

TIÊU CHUẨN QUỐC TẾ

IEC
76-2

XUẤT BẢN LẦN THỨ HAI
1994-04

MÁY BIẾN ÁP LỰC

Phần 2 : Sự tăng nhiệt độ

QUANPHAM.VN

NỘI DUNG

	Trang
Lời nói đầu	5
1- Phạm vi	7
2- Tài liệu tham khảo tiêu chuẩn	7
3- Ký hiệu nhận dạng theo phương pháp làm mát	7
4- Những giới hạn tăng nhiệt độ	11
4.1 Tổng quát	11
4.2 Những giới hạn tăng nhiệt độ bình thường tại công suất định mức liên tục	11
4.3 Các yêu cầu được sửa đổi do điều kiện làm việc không bình thường	15
4.4 Sự tăng nhiệt độ trong một chu trình tải đã xác định	17
5- Thử nghiệm sự tăng nhiệt độ	17
5.1 Tổng quát	17
5.2 Phương pháp thử để xác định sự tăng nhiệt độ	19
5.3 Xác định nhiệt độ dầu	25
5.4 Xác định nhiệt độ trung bình của cuộn dây	27
5.5 Xác định nhiệt độ cuộn dây trước khi cắt điện	29
5.6 Các hiệu chỉnh	29
Các phụ lục	
A. Lưu ý về nhiệt độ trong máy biến áp có sự tuần hoàn dầu 31 cường bức	
B. Mạng tải quá độ - Mô hình toán và thử nghiệm	35
C. Các kỹ thuật sử dụng trong khi thử tăng nhiệt độ của Máy biến áp ngâm trong dầu.	43

ỦY BAN KỸ THUẬT ĐIỆN QUỐC TẾ (IEC)

MÁY BIẾN ÁP LỰC**Phần 2 : Sự tăng nhiệt độ****LỜI NÓI ĐẦU**

1. IEC (Ủy ban kỹ thuật điện quốc tế) là một tổ chức thế giới về tiêu chuẩn hóa, bao gồm các Ủy ban kỹ thuật điện quốc gia thành viên (IEC National Committee). Mục đích của IEC là xúc tiến việc hợp tác quốc tế trên mọi vấn đề liên quan đến tiêu chuẩn hóa trong lĩnh vực điện và điện tử. Với mục đích này và cùng với những hoạt động khác, IEC xuất bản những tiêu chuẩn Quốc tế. Việc soạn thảo những tiêu chuẩn này được giao cho các Ủy ban kỹ thuật. Bất kỳ một Ủy ban quốc gia thành viên nào của IEC quan tâm đến chuyên đề đang được xem xét đều có thể tham gia vào công việc soạn thảo này. các tổ chức Quốc tế, Chính phủ, phi Chính phủ có liên hệ với IEC cũng được tham gia vào công việc soạn thảo này.

IEC hợp tác chặt chẽ với tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế (ISO) theo những điều kiện do hai tổ chức thỏa thuận quyết định.

2. Những quyết định hoặc thỏa thuận chính thức của IEC về các vấn đề kỹ thuật được soạn thảo bởi các Ủy ban kỹ thuật trong đó có đại diện các Ủy ban quốc gia có quan tâm đến lĩnh vực này tham gia, biểu lộ sự thống nhất ý kiến quốc tế cao về chuyên đề được xem xét.

3. Những quyết định hay thỏa thuận đó ở dạng khuyến nghị để sử dụng quốc tế. các khuyến nghị đã được xuất bản theo mẫu tiêu chuẩn, báo cáo hay hướng dẫn kỹ thuật và đã được các Ủy ban quốc gia chấp nhận theo ý đó.

4. Để đẩy mạnh việc thống nhất quốc tế, các ủy ban quốc gia của IEC cam kết áp dụng tiêu chuẩn quốc tế IEC một cách trong sáng ở mức độ tối đa vào những tiêu chuẩn quốc gia và địa phương. Bất kỳ sự khác biệt nào giữa tiêu chuẩn IEC và tiêu chuẩn miền hoặc quốc gia tương ứng cần được nêu ra rõ ràng sau đó.

Phần này tiêu chuẩn quốc tế IEC 76 được Ủy ban kỹ thuật IEC 14 soạn thảo :
Máy biến áp lực.

Lần xuất bản thứ hai này hủy bỏ và thay thế những ấn phẩm xuất bản lần thứ nhất in năm 1976. Nội dung của tiêu chuẩn này dựa trên các tư liệu sau :

Quy tắc 6 tháng	Biên bản biểu quyết
14 (CO) 76	14 (CO) 78

Thông tin đầy đủ về việc bỏ phiếu thông qua tiêu chuẩn này có thể tìm đọc trong biên bản biểu quyết ở bảng trên.

IEC 76 gồm các phần sau, dưới đây đề chung : Máy biến áp lực

Phần 1: 1993 - Tổng quát

Phần 2 : 1993 - Sự tăng nhiệt độ

Phần 3 : 1980 - Các mức cách điện và thử nghiệm điện môi

Phần 5 : 1976 - Khả năng chịu ngắn mạch

Các phụ lục A, B, C chỉ để tham khảo .

MÁY BIẾN ÁP LỰC

Phần 2 : Sự tăng nhiệt độ

1. Phạm vi :

Phần tiêu chuẩn quốc tế IEC 76 này định dạng các máy biến áp theo phương pháp làm mát máy, xác định những giới hạn tăng nhiệt độ và trình bày chi tiết các phương pháp thử nghiệm đo sự tăng nhiệt độ. Phần này áp dụng cho máy biến áp đã được xác định trong phạm vi của IEC 76-1.

2. Các tài liệu tham khảo tiêu chuẩn :

Những tài liệu sử dụng dưới đây bao gồm các điều khoản, qua tài liệu tham khảo, đều là những điều khoản có giá trị đối với phần trình bày này của IEC 76. Vào lúc xuất bản, các xuất bản đã đưa ra đều có hiệu lực. Tất cả các tài liệu tiêu chuẩn là đối tượng để sửa đổi, và các thành viên tham gia soạn thảo các thỏa thuận xây dựng trên phần IEC 76 này, đều được đề nghị nghiên cứu các khả năng ứng dụng các tài liệu tiêu chuẩn xuất bản mới nhất được nêu ra dưới đây. Các nước thành viên của IEC và ISO vẫn duy trì hiệu lực hiện hành của các tiêu chuẩn quốc tế.

IEC 76-1 : 1993 : Máy biến áp lực - Phần 1 : Tổng quát

IEC 85 : 1984 : Đánh giá về nhiệt và phân loại sự cách điện

IEC 279 : 1969 : Đo điện trở cuộn dây của máy điện xoay chiều (a.c) trong vận hành ở điện áp xoay chiều.

IEC 354 : 1991 : Hướng dẫn mang tải đối với Máy biến áp lực ngâm trong dầu.

IEC 606 : 1978 : Hướng dẫn sử dụng Máy biến áp lực.

IEC 726 : 1982 : Máy biến áp lực kiểu khô

IEC 905 : 1987 : Hướng dẫn mang tải đối với máy biến áp lực kiểu khô

ISO 2592 : 1973 : Những sản phẩm dầu mỏ - Xác định điểm chớp cháy - Phương pháp Cốc Hở Cleveland *

* Phương pháp thử ở Cốc hở Cleveland, xem ở ISO 92

3. Các ký hiệu nhận dạng theo phương pháp làm mát

Các máy biến áp được nhận dạng theo phương pháp làm mát đang sử dụng. Đối với máy biến áp ngâm trong dầu sự nhận dạng này được diễn đạt bằng một mã có 4 chữ như mô tả dưới đây. Những mã tương ứng cho Máy biến áp khô được đưa ra trong IEC 726

Chữ thứ nhất : Tác nhân làm mát bên trong phân tiếp xúc với cuộn dây :

O Dầu mỏ hoặc chất lỏng cách điện tổng hợp với điểm chớp cháy $\leq 300\text{ }^{\circ}\text{C}$

K Chất lỏng cách điện với điểm chớp cháy $> 300\text{ }^{\circ}\text{C}$

L Chất lỏng cách điện và điểm chớp cháy không đo được

Chữ thứ hai : Cơ chế tuần hoàn của tác nhân làm mát bên trong

N Dòng si phòng nhiệt tự nhiên qua thiết bị làm mát và trong các cuộn dây

F Tuần hoàn cưỡng bức qua thiết bị làm mát, dòng si phòng nhiệt trong cuộn dây.

D Tuần hoàn cưỡng bức qua thiết bị làm mát, và dòng tuần hoàn này hướng trực tiếp từ thiết bị làm mát đến ít nhất là cuộn dây chính

Chữ thứ ba : Tác nhân làm mát bên ngoài

A Không khí ;

W Nước ;

Chữ thứ tư : Cơ chế tuần hoàn đối với tác nhân làm mát bên ngoài

N Sự đối lưu tự nhiên ;

F Tuần hoàn cưỡng bức (quạt, bơm) .

GHI CHÚ : Trong Máy biến áp được thiết kế có tuần hoàn dầu cưỡng bức trực tiếp (chữ thứ hai D của mã), tốc độ dòng dầu qua cuộn dây chính được xác định bằng máy bơm và về nguyên tắc nó không được xác định bằng sự mang tải. Một phần nhỏ của dòng dầu qua thiết bị làm mát có thể được điều khiển trực tiếp đi tắt qua để làm mát phần lõi và những phần khác ở ngoài những cuộn dây. các cuộn dây điều chỉnh và / hoặc cuộn dây khác có công suất tương đối nhỏ cũng có thể có tuần hoàn không trực tiếp của dầu đi tắt qua.

