

TCVN 6306-1 : 2006

IEC 60076-1 : 2000

Xuất bản lần 1

MÁY BIẾN ÁP ĐIỆN LỰC –

Phần 1: QUI ĐỊNH CHUNG

Power transformers –

Part 1: General

HÀ NỘI – 2006

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
Lời giới thiệu	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	9
3 Định nghĩa	10
4 Thông số đặc trưng	22
5 Yêu cầu đối với máy biến áp có cuộn dây điều chỉnh	23
6 Ký hiệu thể hiện cách đấu nối và sự lệch pha đối với máy biến áp ba pha	29
7 Tám thông số đặc trưng	31
8 Các yêu cầu khác	33
9 Dung sai.....	34
10 Thử nghiệm	36
11 Tương thích điện từ	41
Phụ lục A (qui định) – Thông tin cần thiết trong bản yêu cầu và đơn đặt hàng	42
Phụ lục B (tham khảo) – Các ví dụ về qui định kỹ thuật đối với các máy biến áp có nấc điều chỉnh	45
Phụ lục C (tham khảo) – Qui định kỹ thuật của trở kháng ngắn mạch bằng các đường giới hạn	47
Phụ lục D (tham khảo) – Các tổ nối dây máy biến áp ba pha	48
Phụ lục E (qui định) – Hiệu chuẩn nhiệt độ theo tổn thất có tải	51
Phụ lục F (tham khảo) – Tài liệu tham khảo	52

Lời nói đầu

TCVN 6306-1 : 2006 thay thế TCVN 6306-1 : 1997 (IEC 76-1: 1993);

TCVN 6306-1 : 2006 hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn IEC 60076-1:2000 (IEC 60076-1:1993 with amendment 1:1999);

TCVN 6306-1: 2006 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn 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 ban hành.

Lời giới thiệu

Bộ tiêu chuẩn Việt nam TCVN 6306 (IEC 60076) có các phần dưới đây.

TCVN 6306-1 (IEC 60076-1), Máy biến áp điện lực – Phần 1: Qui định chung

TCVN 6306-2 (IEC 60076-2), Máy biến áp điện lực – Phần 2: Độ tăng nhiệt

TCVN 6306-3 (IEC 60076-3), Máy biến áp điện lực – Phần 3: Mức cách điện, thử nghiệm điện môi và khoảng cách ly bên ngoài trong không khí

TCVN 6306-5 (IEC 60076-5), Máy biến áp điện lực – Phần 5: Khả năng chịu ngắn mạch

IEC 60076-4, Power transformers – Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing – Power transformers and reactors (Máy biến áp điện lực – Phần 4: Hướng dẫn thử nghiệm xung sét và xung thao tác – Máy biến áp điện lực và cuộn kháng)

IEC 60076-6, Power transformers – Reactors (Máy biến áp điện lực – Cuộn kháng)¹

IEC 60076-7, Power transformers – Loading guide for oil-immersed power transformers (Máy biến áp điện lực – Hướng dẫn mang tải đối với máy biến áp ngâm trong dầu)

IEC 60076-8, Power transformers – Application guide (Máy biến áp điện lực – Hướng dẫn áp dụng)

IEC 60076-10, Power transformers – Determination of sound levels (Máy biến áp điện lực – Xác định mức ồn)

IEC 60076-10-1, Power transformers – Determination of sound levels – Application guide (Máy biến áp điện lực – Xác định mức ồn – Hướng dẫn áp dụng)

IEC 60076-11, Power transformers – Dry-type transformers (Máy biến áp điện lực – Máy biến áp loại khô)

IEC 60076-12, Power transformers – Loading guide for dry-type transformers (Máy biến áp điện lực – Hướng dẫn mang tải đối với máy biến áp loại khô)¹

IEC 60076-13, Power transformers – Self-protected liquid-filled transformers (Máy biến áp điện lực – Máy biến áp đổ đầy chất lỏng tự bảo vệ)

IEC 60076-14, Power transformers – Design and application of liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials (Máy biến áp điện lực – Thiết kế và áp dụng máy biến áp điện lực ngâm trong chất lỏng sử dụng vật liệu cách điện ở nhiệt độ cao)

IEC 60076-15, Power transformers – Gas-filled-type power transformers (Máy biến áp điện lực – máy biến áp điện lực loại đổ đầy khí)¹

¹ Đang xem xét

Máy biến áp điện lực –

Phần 1 : Qui định chung

Power transformers –

Part 1: General

1 Phạm vi áp dụng và điều kiện làm việc

1.1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho máy biến áp điện lực ba pha và một pha (kể cả máy biến áp tự ngẫu) trừ một số máy biến áp nhỏ và máy biến áp đặc biệt như:

- máy biến áp một pha có công suất danh định nhỏ hơn 1 kVA và máy biến áp ba pha có công suất danh định nhỏ hơn 5 kVA;
- máy biến áp đo lường;
- máy biến áp dùng cho các bộ biến đổi tĩnh;
- máy biến áp của các phương tiện kéo được lắp trên đầu kéo;
- máy biến áp khởi động;
- máy biến áp thử nghiệm;
- máy biến áp hàn.

Khi không có tiêu chuẩn riêng cho các chủng loại biến áp nêu trên thì có thể áp dụng toàn bộ hoặc từng phần tiêu chuẩn này.

Đối với các chủng loại máy biến áp điện lực và cuộn kháng đã có tiêu chuẩn riêng thì tiêu chuẩn này chỉ áp dụng trong phạm vi nhất định được viện dẫn trong các tiêu chuẩn riêng đó.*

* Các tiêu chuẩn như vậy đã có đối với máy biến áp loại khô (IEC 60076-11), dùng cho cuộn kháng nói chung (IEC 60289), cho máy biến áp và cuộn kháng của các phương tiện kéo (IEC 60310), và đang được soạn thảo cho máy biến áp dùng cho các bộ biến đổi tĩnh.

TCVN 6306-1: 2006

Tại một số chỗ trong tiêu chuẩn này có qui định hoặc khuyến cáo rằng phải đạt được "thỏa thuận" về giải pháp hoặc qui trình bổ sung. Việc thỏa thuận như vậy cần được thiết lập giữa nhà chế tạo và người mua. Tốt nhất là nên đưa ra sớm và được ghi trong yêu cầu kỹ thuật của hợp đồng.

