũng là yếu tố chẩn đoán.

Xuất hiện ứng suất nhiệt cơ lớn hơn và mật độ nhiều hơn các chất phân hủy trong khi thử nghiệm ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ thực tế. Hơn nữa, phải thừa nhận rằng các hỏng hóc do ứng suất về cơ

TCVN 6627-18-21:2011

hoặc điện áp cao một cách bất thường nói chung có đặc tính khác so với các hồng học do vận hành lâu dài.

Do các thay đổi trong quá trình điều chỉnh các tham số thử nghiệm quan trọng, quá trình chế tạo và phương pháp thử nghiệm động cơ, nên rất khó so sánh các thử nghiệm động cơ của một phòng thử nghiệm so với phòng thử nghiệm khác. Mục đích của qui trình này là để so sánh các hệ thống cách điện của động cơ trong một phân xưởng chế tạo và một phòng thử nghiệm.

Ngay cả khi thử nghiệm các động cơ thực tế, cũng không thể sử dụng các kết quả để xác định thời gian chịu thử trong vận hành thực tế một cách tuyệt đối. Chỉ có thể sử dụng các thử nghiệm như một biện pháp phân loại bằng cách so sánh các hệ thống cách điện.

5.2 Đối tượng thử nghiệm

5.2.1 Kết cấu của đối tượng thử nghiệm

Đối tượng thử nghiệm là động cơ hoàn chỉnh. Động cơ có thể được thay đổi cho thử nghiệm để tăng tuổi thọ về cơ của nó. Để tăng độ tăng nhiệt của động cơ có thể sử dụng các công nghệ khác nhau với điều kiện là không làm thay đổi hệ thống cách điện và môi trường bao quanh.

Trong các thử nghiệm trên động cơ thực tế, kích thước của các thành phần và các quá trình chế tạo dây quấn và hình dạng làm ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm. Do đó, quá trình chế tạo nên là các quá trình được sử dụng hoặc được dự kiến sử dụng trong sản phẩm thông thường.

5.2.2 Số lượng đối tượng thử nghiệm

Nên thử nghiệm tối thiểu năm động cơ ở từng nhiệt độ lão hóa đối với từng hệ thống cách điện.

5.2.3 Thử nghiệm đảm bảo chất lượng

Trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt, đầu tiên phải thực hiện các thử nghiệm đảm bảo chất lượng dưới đây:

- xem xét bằng mắt trước khi lắp ráp động cơ;
- thử nghiệm điện áp theo IEC 60034-1.

5.2.4 Thử nghiệm chẩn đoán ban đầu

Từng đối tượng thử nghiệm hoàn chỉnh phải chịu các thử nghiệm chẩn đoán của 5.4, trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt đầu tiên.

5.3 Chu kỳ lão hóa nhiệt

5.3.1 Nhiệt độ lão hóa và độ dài chu kỳ lão hóa

Phải tuân thủ các qui trình cho trong 3.7.

Nhiệt độ thử nghiệm phải được đo bằng phương pháp điện trở. Có thể lắp nhiệt ngẫu để khống chế. Nhiệt độ cần được khống chế với độ chính xác qui định ở 5.3.3 của IEC 60034-18-1 sau khi đạt được nhiệt độ lão hóa nhiệt. Nếu nhiệt độ của một động cơ bất kỳ sai lệch đáng kể so với nhiệt độ trung bình của nhóm động cơ đang vận hành ở nhiệt độ chung thì điều này nên được ghi lại trong báo cáo và được tính đến khi phân tích dữ liệu.

5.3.2 Phương pháp gia nhiệt

Phương thức phát nhiệt được chỉ phối bởi loại động cơ sử dụng trong thử nghiệm và thiết bị sẵn có trong phòng thí nghiệm. Có thể thu được nhiệt độ cao hơn nhiệt độ dây quấn thông thường do việc tăng tổn hao trong động cơ bằng cách ví dụ như mở rộng khe hở không khí, khởi động và đảo chiều từng động cơ, việc đặt dòng điện một chiều lên dòng xoay chiều thông thường hoặc bằng cách tăng nhiệt độ không khí xung quanh động cơ. Đối với việc điều chỉnh nhiệt độ trong phần chu kỳ lão hóa gia nhiệt, động cơ có thể vận hành ở điện áp và tần số thông thường bằng bộ điều khiển điện tự động khởi động và dừng lại hoặc đảo chiều quay của động cơ sau các khoảng thời gian. Các biện pháp điều khiển nhiệt độ khác chấp nhận được bao gồm cả thay đổi điện áp tự động, điều chỉnh nhiệt độ không khí xung quanh hoặc kết hợp cả hai.

Phải mô tả chi tiết phương pháp gia nhiệt trong báo cáo thử nghiệm.

Động cơ một pha phải có ít nhất 250 thao tác khởi động-dừng mỗi ngày ở phần chu kỳ lão hóa nhiệt. Cuộn dây khởi động của động cơ một pha thường hoạt động ở mật độ dòng điện cao hơn rất nhiều so với cuộn dây chính trong khi khởi động. Trong từng lần khởi động, cuộn dây khởi động có thể đạt đến nhiệt độ cao hơn từ 10 °C đến 30 °C so với nhiệt độ của dây quấn chính. Để đảm bảo đạt ứng suất đúng lên phần dây quấn chính của hệ thống cách điện thì nên sử dụng số lần khởi động thỏa đáng.

Động cơ nhiều pha phải có ít nhất 1 000 lần khởi động hoặc đảo chiều mỗi ngày trong phần lão hóa nhiệt của chu kỳ. Thông thường tổn hao về điện trong quá trình đảo chiều được sử dụng để duy trì nhiệt độ nâng cao, mà trong trường hợp đó số lần đảo chiều có thể lớn hơn rất nhiều so với giá trị 1 000 lần mỗi ngày. Trong thử nghiệm nhiệt độ cao nhất, tổng thời gian phơi nhiễm là tương đối ngắn và sẽ gây ra số lần đảo chiều tương đối thấp trong tuổi thọ của thử nghiệm. Trong thử nghiệm nhiệt độ thấp nhất, thời gian phơi nhiễm có thể là từ 16 đến 20 lần với điều kiện đây là mức cao nhất. Sự thay đổi lớn về tổng số lần khởi động thường ảnh hưởng đến độ dốc của đường cong nhiệt độ trong chu kỳ. Do đó, số lần đảo chiều ở nhiệt độ thấp không nên lớn hơn hai lần số lần đảo chiều ở nhiệt độ cao. Một cách lý tưởng thì số lần đảo chiều ở hai giá trị nhiệt độ thấp và cao là bằng nhau.

5.3.3 Qui trình lão hóa

Động cơ được cho làm việc trong chu kỳ lão hóa nhiệt như mô tả trong 5.3.2. Thời gian làm nóng được coi là một phần của chu kỳ lão hóa nhiệt trong khi thời gian làm nguội không được tính đến. Vào thời điểm cuối của chu kỳ lão hóa, động cơ được phép để nguội về nhiệt độ phòng trước khi bắt đầu chu kỳ chẩn đoán. Tốc độ làm nguội có thể tăng lên bằng cách cho động cơ làm việc không tải trong một thời gian, với thông gió không bị hạn chế nếu máy có thông gió kiểu hở.

5.3.4 Ứng suất cơ trong chu kỳ lão hóa nhiệt

Ứng suất cơ đạt được trong các thử nghiệm trên động cơ thực tế do rung bình thường của động cơ khi làm việc hoặc do khởi động hoặc đảo chiều hoặc do cả hai yếu tố. Việc khởi động và đảo chiều còn gây xóc. Biên độ rung ở hai lần tần số lưới có thể được tăng lên bằng cách mở rộng khe hở không khí. Các lực lớn hơn sẽ xuất hiện trong dây quấn do các dòng điện lớn trong quá trình khởi động hoặc đảo chiều động cơ. Trong thử nghiệm, các lực về cơ này xuất hiện ở các giá trị nhiệt độ nâng cao.

Các động cơ thử nghiệm cần được lắp đặt cứng vững hoặc lắp đặt trên các đệm xóc để tạo ra lượng xóc đồng đều trên mọi động cơ. Phương pháp lắp đặt phải được ghi vào báo cáo. Đối tượng thử nghiệm chứa hệ thống cách điện cần đánh giá phải được lắp đặt giống như các đối tượng thử nghiệm chứa hệ thống chuẩn.

5.4 Chu kỳ chẩn đoán

5.4.1 Thử nghiệm ẩm

Phải thực hiện thử nghiệm ẩm ít nhất 48 h, ngoại trừ đối với máy điện được bọc kín hoàn toàn (cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài IP44 hoặc lớn hơn) và đối với máy điện một chiều, thử nghiệm ẩm là không bắt buộc do có thể không thực hiện được. Hơi ẩm phải có thể nhìn thấy được trên các dây quấn dưới dạng giọt, nhưng không tạo thành vũng nước, trong quá trình thử nghiệm ẩm. Để đảm bảo ngưng tụ nhìn thấy được, hệ thống cách điện cần ở nhiệt độ thấp hơn so với nhiệt độ điểm sương của môi trường chứa hơi ẩm xung quanh trong suốt quá trình thử. Phương pháp ưu tiên để đáp ứng yêu cầu này là sử dụng buồng thử nghiệm ẩm với các đối tượng thử nghiệm được làm lạnh như mô tả trong Điều C.2 của Phụ lục C.

Tuy nhiên, các động cơ lớn hơn có thể khó di chuyển và khó đặt trong thiết bị thử nghiệm ẩm, hoặc không có sẵn thiết bị như vậy. Các phương pháp khác để đặt ẩm gồm: đặt một vỏ che xung quanh động cơ, hoặc sử dụng tủ ẩm qui ước hoặc buồng sương mù.

Nếu thử nghiệm máy điện được bọc kín hoàn toàn thì cần tháo các nắp đậy ở đầu hoặc nắp đậy hộp đầu nối hoặc cần tạo ra các lỗ hở trong vỏ bọc để máy điện có thể phơi nhiễm ẩm.

Trong quá trình phơi nhiễm ẩm không được đặt điện áp.

5.4.2 Thử nghiệm điện áp

Thử nghiệm điện áp chẩn đoán được thực hiện trong suốt chu kỳ lão hóa nhiệt.