Trong Máy biến áp có làm mát không trực tiếp, cưỡng bức ,mặt khác (chữ thứ hai F của mã) tốc độ dòng dầu qua tất cả các cuộn dây đều thay đổi theo tải, và không liên quan trực tiếp tới dòng dầu được bơm qua thiết bị làm mát.

Một Máy biến áp có thể được xác định theo các phương pháp làm mát. Thông số kỹ thuật và tấm nhãn gắn ở máy sẽ cho thông tin về chỉ số công suất mà ở các giá trị này máy biến áp đạt được những giới hạn tăng nhiệt độ khi những phương pháp làm mát này áp dụng. (xem 7.1 của IEC 76-1). Chỉ số công suất đối với phương thức làm mát có khả năng làm mát cao nhất là công suất định mức của máy biến áp (hoặc của một cuộn dây riêng trong máy biến áp có nhiều cuộn dây (xem 4.1 của IEC 76-1). Các phương thức làm mát được liệt kê theo quy ước với trật tự tăng dần lên theo khả năng làm mát.

Ví dụ :

ONAN/ONAF. Máy biến áp có hệ thống quạt có thể đưa vào làm việc ở phụ tải cao theo yêu cầu. Sự tuân hoàn dầu chỉ do hiệu ứng Si phòng nhiệt trong cả hai trường hợp.

ONAN/OFAF. Máy biến áp có thiết bị làm mát bằng bơm và quạt gió, nhưng máy biến áp đó cũng chỉ xác định với khả năng mang tải bị giảm thấp ở điều kiện làm mát tự nhiên (ví dụ như trong trường hợp sự cố nguồn tự dùng).

4. Những giới hạn tăng nhiệt độ

4.1 Tổng quát :

Những giới hạn tăng nhiệt độ đối với máy biến áp được xác định theo các phương thức chọn lựa khác nhau.

- Một loạt các yêu cầu được áp dụng theo công suất định mức ở chế độ liên tục. Các yêu cầu này được nêu ở mục 4.2.

- Khi các yêu cầu đã được xác định rõ ràng, còn phải thêm các yêu cầu có liên quan đến chu trình mang tải đã quy định. Thủ tục này được mô tả ở 4.4. Nó có thể được áp dụng chủ yếu cho các máy biến áp hệ thống lớn trong đó các điều kiện mang tải khẩn cấp đáng được lưu tâm đặc biệt, và không nên sử dụng thường xuyên đối với Máy biến áp cỡ nhỏ và cỡ trung đã được tiêu chuẩn hóa.

Trong phần IEC 76 này, người ta coi nhiệt độ vận hành của các bộ phận khác nhau của máy biến áp có thể là tổng của nhiệt độ tác nhân làm mát (không khí xung quanh hoặc nước làm mát) và độ tăng nhiệt độ của bộ phận trong máy biến áp.

Nhiệt độ tác nhân làm mát và cao độ (liên quan tới tỷ trọng không khí làm mát) là đặc điểm của vị trí lắp đặt. Khi các điều kiện vận hành bình thường về các mặt này chiếm ưu thế, xem 2.1 của IEC76-1, thì các giá trị bình thường của độ tăng nhiệt độ của Máy biến áp xác định nhiệt độ làm việc cho phép.

Những giá trị tăng nhiệt độ là những đặc trưng của máy biến áp. Những đặc trưng này là những đối tượng cần được bảo đảm và cần được thử nghiệm trong các điều kiện được chỉ định. Các giới hạn bình thường của sự tăng nhiệt độ được áp dụng, trừ khi đơn đặt hàng và hợp đồng có nêu rõ “Điều kiện làm việc không bình thường”. Trong các trường hợp đó, các giới hạn về tăng nhiệt độ sẽ được thay đổi như đã nêu ở phần 4.3

Giới hạn độ tăng nhiệt độ không được phép có dung sai dương (lớn hơn)

4.2 Các giới hạn về tăng nhiệt độ tại công suất định mức liên tục

Khi một máy biến áp có cuộn dây phân áp có khoảng phân áp lớn hơn $\pm 5\%$ thì các giới hạn sự tăng nhiệt độ sẽ áp dụng theo từng nấc ứng với công suất, điện áp và dòng ở các nấc đó, xem điều 5.6 của IEC76-1. Các tổn thất mang tải là khác nhau đối với các nấc phân áp khác nhau; và đôi khi các tổn thất không tải cũng vậy, nghĩa là trong các khoảng phân áp có sự biến đổi điện áp thông lượng không đều đã được xác định.

Phép thử nghiệm tăng nhiệt độ đối với Máy biến áp như thế , nếu không có điều quy định nào khác, sẽ được tiến hành ở “nấc phân áp có dòng cực đại” xem 5.3 của IEC 76-1.

Ghi chú : Trong một Máy biến áp có cuộn dây riêng rẽ, nấc phân áp có dòng điện cực đại thường là nấc phân áp có tổn thất mang tải cao nhất.

Trong Máy biến áp tự ngẫu có các nấc phân áp, việc lựa chọn nấc phân áp cho thử nghiệm tăng nhiệt độ sẽ phụ thuộc vào cách bố trí các nấc phân áp.

Đối với Máy biến áp có nhiều cuộn dây, các yêu cầu về tăng nhiệt độ được dựa vào về công suất định mức đồng thời trong tất cả các cuộn dây, nếu công suất định mức của một cuộn dây bằng tổng số các công suất định mức của các cuộn dây khác. Nếu không phải là trường hợp trên, thì phải chọn và xác định một hay nhiều tổ hợp tải đặc biệt cho thử nghiệm tăng nhiệt độ, xem 5.2.3.

Trong các Máy biến áp có bố trí cuộn dây đồng tâm, hai hoặc nhiều cuộn dây riêng lẻ có thể đặt chồng lên nhau. Trong trường hợp này nếu những cuộn dây có cùng kích cỡ và định mức thì giới hạn nhiệt độ cuộn dây sẽ là giá trị trung bình các chỉ số của các cuộn dây chồng nhau, nếu không thì việc đánh giá sẽ theo thỏa thuận.

Các giới hạn tăng nhiệt độ dưới đây có hiệu lực đối với các máy biến áp có cách điện rắn “loại A” theo IEC 85, và ngâm trong dầu mỏ hoặc chất lỏng tổng hợp có điểm chớp cháy không lớn hơn 300°C (chữ thứ nhất O của mã)

Các giới hạn tăng nhiệt của máy biến áp có hệ thống cách điện chịu nhiệt cao hơn và /hoặc được ngâm trong chất lỏng ít bắt cháy hơn (mã K hoặc L) thì phải có sự thỏa thuận.

Các giới hạn tăng nhiệt độ cho máy biến áp khô với các hệ thống cách điện khác nhau được nêu trong IEC 726.

Các giới hạn sau về tăng nhiệt độ của các máy biến áp ngâm trong dầu (mã O) được quy về trạng thái ổn định tại công suất định mức liên tục. Các giới hạn này chỉ có hiệu lực khi điều kiện làm việc bình thường có làm mát , xem 4.3.1 dưới đây :

- Độ tăng nhiệt độ lớp dầu trên cùng, xem 5.3.1 60K,
độ tăng nhiệt độ trung bình của cuộn dây (bằng cách đo điện trở, xem 5.4).

- Đối với MBA được xác định là ON ... hoặc OF 65K

- Đối với Máy biến áp được xác định là OD ... 70K.

Không xác định được giới hạn bằng số đối với sự tăng nhiệt của lõi, của các mối nối điện ở ngoài các cuộn dây hoặc của những bộ phận kết cấu nằm trong thùng. Tuy nhiên có một yêu cầu rõ ràng là các bộ phận này không được đạt đến những nhiệt độ có thể gây ra hư hại cho những bộ phận lân cận, hoặc làm cho dầu bị lão hóa quá mức. Đối với máy biến áp lớn, điều này có thể khảo cứu được bằng thử nghiệm đặc biệt, xem phụ lục B.

4.3 Các yêu cầu cần được sửa đổi do điều kiện làm việc không bình thường.

Nếu điều kiện làm việc tại địa điểm dự định lắp đặt không rơi vào giới hạn về “Điều kiện làm việc bình thường” thì những giới hạn về tăng nhiệt độ đối với máy biến áp sẽ được sửa đổi cho phù hợp.

Các quy định đối với máy biến áp kiểu khô được nêu ở mục 2.2 của IEC 726

4.3.1. Các Máy biến áp làm mát bằng không khí, ngâm trong dầu.

Các giới hạn về nhiệt độ không khí bình thường (-25°C và $+40^{\circ}\text{C}$) đối với các máy biến áp lực được nêu ở mục 2.1 của IEC 76-1. Đối với việc làm mát các máy biến áp làm mát bằng không khí thì điều kiện nhiệt độ tại địa điểm dự định lắp ráp không được vượt quá :

- + 30°C trung bình tháng, của tháng nóng nhất; hoặc
- + 20°C trung bình năm

Nếu điều kiện nhiệt độ tại địa điểm đó vượt quá một trong các giới hạn này , thì các giới hạn tăng nhiệt độ đối với máy biến áp sẽ bị giảm đi một lượng bằng lượng vượt quá. Các con số sẽ được làm tròn đến các số nguyên gần nhất của nhiệt độ.

Ghi chú : Nhiệt độ trung bình được suy ra từ các số liệu khí tượng như sau (IEC 76-1, phần định nghĩa 3-12).

Nhiệt độ trung bình tháng : Bằng 1/2 tổng số của nhiệt độ trung bình tối đa ngày với nhiệt độ trung bình tối thiểu ngày của một tháng đặc biệt trong vòng nhiều năm.

Nhiệt độ trung bình năm : bằng 1/12 của tổng nhiệt độ trung bình tháng.