1.2 Điều kiện làm việc

1.2.1 Điều kiện làm việc bình thường

Tiêu chuẩn này nêu các yêu cầu chi tiết đối với máy biến áp dùng trong các điều kiện sau đây:

a) Độ cao

Độ cao so với mực nước biển không quá 1 000 m (3 300 ft)

b) Nhiệt độ không khí xung quanh và nhiệt độ môi chất làm mát

Nhiệt độ không khí xung quanh không thấp hơn $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ và không cao hơn $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Đối với máy biến áp được làm mát bằng nước thì nhiệt độ đầu vào của nước không vượt quá $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Các hạn chế khác, liên quan đến làm mát được đề cập đối với:

- máy biến áp ngâm trong dầu, theo TCVN 6306-2 (IEC 60076-2);
- máy biến áp khô, theo IEC 60076-11.

c) Dạng sóng của điện áp nguồn cung cấp

Điện áp của nguồn cung cấp có dạng sóng gần hình sin.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này thường không đòi hỏi khắc khe trong các lưới cung cấp chung nhưng có thể phải xem xét đến khi hệ thống lắp đặt có phụ tải chỉnh lưu lớn. Trong các trường hợp này, qui tắc thông thường là méo dạng sóng không được vượt quá 5 % và các sóng hài bậc chẵn không vượt quá 1 % tổng các thành phần hài. Cũng phải chú ý đến tầm quan trọng của các hài dòng điện đối với các tổn thất có tải và độ tăng nhiệt.

d) Sự đối xứng của điện áp nguồn cung cấp

Đối với máy biến áp ba pha, các điện áp nguồn cung cấp ba pha là gần đối xứng.

e) Môi trường lắp đặt

Môi trường có mức ô nhiễm (xem IEC 60137 và IEC 60815) không đòi hỏi phải có lưu ý đặc biệt đối với cách điện bên ngoài của sứ xuyên máy biến áp hoặc của chính máy biến áp.

Môi trường mà yêu cầu khi thiết kế phải tính đến rủi ro động đất. (Giả thiết rằng trường hợp khi mức gia tốc mặt đất thấp hơn 2 m/s^2 .)*

1.2.2 Các qui định đối với điều kiện làm việc không bình thường

Mọi điều kiện làm việc không bình thường cần lưu ý đặc biệt trong thiết kế máy biến áp phải được nêu trong bản yêu cầu và đơn đặt hàng. Các điều kiện đó có thể là các yếu tố như độ cao so với mực nước

* Xem IEC 60068-3-3.

biển, nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp, độ ẩm nhiệt đới, hoạt động động đất và độ nhiễm bẩn nghiêm trọng, dạng sóng điện áp hoặc dạng sóng dòng điện tải không bình thường và tải gián đoạn. Cũng có thể là các điều kiện vận chuyển, lưu kho và lắp đặt, ví dụ, khối lượng hoặc giới hạn về không gian (xem phụ lục A).

Các qui tắc bổ sung đối với thông số đặc trưng và thử nghiệm được nêu trong các tiêu chuẩn khác đối với:

- Độ tăng nhiệt và làm mát ở nhiệt độ môi trường cao hoặc ở độ cao so với mực nước biển lớn: TCVN 6306-2 (IEC 60076-2) đối với máy biến áp loại ngâm trong dầu, và IEC 60076-11 đối với máy biến áp khô.
- Cách điện bên ngoài ở độ cao so với mực nước biển lớn: TCVN 6306-3 (IEC 60076-3) đối với máy biến áp loại ngâm trong dầu và IEC 60076-11 đối với máy biến áp loại khô.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm ban hành thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm ban hành thì áp dụng phiên bản mới nhất. Tuy nhiên, các bên có thỏa thuận dựa trên tiêu chuẩn này cần nghiên cứu khả năng áp dụng phiên bản mới nhất của các tài liệu liệt kê dưới đây.

TCVN 6306-2:2006 (IEC 60076-2:1993), Máy biến áp điện lực – Phần 2: Độ tăng nhiệt

TCVN 6306-3:2006 (IEC 60076-3:2000), Máy biến áp điện lực – Phần 3: Mức cách điện và thử nghiệm điện môi

TCVN 6306-5:2006 (IEC 60076-5:2006), Máy biến áp điện lực – Phần 5: Khả năng chịu ngắn mạch

TCVN ISO 9001, Hệ thống quản lý chất lượng – Các yêu cầu

IEC 60050(421):1990, International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 421: Power transformers and reactors (Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế – Chương 421: Máy biến áp điện lực và cuộn kháng)

IEC 60068-3-3:1991, Environmental testing – Part 3: Guidance. Seismic test methods for equipments (Thử nghiệm môi trường – Phần 3: Hướng dẫn. Các phương pháp thử nghiệm động đất đối với thiết bị)

IEC 60137:1984, Bushings for alternating voltages above 1 000 V (Sứ xuyên dùng cho điện áp xoay chiều trên 1 000 V)

IEC 60076-7, Power transformers – Loading guide for oil-immersed power transformers (Máy biến áp điện lực – Hướng dẫn mang tải đối với máy biến áp ngâm trong dầu)

IEC 60529:1989, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (Mã IP))

TCVN 6306-1: 2006

IEC 60076-10, Power transformers – Determination of sound levels (Máy biến áp điện lực – Xác định mức ồn)

IEC 60076-8, Power transformers – Application guide (Máy biến áp điện lực – Hướng dẫn áp dụng)

IEC 60076-11, Power transformers -- Dry-type transformers (Máy biến áp điện lực – Máy biến áp loại khô)

IEC 60815:1986, Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions (Hướng dẫn chọn cách điện phù hợp với điều kiện ô nhiễm)

IEC 60905:1987, Loading guide for dry-type power transformers (Hướng dẫn phụ tải dùng cho máy biến áp điện lực loại khô)

ISO 3:1973, Preferred numbers – Series of preferred numbers (Số ưu tiên – Dãy số ưu tiên)

3 Định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các định nghĩa sau đây. Các thuật ngữ khác xem trong Từ vựng kỹ thuật điện quốc tế (IEV).