Động cơ cần cho khởi động và làm việc ngay sau thử nghiệm ẩm trong khi các dây quấn vẫn ướt. Đối với máy điện phải lắp ráp lại trước khi làm việc, cần thực hiện thử nghiệm điện thế cao, tần số nguồn ở điện áp danh định cao nhất giữa cuộn dây và vỏ trong 10 min trước khi lắp ráp lại và vẫn còn ướt. Trong ít nhất một phần của chu kỳ lão hóa nhiệt, động cơ cần làm việc ở điện áp danh định lớn nhất ghi trên tấm thông số. Nguồn điện cần được nối đất qua trở kháng giới hạn dòng và vỏ động cơ cần được nối đất để đặt các ứng suất về điện áp trong phần còn lại của lão hóa nhiệt của chu kỳ. Cần sử

dụng mạch phát hiện dòng điện chạm vỏ để phát hiện khi cách điện với vỏ bị hỏng. Điểm cuối cùng của tuổi thọ động cơ trong các thử nghiệm này được xác định bằng hồng học về điện của cách điện dây quấn, trong khi chịu điện áp đặt danh định. Việc khởi động không phân biệt theo cả hai chiều quay của động cơ một pha có thể thể hiện việc hỏng cuộn dây khởi động.

Nên sử dụng bộ bảo vệ chống đột biến trong mạch thử nghiệm để loại bỏ các đỉnh điện áp cao không mong muốn.

5.4.3 Các thử nghiệm chẩn đoán khác

Động cơ có thể phải chịu thử nghiệm so sánh đột biến lặp lại được đặt vào từng dây quấn hoặc pha của động cơ theo trình tự. Vì các thử nghiệm đột biến cũng gây ứng suất cho cách điện của vỏ nên không được sử dụng điện áp cao hơn giá trị đỉnh của điện áp thử nghiệm cho vỏ như qui định trong IEC 60034-1.

Các thử nghiệm chẩn đoán khác có thể thực hiện theo 5.5.4 của IEC 60034-18-1.

5.5 Phân tích, báo cáo và phân loại

Phải tuân thủ các qui trình trong 5.6 của IEC 60034-18-1.

Các hạng mục bổ sung cần phải ghi vào báo cáo được nêu trong 5.3.1 và 5.3.2.

6 Qui trình 3: Qui trình thử nghiệm cuộn dây stato trong rãnh

6.1 Qui định chung

6.1.1 Qui trình 3

Qui trình này, sử dụng cuộn dây được lắp trong các rãnh của stato làm đối tượng thử nghiệm, có tên là Qui trình 3 của TCVN 6627-18-21 (IEC 60034-18-21).

6.1.2 Đặc điểm chung

Qui trình thử nghiệm độ bền nhiệt gồm một số chu kỳ. Mỗi chu kỳ gồm:

- chu kỳ lão hóa nhiệt;
- chu kỳ chẩn đoán bao gồm thử nghiệm cơ, thử nghiệm ẩm và thử nghiệm điện áp được thực hiện theo trình tự này.

6.2 Đối tượng thử nghiệm

6.2.1 Kết cấu của đối tượng thử nghiệm

Đối tượng thử nghiệm là dây quấn thực hoặc một phần của dây quấn thực trong stato thực.

Mỗi đối tượng thử nghiệm có thể có chứa một số mẫu thử nghiệm riêng rẽ.

TCVN 6627-18-21:2011

Mẫu thử nghiệm phải có một số đặc trưng để thử nghiệm cách điện vòng dây, cách điện giữa các cuộn dây và cách điện giữa cuộn dây và vỏ.

Đối tượng thử nghiệm phải được chế tạo sử dụng quá trình chế tạo bình thường hoặc dự kiến.

6.2.2 Số lượng mẫu thử

Ở mỗi nhiệt độ lão hóa, lấy tối thiểu mười mẫu của ít nhất hai đối tượng thử nghiệm để thử nghiệm ở từng nhiệt độ lão hóa cho từng hệ thống cách điện.

6.2.3 Thử nghiệm đảm bảo chất lượng

Trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt đầu tiên, phải thực hiện các thử nghiệm đảm bảo chất lượng sau:

- xem xét bằng mắt các đối tượng thử nghiệm;
- thử nghiệm điện áp theo IEC 60034-1.

6.2.4 Thử nghiệm chẩn đoán ban đầu

Từng đối tượng thử nghiệm hoàn chỉnh phải chịu các thử nghiệm chẩn đoán của 6.4, trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt đầu tiên.

6.3 Chu kỳ lão hóa nhiệt

6.3.1 Nhiệt độ lão hóa và thời gian lão hóa

Phải tuân thủ quy trình trong 3.7.

6.3.2 Phương tiện gia nhiệt

Có thể sử dụng lò lão hóa theo 5.3.3 của IEC 60034-18-1 hoặc gia nhiệt bằng nội trở.

6.3.3 Quy trình lão hóa

Khi sử dụng lò lão hóa, đối tượng thử nghiệm phải được đặt trực tiếp vào lò lão hóa khi bắt đầu thử chu kỳ lão hóa, và lấy ra khỏi lò và đặt trực tiếp vào không khí ở nhiệt độ phòng khi kết thúc chu kỳ này, hoặc được làm nguội để có hiệu ứng tương đương.

Vị trí của đối tượng thử nghiệm trong lò là ngẫu nhiên, nếu dễ dàng thực hiện được. Xem 4.3.3.

6.4 Chu kỳ chẩn đoán

6.4.1 Thử nghiệm cơ

Đối tượng thử nghiệm được làm mát về xấp xỉ nhiệt độ phòng trước khi thử nghiệm.

Phương pháp để tạo ra ứng suất cơ phải được mô tả trong báo cáo thử nghiệm. Có thể sử dụng bàn rung.

Ứng suất cơ phải tối thiểu bằng ứng suất vận hành quá độ lớn nhất về độ lớn và có cùng đặc tính.

Ứng suất cơ phải được đặt trong tối thiểu là 1 000 chu kỳ rung ở độ lớn của ứng suất quá độ.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng thử nghiệm quá dòng điện để tạo ra lực điện động ít nhất bằng giá trị lực xuất hiện khi động cơ đảo chiều quay.

6.4.2 Thử nghiệm ẩm

Thử nghiệm ẩm trong ít nhất 48 h phải được thực hiện theo 5.2.2 của IEC 60034-18-1. Phải có những hạt ẩm nhìn thấy được, nhưng không tạo thành vũng nước, trên dây quấn trong quá trình thử nghiệm ẩm. Đối tượng thử nghiệm phải ở xấp xỉ nhiệt độ phòng, trong phạm vi từ 15 °C đến 35 °C. Phải ghi vào báo cáo nhiệt độ thực của đối tượng thử nghiệm. Trong thử nghiệm này không đặt điện áp vào mẫu thử. Thiết bị ưu tiên để tạo ẩm được mô tả trong Điều C.1 của Phụ lục C.

6.4.3 Thử nghiệm điện áp

Để kiểm tra tình trạng của mẫu thử và xác định thời điểm đạt đến cuối tuổi thọ thử nghiệm, điện áp được đặt vào sau các lần phơi nhiễm ẩm liên tiếp như sau.

Điện áp thử nghiệm cần được chọn từ Bảng 1. Các điện áp thử nghiệm khác có thể được sử dụng để xác định điểm cuối tuổi thọ dựa trên kinh nghiệm thử nghiệm với điều kiện các điện áp này được đặt như nhau ở cả hệ thống chuẩn và hệ thống cần đánh giá. Phải ghi vào báo cáo các sai lệch so với các giá trị cho trong Bảng 1.

Điện áp thử nghiệm được đặt trong 10 min lần lượt vào giữa các vòng dây, giữa các cuộn dây và giữa tất cả các cuộn dây và vỏ. Điện áp phải được đặt trong khi mẫu vẫn còn ướt do nhiễm ẩm, ưu tiên trong khi vẫn còn trong tủ ẩm, ở xấp xỉ nhiệt độ phòng. Nên sử dụng bộ bảo vệ chống đột biến trong mạch thử nghiệm để loại bỏ các đỉnh điện áp cao không mong muốn.

6.4.4 Các thử nghiệm chẩn đoán khác

Các thử nghiệm chẩn đoán khác có thể thực hiện theo 5.5.4 của IEC 60034-18-1.

6.5 Phân tích, ghi vào báo cáo và phân loại

Phải tuân thủ các qui trình cho trong 5.6 của IEC 60034-18-1.

Các hạng mục bổ sung cần ghi vào báo cáo được nêu trong 6.4.1, 6.4.2 và 6.4.3.

7 Qui trình 4: Qui trình thử nghiệm dây quấn cực từ

7.1 Qui định chung

7.1.1 Qui trình 4

Qui trình này, sử dụng dây quấn cực làm đối tượng thử nghiệm, có tên là Qui trình 4 của TCVN 6627-18-21 (IEC 60034-18-21).

7.1.2 Đặc điểm chung

Qui trình thử nghiệm độ bền nhiệt gồm một số chu kỳ. Mỗi chu kỳ gồm:

- chu kỳ lão hóa nhiệt;
- chu kỳ chẩn đoán bao gồm thử nghiệm cơ, thử nghiệm ẩm và thử nghiệm điện áp được thực hiện theo trình tự này.

7.2 Đối tượng thử nghiệm

7.2.1 Kết cấu của đối tượng thử nghiệm

Đối tượng thử nghiệm được sử dụng trong qui trình này mô phỏng hệ thống cách điện của các cuộn dây kích từ lắp trên các cực. Chúng phải được chọn để có tất cả các phần tử thiết yếu và cần đại diện sát nhất có thể cho hệ thống cách điện hoàn chỉnh của dây quấn.

a) Cuộn dây kích từ kiểu dây quấn ngẫu nhiên

Đối với cuộn dây kích từ kiểu dây quấn ngẫu nhiên như sử dụng trong máy điện một chiều cỡ nhỏ và máy điện đồng bộ, cần sử dụng các mô hình thích hợp và tiện dụng làm đối tượng thử nghiệm.

Ví dụ về mô hình cụm cuộn dây dùng để thử nghiệm cách điện cuộn dây kích từ stato dây quấn ngẫu nhiên được mô tả trong Phụ lục B. Có thể sử dụng các cực thực tế được lấy từ lượng sản phẩm nếu được dự kiến như vậy và có thể thực sự cần thiết trong một số trường hợp nếu ứng suất đặt vào cụm cực cuộn dây sinh ra những biến dạng của cực có vỏ định hình. Những biến dạng này có thể gây ra những biến đổi không thích hợp so với các điều kiện vận hành thực tế.

b) Cuộn dây kích từ kiểu dây quấn chính xác

Ví dụ về đối tượng thử nghiệm đối với cuộn dây kích từ kiểu dây quấn chính xác hoặc dạng dây quấn theo lớp khi được sử dụng trong các máy điện một chiều lớn hơn được mô tả trong Phụ lục B. Trang thiết bị thử nghiệm giống với trường hợp đối với cuộn dây dạng dây quấn ngẫu nhiên nhưng bỏ qua độ cong tại các vỏ cực.

7.2.2 Số lượng mẫu thử

Ở mỗi nhiệt độ lão hóa, ít nhất phải thử nghiệm mười đối tượng thử nghiệm của từng hệ thống cách điện.