Nếu địa điểm lắp đặt lớn hơn 1000m so với mực nước biển mà nhà sản xuất không có , thì độ tăng nhiệt độ cho phép khi thử trong nhà máy sẽ được giảm xuống như sau :

+ Đối với Máy biến áp làm mát tự nhiên (.....AN), giới hạn độ tăng nhiệt độ trung bình của cuộn dây sẽ giảm đi 1K cho mỗi khoảng cách 400m khi cao độ của địa điểm lắp đặt vượt quá 1000m.

+ Đối với máy biến áp làm mát cưỡng bức (....AF)thì cứ 250m giảm đi 1K.

Có thể áp dụng việc hiệu chỉnh ngược lại một cách tương ứng trong các trường hợp mà nhà máy đặt tại nơi cao hơn 1000m, còn địa điểm lắp đặt lại thấp hơn 1000m.

Bất cứ sự hiệu chỉnh nào về độ cao cũng phải làm tròn nhiệt độ về số nguyên gần nhất.

Khi giới hạn tăng nhiệt độ quy định của máy biến áp đã được giảm đi, hoặc do nhiệt độ tác nhân làm mát cao hoặc do địa điểm lắp đặt cao, điều đó sẽ được chỉ dẫn trên tấm biển gắn trên máy, xem 7.2 của IEC 76-1.

Ghi chú : Khi các máy biến áp đã được tiêu chuẩn hóa được dùng ở cao độ lớn, có thể tính toán được chỉ số giảm công suất, tương ứng với vận hành ở công suất định mức trong điều kiện không khí bình thường trên quan điểm làm mát và tăng nhiệt độ.

4.3.2. Máy biến áp ngâm trong dầu, làm mát bằng nước.

Nhiệt độ nước làm mát bình thường, theo mục 2.1 của IEC 76-1 không được cao hơn +25°C. Nếu nhiệt độ nước làm mát vượt quá nhiệt độ này, giới hạn sự tăng nhiệt độ quy định đối với máy biến áp đó sẽ giảm đi một lượng bằng lượng vượt quá. Chỉ số nhiệt độ sẽ được làm tròn về số nguyên gần nhất.

Ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường hoặc độ cao khác nhau đối với sự làm mát bằng không khí của thùng dầu Máy biến áp được bỏ qua.

4.4 Sự tăng nhiệt độ trong một chu trình tải được quy định

Nếu cần quy định những đảm bảo và /hoặc thử nghiệm đặc biệt đối với chu trình tải, thì phải bao gồm các thông số sau đây :

- Điều kiện nhiệt độ ban đầu của máy biến áp, hoặc là ở nhiệt độ môi trường hoặc với sự tăng nhiệt độ ổn định tương ứng với 1 phần quy định của dòng điện định mức (“Phụ tải lúc trước”).

- Biên độ (không đổi) của dòng điện thử nghiệm, được biểu thị như là bội số của dòng điện định mức và thời gian duy trì dòng điện đó.

- Giá trị tăng nhiệt độ cho phép tối đa của lớp dầu trên mặt và nhiệt độ trung bình của cuộn dây (đo bằng điện trở) tại thời điểm kết thúc thử nghiệm. Điều này có tính chọn lựa. Có thể tiến hành thử nghiệm chỉ để lấy thông tin, không có giới hạn nào được thỏa thuận trước.

- Cần thực hiện bất kỳ sự quan trắc và đo đạc nào đó, ví dụ như đo trực tiếp nhiệt độ điểm nóng, ước lượng nhiệt nung nóng thành thùng dầu, và những giới hạn có thể có liên quan đến những cái đó.

Về các khuyến nghị và thảo luận tiếp theo đối với việc nghiên cứu chu trình tải - đặc biệt là đo lường và đánh giá, xem điều B.4 phụ lục B.

5. Thử nghiệm tăng nhiệt độ.

5.1 Tổng quát.

- + Phần này mô tả các thủ tục để xác định nhiệt độ và giá trị tăng nhiệt độ khi thử nghiệm tại nhà máy và cũng như những phương pháp thay thế chế độ mang tải bằng các quy trình thử nghiệm tương đương.

- + Phần này nêu các yêu cầu về việc thử nghiệm cả hai loại Máy biến áp ngâm trong dầu và khô.

Trong khi thử nghiệm tăng nhiệt độ, máy biến áp sẽ được trang bị các thiết bị bảo vệ (ví dụ, Role hơi (Buchholz) cho máy biến áp ngâm dầu). bất kỳ sự chỉ dẫn nào trong khi thử nghiệm đều phải được ghi rõ.

5.1.1. Nhiệt độ không khí làm mát.

Cần chú ý làm cho sự thay đổi nhiệt độ không khí làm mát là nhỏ nhất đặc biệt là thời gian cuối của thử nghiệm, khi đã đạt đến tình trạng ổn định. Sự thay đổi nhanh chóng số đo nhiệt độ do sự cố cần phải ngăn ngừa bằng các phương tiện thích hợp như các bể hấp thụ nhiệt, với bộ cảm biến nhiệt có hằng số thời gian thích hợp. Ít nhất phải sử dụng 3 bộ cảm biến nhiệt. Chỉ số trung bình của các bộ đó sẽ được dùng để đánh giá việc thử nghiệm. Cần ghi lại các chỉ số sau những khoảng thời gian bằng nhau, hoặc sử dụng máy ghi liên tục tự động.

Các bộ cảm biến nhiệt sẽ được phân phối quanh thùng dầu, cách thùng dầu hoặc bề mặt làm mát từ 1m đến 2m và được bảo vệ để tránh bức xạ nhiệt trực tiếp. Xung quanh Máy biến áp kiểu tự làm mát, các bộ cảm biến được đặt ở độ cao 1/2 khoảng cách tính đến bề mặt làm mát.

Đối với Máy biến áp kiểu làm mát bằng không khí cưỡng bức, các bộ cảm biến được đặt sao cho có thể ghi lại được nhiệt độ chính xác của không khí khi đưa vào bộ phận làm mát. Cần lưu ý tối không khí nóng có thể tái tuần hoàn trở lại. Nên bố trí đối tượng thử nghiệm sao cho hạn chế được tối thiểu sự cản trở luồng không khí và tạo ra các điều kiện ổn định của môi trường.

5.1.2 Nhiệt độ nước làm mát

Cần có biện pháp làm giảm tối thiểu sự biến động nhiệt độ nước làm mát trong quá trình thử nghiệm. Nhiệt độ được đo ở đầu vào của bộ làm mát. Chỉ số đọc nhiệt độ và lưu lượng nước làm mát phải được lấy với các quãng thời gian đều đặn, hoặc tự động ghi liên tục nếu có điều kiện.

5.2. Những phương pháp thử để xác định sự tăng nhiệt độ

5.2.1 Tổng quát.

Vì lý do thực tiễn, phương pháp chuẩn để xác định sự tăng nhiệt độ trong trạng thái ổn định của máy biến áp ngâm trong dầu trên sàn thử là tương đương thử nghiệm trong dầu nối ngắn mạch theo phần 5.2.2 dưới đây.

Trường hợp đặc biệt có thể chấp thuận thực hiện thử nghiệm với điện áp và dòng điện sắp xỉ định mức bằng cách đấu nối tải thích hợp. Điều này chủ yếu áp dụng cho máy biến áp có công suất định mức thấp.

Phương pháp “lưng tựa lưng” cũng có thể được chấp nhận. Theo phương pháp này, hai máy biến áp trong đó có một máy cần thử nghiệm, được đấu nối song song và đều được cấp điện với điện áp định mức của máy biến áp được thử nghiệm. Bằng các tỷ số biến đổi khác nhau hoặc bằng một điện áp đưa vào, dòng điện định mức được cho chạy qua Máy biến áp thử nghiệm.

Các thủ tục áp dụng cho những máy biến áp kiểu khô được mô tả ở IEC 726.

5.2.2. Thử nghiệm bằng phương pháp ngắn mạch đến trạng thái xác lập.

Trong thử nghiệm này, máy biến áp không đồng thời chịu điện áp định mức và dòng điện định mức cùng một lúc, mà chịu tổn thất tính toán tổng, có được trước đây nhờ hai lần xác định tổn thất riêng biệt, đó là tổn thất có tải ở nhiệt độ quy đổi, và tổn thất không tải xem 10.4 và 10.5 của IEC76-1.

Thử nghiệm có hai mục tiêu:

- Thiết lập sự tăng nhiệt độ của dầu trên mặt trong điều kiện trạng thái xác lập có sự khuếch tán tổng tổn thất.

- Thiết lập sự tăng nhiệt độ trung bình cuộn dây tại dòng điện định mức và cùng với sự tăng nhiệt độ của dầu trên mặt như đã xác định ở trên.

Điều này thực hiện bằng hai bước :

a. Đưa tổng tổn thất vào

Trước hết thiết lập sự tăng nhiệt độ trung bình của dầu và sự tăng nhiệt độ của dầu trên mặt khi Máy biến áp chịu một điện áp thử nghiệm sao cho công suất hữu công được bằng tổng tổn thất của máy biến áp (xem 3.6, 10.4 và 10.5 của IEC 76-1). Dòng điện thử nghiệm sẽ lớn hơn dòng điện định mức tới mức cần thiết để tạo ra thêm một lượng tổn thất bằng tổn thất không tải, và sự tăng nhiệt độ cuộn dây cũng được tăng lên tương ứng.

Nhiệt độ dầu và nhiệt độ tác nhân làm mát được khống chế, và việc thử nghiệm được tiếp tục cho tới khi đạt được sự tăng nhiệt của dầu ở trạng thái xác lập.