3.1 Định nghĩa chung

3.1.1

máy biến áp điện lực (power transformer)

máy điện tĩnh có hai hoặc nhiều cuộn dây mà nhờ cảm ứng từ, biến đổi hệ thống điện áp và dòng điện xoay chiều thành hệ thống điện áp và dòng điện xoay chiều thường là khác về giá trị nhưng có cùng tần số để truyền tải điện năng [IEV 421-01-01, có sửa đổi]

3.1.2

máy biến áp tự ngẫu* (auto-transformer)

máy biến áp trong đó ở ít nhất hai cuộn dây có một phần chung [IEV 421-01-11]

3.1.3

máy biến áp kích áp (booster transformer)

máy biến áp trong đó có một cuộn dây được thiết kế để mắc nối tiếp với mạch điện nhằm sửa đổi điện áp và/hoặc sửa đổi góc pha của nó. Cuộn dây còn lại là cuộn dây kích [IEV 421-01-12, có sửa đổi]

3.1.4

máy biến áp loại ngâm trong dầu (oil-immersed type transformer)

máy biến áp mà mạch từ và các cuộn dây được ngâm trong dầu [IEV 421-01-14]

* Khi muốn nói rằng một máy biến áp không phải tự ngẫu, thường dùng các thuật ngữ như máy biến áp có cuộn dây riêng biệt hoặc máy biến áp có cuộn dây kép (xem IEC 421-01-13)

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, mọi chất lỏng cách điện, dầu khoáng hoặc các sản phẩm khác, đều được coi là dầu.

3.1.5

máy biến áp loại khô (dry-type transformer)

máy biến áp mà mạch từ và cuộn dây không được ngâm trong chất lỏng cách điện [IEV 421-01-16]

3.1.6

hệ thống bảo toàn dầu (oil preservation system)

hệ thống trong một máy biến áp loại ngâm trong dầu mà nhờ nó dung nạp sự giãn nở nhiệt của dầu. Sự tiếp xúc giữa dầu và không khí bên ngoài đôi khi có thể được giảm bớt hoặc được ngăn chặn

3.2 Các đầu nối và điểm trung tính

3.2.1

đầu nối (terminal)

phần tử dẫn điện dùng để nối cuộn dây với các dây dẫn bên ngoài

3.2.2

đầu nối pha (line terminal)

đầu nối được thiết kế để nối với dây dẫn thuộc đường dây của lưới [IEV 421-02-01]

3.2.3

đầu nối trung tính (neutral terminal)

a) Đối với máy biến áp ba pha và tổ hợp ba pha từ các máy biến áp một pha:

Đầu nối hoặc các đầu nối được nối đến điểm chung (điểm trung tính) của cuộn dây nối sao hoặc nối zigzag.

b) Đối với máy biến áp một pha

Đầu nối dùng để nối với điểm trung tính của lưới [IEV 421-02-02, có sửa đổi]

3.2.4

điểm trung tính (neutral point)

điểm của hệ thống các điện áp đối xứng, thường có điện thế bằng không

3.2.5

đầu nối tương ứng (corresponding terminals)

đầu nối của các cuộn dây khác nhau của máy biến áp, được đánh dấu bằng cùng một chữ cái hoặc ký hiệu tương ứng [IEV 421-02-03]

3.3 Cuộn dây

3.3.1

cuộn dây (winding)

tập hợp các vòng dây tạo thành mạch điện nối vào một trong các điện áp ấn định cho máy biến áp

CHÚ THÍCH: Đối với máy biến áp ba pha, "cuộn dây" là tập hợp của các cuộn dây pha (xem 3.3.3).
[IEV 421-03-01, có sửa đổi]

3.3.2

cuộn dây có nắp điều chỉnh (tapped winding)

cuộn dây mà số vòng dây hiệu quả có thể thay đổi theo nắp

3.3.3

cuộn dây pha (phase winding)

tập hợp của các vòng dây tạo thành một pha của cuộn dây ba pha

CHÚ THÍCH: Thuật ngữ 'cuộn dây pha' không được sử dụng để gọi là tập hợp của các cuộn dây trên một trụ cụ thể. [IEV 421-03-02, có sửa đổi].

3.3.4

cuộn dây điện áp cao* (high-voltage winding)

cuộn dây có điện áp danh định cao nhất [IEV 421-03-03]

3.3.5

cuộn dây điện áp thấp* (low-voltage winding)

cuộn dây có điện áp danh định thấp nhất [IEV 421-03-04]

CHÚ THÍCH: Đối với máy biến áp kích áp, cuộn dây có điện áp danh định thấp hơn có thể là cuộn dây có mức cách điện cao hơn.

3.3.6

cuộn dây điện áp trung gian* (intermediate-voltage winding)

cuộn dây của máy biến áp nhiều cuộn dây, có điện áp danh định trung gian giữa điện áp danh định của cuộn dây cao nhất và thấp nhất [IEV 421-03-05]

3.3.7

cuộn dây phụ (auxiliary winding)

cuộn dây chỉ dùng cho phụ tải nhỏ so với công suất danh định của máy biến áp [IEV 421-03-08]

3.3.8

cuộn dây ổn định (stabilizing winding)

cuộn dây bổ sung nối tam giác dùng cho máy biến áp nối sao-sao hoặc nối sao-ziczac để làm giảm trở kháng thứ tự không, xem 3.7.3 [IEV 421-03-09, có sửa đổi]

* Cuộn dây nhận công suất tác dụng từ nguồn cung cấp khi làm việc được gọi là 'cuộn sơ cấp', và cuộn dây cung cấp công suất tác dụng cho phụ tải được gọi là 'cuộn thứ cấp'. Các thuật ngữ này không có ý nghĩa đối với các cuộn dây có điện áp danh định cao hơn và không được sử dụng trừ khi dùng với ý nghĩa hướng chảy của công suất tác dụng (xem IEV 421-03-06 và 07). Cuộn dây khác trong máy biến áp, thường có giá trị thấp hơn công suất danh định của cuộn dây thứ cấp, thường được gọi là 'cuộn dây thứ ba', xem thêm định nghĩa ở 3.3.8.

CHÚ THÍCH: Một cuộn dây được gọi là cuộn dây ổn định chỉ khi cuộn dây đó không dùng để nối ba pha với mạch ngoài.

3.3.9

cuộn dây chung (common winding)

phần chung của các cuộn dây của máy biến áp tự ngẫu [IEV 421-03-10]

3.3.10

cuộn dây nối tiếp (series winding)

phần của cuộn dây của máy biến áp tự ngẫu hoặc cuộn dây của máy biến áp kích áp được dùng để mắc nối tiếp với mạch điện [IEV 421-03-11]

3.3.11

cuộn dây kích (energizing winding)

cuộn dây của máy biến áp kích áp dùng để cung cấp điện cho cuộn dây nối tiếp [IEV 421-03-12]

3.4 Thông số đặc trưng

3.4.1

thông số đặc trưng (rating)

các giá trị bằng số gắn cho các đại lượng, xác định sự vận hành của máy biến áp trong các điều kiện qui định ở tiêu chuẩn này và các đại lượng này được dùng làm cơ sở cho việc bảo đảm của nhà chế tạo và cho các thử nghiệm

3.4.2

đại lượng danh định (rated quantities)

các đại lượng (điện áp, dòng điện, v.v...) mà các giá trị bằng số của chúng xác định thông số đặc trưng

CHÚ THÍCH 1: Đối với máy biến áp có nấc điều chỉnh, nếu không có qui định khác thì đại lượng danh định liên quan đến nấc điều chỉnh chính (xem 3.5.2). Các đại lượng tương ứng với ý nghĩa tương tự, liên quan đến các nấc cụ thể khác đều được gọi là các đại lượng nấc điều chỉnh (xem 3.5.10).