7.2.3 Thử nghiệm đảm bảo chất lượng

Trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt đầu tiên, phải thực hiện các thử nghiệm đảm bảo chất lượng sau:

- xem xét bằng mắt các đối tượng thử nghiệm;
- thử nghiệm điện áp theo IEC 60034-1.

7.2.4 Thử nghiệm chấn đoán ban đầu

Từng đối tượng thử nghiệm hoàn chỉnh phải chịu các thử nghiệm chấn đoán của 7.4, trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt đầu tiên.

7.3 Chu kỳ lão hóa nhiệt

7.3.1 Nhiệt độ lão hóa và thời gian lão hóa

Phải tuân thủ qui trình trong 3.7.

7.3.2 Phương tiện gia nhiệt

Phải sử dụng lò lão hóa theo 5.3.3 của IEC 60034-18-1.

7.3.3 Qui trình lão hóa

Đối tượng thử nghiệm phải được đưa trực tiếp vào lò lão hóa nóng khi bắt đầu chu kỳ lão hóa, và được lấy từ lò ra thẳng môi trường không khí ở nhiệt độ phòng khi kết thúc chu kỳ này.

Vị trí của đối tượng thử nghiệm trong lò là ngẫu nhiên nếu dễ dàng thực hiện được. Xem 4.3.3.

7.4 Chu kỳ chấn đoán

7.4.1 Thử nghiệm cơ

Sau mỗi chu kỳ lão hóa và sau khi làm mát về nhiệt độ phòng, từng mẫu thử phải chịu ứng suất cơ.

Các ứng suất cơ đặt vào nên có cùng bản chất chung như các ứng suất trong vận hành, và có mức khắc nghiệt tương đương với các ứng suất cơ lớn nhất xuất hiện trong vận hành bình thường.

Thử nghiệm tiêu chuẩn đối với cuộn dây stato là thử nghiệm bàn rung theo 5.5.1 của IEC 60034-18-1. Đối tượng thử nghiệm cần được lắp đặt sao cho xuất hiện chuyển động vuông góc với mặt phẳng của từng vòng dây để các đầu cuộn dây được kích thích đến rung như khi chúng chịu các lực hướng kính đặt vào phần đầu dây quấn trong máy điện thực. Thực hiện thử nghiệm rung ở nhiệt độ phòng và không đặt bất kỳ điện áp nào vào. Mẫu phải được kích thích đến rung trong 1 h. Biên độ rung ưu tiên tương đương với gia tốc $1,5 \text{ g}$ (15 m/s^2) ứng với biên độ rung đỉnh-đỉnh là $0,3 \text{ mm}$ ở 50 Hz hoặc $0,2 \text{ mm}$ ở 60 Hz . Nếu nguyên tắc chung nêu trên yêu cầu biên độ lớn hơn thì phải sử dụng biên độ này và phải ghi vào báo cáo.

Nếu sử dụng phương pháp khác, theo nguyên tắc chung nêu trên, thì các phương pháp này phải được ghi lại chi tiết trong báo cáo và nêu lý do đánh giá. Ví dụ, cuộn dây rôto cực lõi có thể được quay để tái tạo ứng suất ly tâm xuất hiện trong vận hành.

7.4.2 Thử nghiệm ẩm

Phải thực hiện thử nghiệm ẩm trong ít nhất 48 h. Phải có những giọt nước nhìn thấy được, nhưng không tạo thành vũng nước, trên dây quấn trong quá trình thử nghiệm ẩm. Đối tượng thử nghiệm phải ở xấp

TCVN 6627-18-21:2011

xi nhiệt độ phòng, trong phạm vi từ 15 °C đến 35 °C. Phải ghi vào báo cáo nhiệt độ thực của đối tượng thử nghiệm. Trong thử nghiệm này không đặt điện áp vào mẫu thử. Xem Phụ lục C.

7.4.3 Thử nghiệm điện áp

Để kiểm tra tình trạng của mẫu thử và xác định thời điểm đạt đến cuối tuổi thọ thử nghiệm, điện áp tần số nguồn được đặt vào sau các lần thử ẩm.

Các điện áp thử nghiệm khác có thể được sử dụng để xác định điểm cuối tuổi thọ dựa trên kinh nghiệm thử nghiệm với điều kiện các điện áp này được đặt như nhau ở cả hệ thống chuẩn và hệ thống cần đánh giá. Phải ghi lại các sai lệch so với các giá trị nêu trên.

Điện áp thử nghiệm được đặt trong 10 min lần lượt vào giữa các vòng dây, giữa các cuộn dây và giữa tất cả các cuộn dây và vỏ. Điện áp được đặt trong khi mẫu vẫn còn ướt do nhiễm ẩm, ưu tiên trong khi vẫn còn trong tủ ẩm, ở xấp xỉ nhiệt độ phòng. Nên sử dụng bộ bảo vệ chống đột biến trong mạch thử nghiệm để loại bỏ các đỉnh điện áp cao không mong muốn.

Bảng 2 – Điện áp thử nghiệm trong qui trình 4

Điện áp danh định của cuộn dây kích từ U_N (V)	Điện áp tần số nguồn khuyến cáo dùng để thử nghiệm (V_{rms}) (V)	
	Giữa các cuộn dây với nhau hoặc giữa cuộn dây và vỏ	Giữa các vật dẫn *
35 hoặc nhỏ hơn	200	110 ± 10
36 đến 250	500	110 ± 10
251 đến 660	1 320	110 ± 10
lớn hơn 660	2 U_N	110 ± 10

* Dải điện áp cho phép; tuy nhiên giá trị được chọn cần được sử dụng nhất quán.

7.4.4 Các thử nghiệm chẩn đoán khác

Các thử nghiệm chẩn đoán khác có thể thực hiện theo 5.5.4 của IEC 60034-18-1.

7.5 Phân tích, báo cáo và phân loại

Phải tuân thủ các qui trình cho trong 5.6 của IEC 60034-18-1. Các hạng mục bổ sung cần ghi vào báo cáo được nêu trong 7.3.1, 7.3.2 và 7.3.3.

8 Qui trình 5: Qui trình thử nghiệm dây quấn rôto trong rãnh

8.1 Qui định chung

8.1.1 Qui trình 5

Qui trình này, sử dụng cuộn dây của dây quấn được lắp trong các rãnh của rôto làm đối tượng thử nghiệm, có tên là Qui trình 5 của TCVN 6627-18-21 (IEC 60034-18-21).

8.1.2 Đặc điểm chung

Qui trình thử nghiệm độ bền nhiệt gồm một số chu kỳ. Mỗi chu kỳ gồm:

- chu kỳ lão hóa nhiệt;
- chu kỳ chẩn đoán bao gồm thử nghiệm cơ, thử nghiệm ẩm và thử nghiệm điện áp được thực hiện theo trình tự này.

8.2 Đối tượng thử nghiệm

8.2.1 Kết cấu của đối tượng thử nghiệm

Đối với dây quấn phản ứng (rôto của máy điện một chiều), kinh nghiệm cho thấy rằng đối tượng thử nghiệm thích hợp nhất là có các đặc tính mong muốn của rôto dây quấn để đánh giá hệ thống cách điện là bản thân rôto. Do đó, đối tượng thử nghiệm là dây quấn thực tế hoặc một phần của dây quấn trong rãnh rôto.

Cần tuân thủ qui trình chế tạo phản ứng thông thường để thay cách điện, dây quấn cuộn dây và xử lý chất dẻo hoặc sơn cách điện trong kết cấu của đối tượng thử nghiệm. Cần thực hiện các đấu nối để cho phép thực hiện các thử nghiệm độ bền điện môi hoặc phép đo tình trạng cách điện 1) giữa các vòng dây, 2) giữa các cuộn dây và 3) giữa cuộn dây và vỏ, nhìn chung là theo trình tự đó, để dữ liệu đạt được là nhiều nhất. Để thực hiện việc này, bố trí đấu nối có thể khác với thực tế. Đối với máy điện cổ góp, một kỹ thuật đấu nối đề xuất là bắt đầu và kết thúc từng cuộn dây tại cùng một phiến đồng của cổ góp. Điều này sẽ làm cho dây quấn không làm việc như một máy điện mà các cuộn dây được cách ly để thực hiện các phép đo. Các bố trí đấu nối khác có thể sử dụng để cách ly các vòng dây sao cho đáp ứng được mục tiêu của thử nghiệm. Phải ghi vào báo cáo các bố trí đấu nối đã sử dụng.

Thiết kế và vật liệu cổ góp là những lưu ý quan trọng đối với đối tượng đo. Mục tiêu của thử nghiệm có thể chỉ để đánh giá cách điện dây quấn phản ứng và do đó tốt nhất là nên loại bỏ những ảnh hưởng của cổ góp. Cơ sở để làm như vậy có thể có sự khác nhau trong bố trí làm mát và do đó khác nhau về độ tăng nhiệt của dây quấn và của cổ góp. Khả năng về nhiệt của vật liệu được chọn đối với dây quấn và cổ góp do đó có thể khác nhau. Trong trường hợp này, có thể sử dụng chi tiết cố định để thay cho cổ góp trong các đầu cốt của cuộn dây hoặc các phép đo cần thiết.

Nếu mục đích của thử nghiệm là để đánh giá dây quấn và cổ góp được lắp thành cụm thì sẽ đòi hỏi một số sửa đổi ở cổ góp, đặc biệt là trên những đối tượng thử nghiệm nhỏ, để đảm bảo phép đo có hiệu lực và các dữ liệu thu được là có ích. Việc đồng trần để hở và các khoảng cách nhỏ giữa các phiến đồng, giữa phiến đồng và mối nối hoặc giữa phiến đồng và vỏ, mà có thể là vốn có trong thiết kế

TCVN 6627-18-21:2011

và chức năng của cổ góp, có thể gây ra phóng điện bề mặt hoặc đốt nóng quá mức cách điện trong thử nghiệm quá điện áp. Để làm giảm tình trạng này, có thể loại bỏ hơi ẩm quá mức trên cổ góp do quá trình làm ẩm bằng cách sử dụng luồng không khí cưỡng bức hoặc lau khô trước khi đặt điện áp. Cũng có thể yêu cầu che bề mặt cổ góp và các mối nối trần.

8.2.2 Số lượng mẫu thử

Ở mỗi nhiệt độ lão hóa, ít nhất phải thử nghiệm mười đối tượng thử nghiệm của từng hệ thống cách điện. Rôto có thể là loại quấn dây để có nhiều hệ thống cách điện, mà mỗi hệ thống cách điện lại được nhận biết và cách ly đầy đủ. Tốt nhất là sử dụng một vài rôto có các hệ thống cách điện khác nhau để thử nghiệm ở từng nhiệt độ lão hóa.

8.2.3 Thử nghiệm đảm bảo chất lượng

Trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt đầu tiên, phải thực hiện các thử nghiệm đảm bảo chất lượng sau:

- xem xét bằng mắt các đối tượng thử nghiệm;
- thử nghiệm điện áp theo IEC 60034-1.