Có thể kết thúc thử nghiệm khi tỷ lệ sự tăng nhiệt độ của dầu trên mặt có mức thay đổi dưới 1K/giờ và duy trì như thế trong 3 giờ. Nếu các chỉ số riêng lẻ đã được ghi lại trong những khoảng thời gian bằng nhau, thì giá trị trung bình trong giờ cuối cùng được lấy làm kết quả của thử nghiệm. Nếu sử dụng máy ghi liên tục thì lấy giá trị trung bình trong giờ cuối.

Ghi chú : Nếu hằng số thời gian của sự tăng nhiệt độ dầu không quá 3 giờ, thì có thể bỏ qua sai số rút ngắn quy trình này. Các quy tắc khác về rút ngắn được thảo luận ở phụ lục C.

b. Đưa dòng điện định mức vào :

Khi đã thiết lập được sự tăng nhiệt độ của dầu trên mặt, thì ngay lập tức thử nghiệm sẽ tiếp tục với dòng điện thử nghiệm giảm đến dòng điện định mức đối với tổ hợp cuộn dây được đấu nối (đối với Máy biến áp nhiều cuộn dây xem 5.2.3).

Điều kiện này được duy trì trong một giờ quan trắc liên tục nhiệt độ của dầu và của tác nhân làm mát.

Cuối giờ, đo điện trở của những cuộn dây, hoặc là sau khi cắt nhanh nguồn cấp và ngắn mạch (xem 5.5 và điều C.2 và C.3 của phụ lục C), hoặc là không cắt nguồn cấp, nhờ phương pháp xếp chồng bằng cách đưa vào cuộn dây dòng điện đo lường một chiều có giá trị nhỏ xếp chồng với dòng điện phụ tải.

Ghi chú 1 : Việc sử dụng dòng điện 1 chiều xếp chồng để đo điện trở của cuộn dây đã được mô tả trong IEC 279.

Những giá trị của nhiệt độ trung bình của hai cuộn dây được xác định từ điện trở, theo 5-4.

Trong vòng một giờ với dòng điện định mức, nhiệt độ dầu giảm. Những giá trị đo được của nhiệt độ cuộn dây bởi vậy cũng được nâng lên một lượng bằng lượng giảm sút tăng nhiệt trung bình của dầu so với giá trị chính xác ta đã lấy được theo quy trình a. ở trên. Giá trị đã được hiệu chỉnh của nhiệt độ cuộn dây trừ đi nhiệt độ tác nhân làm mát tại thời kỳ cuối của thử nghiệm khi đưa tổng tổn thất vào, sẽ là sự tăng nhiệt độ trung bình cuộn dây.

Ghi chú 2 : Đối với tính toán nhiệt độ khi tải thay đổi, để tiện ta xem sự tăng nhiệt độ của cuộn dây là tổng của 2 phần : sự tăng nhiệt độ trung bình của dầu (lớn hơn nhiệt độ nuôi chất làm lạnh) cộng với chênh lệch giữa nhiệt độ trung bình của cuộn dây vì nhiệt độ trung bình của dầu (xem 5.6 và điều B.2 và B.3 của phụ lục B).

Do thỏa thuận, có thể kết hợp 2 bước thử nghiệm thành 1 lần bằng cách dùng công suất ở mức giữa tổn thất có tải và tổn thất tổng. Giá trị độ tăng nhiệt độ lớp dầu trên mặt và của cuộn dây được xác định bằng cách dùng quy tắc hiệu chỉnh của 5.6. Tuy nhiên công suất đưa vào trong khi thử nghiệm ít nhất bằng 80% giá trị tổng tổn thất.

5.2.3. Thay đổi thử nghiệm đối với Máy biến áp đặc biệt.

Máy biến áp 2 cuộn dây có nấc phân áp lớn hơn $\pm 5\%$.

Nếu không có quy định gì khác, thử nghiệm tăng nhiệt độ được tiến hành với Máy biến áp đầu nối vào “nấc phân áp có dòng cực đại” (xem 5.3 của IEC 76-1) và dòng phân áp cho nấc này được dùng trong phần tiếp theo của thử nghiệm (xem 5.2.2 b).

Tổn thất tổng được đưa vào trong phần đầu của thử nghiệm (xem 5.2.2 a) sẽ bằng giá trị cao nhất của tổn thất tổng xuất hiện bất cứ ở nấc phân áp nào (tương ứng với các số lượng nấc phân áp của Máy biến áp). Nấc phân áp này cũng thường là, nhưng không phải luôn luôn là nấc phân áp dòng cực đại. Phần này của thử nghiệm xác định sự tăng nhiệt độ cực đại lớp dầu trên. Để xác định sự tăng nhiệt độ cuộn dây tại nấc phân áp dòng tối đa, giá trị độ tăng nhiệt độ của dầu được dùng để đánh giá sẽ tương ứng với tổn thất tổng của nấc phân áp đó. Nếu thu được các số liệu khác thì giá trị trong phần đầu của thử nghiệm sẽ phải được tính toán lại.

Máy biến áp nhiều cuộn dây.

Trong phần đầu thử nghiệm, tổn thất tổng cần phải tăng tương ứng với công suất định mức (hoặc công suất phân áp) trong tất cả những cuộn dây, nếu công suất định mức của một cuộn dây bằng tổng số công suất định mức của một cuộn dây bằng tổng số công suất định mức của các cuộn dây khác.

Nếu điều này không được áp dụng thì cần có những trường hợp mang tải quy định với các tổ hợp tải khác nhau của mỗi cuộn dây riêng lẻ. Trường hợp này có kèm theo tổn thất tổng lớn nhất sẽ xác định công suất thử nghiệm dùng để xác định sự tăng nhiệt độ dầu.

Giá trị tăng nhiệt độ của mỗi cuộn dây so với nhiệt độ dầu sẽ được xác định với dòng điện định mức trong mỗi cuộn dây.

Trong việc xác định sự tăng nhiệt độ cuộn dây so với nhiệt độ môi trường, sự tăng nhiệt độ của dầu trong trường hợp mang tải đang xét sẽ được tính toán lại từ thử nghiệm với tổn thất tổng theo 5.6, và cũng như vậy sự tăng nhiệt độ cuộn dây đối với dầu cho mỗi cuộn dây cũng có thể áp dụng được.

Hướng dẫn tính toán lại các tổn thất trong máy biến áp nhiều cuộn dây được nêu trong IEC606.

Việc đưa tổn thất tổng để xác định sự gia tăng nhiệt độ của dầu được thực hiện như sau :

- Hoặc theo cách càn gấn trường hợp mang tải hiện tại càn tốt, bằng cách đưa vào dòng điện tương ứng với tổn thất tổng trong một cuộn dây, còn các cuộn dây khác thì đồng thời bị nối ngắn mạch hoặc nối với tổng trở.

- Hoặc bằng một cách gấn đúng, không làm ngắn mạch hoặc đóng một số cuộn dây nào đó; ví dụ nếu một trong những cuộn dây có công suất định mức tương đối thấp và đóng góp ít vào tổng tổn thất của máy biến áp, thì có thể để cho cuộn dây đó hở và nâng dòng điện trong các cuộn dây khác cho đến khi đạt được tổng tổn thất thực .

Nếu không thể áp dụng đầy đủ một phương pháp nào đó ở trên, do hạn chế của những phương tiện thử nghiệm, thì có thể thỏa thuận để thực hiện thử nghiệm với tổn thất giảm thấp còn lại 80% giá trị thực. Khi đó giá trị nhiệt độ đo được sẽ được điều chỉnh theo mục 5.6.

Theo quy tắc, những chi tiết thử nghiệm tăng nhiệt độ đối với máy biến áp có nhiều cuộn dây cần được trình bày và thỏa thuận ngay ở giai đoạn chào thầu.

5.3 Xác định nhiệt độ dầu.

5.3.1. Dầu trên mặt

Nhiệt độ dầu trên mặt được xác định bằng một hay nhiều bộ cảm biến ngâm trong dầu trên đỉnh của thùng dầu, trong những túi có vỏ bọc, hoặc trong những vòi dẫn từ thùng tới bộ phận tản nhiệt hoặc làm mát riêng. Việc sử dụng nhiều bộ cảm biến là đặc biệt quan trọng đối với các máy biến áp lớn. Các chỉ số của chúng sẽ lấy trung bình để đạt được giá trị nhiệt độ tiêu biểu.

Ghi chú : ở đỉnh của thùng dầu, nhiệt độ của dầu ở những nơi khác nhau có thể khác nhau phụ thuộc vào thiết kế. Phương pháp đo lường sử dụng túi có vỏ bọc có thể bị nhiễm do phát nóng của dòng xoáy ở vỏ. Trong các Máy biến áp với tuần hoàn dầu cưỡng bức đến thiết bị làm mát sẽ có sự trộn lẫn của dầu. Từ những cuộn dây với dầu đi tắt trong thùng. Thùng có thể không đồng đều giữa những bộ phận khác nhau hoặc các đầu vòi của mạch làm mát khác nhau. Về ý nghĩa của nhiệt độ dầu trên mặt trong những máy biến áp với sự tuần hoàn cưỡng bức, xem thêm ở phụ lục A.

5.3.2. Dầu ở đáy và dầu trung bình.

“Dầu ở đáy” là thuật ngữ mà trong thực tế có nghĩa là (nhiệt độ của) dầu đi vào các cuộn dây tại đáy thùng. Vì những lý do thực tiễn “dầu ở đáy” được xác định bằng nhiệt độ của dầu từ thiết bị làm mát trở về thùng.

“Dầu trung bình” là khái niệm được sử dụng để hiệu chỉnh những kết quả nào đó của thử nghiệm tăng nhiệt độ, (xem 5.2.2 và 5.6). “Dầu trung bình” cũng được sử dụng trong mô hình toán học để dự báo những nhiệt độ làm việc có tải đặc biệt, không đổi hoặc biến đổi, (xem phụ lục B.).