CHÚ THÍCH 2: Các điện áp và dòng điện luôn được biểu thị bằng giá trị hiệu dụng của chúng, nếu không có qui định khác.

3.4.3

điện áp danh định của cuộn dây (U_w) (rated voltage of a winding)

điện áp ấn định được đặt vào hoặc tạo ra ở trạng thái không tải giữa các đầu nối của cuộn dây không có nấc điều chỉnh, hoặc của cuộn dây có nấc điều chỉnh được nối ở nấc điều chỉnh chính (xem 3.5.2). Đối với cuộn dây ba pha đó là điện áp giữa các đầu nối pha [IEV 421-04-01, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH 1: Điện áp danh định của tất cả các cuộn dây xuất hiện đồng thời ở chế độ không tải khi điện áp đặt vào một trong các cuộn dây có giá trị danh định của cuộn dây đó.

TCVN 6306-1: 2006

CHÚ THÍCH 2: Đối với các máy biến áp một pha được thiết kế để nối sao tạo thành tổ máy ba pha, điện áp danh định được nêu ở dạng điện áp pha-pha chia cho $\sqrt{3}$, ví dụ $U_r = 400\sqrt{3}$ kV.

CHÚ THÍCH 3: Đối với cuộn dây nối tiếp của máy biến áp kích áp ba pha được thiết kế như một cuộn dây để hở (xem 3.10.5) thì điện áp danh định được nêu như là trường hợp cuộn dây đó được nối sao, ví dụ $U_r = 23\sqrt{3}$ kV.

3.4.4

tỷ số điện áp danh định (rated voltage ratio)

tỷ số giữa điện áp danh định của một cuộn dây và điện áp danh định của cuộn dây khác có điện áp danh định thấp hơn hoặc bằng [IEV 421-04-02]

3.4.5

tần số danh định (f_r) (rated frequency)

tần số tại đó máy biến áp được thiết kế để làm việc [IEV 421-04-03, có sửa đổi]

3.4.6

công suất danh định (S_r) (rated power)

giá trị qui ước của công suất biểu kiến được ấn định cho cuộn dây mà cùng với điện áp danh định của cuộn dây đó, công suất này quyết định dòng điện danh định của cuộn dây

CHÚ THÍCH 1: Cả hai cuộn dây của một máy biến áp hai cuộn dây có cùng công suất danh định mà theo định nghĩa công suất này là công suất danh định của cả máy biến áp.

CHÚ THÍCH 2: Đối với máy biến áp nhiều cuộn dây, một nửa tổng đại số của các giá trị công suất danh định của tất cả các cuộn dây (các cuộn dây riêng biệt, không nối theo kiểu tự ngẫu) cho phép ước lượng sơ bộ về kích thước vật lý so với máy biến áp hai cuộn dây.

3.4.7

dòng điện danh định (I_r) (rated current)

dòng điện chạy qua đầu nối pha của cuộn dây dòng điện này được tính từ công suất danh định S_r và điện áp danh định U_r đối với cuộn dây đó [IEV 421-04-05, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH 1: Đối với cuộn dây ba pha dòng điện danh định I_r được tính bằng:

$$I_r = \frac{S_r}{\sqrt{3} \times U_r} \quad \text{A}$$

CHÚ THÍCH 2: Đối với cuộn dây máy biến áp một pha được thiết kế để nối tam giác thành tổ máy ba pha, dòng điện danh định nêu ở dạng dòng điện pha chia cho $\sqrt{3}$, ví dụ:

$$I_r = \frac{500}{\sqrt{3}} \quad \text{A}$$

3.5 Các nấc điều chỉnh

3.5.1

nấc điều chỉnh (tapping)

ở máy biến áp có một cuộn dây có nấc điều chỉnh, cách đấu nối cụ thể của cuộn dây đó thể hiện số vòng dây hiệu quả nhất định trong cuộn dây có nấc điều chỉnh và, do đó, thể hiện tỷ số vòng dây nhất định giữa cuộn dây đó và bất kỳ cuộn dây nào khác có số vòng dây cố định

CHÚ THÍCH: Một trong các nấc điều chỉnh là nấc điều chỉnh chính, và nấc điều chỉnh khác được qui định theo nấc điều chỉnh chính bằng các hệ số điều chỉnh tương ứng. Xem định nghĩa của các thuật ngữ dưới đây.

3.5.2

nấc điều chỉnh chính (principal tapping)

nấc điều chỉnh tương ứng với các đại lượng danh định [IEV 421-05-02]

3.5.3

hệ số điều chỉnh (tương ứng với nấc điều chỉnh đã cho) (tapping factor (corresponding to a given tapping))

Tỷ số:

$$\frac{U_d}{U_r} \text{ (hệ số điều chỉnh) hoặc } 100 \frac{U_d}{U_r} \text{ (hệ số điều chỉnh tính bằng phần trăm)}$$

trong đó:

U_r là điện áp danh định của cuộn dây (xem 3.4.3);

U_d là điện áp xuất hiện tại các đầu nối của cuộn dây khi máy biến áp vận hành không tải, tại nấc điều chỉnh liên quan, bằng cách đặt điện áp danh định vào một cuộn dây không có nấc điều chỉnh.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa này không thích hợp cho cuộn dây nối tiếp của máy biến áp kích áp (xem 3.1.3), và trong trường hợp này, tỷ số tính bằng phần trăm sẽ tương ứng với điện áp của cuộn dây kích hoặc của cuộn dây của máy biến áp hệ thống có liên quan. [IEV 421-05-03, có sửa đổi].