8.2.4 Thử nghiệm chẩn đoán ban đầu

Từng đối tượng thử nghiệm hoàn chỉnh phải chịu các thử nghiệm chẩn đoán của 8.4, trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa nhiệt đầu tiên.

8.3 Chu kỳ lão hóa nhiệt

8.3.1 Nhiệt độ lão hóa và thời gian lão hóa

Phải tuân thủ qui trình trong 3.7.

8.3.2 Phương tiện gia nhiệt

Có thể sử dụng lò lão hóa theo 5.3.3 của IEC 60034-18-1.

8.3.3 Qui trình lão hóa

Đối tượng thử nghiệm phải được đưa trực tiếp vào lò lão hóa nóng khi bắt đầu chu kỳ lão hóa, và lấy được từ lò ra thẳng môi trường không khí ở nhiệt độ phòng khi kết thúc chu kỳ này.

Vị trí của đối tượng thử nghiệm trong lò là ngẫu nhiên nếu dễ dàng thực hiện được. Xem 4.3.3.

8.4 Chu kỳ chẩn đoán

8.4.1 Thử nghiệm cơ

Ứng suất cơ đặt vào cơ cấu thử nghiệm rôto bằng cách quay rô to để sinh ra tải vận hành ly tâm, hoặc bằng cách đảo chiều trong chu kỳ làm việc đối với máy điện thực hoặc bằng thử nghiệm rung trong 1 h. Phải ghi vào báo cáo qui trình thực đã sử dụng.

Các ứng suất này cần có độ khắc nghiệt tương đương với các ứng suất lớn nhất có thể xuất hiện trong vận hành bình thường.

8.4.2 Thử nghiệm ẩm

Phải thực hiện thử nghiệm ẩm trong ít nhất 48 h. Phải có những giọt nước nhìn thấy được, nhưng không tạo thành vũng nước, trên các dây quấn trong quá trình thử nghiệm ẩm. Đối tượng thử nghiệm phải ở xấp xỉ nhiệt độ phòng, trong phạm vi từ 15 °C đến 35 °C. Phải ghi vào báo cáo nhiệt độ thực của đối tượng thử nghiệm. Xem Phụ lục C.

8.4.3 Thử nghiệm điện áp

a) Rôto của máy điện một chiều

Để kiểm tra tình trạng của mẫu thử và xác định thời điểm đạt đến cuối tuổi thọ thử nghiệm, điện áp được đặt vào sau các lần thử ẩm như sau.

Bảng 3 – Điện áp thử nghiệm trong quy trình 5

Điện áp danh định U_N (V)	Điện áp tần số nguồn khuyến cáo dùng để thử nghiệm (V_{rms}) (V)	
	Giữa các cuộn dây với nhau hoặc giữa cuộn dây và vỏ	Giữa các vật dẫn *
35 hoặc nhỏ hơn	200	110 ± 10
36 đến 250	500	110 ± 10
251 đến 660	1 320	110 ± 10
lớn hơn 660	2 U_N	110 ± 10

U_N là điện áp một chiều danh định (V)

* Dải điện áp cho phép; tuy nhiên giá trị được chọn cần được sử dụng nhất quán.

Các điện áp thử nghiệm khác có thể được sử dụng để xác định điểm cuối tuổi thọ dựa trên kinh nghiệm thử nghiệm với điều kiện các điện áp này được đặt như nhau ở cả hệ thống chuẩn và hệ thống cần đánh giá. Phải ghi lại các sai lệch so với các giá trị nêu trên.

Điện áp thử nghiệm được đặt trong 10 min lần lượt vào giữa các vòng dây, giữa các cuộn dây và giữa tất cả các cuộn dây và vỏ. Điện áp được đặt trong khi mẫu vẫn còn ướt do nhiễm ẩm, ưu tiên trong khi vẫn còn trong tủ ẩm, ở xấp xỉ nhiệt độ phòng. Nên sử dụng bộ bảo vệ chống đột biến trong mạch thử nghiệm để loại bỏ các đỉnh điện áp cao không mong muốn.

b) Rôto của máy điện xoay chiều

TCVN 6627-18-21:2011

Các qui trình thử nghiệm điện áp và các giá trị thử nghiệm đối với rôto của máy điện xoay chiều vẫn chưa được xác định.

8.4.4 Các thử nghiệm chẩn đoán khác

Các thử nghiệm chẩn đoán khác có thể thực hiện theo 5.5.4 của IEC 60034-18-1.

8.5 Phân tích, báo cáo và phân loại

Phải tuân thủ các qui trình cho trong 5.6 của IEC 60034-18-1. Các hạng mục bổ sung cần ghi vào báo cáo được nêu trong 8.4.1, 8.4.2 và điểm a) của 8.4.3.

Phụ lục A

(tham khảo)

Kết cấu motorette (ví dụ)

A.1 Thông tin chung

A.1.1 Vật liệu

- phần kim loại (trừ dây dẫn): thép không gỉ;
- cái cách điện: gốm hoặc vật liệu chịu nhiệt độ cao khác;
- cuộn dây và cách điện: như sử dụng hoặc dự kiến sử dụng trong các sản phẩm thực tế.

A.1.2 Kích thước

Kích thước của mẫu thử nghiệm cần xấp xỉ các kích cỡ sử dụng trong sản phẩm thực tế. Độ dài đường rò, độ dày cách điện và khe hở không khí cần bằng hoặc nhỏ hơn các kích thước trong sản phẩm thực tế.

A.1.3 Kết cấu

Hai cuộn dây được lắp trên cùng một cặp rãnh là phần thiết yếu của motorette. Rãnh được tạo bởi các tấm thép không gỉ theo cách thích hợp và cố định lên đế của motorette. Bốn cái cách điện cũng được lắp cố định trên đế này. Xem Hình 2 thể hiện nguyên lý sử dụng trong kết cấu motorette.

Cuộn dây được quấn thành hai búi dây song song. Số vòng dây cần tạo ra yếu tố điện đầy trong rãnh giống như trong rãnh của sản phẩm thực.

Hai cuộn dây được nối với cái cách điện sao cho tạo thuận lợi để thử nghiệm cuộn dây với vỏ, giữa các cuộn dây với nhau và giữa các dây dẫn với nhau.

Morette không có khả năng mô phỏng ảnh hưởng của quá trình chế tạo thực tế ví dụ như kỹ thuật lồng dây. Do đó, ảnh hưởng của các quá trình chế tạo sẽ là nhỏ nhất. Motorette có thể được lắp ráp bằng tay sử dụng dụng cụ đơn giản.

Morette có ích trong việc đánh giá tính tương thích của vật liệu được sử dụng trong hệ thống cách điện cần đánh giá.

A.2 Kết cấu chi tiết motorette (ví dụ)

Trong phòng thí nghiệm nơi có thể thực hiện sửa đổi cụm motorette qui định để cải tiến hoặc thuận tiện hơn trong việc đạt được các mục đích thử nghiệm, thì có thể không cần các thông tin chi tiết trong phụ lục này. Tuy nhiên, nếu chưa có nhiều kinh nghiệm trong đánh giá hệ thống cách điện hoặc muốn so sánh dữ liệu thử nghiệm giữa các phòng thí nghiệm thì kết cấu motorette được mô tả ở đây cần được

TCVN 6627-18-21:2011

tuân thủ chính xác. Kinh nghiệm cho thấy rằng phải rất thận trọng trong thiết kế và chuẩn bị motorette để tạo ra các mẫu được thử nghiệm ở các phòng thí nghiệm khác nhau mà kết quả có thể so sánh với nhau.

Thiết kế motorette đã được chấp nhận và được sử dụng trong nhiều phòng thí nghiệm trong nhiều năm qua và cho các kết quả nhất quán được thể hiện như sau:

- Hình 1: Tất cả các thành phần của motorette trước khi lắp ráp, kể cả vật liệu cách điện, dây quấn cuộn dây và các phần kim loại.
- Hình 2: Motorette đã hoàn chỉnh;
- Hình 3: Các phần kim loại của vỏ motorette và để trước khi lắp ráp.

Moretette đã hoàn chỉnh bao gồm đế đỡ cứng bằng kim loại, có bốn vị trí thích hợp để có thể bắt bulông bốn cái cách điện bằng gốm hoặc vật liệu thích hợp khác vào một đầu, và có hai rãnh, được tạo bởi tám bên trong và tám bên ngoài, được bắt bulông vào đầu kia. Tám đỡ có các lỗ để lắp motorette trong thử nghiệm rung. Rãnh được làm bằng các tấm thép không gỉ. Phần rãnh sau khi lắp ráp sẽ chứa hai cuộn dây được cách điện với vỏ bằng cách điện rãnh, cách điện giữa các rãnh bằng cách điện pha và được giữ đúng vị trí bằng các nêm. Đây là các thành phần điển hình được sử dụng trong các động cơ thực. Từng cuộn dây có thể được quấn bằng các sợi song song để có thể thử nghiệm điện giữa các dây dẫn. Khi thích hợp, kết cấu và qui trình xử lý có thể được thay đổi để mô phỏng mục đích dự kiến. Dưới đây là mô tả chi tiết về việc chuẩn bị motorette và được trình bày như một ví dụ về kết cấu đối với mục đích của tiêu chuẩn này.

Các thành phần của motorette

- 1) Dây dẫn – dây dẫn của dây quấn có kích thước 1,12 mm, bọc lớp màng dày, cấp 2.
- 2) Cách điện rãnh – tám cách điện dày 0,25 mm cuộn tròn có chiều rộng 70 mm. Tám cách điện được gấp lại 3,2 mm ở mỗi cạnh để có chiều rộng 64 mm. Việc này cho phép tám nhô ra khỏi rãnh 4,8 mm ở mỗi đầu.
- 3) Cách điện pha – Hai dải cách điện dày 0,25 mm có kích thước 13 mm x 75 mm và một miếng hình tròn đường kính 64 mm có một lỗ đường kính 38 mm ở tâm. Việc này cho phép gổ lên các mảnh chữ nhật một đoạn là 6,4 mm.
- 4) Nêm của rãnh – Các nêm, được cắt từ vật liệu có dạng chữ U, có chiều rộng 9,5 mm ở phần đáy và dài 76 mm. Một đầu nêm được làm tròn để đảm bảo dễ đưa qua rãnh.
- 5) Ống lót – Ống lót cách điện có kích cỡ đủ để đi qua các dây dẫn và có chiều dài đủ để che phủ phần dây dẫn từ tâm của phần rãnh của cuộn dây đến đầu nối.
- 6) Dây mềm – Có chiều dài đủ để buộc cuộn dây và các dây dẫn với nhau.
- 7) Băng dính – Băng dính cách điện có chiều rộng 13 mm.
- 8) Sơn cách điện hoặc chất dẻo cách điện. Xem IEC 60455 hoặc IEC 60464.