Nhiệt độ dầu ở đáy thùng được xác định bằng các bộ phận cảm biến được gấn vào các ống dẫn trở về từ bộ phận làm mát hoặc tản nhiệt. Nếu có lắp nhiều bộ thiết bị làm mát thì phải sử dụng nhiều bộ cảm biến.

Ghi chú : Dòng chảy của dầu trong những ống dẫn dầu trở về có thể bị rối loạn, nếu dòng dẫn được đẩy bằng bơm, hoặc chủ yếu thành từng lớp nếu như sự tuần hoàn là tự nhiên qua những bộ tản nhiệt. Đây là điều quan trọng để xác định tượng trưng nhiệt độ dầu trong đường ống dẫn dầu chính.

Về nguyên tắc, nhiệt độ trung bình của dầu sẽ là nhiệt độ trung bình của dầu làm mát trong những cuộn dây. Nhằm mục đích đánh giá thử nghiệm, quy ước lấy làm nhiệt độ trung bình của nhiệt độ dầu trên mặt và nhiệt độ dầu dưới đáy, được xác định như đã mô tả ở trên.

Ghi chú :

1. Đối với Máy biến áp ONAN đến 2500 KVA có thùng dầu phẳng gấp nếp hoặc những ống làm mát riêng lẻ được lắp trực tiếp vào thùng, sự tăng nhiệt độ trung bình của dầu so với nhiệt độ không khí xung quanh có thể lấy bằng 80% nhiệt độ dầu trên mặt.

2. Đối với các mục đích ngoài việc đánh giá thử nghiệm, nhiệt độ trung bình dầu có thể được xác định bằng cách khác (xem phụ lục A.)

5.4 Xác định nhiệt độ trung bình của cuộn dây

Nhiệt độ trung bình cuộn dây được xác định bằng cách đo điện trở cuộn dây. Trong Máy biến

R_1 tại nhiệt độ θ_1 được tính như sau :

$$\text{Đồng} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{235 + \theta_2}{235 + \theta_1} \quad \text{Nhôm} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{225 + \theta_2}{225 + \theta_1}$$

Một phương pháp đo tham khảo (R_1 , R_2) điện trở của tất cả những cuộn dây được thực hiện khi Máy biến áp ở nhiệt độ môi trường trong chế độ xác lập (xem 10.2.3 của IEC 76-1). Khi đo được điện trở R_2 ở nhiệt độ khác, con số đó cho giá trị nhiệt độ :

$$\begin{aligned} \text{Đồng :} \quad \theta_2 &= \frac{R_2}{R_1} = (235 + \theta_1) - 235 \\ \text{Nhôm:} \quad \theta_2 &= \frac{R_2}{R_1} = (225 + \theta_1) - 225 \end{aligned}$$

Nhiệt độ của tác nhân làm mát bên ngoài ở lúc ngắt điện là θ_a .

Cuối cùng, sự tăng nhiệt độ của cuộn dây là :

$$\Delta\theta_w = \theta_2 - \theta_a$$

Khi điện trở cuộn dây đã được đo xem khi ngắt điện và đầu ngắn mạch, giá trị điện trở R_2 ngay trước khi cắt điện sẽ được xác định phù hợp với mục 5.5.

5.5. Xác định nhiệt độ cuộn dây trước khi cắt điện.

Thử nghiệm tăng nhiệt độ (xem 5.2.2), đòi hỏi phải xác định nhiệt độ trung bình của cuộn dây ngay trước lúc cắt điện. Phương pháp chuẩn như sau :

Ngay sau khi cắt nguồn điện thử và tháo bỏ đầu nối ngắn mạch, một mạch đo lường một chiều được đầu nối qua những cuộn dây pha cần đo. Những cuộn dây có hằng số thời gian điện L/R lớn. Do vậy chỉ có thể lấy được số đo chính xác sau thời gian trễ nào đó. Điện trở của cuộn dây thay đổi theo thời gian khi cuộn dây nguội dần. Điện trở sẽ được đo trong một khoảng thời gian vừa đủ để cho phép ngoại suy trở về thời điểm cắt điện.

Phụ lục C đưa ra những khuyến nghị để thực hiện chi tiết phép đo, và những phương pháp khác có thể sử dụng thuận lợi trong một số trường hợp đặc biệt.

Nhằm đạt được kết quả càng chính xác càng tốt, những điều kiện làm lạnh càng ít bị nhiễu càng tốt trong khi tiến hành đo điện trở. Vấn đề này có liên quan đến các máy biến áp ngâm trong dầu làm mát cưỡng bức, sẽ được bàn thêm ở phụ lục A.

5.6 Các hiệu chỉnh

Trong thử nghiệm nếu những giá trị quy định về công suất hoặc dòng điện không đạt được, thì kết quả sẽ được chỉnh theo các quan hệ sau. Chúng có hiệu lực trong khoảng $\pm 20\%$ từ giá trị mục tiêu của công suất và $\pm 10\%$ từ giá trị mục tiêu của dòng. Qua thỏa thuận có thể áp dụng các giá trị này trong giải rộng hơn, xem điều B2 của phụ lục B.

Sự tăng nhiệt độ dầu so với nhiệt độ môi trường trong khi thử nghiệm được nhân với :

$$\left[\frac{\text{Tổn thất tổng}^x}{\text{Tổn thất trong thử nghiệm}} \right]$$

X = 0.8 đối với các máy biến áp phân phối (làm mát tự nhiên, công suất định mức cực đại là 2500 kVA)

X = 0.9 đối với các máy biến áp lớn hơn, làm mát kiểu ON ...

X = 1.0 đối với các máy biến áp làm mát kiểu OF ... hay OD ...

Sự tăng nhiệt độ trung bình cuộn dây so với nhiệt độ trung bình dầu trong khi thử nghiệm được nhân với :

$$\left[\frac{\text{Dòng định mức}^y}{\text{Dòng thử nghiệm}} \right]$$

y = 1.6 đối với các máy biến áp làm mát kiểu ON ... và OF ...

y = 2.0 đối với các máy biến áp làm mát kiểu OD ...

Phụ lục A

(Để tham khảo)

Các lưu ý về nhiệt độ dầu trong các máy biến áp với tuần hoàn dầu cưỡng bức

Trong Máy biến áp kiểu ON, ở chế độ xác lập tổng khối lượng dầu qua các cuộn dây về nguyên tắc là bằng lưu lượng qua bộ tản nhiệt. Nói chung cùng một kết quả được áp dụng cho cả máy biến áp chính hiệu ... OD trong đó chỉ có một lượng rò rỉ vừa phải hoặc 1 lượng rỉ có thể kiểm tra được chảy từ bộ phận làm mát vào thể tích rỗng của thùng. Mặt khác, các điều kiện lại khác hẳn, trong Máy biến áp kiểu ... OF với dòng chảy không hướng qua các cuộn dây.

Trong Máy biến áp kiểu OF, năng suất bơm đẩy tải phải đủ để thỏa mãn tốc độ chảy tối đa qua các cuộn dây ngay cả trong một số trường hợp quá tải có giới hạn nào đó. Do vậy khi mang tải định mức và mang tải một phần, có một lượng thừa chảy qua bộ phận làm mát, song song ở ngoài cuộn dây, ở trong thùng. Mạch dầu song song này có nhiệt độ không đổi, sẽ từ từ dâng lên tới mức mà dầu nóng từ đỉnh các cuộn dây được phun ra.

Dòng dầu nóng này trộn lẫn hỗn hợp với dầu chảy song song mát hơn ở trong thùng. Thể tích tính từ mức xả của cuộn dây tới đỉnh của thùng, được chứa đầy một hỗn hợp có nhiệt độ tương đối đồng đều, thấp hơn nhiệt độ của dầu đi ra khỏi đỉnh của cuộn dây.

Phép đo có tính quy ước đối với nhiệt độ dầu trên mặt sẽ cho thấy nhiệt độ của dầu hỗn hợp. Nếu dùng phép đo để xác định nhiệt độ dầu trung bình trong cuộn dây, và sự chênh lệch nhiệt độ giữa cuộn dây và dầu, thì các kết quả sẽ không thực tế và có thể phạm sai sót nếu dùng để tính toán nhiệt độ điểm nóng và nghiên cứu khả năng mang tải.

Một phương pháp khác để xác định nhiệt độ dầu trong cuộn dây đôi khi được nhắc đến như “Dầu trung bình ngoại suy”. Theo phương pháp này việc giám sát nhiệt độ trung bình của cuộn dây bằng phép đo điện trở sau khi kết thúc thử nghiệm tăng nhiệt độ vẫn được tiếp tục thêm một khoảng thời gian nữa. Xuất biến đổi của điện trở vẫn được tiếp tục giảm thêm một khoảng 5 phút đến 20 phút. Vì trong cuộn dây không còn tiêu tán tổn thất, nên nhiệt độ của nó sẽ xích gần nhiệt độ của dầu xung quanh.

Có thể giả định ngầm là nhiệt độ dầu trung bình có thể xem như không đổi (hoặc chỉ giảm dần dần cùng với nhiệt độ của toàn bộ thể tích dầu trong Máy biến áp). Giả định này không có cơ sở. Đối với một số thiết kế phương pháp này cho những kết quả hoàn toàn không thực tế.

Thật vậy, không có phương pháp chung và đáng tin cậy nào để xác định “nhiệt độ dầu xung quanh” trong máy biến áp kiểu ...OF, mà chỉ cần căn cứ vào phép đo ngoài cuộn dây.

Trong 5.5, đã chỉ ra rằng điều kiện làm mát nên càng ít bị nhiễu càng tốt khi những phép đo nhiệt độ cuộn dây đang được tiến hành sau khi cắt điện. Trước khi cắt điện thể tích dầu tự do xung quanh những cuộn dây có “nhiệt độ dầu đáy thùng”. Cuộn dây lấy dầu ở nhiệt độ này. Bộ phận làm mát nhận dầu từ thể tích dầu hỗn hợp ở trên đỉnh của thùng, trên lỗ thoát dây cuộn dây.