3.5.4

nấc điều chỉnh cộng (plus tapping)

nấc điều chỉnh có hệ số điều chỉnh lớn hơn một [IEV 421-05-04]

3.5.5

nấc điều chỉnh trừ (minus tapping)

nấc điều chỉnh có hệ số điều chỉnh nhỏ hơn một [IEV 421-05-05]

3.5.6

bước điều chỉnh (tapping step)

chênh lệch giữa các hệ số điều chỉnh, thể hiện dưới dạng phần trăm, của hai nấc điều chỉnh liên kế [IEV 421-05-06]

3.5.7

dải điều chỉnh (tapping range)

dải biến thiên của hệ số điều chỉnh, thể hiện dưới dạng phần trăm, so với giá trị '100'

CHÚ THÍCH: Nếu dải hệ số này nằm trong phạm vi từ $(100 + a)$ đến $(100 - b)$, thì dải điều chỉnh được xem là: $+a\%$, $-b\%$ hoặc $\pm a\%$ nếu $a = b$. [IEV 421-05-07].

3.5.8

tỷ số điện áp của nấc điều chỉnh (của một cặp cuộn dây) (tapping voltage ratio (of a pair of windings)

tỷ số bằng với tỷ số điện áp danh định:

- nhân với hệ số điều chỉnh của cuộn dây có nấc điều chỉnh nếu đó là cuộn dây điện áp cao;
- chia cho hệ số điều chỉnh của cuộn dây có nấc điều chỉnh nếu đó là cuộn dây điện áp thấp.

[IEV 421-05-08]

CHÚ THÍCH: Mặc dù theo định nghĩa, tỷ số điện áp danh định ít nhất là bằng 1, tuy vậy tỷ số điện áp nấc điều chỉnh có thể nhỏ hơn 1 đối với một vài nấc điều chỉnh nào đó khi tỷ số điện áp danh định gần bằng 1.

3.5.9

chế độ nấc điều chỉnh (tapping duty)

giá trị bằng số ấn định cho các đại lượng, tương tự như các đại lượng danh định, tương ứng với các nấc điều chỉnh không phải là nấc điều chỉnh chính (xem điều 5, và IEC 60076-8) [IEV 421-05-09, có sửa đổi]

3.5.10

đại lượng nấc điều chỉnh (tapping quantities)

các đại lượng mà giá trị bằng số của chúng xác định chế độ nấc điều chỉnh của nấc điều chỉnh cụ thể (không phải là nấc điều chỉnh chính)

CHÚ THÍCH: Đại lượng nấc điều chỉnh có ở tất cả các cuộn dây trong máy biến áp, không chỉ ở cuộn dây có nấc điều chỉnh. (xem 5.2 và 5.3)

Đại lượng nấc điều chỉnh là:

- điện áp nấc điều chỉnh (tương tự như điện áp danh định, 3.4.3);
- công suất nấc điều chỉnh (tương tự như công suất danh định, 3.4.6);
- dòng điện nấc điều chỉnh (tương tự như dòng điện danh định, 3.4.7). [IEV 421-05-10, có sửa đổi].

3.5.11

nấc điều chỉnh có công suất toàn phần (full-power tapping)

nấc điều chỉnh có công suất nấc điều chỉnh bằng công suất danh định [IEV 421-05-14]

3.5.12**nấc điều chỉnh có công suất giảm thấp (reduced-power tapping)**

nấc điều chỉnh có công suất nấc điều chỉnh nhỏ hơn công suất danh định [IEV 421-05-15]

3.5.13**bộ chuyển đổi nấc điều chỉnh khi máy biến áp mang tải (on-load tap-changer)**

thiết bị dùng để thay đổi nấc điều chỉnh của cuộn dây, thích hợp cho vận hành khi máy biến áp đang mang điện hoặc đang có tải [IEV 421-11-01]

3.6 Các tổn thất và dòng điện không tải

CHÚ THÍCH: Các giá trị này liên quan đến nấc điều chỉnh chính, trừ khi một nấc điều chỉnh khác được chỉ ra cụ thể.

3.6.1**tổn thất không tải (no-load loss)**

công suất tác dụng bị hấp thụ khi đặt điện áp danh định (điện áp nấc điều chỉnh) có tần số danh định lên các đầu nối của một trong các cuộn dây, trong khi cuộn dây hoặc các cuộn dây khác để hở mạch [IEV 421-06-01, có sửa đổi]

3.6.2**dòng điện không tải (no-load current)**

giá trị hiệu dụng của dòng điện chạy qua đầu nối pha của cuộn dây khi đặt điện áp danh định (điện áp nấc điều chỉnh) vào cuộn dây đó ở tần số danh định, trong khi cuộn dây hoặc các cuộn dây khác để hở mạch

CHÚ THÍCH 1: Đối với máy biến áp ba pha, giá trị này là trung bình cộng của các giá trị dòng điện trong ba pha.

CHÚ THÍCH 2: Dòng điện không tải của một cuộn dây thường được biểu diễn bằng phần trăm của dòng điện danh định của cuộn dây đó. Đối với máy biến áp nhiều cuộn dây, giá trị phần trăm này tương ứng với cuộn dây có công suất danh định cao nhất.

[IEV 421-06-02, có sửa đổi].

3.6.3**tổn thất có tải (load loss)**

công suất tác dụng bị hấp thụ ở tần số danh định và ở nhiệt độ chuẩn (xem 10.1), gắn liền với một cặp cuộn dây khi dòng điện danh định (dòng điện nấc điều chỉnh) đi qua các đầu nối pha của một trong các cuộn dây, còn các đầu nối của cuộn dây kia được nối tắt. Các cuộn dây khác, nếu có, để hở mạch

CHÚ THÍCH 1: Đối với máy biến áp hai cuộn dây, chỉ có một cách tổ hợp cuộn dây và một giá trị tổn thất khi có tải. Đối với máy biến áp nhiều cuộn dây, có nhiều giá trị tổn thất có tải tương ứng với các cách tổ hợp hai cuộn dây khác nhau (xem điều 6 của IEC 60076-8). Giá trị kết hợp của tổn thất khi có tải đối với toàn bộ máy biến áp liên quan đến tổ hợp tải của cuộn dây xác định. Nói chung, giá trị này thường không thể xác định bằng phép đo trực tiếp khi thử nghiệm.

TCVN 6306-1: 2006

CHÚ THÍCH 2: Khi các cuộn dây của một cặp có công suất danh định khác nhau, cần để cặp đến tổn thất có tải ứng với dòng điện danh định trong cuộn dây có công suất danh định nhỏ hơn và công suất chuẩn.

3.6.4

tổn thất tổng (total losses)

tổng của tổn thất không tải và tổn thất có tải

CHÚ THÍCH: Không tính đến tổng công suất tiêu thụ của các thiết bị phụ trợ trong tổn thất tổng và được nêu riêng. [IEV 421-06-05, có sửa đổi].