Tất cả các vật liệu được liệt kê ở trên là các thành phần của hệ thống cách điện chuẩn hoặc hệ thống cách điện cần đánh giá.

Lắp ráp motorette

1) Cuộn dây của dây quấn – Từng cuộn dây cần được quấn chặt vào khung có hình dạng gần oval với các cạnh song song dài 64 mm. Các cạnh song song nằm cách nhau 44 mm. Các đầu lượn tròn của hình oval có hình bán cầu đường kính 44 mm. Mỗi cuộn dây gồm 20 vòng được quấn chập đôi (40 sợi). Vì có hai cuộn dây trên mỗi rãnh nên mỗi rãnh sẽ có 80 sợi dây. Các đầu chưa được nối được chuẩn bị bằng cách cắt đứt một đầu của mỗi sợi dây chập đôi, để lại đoạn dài 5 mm tính từ cuộn dây gần đoạn giữa của một trong các bán cầu. Đoạn dây dài 5 mm được giữ vào vị trí bằng băng dính. Hai đầu chưa được nối được đặt cách nhau tối thiểu là 5 mm. Các đầu dây khác được đưa ra khỏi phần thẳng của cuộn dây và đặt một mảnh ống lót vào từng sợi dây này. Sợi dây và ống lót được buộc chặt vào vị trí bằng dây mềm. Xem Hình 2.

2) Làm sạch và lắp các bộ phận kim loại – Trước khi lắp ráp, từng bộ phận kim loại của motorette được ngâm trong 30 min trong dung dịch có chứa toluene và alcohol biến tính với lượng bằng nhau. Từng bộ phận được lấy ra khỏi dung dịch, rửa sạch với dung dịch sạch và lau bằng vải không bụi. Các bộ phận kim loại của motorette được lắp ráp cẩn thận để đảm bảo các phần của rãnh có chiều rộng bằng nhau và các cạnh song song với nhau. Một qui trình đơn giản để đạt được yêu cầu này là cắt hai khối gỗ có chiều rộng bằng phần rãnh và đặt vào rãnh trước khi xiết chặt đai ốc giữa rãnh vào đế.

3) Đặt cách điện vào rãnh – Cách điện của rãnh được cắt thành các mảnh hình vuông cạnh 64 mm và uốn để lắp vừa vào rãnh. Cho phép gấp các mảnh cách điện này bên dưới nêm và nhô ra khỏi các đầu của rãnh một đoạn 5 mm. Cách điện của rãnh được chèn vào phần rãnh một cách cẩn thận để đoạn nhô ra khỏi các đầu của rãnh là bằng nhau.

4) Đặt cách điện của cuộn dây – Cách điện của rãnh được gấp lại ở những đầu không trơn ở mặt trên của rãnh để đảm bảo sợi dây của dây quấn không bị mài mòn khi được đặt vào rãnh. Cuộn dây bên dưới được chèn vào rãnh với các đầu dây dẫn chưa được nối hướng xuống và sợi dây nằm phía trên của cuộn dây. Sau khi đã đặt cuộn dây bên dưới vào, chèn cách điện pha, và cẩn thận trọng để đảm bảo cách điện pha nằm trong rãnh che phủ hoàn toàn cuộn dây bên dưới. Nếu cách điện pha quá rộng, các mép được gấp lên phía trên của rãnh. Cách điện pha có kích thước và được đặt ở vị trí để đảm bảo sự trải đều lên các bộ phận của cuộn dây bên dưới. Cuộn dây bên trên được đặt vào theo cách giống như với cuộn dây bên dưới. Cuộn dây bên trên được điều chỉnh để duy trì tiếp giáp chung với cuộn dây bên dưới đảm bảo cho các sợi dây của cuộn dây bên trên không trượt xung quanh cách điện pha.

5) Nối dây dẫn – Các sợi dây được đo cẩn thận để kết thúc ở cái cách điện. Đoạn dài 13 mm cuối cùng được loại bỏ lớp sơn cách điện và thiếc ở một đầu bằng chất hàn trước khi nối với các đầu nối cách điện. Dây dẫn của cuộn dây bên dưới được nối với cái cách điện phía trong và dây dẫn của cuộn dây

TCVN 6627-18-21:2011

bên trên được nối với cái cách điện phía ngoài. Sau khi đã chèn các cuộn dây vào rãnh, các đầu của cách điện rãnh được phủ lên cuộn dây và nôm được chèn vào mặt trên cùng của cách điện rãnh.

6) Thử nghiệm điện – Cuộn dây được kiểm tra điện trở cách điện nếu cần và kiểm tra điện áp như khuyến cáo trong 4.4.3. Nếu đạt thử nghiệm này, motorette được xử lý bằng sơn cách điện hoặc chất dẻo cách điện.

7) Xử lý sơn cách điện và chất dẻo – Xử lý sơn cách điện và chất dẻo phải được thực hiện sử dụng vật liệu được ngâm tẩm giống như trong các sản phẩm thực tế, tuân thủ quá trình của sản phẩm càng sát càng tốt.

8) Lắp đặt motorette – Mười motorette được bắt bulông vào giá làm bằng nhôm cứng, dày xấp xỉ 13 mm. Giá cần có các khe hở lớn giữa các motorette để không làm cản trở lưu thông không khí. Giá có kích cỡ vừa với lò và tủ ảm và có khả năng bắt bulông vào bàn rung.

A.3 Áptômát dùng cho các thử nghiệm điện áp

Sử dụng áptômát quá dòng kiểu điện cơ được hiệu chuẩn trước có thời gian tác động từ 2 s đến 3 s và có dòng điện tác động như sau:

- dây-dây: 0,75 A;
- cuộn dây-cuộn dây: 0,50 A;
- cuộn dây-vỏ: 0,50 A.

Phụ lục B (tham khảo)

Mô hình dây quấn trên cực từ (ví dụ)

B.1 Cơ cấu thử nghiệm dùng cho các cuộn dây kích từ kiểu dây quấn ngẫu nhiên sử dụng trong các máy điện một chiều

Chi tiết về kết cấu của cơ cấu thử nghiệm để đánh giá hệ thống cách điện của cuộn dây kích từ kiểu dây quấn ngẫu nhiên được thể hiện trên Hình 4 đến Hình 7, chỉ như một ví dụ. Thông tin chi tiết này có thể không cần thiết đối với phòng thí nghiệm tự xây dựng các đối tượng thử nghiệm. Tuy nhiên, đối với các phòng thí nghiệm chưa có nhiều kinh nghiệm thử nghiệm, hoặc nếu cần so sánh giữa các phòng thí nghiệm, thì phải tuân thủ nghiêm ngặt các nội dung chi tiết về kết cấu này. Có thể có những sửa đổi về kích thước hoặc thiết kế để các nhà chế tạo có thể mô phỏng kết cấu và thiết kế cuộn dây kích từ của họ một cách chính xác hơn.

Nên sử dụng cuộn dây kích từ điển hình chỉ khác với cuộn dây của sản phẩm tiêu chuẩn ở chỗ cuộn dây được quấn bằng hai sợi dây chập lại để có thể thử nghiệm điện giữa các dây dẫn mô phỏng các phép đo giữa các vòng dây. Cuộn dây cần được quấn theo thực tế của phân xưởng, ngoại trừ việc quấn bằng hai sợi dây chập lại, cần thận trọng để không làm hỏng cách điện của sợi dây. Cách điện của cuộn dây với vỏ cần được thực hiện theo kỹ thuật của phân xưởng dự kiến đối với cách điện cần thử nghiệm. Dây dẫn thích hợp cho lão hóa và tương thích với cách điện của cuộn dây có thể được cố định vào các đầu cuộn dây như trong thực tế, và các đầu dây dẫn được nối với các đầu nối lắp trên tấm khung với tất cả các đầu nối được bảo vệ thích hợp, hoặc các đầu cuộn dây có thể được đưa ra ngoài để đầu nối trực tiếp đến các đầu nối, các đầu cuộn dây này được bảo vệ bằng các ống lót.

Các mẫu thử nghiệm nên có các mô hình mà trên đó không thể thực hiện mô phỏng ảnh hưởng của quá trình chế tạo (ví dụ dây quấn trực tiếp).

B.2 Cơ cấu thử nghiệm đối với cuộn dây kích từ kiểu dây quấn chính xác sử dụng trong các máy điện một chiều

Chi tiết về kết cấu của cơ cấu thử nghiệm để đánh giá hệ thống cách điện của cuộn dây kích từ kiểu dây quấn dạng lớp được thể hiện trên các Hình 8 đến Hình 11, chỉ như một ví dụ. Có thể có những sửa đổi về kích thước hoặc thiết kế để các nhà chế tạo có thể mô phỏng kết cấu và thiết kế cuộn dây kích từ của họ một cách chính xác hơn.

Có thể sử dụng các cực thực, nếu thuận tiện, và khi đó kỹ thuật giữ chặt cuộn dây vào cực tùy thuộc vào độ cứng của kết cấu cực. Cũng có thể sử dụng thép cứng hơn để làm tấm khung vì các lý do tương tự.

TCVN 6627-18-21:2011

Thông tin chi tiết sẽ có ích cho các phòng thí nghiệm chưa có nhiều kinh nghiệm trong việc đánh giá cách điện hoặc trong trường hợp cần so sánh dữ liệu thử nghiệm giữa các phòng thí nghiệm với nhau.

Cuộn dây cần được quấn theo thực tế chế tạo, ngoại trừ việc quấn bằng hai sợi dây chập lại, cần thận trọng để không làm hỏng cách điện của sợi dây. Cách điện của cuộn dây với vỏ cần được kể cả xử lý sơn cách điện cần tuân thủ các qui trình chế tạo đều đặn và có thể khác nhau giữa các nhà chế tạo. Dây dẫn cách điện có thể gắn cố định vào các đầu cuộn dây, hoặc các đầu cuộn dây có thể được để ra bên ngoài, được bảo vệ bằng ống lót, để đấu nối với cái cách điện lắp trên tấm khung. Nếu sử dụng dây dẫn, cần chọn lựa cẩn thận để chúng có khả năng chịu được nhiệt của thử nghiệm mà không bị hỏng hoặc làm hỏng các bộ phận liền kề. Đấu nối của cuộn dây với dây dẫn cũng cần được bảo vệ thích hợp để có thể đánh giá cách điện cuộn dây mà không bị ảnh hưởng của các linh kiện kết hợp. Việc lắp đặt cuộn dây trên cực cần tuân thủ qui trình chế tạo dự kiến đối với hệ thống cách điện cần thử nghiệm.