Sau khi cắt điện nguồn thử, sự tuần hoàn của dầu có thể tiếp tục theo nhiều cách khác nhau :

- Nếu vẫn còn sự tuần hoàn của bơm và thông gió của quạt, thì bộ phận làm mát vẫn tiếp tục nhận dầu hỗn hợp và đưa dầu có nhiệt độ dầu đáy thùng về thùng. Cứ tiếp tục như vậy nhiệt độ dầu hỗn hợp bắt đầu hạ xuống và nhiệt độ dầu đáy thùng hạ xuống theo.

- Nếu sự tuần hoàn của bơm còn duy trì mà các quạt thông gió ngừng thì các bộ phận làm mát sẽ đưa dầu với hầu hết nhiệt độ dầu ở đỉnh về đáy của thùng và từ đáy dầu sẽ dâng lên và hòa lẫn vào với dầu tự do xung quanh những cuộn dây.

- Nếu như cả bơm và quạt đều ngừng, thì cuộn dây vẫn tiếp tục cấp dầu nóng lên đỉnh của thùng. Đường phân ranh giới giữa dầu đỉnh và dầu đáy bắt đầu chìm xuống dưới mức dầu thoát ra từ cuộn dây. Điều này tiếp tục làm thay đổi trạng thái nhiệt của dầu trong thùng ở ngoài cuộn dây và ảnh hưởng đến sự tuần hoàn lên phía trên của dầu ở bên trong các cuộn dây.

Nói chung tốt hơn cả là nên để cho cả bơm và quạt cùng hoạt động, nhưng những sự sai biệt trong những kết quả thử nghiệm giữa các khả năng khác nhau thật ra là không quan trọng khi so sánh với sự không chắc chắn lớn về sự phân bố nhiệt độ của dầu trong cuộn dây như đã mô tả ở trên.

Phụ lục B

(Để tham khảo)

Mang tải quá độ - Mô hình toán học và thử nghiệm

B.1. Tổng quát

Kết quả từ một thử nghiệm tăng nhiệt độ đến trạng thái ổn định, theo 5.2, có thể sử dụng để đánh giá sự tăng nhiệt độ ở trạng thái ổn định với một tải khác, và cũng để đánh giá sự tăng nhiệt độ quá độ (nếu hằng số thời gian nhiệt của máy biến áp đã biết).

Đối với máy biến áp cỡ nhỏ và trung những đánh giá như vậy được thực hiện theo mô hình toán học quy ước, được mô tả ở điều B.2 và B.3 dưới đây.

Tuy nhiên hiệu lực của mô hình này đối với máy biến áp không chắc chắn như đối với các máy biến áp có công suất định mức thấp hơn. Khi tiến hành phân tích khả năng mang tải, ví dụ liên quan đến sự mang tải khẩn cấp lớn hơn công suất định mức, nên lấy được những số liệu thích hợp đối với Máy biến áp hiện tại. Có một cách là tiến hành thử nghiệm đặc biệt với tải quá độ vượt quá công suất định mức. Những khuyến nghị về quy trình thử nghiệm thích hợp và về những quan sát và đo lường kết hợp được trình bày ở điều B.4.

B.2 Mô hình toán học về sự phân bố nhiệt độ trong một cuộn dây của Máy biến áp ngâm dầu - Khái niệm về điểm nóng.

Dầu làm mát đi vào đáy của cuộn dây và có “nhiệt độ dầu đáy”. Dầu dâng lên qua cuộn dây và nhiệt độ của dầu giả thiết tăng lên tuyến tính với chiều cao. Những tổn thất của cuộn dây được truyền từ cuộn dây này sang dầu suốt dọc cả cuộn dây. Sự truyền nhiệt này đòi hỏi có sự giảm nhiệt độ giữa cuộn dây và dầu xung quanh mà nhiệt độ này được coi như nhau ở mọi độ cao. Trong phần trình bày bằng đồ thị, hình B.1, nhiệt độ cuộn dây và nhiệt độ dầu do đó sẽ là hai đường thẳng song song.

Hình B.1 Mô hình phân bố nhiệt độ

Nhiệt độ cực đại có tại bất cứ bộ phận nào của hệ thống cách điện của cuộn dây và được gọi là “nhiệt độ điểm nóng”. Thông số này được coi là tiêu biểu cho giới hạn nhiệt về mang tải của Máy biến áp. Theo quy tắc chung điều đó cũng thích hợp với các bộ phận khác của Máy biến áp, ví dụ như : các sứ xuyên, các máy biến dòng hoặc bộ điều áp, nên được chọn lựa sao cho không biểu thị sự giới hạn nhỏ hơn khả năng mang tải của Máy biến áp (xem 4.2 của IEC 76-1) .

O phía đầu trên của cuộn dây thường có sự tập trung tổn thất dòng điện xoáy, nên có thể cung cấp cho cuộn dây chất liệu cách điện đặc biệt làm tăng thêm độ cách nhiệt. Vì thế sự chênh lệch nhiệt độ cục bộ thực tế giữa dây dẫn và dầu được giả thiết là cao hơn bởi “Hệ số điểm nóng”. Hệ số này được giả thiết là bằng từ 1,1 trong máy biến áp phân phối tới 1,3 trong các máy biến áp lực cỡ trung bình. Trong các máy biến áp lớn có sự thay đổi đáng kể phụ thuộc vào thiết kế, và cần phải tham khảo nhà chế tạo để biết thông tin, trừ khi tiến hành những phép đo thực tế, ví dụ như theo phần B.4 dưới đây.

Sự chênh lệch nhiệt độ ở chế độ xác lập giữa cuộn dây và dầu, trung bình dọc theo cuộn dây được xem như sự chênh lệch giữa [nhiệt độ trung bình cuộn dây đo bằng điện trở] và [nhiệt độ dầu trung bình] (xem 5.4 và 5.3 tương ứng.)

Sự tăng nhiệt độ điểm nóng ở chế độ xác lập cao hơn nhiệt độ tác nhân làm mát bên ngoài (không khí hoặc nước) là tổng của [sự tăng nhiệt độ của dầu ở đỉnh so với nhiệt độ tác nhân làm mát] và [Hệ số điểm nóng] x [chênh lệch nhiệt độ trung bình giữa cuộn dây và dầu].

Ở các Máy biến áp có dòng dầu cưỡng bức không định hướng [mã OF...] những khái niệm về nhiệt độ dầu đỉnh và nhiệt độ dầu trung bình đều tối nghĩa, chừng nào những số liệu nhiệt độ đó chỉ dựa vào những phép đo theo 5.3 và 5.4 (xem phụ lục A).

Các giá trị đo được về sự tăng nhiệt độ ở chế độ xác lập ở một phụ tải đặc biệt được sử dụng để tính toán sự tăng trưởng tương ứng ở phụ tải khác bởi số mũ đã cho ở 5.6. Những giá trị này là những giá trị đặc trưng, chịu sự biến đổi tùy theo thiết kế, và có hiệu lực với độ chính xác nào đó chỉ ở trong giới hạn của sự thay đổi tải. Tiểu mục 5.6 gán những giới hạn tương đối hẹp nhằm mục đích đánh giá những kết quả thử nghiệm được đảm bảo.

Để những đánh giá với yêu cầu vừa phải của độ chính xác, các số mũ có thể cho những kết quả hữu ích trên phạm vi rộng hơn.

B.3 Phụ tải hoặc cách làm mát biến đổi. Hằng số thời gian nhiệt

Khi phụ tải thay đổi, hoặc khi cường độ làm mát cưỡng bức thay đổi, nhiệt độ của cuộn dây và dầu sẽ thay đổi với 1 thời gian trễ nào đó. Điều này được mô tả có tính qui ước bằng 2 hằng số thời gian. Một trong 2 hằng số đó phản ánh nhiệt dung đo bằng calo của toàn bộ Máy biến áp(trong đó nhiệt dung của khối lượng dầu chiếm phần lớn). Nói chung trị số này khoảng từ 1 giờ đến 5 giờ, ngắn hơn đối với máy biến áp có làm mát cưỡng bức, kết cấu gọn và lớn, và dài hơn đối với những máy biến áp làm mát tự nhiên. Hằng số thời gian thứ hai ngắn hơn khoảng từ 5 phút đến 20 phút và phản ánh sự chênh lệch nhiệt độ giữa cuộn dây và dầu, tương ứng với những thay đổi về tổn thất được tỏa ra.

Trong điều kiện biến đổi, sự tăng nhiệt độ của cuộn dây lớn hơn nhiệt độ của không khí hoặc nước làm mát được biểu thị như tổng của tăng nhiệt độ của dầu theo hằng số thời gian dài, và sự tăng nhiệt độ của cuộn dây lớn hơn nhiệt độ dầu theo hằng số thời gian ngắn. Các biểu thức toán học về sự biến đổi nhiệt độ quá độ theo thời gian được trình bày trong IEC 354.

Mô hình toán học cho máy biến áp loại khô được trình bày trong IEC 905.

B.4 Những khuyến nghị về thử nghiệm tăng nhiệt độ với tải quá độ.

Như đã mô tả sơ ở 4.4 của phần này có thể thỏa thuận thực hiện thử nghiệm tăng nhiệt độ với tải trên dòng định mức trong khoảng thời gian giới hạn. Ví dụ có thể tạo thử nghiệm như thế nào để mô phỏng 1 giai đoạn phụ tải đỉnh trong ngày có sự cố.