3.7 Trở kháng ngắn mạch và sụt áp

3.7.1

trở kháng ngắn mạch của một cặp cuộn dây (short-circuit impedance of a pair of windings)

trở kháng nối tiếp tương đương $Z = R + jX$, tính bằng ôm, ở tần số danh định và nhiệt độ chuẩn, qua các đầu nối của một cuộn dây của một cặp, khi các đầu nối của cuộn dây kia được nối tắt và các cuộn dây khác, nếu có, để hở mạch. Đối với máy biến áp ba pha, trở kháng được biểu thị là trở kháng pha (nối sao tương đương).

Ở máy biến áp có cuộn dây có nấc điều chỉnh, trở kháng ngắn mạch liên quan đến nấc điều chỉnh cụ thể. Nếu không có qui định khác thì áp dụng nấc điều chỉnh chính.

CHÚ THÍCH: Đại lượng này có thể được biểu thị dưới dạng tương đối, không có thứ nguyên, như là hệ số z của trở kháng chuẩn Z_{ref} , của cùng cuộn dây trong cặp đó. Tính theo phần trăm là:

$$z = 100 \frac{Z}{Z_{ref}}$$

trong đó

$$Z_{ref} = \frac{U^2}{S_r} \quad (\text{công thức này đúng đối với cả máy biến áp ba pha và một pha})$$

U là điện áp (điện áp danh định hoặc điện áp nấc điều chỉnh) của cuộn dây có Z và Z_{ref} .

S_r là giá trị chuẩn của công suất danh định.

Giá trị tương đối này cũng bằng với tỷ số giữa điện áp đặt trong phép đo ngắn mạch tạo ra dòng điện danh định tương ứng (hoặc dòng điện nấc điều chỉnh) và điện áp danh định (hoặc điện áp nấc điều chỉnh). Điện áp đặt này được gọi là điện áp ngắn mạch [IEV 421-07-01] của cặp cuộn dây. Giá trị tương đối này thường được biểu diễn dưới dạng phần trăm. [IEV 421-07-02, có sửa đổi].

3.7.2

sụt áp hoặc tăng áp đối với điều kiện phụ tải qui định (voltage drop or rise for a specified load condition)

chênh lệch số học giữa điện áp không tải của cuộn dây và điện áp tạo ra trên các đầu nối của cũng cuộn dây đó tại phụ tải và hệ số công suất qui định, khi điện áp cung cấp cho cuộn dây kia hoặc một trong các cuộn dây khác bằng:

- giá trị danh định của nó nếu máy biến áp được nối vào nấc điều chỉnh chính (điện áp không tải của cuộn dây thứ nhất khi đó bằng giá trị danh định của nó);
- điện áp nấc điều chỉnh nếu máy biến áp được nối ở nấc điều chỉnh khác.

Chênh lệch này thường được biểu diễn dưới dạng phần trăm của điện áp không tải của cuộn dây thứ nhất.

CHÚ THÍCH: Đối với máy biến áp nhiều cuộn dây, sụt áp hoặc tăng áp không chỉ phụ thuộc vào tải và hệ số công suất của bản thân cuộn dây mà còn phụ thuộc vào tải và hệ số công suất của các cuộn dây khác (xem IEC 60076-8). [IEV 421-07-03].

3.7.3

trở kháng thứ tự không (của cuộn dây ba pha) (zero-sequence impedance (of a three-phase winding))

trở kháng, tính bằng ôm cho mỗi pha ở tần số danh định, giữa các đầu nối pha của cuộn dây nối sao hoặc cuộn dây nối zigzag, nối với nhau, và đầu nối trung tính của cuộn dây [IEV 421-07-04, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH 1: Trở kháng thứ tự không có thể có vài giá trị vì nó phụ thuộc vào cách nối và cách đặt của các đầu nối của cuộn dây kia hoặc các cuộn dây khác được đấu nối và mang tải.

CHÚ THÍCH 2: Trở kháng thứ tự không có thể phụ thuộc vào giá trị của dòng điện và nhiệt độ, đặc biệt là ở các máy biến áp không có cuộn dây nào nối tam giác.

CHÚ THÍCH 3: Trở kháng thứ tự không cũng có thể được biểu diễn bằng giá trị tương đối giống như trở kháng ngắn mạch (thứ tự thuận) (xem 3.7.1).

3.8 Độ tăng nhiệt (Temperature rise)

Chênh lệch giữa nhiệt độ của phần đang xét và nhiệt độ của môi chất làm mát bên ngoài.

[IEV 421-08-01, có sửa đổi]

3.9 Cách điện (Insulation)

Đối với các định nghĩa liên quan đến cách điện, xem TCVN 6306-3 (IEC 60076-3).

3.10 Cách đấu nối

3.10.1

nối sao (Y-connection)

cách đấu nối cuộn dây được bố trí sao cho từng cuộn dây pha của máy biến áp ba pha, hoặc của từng cuộn dây có cùng điện áp danh định của máy biến áp một pha được kết hợp thành tổ máy biến áp ba pha, được đấu nối vào một điểm chung (điểm trung tính) còn đầu kia nối với đầu nối pha tương ứng [IEV 421-10-01, có sửa đổi]

3.10.2

nối tam giác (D-connection)

cách đấu nối cuộn dây được bố trí sao cho cuộn dây pha của máy biến áp ba pha, hoặc các cuộn dây có cùng điện áp danh định của các máy biến áp một pha được kết hợp thành tổ máy biến áp ba pha, được mắc nối tiếp để tạo thành một mạch kín [IEV 421-10-02, có sửa đổi]

3.10.3

nối tam giác hở (open-delta connection)

cách đấu nối cuộn dây trong đó các cuộn dây pha của máy biến áp ba pha hoặc các cuộn dây có cùng điện áp danh định của các máy biến áp một pha được kết hợp thành tổ máy biến áp ba pha, được mắc nối tiếp nhưng một đỉnh của tam giác để hở [IEV 421-10-03]

3.10.4

nối ziczac (Z-connection)

cách đấu nối cuộn dây trong đó một đầu của mỗi cuộn dây pha của máy biến áp ba pha được nối vào điểm chung (điểm trung tính), và mỗi cuộn dây pha có hai phần trong đó cảm ứng điện áp lệch pha

CHÚ THÍCH: Hai phần này của cuộn dây thường có cùng số vòng dây. [IEV 421-10-04, có sửa đổi].