Phụ lục C

(tham khảo)

Thiết kế dùng cho thử nghiệm ẩm

C.1 Tủ thử nghiệm ngưng tụ

Có thể dễ dàng tạo ra khí quyển có độ ẩm tương đối 100 % có ngưng tụ bằng cách đặt lên sàn của tủ thử một khay nông chứa nước và bộ gia nhiệt để gia nhiệt cho nước đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ môi trường từ 5 °C đến 10 °C. Mái của tủ thử không nên cách điện và cần dốc để ngăn nước nhỏ giọt lên đối tượng thử nghiệm. Vách bên trong của tủ thử bằng vật liệu chống ăn mòn, và không nên có những chỗ tiếp giáp giữa các kim loại khác nhau. Cửa hoặc nắp tháo ra được cần có dạng lõm ra để hơi ẩm tích tụ xung quanh chúng sẽ chảy xuống vách bên trong của tủ thử.

C.2 Tủ thử nghiệm ngưng tụ có đối tượng thử nghiệm được làm lạnh

Có thể sử dụng tủ thử nghiệm ngưng tụ được mô tả như trên.

Đế của đối tượng thử nghiệm cần được lắp trên phần thân nơi có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của khí quyển xung quanh để đảm bảo rằng hệ thống cách điện luôn ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ điểm sương của khí quyển. Hình 12 đưa ra sơ đồ minh họa nguyên lý cơ bản được sử dụng. Giá đỡ đối tượng thử nghiệm trong các ngăn kéo của chúng như thể hiện trên Hình 13 được làm lạnh bằng chất làm lạnh (nước) tuần hoàn. Chất làm lạnh được khống chế nhiệt để duy trì sai lệch qui định về nhiệt độ giữa đối tượng thử nghiệm và không khí xung quanh trong tủ thử. Điều này đảm bảo việc ngưng tụ trên mẫu thử nghiệm. Sai lệch nhiệt độ này không phụ thuộc vào sự thay đổi nhiệt độ môi trường bình thường trong phòng. Vì cả bề nước được gia nhiệt và chất làm lạnh đều được khống chế nhiệt nên sự không phụ thuộc này chỉ bị giới hạn bởi khả năng của hệ thống.

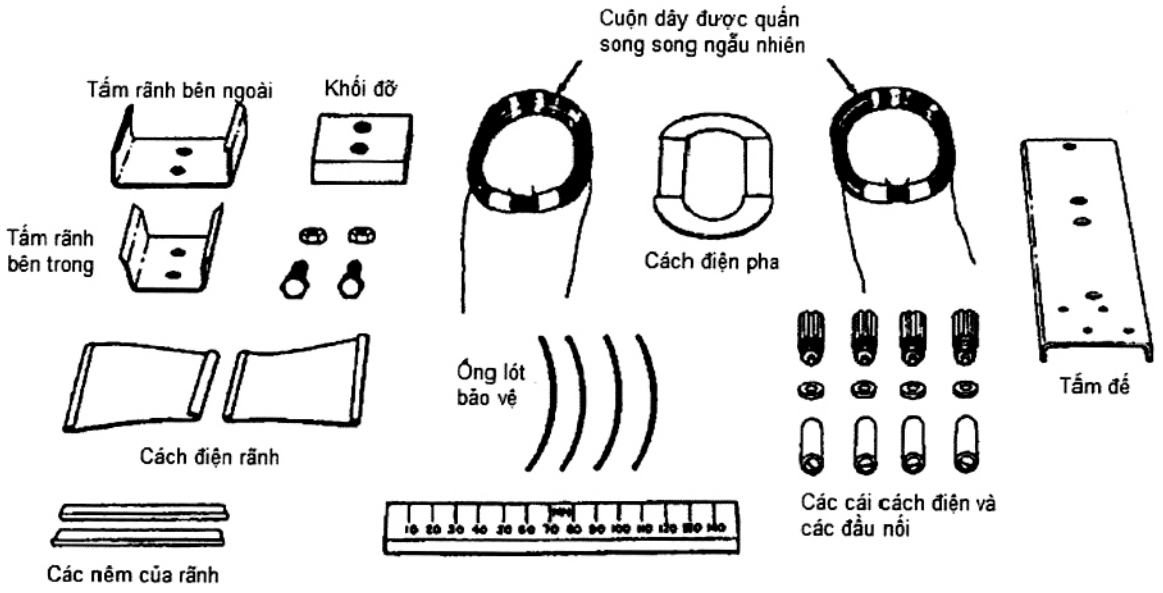
Khống chế nhiệt độ vẫn có hiệu lực khi nhiệt độ phòng cần được nâng lên đến nhiệt độ cao hơn nhiệt độ của bề nước. Nhiệt mát cho giá đỡ làm lạnh sẽ giữ cho nước nằm trong phạm vi khống chế của bộ gia nhiệt, do đó cho phép duy trì cân bằng nhiệt độ. Nếu nhiệt độ phòng cần giảm xuống thấp hơn nhiệt độ của giá đỡ làm lạnh thì cơ cấu điều khiển được duy trì bởi nguồn nhiệt của bộ gia nhiệt. Ngược lại với tủ ngưng tụ quy ước, ảnh hưởng của sự cân bằng này giữa hệ thống gia nhiệt và hệ thống làm lạnh sẽ làm cho tủ không cần phải đặt trong phòng có khống chế nhiệt độ. Vách bên trong của tủ cần được thiết kế sao cho tất cả các đối tượng thử nghiệm được đặt ở khoảng cách như nhau bên trên bề nước và bên dưới mái. Điều này được thực hiện sao cho mẫu thử chịu các ảnh hưởng như nhau bởi các yếu tố như bề mặt bức xạ, nhiệt độ không khí và độ ẩm tương đối.

Hình 13 thể hiện giá đỡ của 10 motorette đặt trong ngăn kéo của tủ ngưng tụ. Sau khi phơi ẩm yêu cầu, mẫu được nối vào giá thử nghiệm bằng các cáp để thử nghiệm điện áp, cáp này được nối với hốc cắm điện trên bề mặt của ngăn kéo tủ.

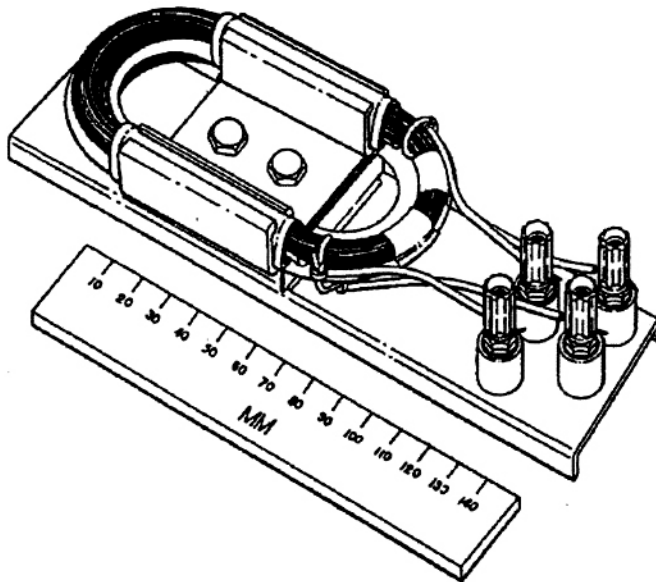
Ngưng tụ đồng đều sẽ xuất hiện khi tủ thử được duy trì ở nhiệt độ dưới đây:

TCVN 6627-18-21:2011

- nhiệt độ bể nước 30 °C
- nhiệt độ mẫu thử nghiệm 24 °C
- nhiệt độ không khí tủ thử (đo bên trên các motorette 25 mm) 25 °C
- nhiệt độ tại tâm của mái tủ từ 28 °C đến 29 °C



Hình 1 – Các thành phần của motorette trước khi lắp ráp hoàn thiện

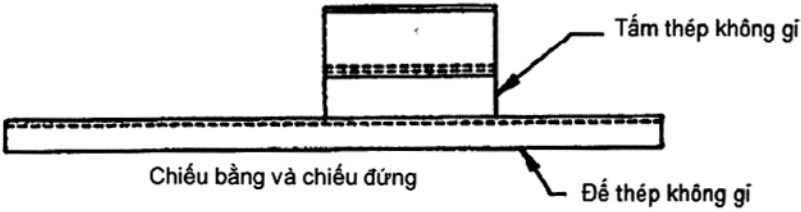
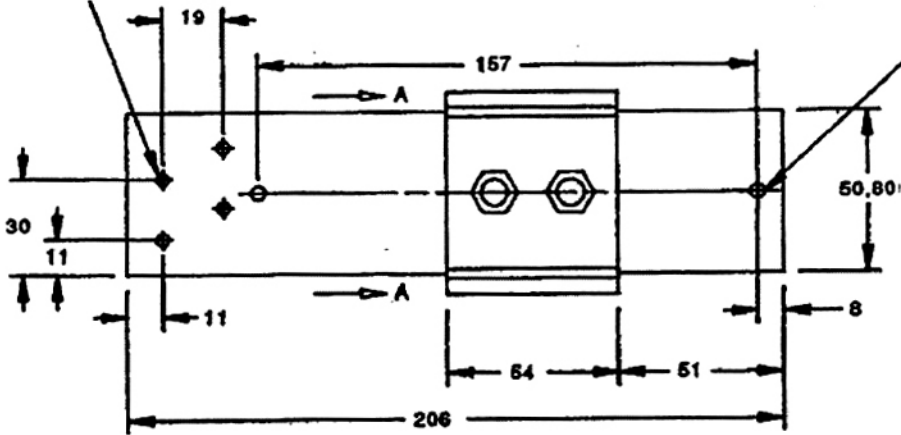


Hình 2 – Motorette được lắp ráp và quét sơn cách điện hoàn chỉnh

Kích thước tính bằng milimét

Khoan bốn lỗ $\varnothing 4$ mm để lắp cái cách điện

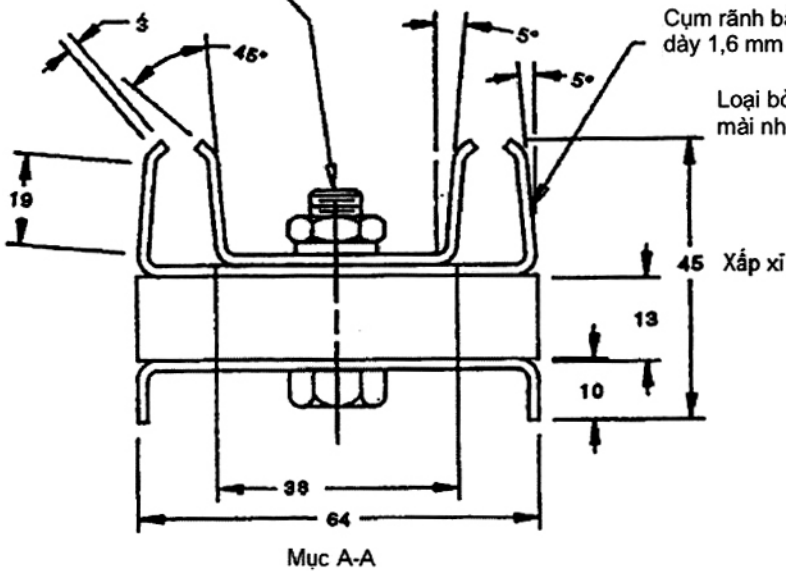
Khoan hai lỗ $\varnothing 4,5$ mm để lắp vỏ