Sự mang tải của thử nghiệm được đề nghị bao gồm dòng điện không đổi, được biểu thị thích hợp theo đơn vị của dòng định mức, và với thời gian đã quy định và sau khi thời gian đó dòng điện thử được cắt đi. Thử nghiệm được tiến hành bằng đầu nối ngắn mạch giống như thử nghiệm tới trạng thái xác lập tại phụ tải định mức. (Có thể chọn giá trị của dòng tải đã quy định sao cho bao gồm cả tổn thất không tải).

Có thể thực hiện tính toán về chu trình mang tải thực tế ví dụ theo hướng dẫn ở IEC 354, để kiểm chứng sự tương đương sắp xỉ của chu trình mang tải của thử nghiệm rút ngắn về nhiệt độ tối đa. Điều đó sẽ được quy định hoặc là thử nghiệm được bắt đầu với toàn bộ máy biến áp ở nhiệt độ môi trường của sản thử, hoặc là ở nhiệt độ tương ứng với trạng thái xác lập ở dòng “trước tải” quy định, được biểu thị theo phân số của dòng định mức.

Những bộ cảm biến nhiệt cần được lắp ít nhất là tới mức theo yêu cầu đối với thử nghiệm tăng nhiệt độ tới trạng thái xác lập. Nhiệt độ của dầu và những cuộn dây (trung bình tính bằng điện trở), tại thời điểm cắt điện, được xác định bằng các phương pháp chuẩn.

Những bộ cảm biến nhiệt độ bổ sung trong thùng máy biến áp được sử dụng theo thỏa thuận. Nếu những bộ cảm biến được lắp đặt bên trong hệ thống cuộn dây nhằm ghi nhiệt độ điểm nóng cuộn dây, thì nên sử dụng nhiều bộ cảm biến cùng một lúc. Nói chung làm như vậy là do không biết trước vị trí chính xác của điểm nóng nhất. Nhiệt độ cục bộ có thể biến đổi từ điểm này qua điểm khác, và cũng biến đổi theo thời gian, phụ thuộc vào sự thay đổi ngẫu nhiên của dòng dầu. Cũng cần thừa nhận rằng những nhiệt độ cục bộ, thực đo trong máy biến áp lớn có thể chênh lệch đáng kể so với các tính toán theo mô hình toán học quy ước được mô tả ở phần B.2 và trong IEC 354. Trừ phi đã có kinh nghiệm về phương pháp đo đối với những thiết kế tương tự, thì phải xem các nghiên cứu là những nghiên cứu có tính chất thăm dò. Khuyến nghị nên hết sức thận trọng đối với những quy định có thể có trước về những giới hạn nhiệt độ.

Việc giám sát nhiệt độ cục bộ của thùng và những đầu nối điện bằng kỹ thuật Camera hồng ngoại có thể tiến hành nhằm giảm bớt nguy cơ hư hại trong quá trình thử nghiệm. Giám sát nhiệt độ các bộ phận kim loại kết cấu bên trong bằng các bộ cảm biến đặt tạm thời có thể phục vụ cho cùng một mục đích. Việc phân tích khí trong dầu trước và sau khi thử là phương pháp chẩn đoán sự quá nhiệt ẩn (xem mục C.4)

Phụ lục C
(Để tham khảo)

**Các kỹ thuật sử dụng khi thử nghiệm
Sự tăng nhiệt độ máy biến áp ngâm trong dầu.q**

C.1 Ngừng thử nghiệm đến chế độ xác lập

Danh mục các ký hiệu :

- θ : Nhiệt độ tính bằng °C
- $\theta(t)$: Nhiệt độ của dầu, thay đổi theo thời gian (Đây có thể dầu ở đỉnh, hoặc dầu trung bình)
- θ_a : Nhiệt độ tác nhân làm mát bên ngoài (không khí xung quanh hoặc nước) coi như không đổi.
- $\Delta\theta$: Sự tăng nhiệt độ dầu so với θ_a
- $\theta_u, \Delta\theta_u$: Giá trị cuối cùng ở chế độ xác lập
- $\epsilon(t)$: Độ lệch dư từ giá trị chế độ xác lập θ_u
- T_o : Hằng số thời gian cho sự biến thiên theo số mũ của sự tăng nhiệt độ của khối lượng dầu
- h : Khoảng thời gian giữa các lần đọc chỉ số
- $\theta_1, \theta_2, \theta_3$: ba chỉ số nhiệt độ được đọc liên tiếp với khoảng thời gian giữa những lần đọc.

Về nguyên tắc, nên tiếp tục thử nghiệm cho tới khi tăng nhiệt độ ở trạng thái xác lập (của dầu) là chắc chắn. Nhiệt độ không khí xung quanh hay nước làm mát phải được giữ cho càng ít thay đổi càng tốt. Giả thiết rằng nhiệt độ dầu $\theta(t)$ sẽ xích lại gần nhiệt độ cuối cùng theo hàm mũ với hằng số thời gian T_o . Nhiệt độ xung quanh là θ_a . Sự tăng nhiệt độ cuối cùng là $\Delta\theta_u$.

$$\theta_u = \theta_a + \Delta\theta_u. \quad (1)$$

$$\theta(t) = \theta_a + \Delta\theta_u (1 - e^{-t/T_o}) \quad (2)$$

Độ lệch từ trạng thái xác lập là :

$$\epsilon(t) = \theta_u - \theta(t) = \Delta\theta_u \times e^{-t/T_o} \quad (3)$$

Các giá trị của ϵ tại những khoảng thời gian bằng nhau sẽ tạo ra một cấp số nhân. Điều này cho phép thử tục ngoại suy đồ thị theo hình C.1

Hình C.1 - Ngoại suy bằng đồ thị sự tăng nhiệt độ

Đối với 2 điểm liên tiếp bất kỳ trên đường cong, cách nhau khoảng thời gian h giờ :

$$\Delta (\Delta\theta)_t = \epsilon_{t+h} - \epsilon_t = \epsilon_t (e^{h/T_0} - 1) \quad (4)$$

$$\epsilon_t = \frac{\Delta (\Delta\theta)_t}{(e^{h/T_0} - 1)} \quad (4a)$$

ở thời điểm bất kỳ tiếp sau $(t + t_1)$:

$$\epsilon_{(t+t_1)} = \epsilon_t e^{-t_1/T_0} = \frac{\Delta (\Delta\theta)_t}{e^{t_1/T_0} (e^{h/T_0} - 1)} \quad (5)$$

Tiêu chuẩn quy ước để ngừng là quan sát xem khi xuất thay đổi nhiệt độ giảm xuống dưới 1K/giờ, Thí dụ :

$$h = 1 \text{ và } \Delta (\Delta\theta)_t < 1 \quad \text{phương trình (4a) cho :}$$

$$\epsilon t < (e^{1/T_0} - 1)^{-1}$$

Việc thử nghiệm nên tiếp tục trong 3h và rồi có thể ngừng. Sự tăng nhiệt độ trung bình trong giờ cuối được lấy làm kết quả của thử nghiệm. Với $T_0 = 3h$, điều này về lý thuyết dẫn tới sai số sự ngừng vào khoảng 1K. Nếu hằng số thời gian ngắn hơn thì sai số nhỏ hơn và ngược lại.

Hằng số thời gian T_0 có thể được đánh giá theo nhiều cách công thức sau là dựa vào các thông tin có ghi trên biểu định mức của máy biến áp :

$$T_0 = \frac{5 \times [\text{Khối lượng tổng}] + 15 \times [\text{khối lượng dầu}]}{[\text{Tổng tổn thất}]} \times \frac{\Delta\theta_u}{60} \text{ giờ} \quad (6)$$

Trong đó : - Khối lượng tính bằng tấn
 - Tổn thất tính bằng KW
 - $\Delta\theta_n$ là sự tăng nhiệt độ cuối cùng được đánh giá của dầu đỉnh

Khối lượng dầu trong bình dầu phụ phải được trừ đi khỏi tổng khối lượng dầu trong máy, vì nó không tham gia vào những sự thay đổi nhiệt độ.

Sự đánh giá thực nghiệm của hằng số thời gian trong quá trình thử nghiệm, có thể được thực hiện từ các chỉ số nhiệt độ liên tiếp cách nhau 1 khoảng thời gian bằng nhau h.

Cho ba chỉ số liên tiếp $\Delta\theta_1, \Delta\theta_2$, và $\Delta\theta_3$, nếu quan hệ số mũ, phương trình (2), là phép tính gần đúng của đường cong nhiệt độ, thì các số gia có quan hệ sau đây :

$$\frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\Delta\theta_3 - \Delta\theta_2} = e^{\frac{h}{T_0}}$$

$$T_0 = \frac{h}{\ln \frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\Delta\theta_3 - \Delta\theta_2}} \quad (7)$$

Các chỉ số cũng cho phép dự đoán về sự tăng nhiệt độ cuối cùng

$$\Delta\theta_u = \frac{(\Delta\theta_2)^2 - \Delta\theta_1 \Delta\theta_3}{2\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1 - \Delta\theta_3} \quad (8)$$

Sự đánh giá liên tiếp phải được thực hiện và chúng phải hội tụ. Để tránh các sai số ngẫu nhiên lớn khoảng thời gian h nên gần xấp xỉ T_0 và $\Delta\theta_3, \Delta\theta_u$ không được nhỏ hơn 0,95.

Một giá trị chính xác hơn của sự tăng nhiệt độ ở chế độ xác lập được tính bằng phương pháp bình phương tối thiểu của phép ngoại suy của tất cả những điểm đo được sắp xỉ trên 60% của $\Delta\theta_u$ ($\Delta\theta_u$ được tính bằng phương pháp ba điểm)

Một công thức bằng số khác là :

$$\Delta\theta_u = \Delta\theta_2 + \frac{\sqrt{(\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1)(\Delta\theta_3 - \Delta\theta_2)}}{\ln \frac{\Delta\theta_2 - \Delta\theta_1}{\Delta\theta_3 - \Delta\theta_2}} \quad (9)$$

C.2 Thủ tục để đo điện trở sau khi cắt điện.