3.10.5

cuộn dây hở (open windings)

các cuộn dây pha của máy biến áp ba pha không được đấu nối với nhau bên trong máy biến áp [IEV 421-10-05, có sửa đổi]

3.10.6

sự lệch pha của cuộn dây ba pha (phase displacement of a three-phase winding)

góc lệch giữa các vectơ chỉ pha thể hiện điện áp giữa điểm trung tính (thực hoặc giả) và đầu nối tương ứng của hai cuộn dây, khi hệ thống điện áp thứ tự thuận được đặt vào đầu nối điện áp cao, theo thứ tự bảng chữ cái nếu chúng được đánh dấu bằng chữ cái hoặc theo thứ tự số nếu chúng được đánh dấu bằng số. Các vectơ chỉ pha được giả thiết là quay ngược chiều kim đồng hồ [IEV 421-10-08, có sửa đổi]

CHÚ THÍCH: Véc tơ chỉ pha của cuộn dây điện áp cao được lấy làm chuẩn, và sự lệch pha ứng với bất kỳ cuộn dây nào khác được biểu diễn theo qui ước bằng 'chỉ số giờ', tức là véc tơ chỉ pha của cuộn dây chỉ mấy giờ khi véc tơ chỉ pha của cuộn dây cao áp là 12 h (số càng cao thì sự chậm pha càng lớn).

3.10.7

ký hiệu cách nối (connection symbol)

ký hiệu qui ước chỉ ra các kiểu đấu nối của cuộn dây điện áp cao, cuộn dây điện áp trung gian (nếu có) và cuộn dây điện áp thấp và (các) sự lệch pha tương đối của chúng thể hiện bằng một tổ hợp các chữ cái và (các) chỉ số giờ [IEV 421-10-09, có sửa đổi]

3.11 Các loại thử nghiệm

3.11.1

thử nghiệm thường xuyên (routine test)

thử nghiệm được thực hiện cho từng máy biến áp riêng

3.11.2

thử nghiệm điển hình (type test)

thử nghiệm được thực hiện trên một máy biến áp đại diện cho các máy biến áp khác để chứng minh rằng các máy biến áp này phù hợp với yêu cầu qui định nhưng không được đề cập trong các thử nghiệm thường xuyên

CHÚ THÍCH: Một máy biến áp được xem là đại diện cho các máy biến áp khác nếu nó có các thông số đặc trưng và kết cấu hoàn toàn giống các máy biến áp khác, nhưng thử nghiệm điển hình cũng có thể được xem là hợp lệ nếu nó được thực hiện trên máy biến áp có sai lệch nhỏ về các thông số đặc trưng hoặc các đặc tính khác. Các sai lệch này phải có được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

3.11.3

thử nghiệm đặc biệt (special test)

thử nghiệm được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua, không phải là thử nghiệm điển hình hoặc thử nghiệm thường xuyên

3.12 Dữ liệu khí tượng học liên quan đến làm mát

3.12.1

nhệt độ trung bình tháng (monthly average temperature)

trung bình cộng giữa nhiệt độ trung bình cực đại hàng ngày và nhiệt độ trung bình cực tiểu hàng ngày trong một tháng cụ thể, được theo dõi trong nhiều năm

3.12.2

nhệt độ trung bình năm (yearly average temperature)

trung bình của các nhiệt độ trung bình tháng trong một năm

4 Thông số đặc trưng

4.1 Công suất danh định

Máy biến áp phải có công suất danh định được ấn định cho từng cuộn dây, công suất này phải được ghi trên tấm thông số đặc trưng. Công suất danh định ứng với phụ tải liên tục. Đó là giá trị chuẩn để bảo hành và cho các thử nghiệm liên quan đến tổn thất có tải và độ tăng nhiệt.

Nếu ấn định giá trị công suất biểu kiến khác nhau trong các trường hợp khác nhau, ví dụ như có các phương pháp làm mát khác nhau, thì giá trị cao nhất của các giá trị này là công suất danh định.

Máy biến áp hai cuộn dây chỉ có một giá trị công suất danh định, giống nhau ở cả hai cuộn dây.

Khi máy biến áp có điện áp danh định đặt vào cuộn dây sơ cấp và dòng điện danh định chạy qua các đầu nối của cuộn dây thứ cấp thì máy biến áp có công suất danh định ứng với cặp cuộn dây đó.

Khi làm việc liên tục, máy biến áp phải có khả năng mang công suất danh định (đối với máy biến áp nhiều cuộn dây: công suất danh định của tổ hợp qui định của (các) cuộn dây) trong các điều kiện liệt kê ở 1.2 và không vượt quá giới hạn tăng nhiệt qui định trong TCVN 6306-2 (IEC 60076-2).

CHÚ THÍCH: Công suất danh định theo điều này được hiểu là giá trị của công suất biểu kiến đưa vào máy biến áp bao gồm cả sự tiêu thụ công suất tác dụng và công suất phản kháng của bản thân máy biến áp đó. Công suất biểu kiến mà máy biến áp cung cấp cho mạch điện nối với đầu nối của cuộn dây thứ cấp khi mang tải danh định là khác với công suất danh định. Điện áp trên các đầu nối thứ cấp là khác với điện áp danh định do có sụt áp (hoặc tăng áp) trên máy biến áp. Mức sụt áp cho phép có xét đến hệ số công suất có tải được nêu trong qui định kỹ thuật về điện áp danh định và dải điều chỉnh (xem điều 2 của IEC 60076-8).

Phương pháp này khác với phương pháp được dùng trong tiêu chuẩn về máy biến áp dựa trên thực tế ở Mỹ (ANSI/IEEE C57.12.00), trong đó 'kVA danh định' là 'công suất có thể cung cấp tại...điện áp thứ cấp danh định...'. Theo phương pháp này, mức sụt áp cho phép phải được thực hiện khi thiết kế, sao cho điện áp sơ cấp cần thiết có thể được đưa vào máy biến áp. Ngoài ra, ANSI/IEEE qui định, trong "điều kiện làm việc bình thường": 'hệ số công suất có tải là 80 % hoặc cao hơn' (trích từ ấn phẩm xuất bản năm 1987).

4.2 Chu trình tải

Nếu có qui định trong bản yêu cầu hoặc hợp đồng thì ngoài công suất danh định đối với tải liên tục, máy biến áp có thể được ấn định một chu trình tải tạm thời mà có thể thực hiện được trong các điều kiện qui định trong TCVN 6306-2 (IEC 60076-2).

CHÚ THÍCH: Tùy chọn này được dùng riêng để đưa ra cơ sở để thiết kế và bảo hành liên quan đến tải khẩn cấp tạm thời của máy biến áp điện lực công suất lớn.