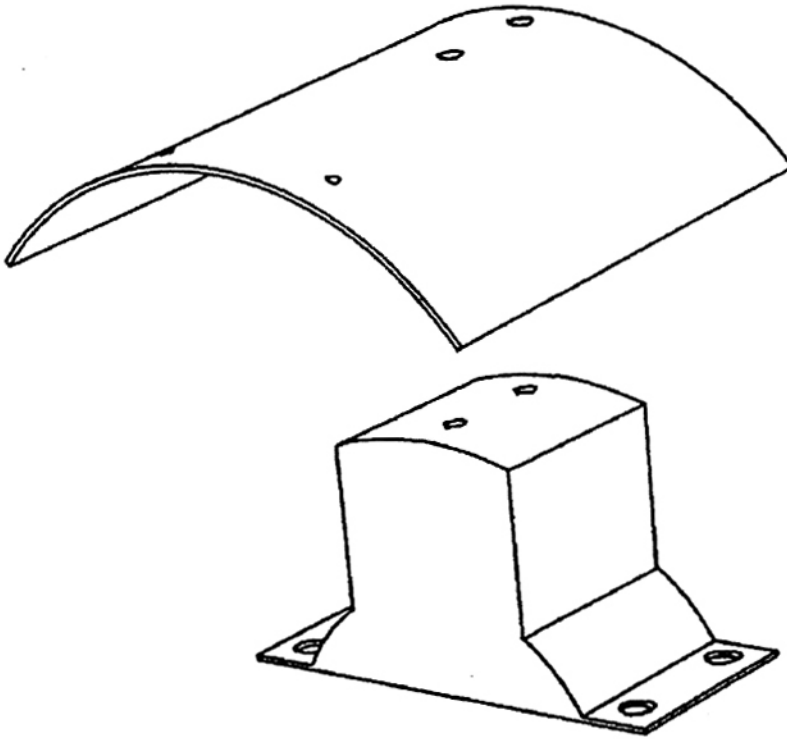
Bu lông và đai ốc bằng thép không gỉ có hình lục giác Hai lỗ $\varnothing 8$ mm

Cụm rãnh bằng lá thép dày 1,6 mm

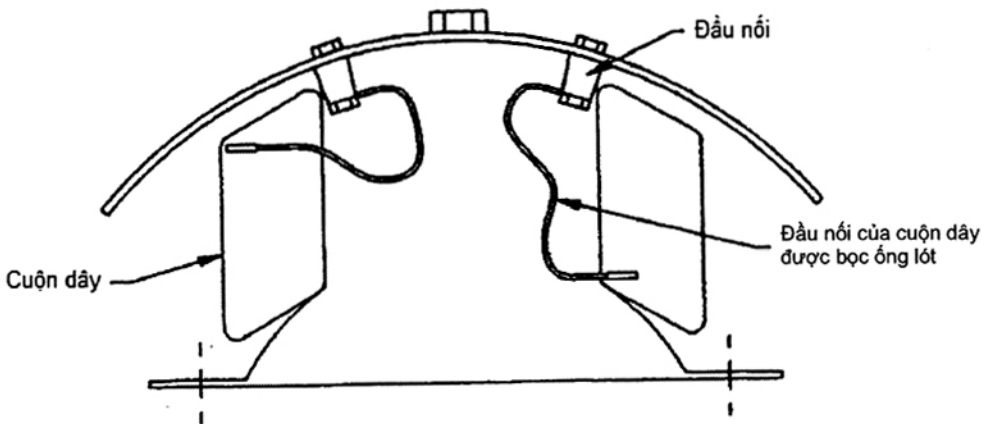
Loại bỏ tất cả các bavaria mà mài nhẵn tất cả các gờ



Hình 3 – Sơ đồ chế tạo vỏ motorette



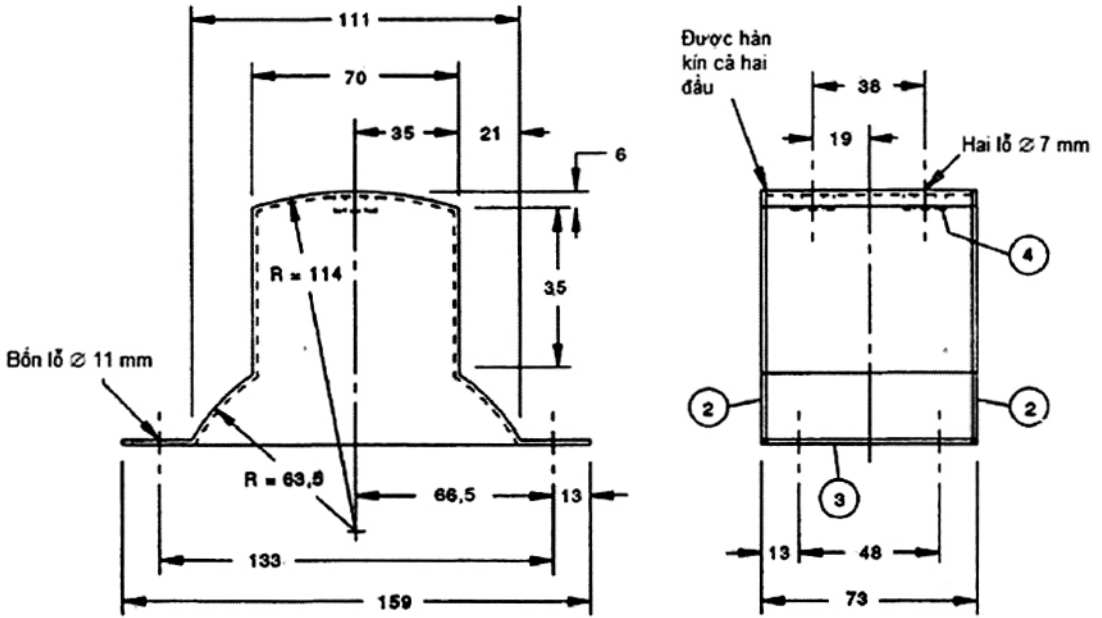
Hình 4 – Cơ cấu thử nghiệm dùng cho các cuộn dây kích từ kiểu dây quấn ngẫu nhiên



Hình 5 – Cuộn dây kích từ kiểu dây quấn ngẫu nhiên được lắp trên cơ cấu thử nghiệm

②③ Vật liệu có chiều dày 1,6 mm

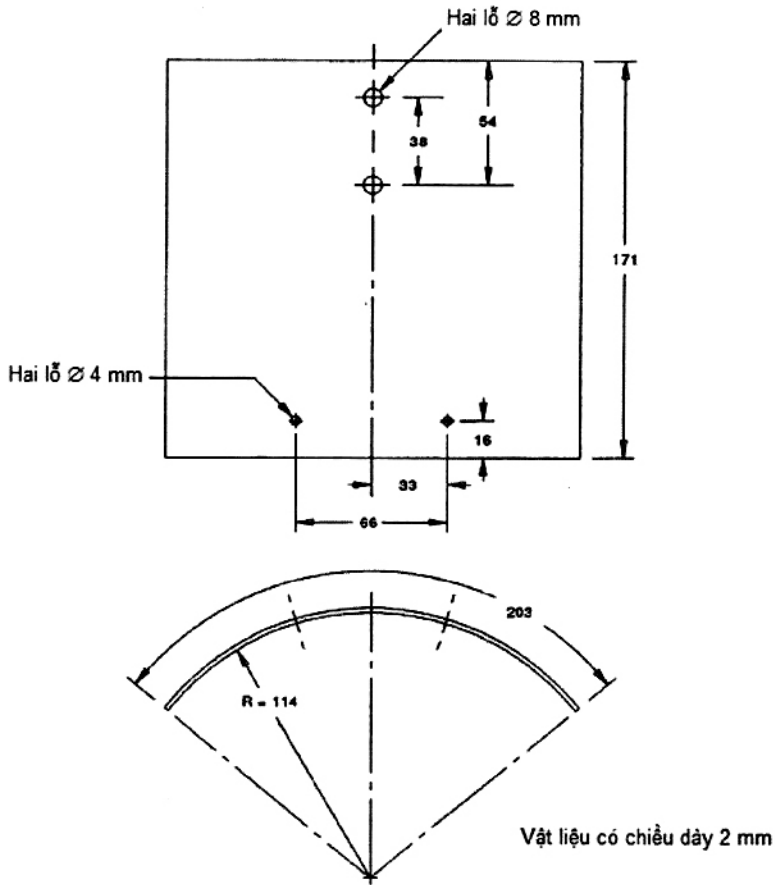
④ 6x1 bulông bằng thép có hình lục giác được hàn lồi lên ③



Mài nhẵn và loại bỏ lớp gỉ khi hoàn thiện

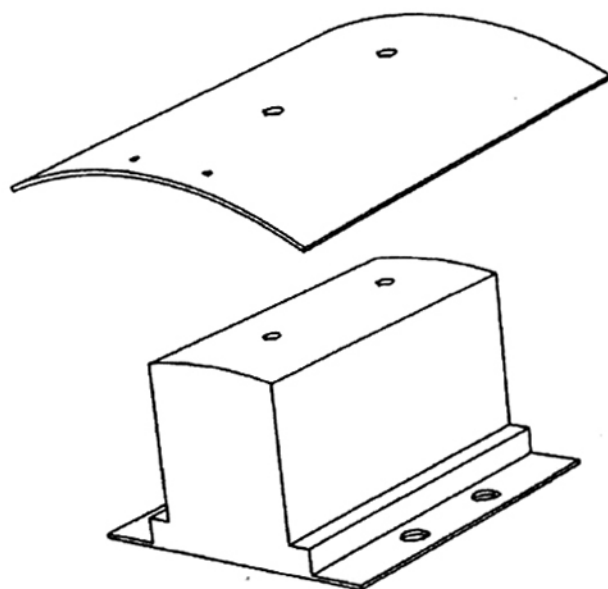
Catmi hoặc kẽm mạ trên toàn cụm lắp ráp cuối cùng

Hình 6 – Sơ đồ chế tạo cực mô phỏng đối với cơ cấu thử nghiệm các cuộn dây kích từ kiểu dây quấn ngẫu nhiên