Mục 5.5 của phần này trong IEC 76 chỉ ra : Nhiệt độ của cuộn dây vào giai đoạn cuối của thử nghiệm đến trạng thái xác lập bằng cách đo điện trở của cuộn dây. Phép đo được bắt đầu sau khi cắt nguồn điện thử nghiệm và đấu lại các cuộn dây từ nguồn điện thử nghiệm xoay chiều sang nguồn đo dòng một chiều.

Nhiệt độ và điện trở của cuộn dây thay đổi theo thời gian và vấn đề là ngoại suy ngược dòng thời gian cho đến thời điểm cắt điện. Thủ tục ngoại suy này được bàn ở phần C3.

Phép đo điện trở được bắt đầu càng sớm càng tốt ngay sau khi đấu các cuộn dây với thiết bị đo. Lúc ban đầu các chỉ số là sai vì sự giảm điện áp cảm ứng trong cuộn dây, trước khi dòng đo 1 chiều được ổn định. Thời gian cần thiết cho sự ổn định này được giảm đi bằng cách :

- Đưa lỗi tới bão hòa sao cho điện cảm hiệu dụng giảm từ giá trị “không tải” cao xuống tới một giá trị có cùng biên độ như điện cảm ngắn mạch.

- Dùng nguồn cấp có dòng không đổi, nguồn cấp ổn định bằng điện tử hoặc nguồn ác quy lớn có biến trở lớn nối tiếp phụ thêm.

Đưa lỗi tới bão hòa có nghĩa là dựng lập một thông lượng nào đó (Kích cỡ : V x giây). Do đó sử dụng sức điện động cao trong mạch điện giảm được thời gian trễ, trong thực tế được vài giây.

Hai cuộn dây của cặp được thử nghiệm có thể hoặc đấu với hai mạch một chiều riêng rẽ hoặc đấu nối tiếp chung cùng một mạch. Trong cả hai trường hợp hướng của dòng điện phải phối hợp để tạo ra bão hòa lỗi.

Hằng số thời gian điện của mạch một chiều, sau khi đạt tới bão hòa, cũng có thể giảm bớt được vài giây, ngay cả trong những trường hợp khó khăn nhất. Sự chênh lệch nhiệt độ 1K tương ứng với sự chênh lệch tương đối của điện trở vào khoảng 1/300 với giảm theo hàm mũ của sai số, chính nó sẽ tương ứng với thời gian trễ từ năm đến sáu lần hằng số thời gian điện...Điều này có nghĩa là phép đo lường có ích nên làm trong vòng không quá một phút khi sự bão hòa hữu hiệu đã được thiết lập.

Còn có những phương pháp khác để sử dụng trong những trường hợp đặc biệt. Một trong số đó là lấy những thành phần cảm ứng của điện áp qua một cuộn dây khác đang mở, và không phải là 1 phần của mạch dòng một chiều và sử dụng điện áp này để hiệu chỉnh điện áp qua cuộn dây đo điện trở.

Khi có hai nửa song song và hết sức cân bằng của một cuộn dây, thì có thể cho một dòng điện một chiều vào một nửa này và trở ra vào một nửa khác. Điều này cho phép giám sát điện trở, về nguyên tắc không có ảnh hưởng cảm ứng, và có thể cả ngay ngay khi cấp cho máy biến áp bằng nguồn xoay chiều.

C.3. Ngoại suy nhiệt độ của cuộn dây về thời điểm cắt điện.

Mục C.2 của bản phụ lục này bàn về mạch cấp nguồn một chiều để đo điện trở và thời gian trễ trước khi ảnh hưởng cảm ứng bị tắt đi.

Thiết bị dùng để đo có thể là loại ghi chỉ số bằng tay, tự động, analog hoặc số. Một số lượng đáng kể của các chỉ số rời rạc có thể ghi lại được trong khoảng 20 phút, và những chỉ số này phải được đánh giá để ngoại suy ngược dòng thời gian về thời điểm cắt điện.

Một tập hợp những chỉ số như hình C2 biểu thị. Điều đó chỉ rõ rằng nhiệt độ của cuộn dây biến đổi tương đối nhanh trong khoảng thời gian vài phút và sau đó trở nên bằng phẳng.

Trong một máy biến áp có hàng số thời gian nhiệt lớn đối với sự biến đổi nhiệt độ đầu (chủ yếu đối với máy biến áp kiểu ... ON với công suất định mức tương đối thấp) có thể giả thiết rằng đường tiệm cận là một giá trị không đổi.

Trong những trường hợp khác (đặc biệt là khi máy biến áp lớn có làm mát cưỡng bức được thử nghiệm, và thiết bị làm mát vẫn duy trì vận hành sau khi cắt nguồn điện thử - xem phụ lục A), có thể cần thiết thừa nhận đường tiệm cận đi xuống, mà sự biến đổi lúc ban đầu nhanh chóng hơn được xếp chồng lên đường tiệm cận đó. Hình C2 minh họa điều này

- a) Phân đầu của đồ thị ghi, với nhiệt độ giảm nhanh
b) c) d) mô hình toán học để theo dõi, với sự giảm chậm

Hình C.2 Đánh giá sự biến đổi điện trở sau khi cắt điện.

Việc đánh giá được thực hiện thích hợp bằng cách sử dụng máy tính số, được gắn chức năng phân tích cho 1 chuỗi các chỉ số. Việc thảo luận dưới đây chỉ minh họa các nguyên tắc chung.

Sự biến đổi của điện trở theo thời gian được giải thích như là một tổ hợp của số hạng A biến đổi chậm hoặc cố định và số hạng khác cho thấy sự suy giảm số mũ từ giá trị B và hằng số thời gian T :

$$R(t) = A(t) + B \times e^{-t/T} \quad (10)$$

Đối với số hạng đầu tiên có thể sử dụng : một hằng số, một suy giảm tuyến tính, hoặc một suy giảm số mũ :

$$A = A_0, \quad A = A_0(1-kt), \quad A = A_0 \times L^{-t/T_0} \quad (11)$$

Những phép đo phải được tiến hành trong một khoảng thời gian sao cho số hạng thứ hai thực sự tắt hẳn. Thông số A_0 , hoặc A_0 và k , hoặc A_0 và T_0 có thể được đánh giá khá tốt từ phần sau của bản ghi.

Sau khi thực hiện xong điều này, sự biến thiên theo hàm số mũ được tách ly riêng bằng cách đặt :

$$R'(t) = R(t) - A(t) = B \times e^{-t/T_0} \quad (12)$$

Những thông số B và T được xác định bằng phương pháp hồi quy bằng số nào đó, với tập hợp những giá trị (R_i , T_i). Lúc đó kết quả đánh giá sẽ là : $R(0) = A_0 + B$.

Từ đó nhiệt độ trung bình của cuộn dây được tính toán theo 5.4 của phần này của IEC 76

Phương pháp ngoại suy quy ước bằng đồ thị , với cùng mục tiêu sẽ dùng phương pháp cuốn tròn bằng tay. Những điểm giao cắt được thực hiện tại những khoảng thời gian bằng nhau, xuất phát từ thời điểm cắt điện. Những chênh lệch điện trở sẽ tạo thành một cấp số nhân, nếu đường cong suy giảm là hàm mũ. Một đường thẳng nghiêng trong đồ thị là thích hợp, như trong hình C.3. Đường thẳng này cắt trục R ở điểm tương ứng với A_0 (hình C3) và ở đầu kia, cũng cho phép sự đánh giá R_0 bằng đồ thị.

Hình C.3 - Ngoại suy bằng đồ thị giá trị điện trở khi cắt điện.

C.4 . Phân tích khí trong dầu.

Có thể sử dụng phân tích sắc ký của các chất khí hòa tan trong dầu để dò tìm quá nhiệt cục bộ có thể xảy ra mà không thể hiện bằng các trị số tăng nhiệt không bình thường trong quá trình thử nghiệm.

Nói chung sự phân tích như vậy có thể chỉ ra “ Quá nhiệt yếu “ của những cuộn dây hoặc các bộ phận cấu trúc, ở nhiệt độ khoảng 170°C đến 200°C, hoặc quá nhiệt cục bộ nghiêm trọng ở nhiệt độ 300°C đến 400°C, ví dụ một tiếp xúc vô tình kéo theo dòng điện xoáy tuần hoàn.

Phân tích khí trong dầu được khuyến dụ đặc biệt dùng trong các máy biến áp lớn, vì ảnh hưởng của thông dò là 1 yếu tố nguy hại lớn tăng lên theo kích cỡ máy.

Kỹ thuật thử nghiệm được mô tả thêm trong báo cáo của nhóm công tác C16RE', Electro No82, tháng năm 1982, trang 33 tới trang 40.

QUANPHAM.VN

IEC. Sự điều tra về những tiêu chuẩn

Chúng tôi tại IEC muốn biết những tiêu chuẩn của chúng tôi đã được sử dụng như thế nào từ khi những tiêu chuẩn này được xuất bản. Những câu trả lời của cuộc điều tra này sẽ tạo cho chúng tôi, đồng thời sẽ giúp đỡ chúng tôi cải thiện những tiêu chuẩn và những thông tin có liên quan nhằm đáp ứng luôn luôn tốt hơn sự mong đợi của ngài.

Xin các ngài dành cho chúng tôi một phút để trả lời các câu hỏi điều tra in ở mặt sau và gửi bằng bưu điện hoặc Fax tới :

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, Vue de Varembe
Cas

Trung tâm dịch vụ khách hàng
ủy ban kỹ thuật điện Quốc tế

QUANPHAM.VN