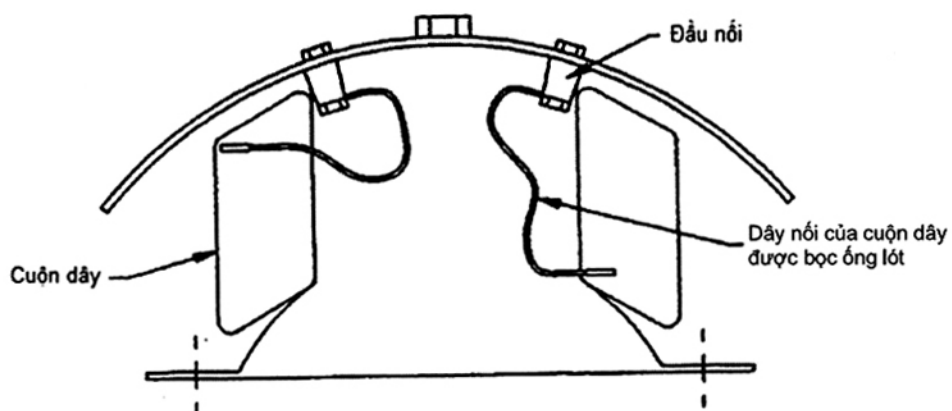


Mài nhẵn và loại bỏ lớp gỉ khi hoàn thiện
 Catmi hoặc kẽm mạ trên toàn cụm lắp ráp cuối cùng

Hình 7 – Sơ đồ chế tạo vỏ mô phỏng đối với cơ cấu thử nghiệm các cuộn dây kích từ kiểu dây quấn ngẫu nhiên



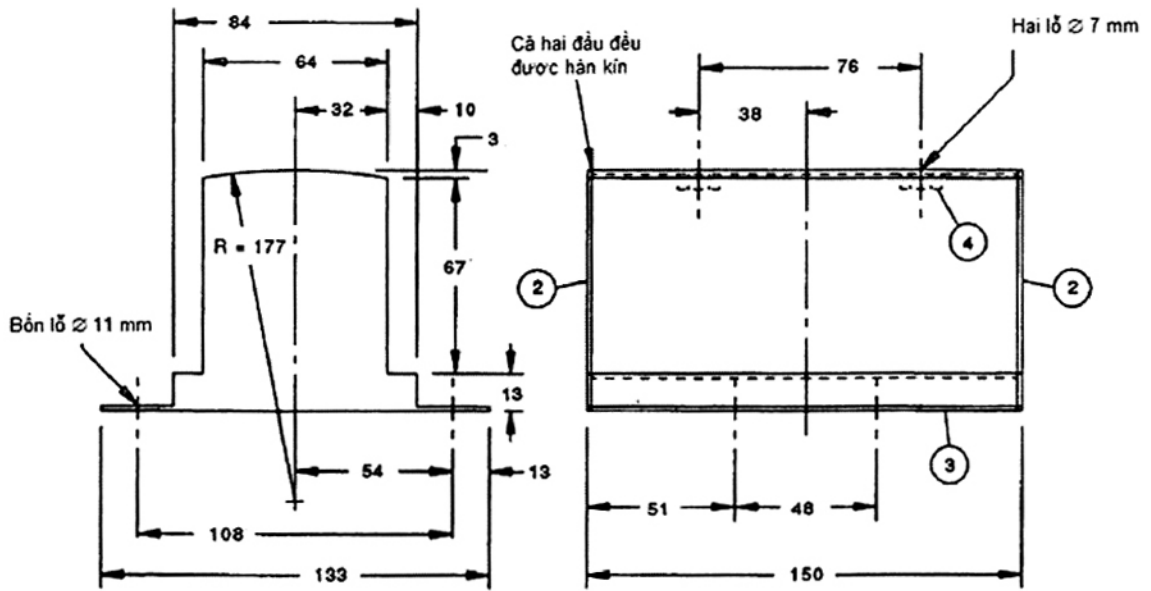
Hình 8 – Cơ cấu thử nghiệm dùng cho các cuộn dây kích từ kiểu dây quấn chính xác



Hình 9 – Cuộn dây kích từ kiểu dây quấn chính xác được lắp trên cơ cấu thử nghiệm

②③ Vật liệu có chiều dày 1,6 mm

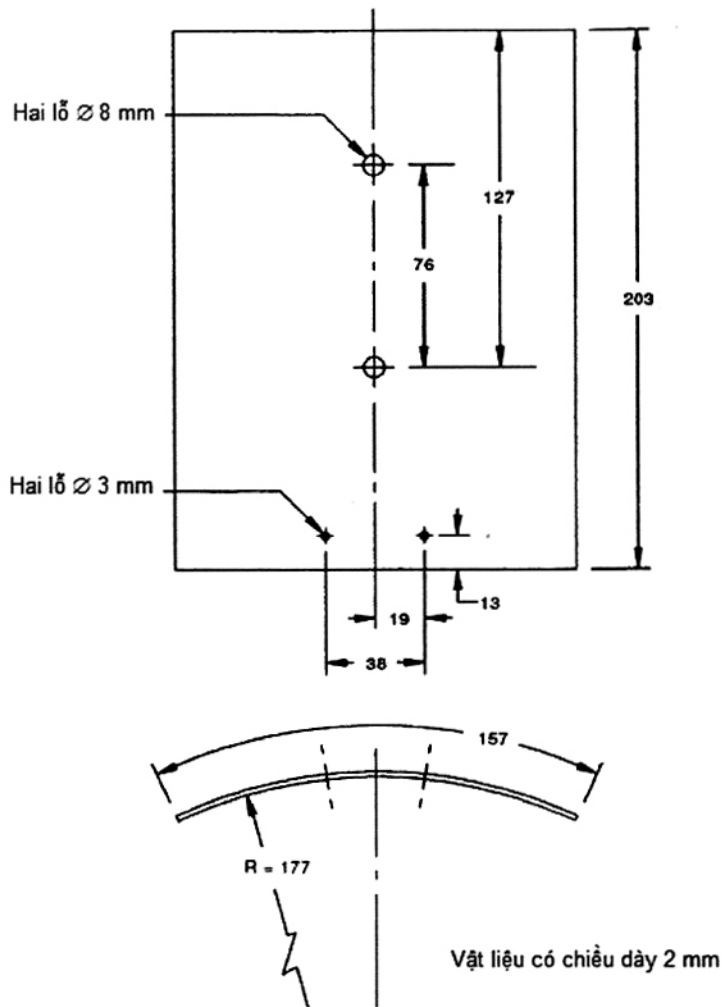
④ 6x1 Bulông bằng thép hình lục giác được hàn lồi lên ③



Mài nhẵn và loại bỏ lớp gỉ khi hoàn thiện

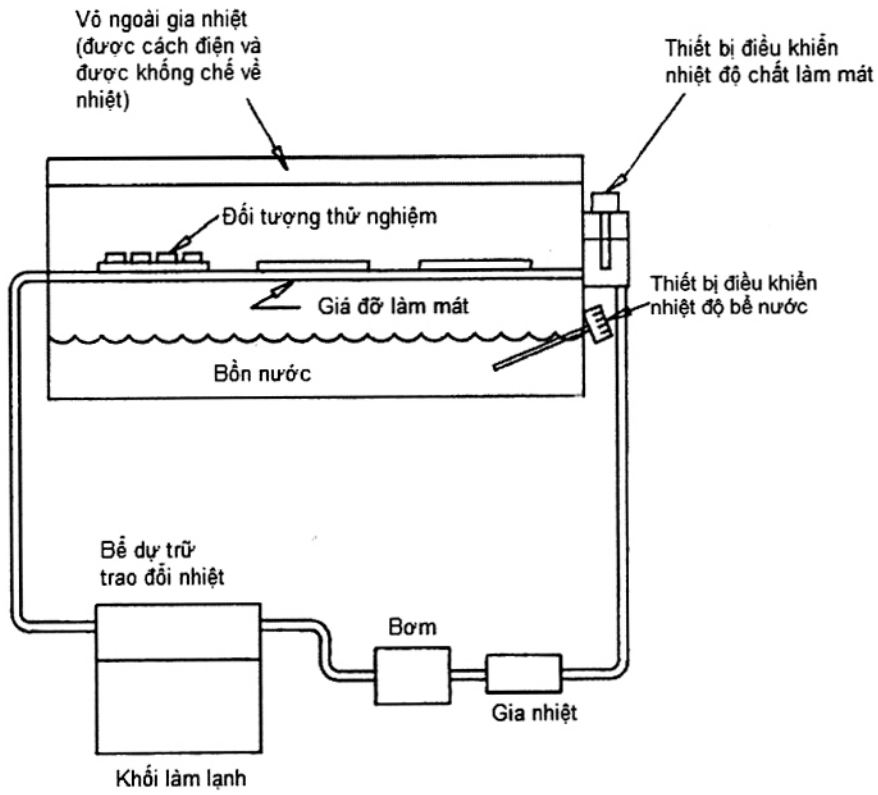
Catmi hoặc kẽm mạ trên toàn cụm lắp ráp cuối cùng

Hình 10 – Sơ đồ chế tạo cực mô phỏng đối với cơ cấu thử nghiệm các cuộn dây kích từ kiểu dây quấn chính xác

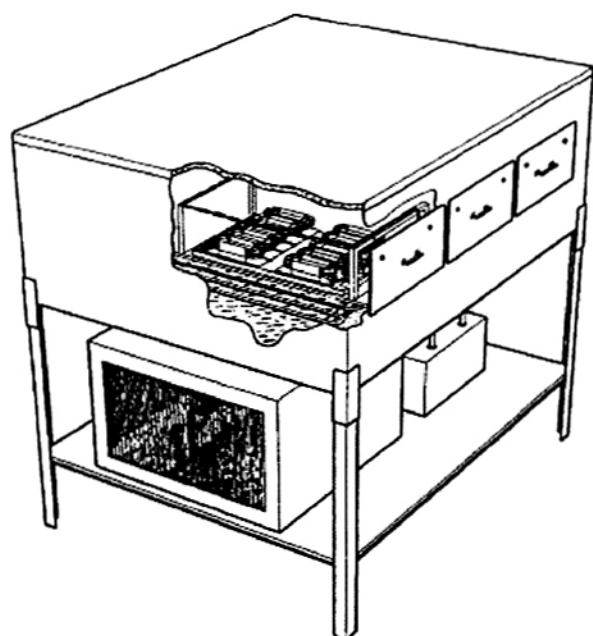


Mài nhẵn và loại bỏ lớp gỉ khi hoàn thiện
 Catmi hoặc kẽm mạ trên toàn bộ cụm lắp ráp cuối cùng

Hình 11 – Sơ đồ chế tạo vỏ mô phỏng đối với cơ cấu thử nghiệm các cuộn dây kích từ kiểu dây quấn chính xác



**Hình 12 – Sơ đồ minh họa nguyên lý cơ bản về tủ ngưng tụ
có đối tượng thử nghiệm được làm lạnh**



Hình 13 – Cấu trúc bên trong của tủ ngưng tụ có đối tượng thử nghiệm được làm lạnh