Trong trường hợp không có qui định này, hướng dẫn về phụ tải của máy biến áp phù hợp với phần này có thể xem trong IEC 60076-7 và IEC 60905.

Sứ xuyên, các bộ điều chỉnh theo nấc và các thiết bị phụ khác phải được chọn sao cho không gây hạn chế khả năng mang tải của máy biến áp.

CHÚ THÍCH: Không áp dụng các qui định này cho các máy biến áp sử dụng với mục đích đặc biệt, một số máy biến áp không cần khả năng mang tải quá công suất danh định. Đối với các máy biến áp khác, phải có qui định về các yêu cầu đặc biệt.

4.3 Giá trị ưu tiên của công suất danh định

Đối với máy biến áp có công suất đến 10 MVA, ưu tiên chọn các giá trị của công suất danh định trong dãy R10 của ISO 3 (1973): số ưu tiên: dãy số ưu tiên.

(...100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, v.v...).

4.4 Làm việc ở điện áp cao hơn điện áp danh định và/hoặc ở tần số nhiều

Phương pháp để qui định giá trị điện áp danh định thích hợp và dải điều chỉnh thích hợp với một loạt các trường hợp phụ tải (công suất phụ tải, hệ số công suất, tương ứng với điện áp làm việc pha-pha) được qui định trong IEC 60076-8.

Trong phạm vi các giá trị qui định của U_m^* , máy biến áp phải có khả năng vận hành liên tục mà không bị hỏng trong các điều kiện 'bảo hoà' trong trường hợp tỷ số của điện áp trên tần số vượt không quá 5 % tỷ số tương ứng tại điện áp và tần số danh định.

5 Yêu cầu đối với máy biến áp có cuộn dây điều chỉnh

5.1 Qui định chung - Lưu ý về dải điều chỉnh

Các điều dưới đây áp dụng cho máy biến áp chỉ có một trong các cuộn dây có nấc điều chỉnh.

Ở máy biến áp nhiều cuộn dây, các qui định này áp dụng cho tổ hợp của cuộn dây có nấc điều chỉnh với một trong số các cuộn dây không có nấc điều chỉnh.

Ở máy biến áp tự ngẫu, đôi khi nấc điều chỉnh được bố trí tại trung tính nghĩa là số lượng vòng dây hiệu quả được thay đổi đồng thời ở cả hai cuộn dây. Đối với các máy biến áp như vậy, các đặc trưng về nấc điều chỉnh phải được thỏa thuận. Các yêu cầu của điều này phải được sử dụng ở mức cao nhất có thể.

Nếu không có qui định khác, nấc điều chỉnh chính được đặt ở giữa dải điều chỉnh. Các nấc điều chỉnh khác được phân biệt bằng hệ số nấc điều chỉnh của chúng. Số lượng nấc điều chỉnh và phạm vi biến thiên của tỷ số máy biến áp có thể được biểu diễn ở dạng rút gọn bằng các sai lệch hệ số nấc điều chỉnh tính bằng phần trăm so với giá trị 100 (xem định nghĩa các thuật ngữ, điều 3.5).

Ví dụ: Một máy biến áp có nấc điều chỉnh trên cuộn dây 160 kV, có tất cả 21 nấc điều chỉnh, đặt đối xứng nhau, được thiết kế như sau:

* U_m là điện áp cao nhất dùng cho thiết bị, có thể áp dụng cho cuộn dây máy biến áp (xem TCVN 6306-3 (IEC 60076-3)).

$$(160 \pm 10 \times 1,5 \%) / 66 \text{ kV}$$

Nếu vì lý do nào đó, dải điều chỉnh không được phân bố đều quanh điện áp danh định, thì có thể biểu diễn như sau:

$$\left(160 \begin{matrix} +12 \times 1,5 \% \\ -8 \times 1,5 \% \end{matrix}\right) / 66 \text{ kV}$$

CHÚ THÍCH: Cách ký hiệu ngắn này chỉ mô tả sự bố trí của cuộn dây có nấc điều chỉnh và không nêu lên sự thay đổi thực của điện áp đặt vào cuộn dây khi làm việc. Điều này được đề cập ở 5.2 và 5.3.

Để thể hiện đầy đủ trên tấm thông số liên quan đến các nấc điều chỉnh riêng, xem điều 7.

Một vài nấc điều chỉnh có thể là 'nấc điều chỉnh giảm công suất' do các hạn chế về điện áp hoặc dòng điện nấc điều chỉnh. Nấc điều chỉnh biên cố sự hạn chế như trên gọi là 'nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất' và 'nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất' (xem hình 1).

5.2 Điện áp nấc điều chỉnh- dòng điện nấc điều chỉnh. Các cấp tiêu chuẩn của điều chỉnh điện áp nấc điều chỉnh. Nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất

Cách ký hiệu ngắn về dải điều chỉnh và bước điều chỉnh chỉ ra khoảng biến thiên của tỷ số máy biến áp. Nhưng các giá trị ấn định của đại lượng nấc điều chỉnh không được xác định đầy đủ chỉ bằng cách ghi này. Cần có các thông tin bổ sung. Các thông tin này có thể được lấy từ bảng ghi công suất, điện áp và dòng điện nấc điều chỉnh cho mỗi nấc điều chỉnh hoặc bằng dòng chữ, chỉ ra 'cấp điều chỉnh điện áp' và giới hạn có thể của dải điều chỉnh trong đó các nấc điều chỉnh là 'nấc điều chỉnh công suất đầy đủ'

Các mức cao nhất của điều chỉnh điện áp nấc điều chỉnh là:

- điều chỉnh điện áp từ thông không đổi (CFVV), và
- điều chỉnh điện áp từ thông biến thiên (VFVV).

Chúng được xác định như sau:

CFVV

Điện áp nấc điều chỉnh trong bất kỳ cuộn dây nào không có nấc điều chỉnh là không đổi khi chuyển đổi nấc điều chỉnh. Các điện áp nấc điều chỉnh trong cuộn dây có nấc điều chỉnh tỷ lệ thuận với hệ số nấc điều chỉnh.

VFVV

Điện áp nấc điều chỉnh trong các cuộn dây có nấc điều chỉnh là không đổi khi chuyển đổi nấc điều chỉnh. Các điện áp nấc điều chỉnh trong cuộn dây không có nấc điều chỉnh tỷ lệ nghịch với hệ số nấc điều chỉnh.

CbVV (điều chỉnh điện áp tổ hợp)

Trong nhiều ứng dụng và đặc biệt đối với máy biến áp có dải điều chỉnh rộng, sự tổ hợp được qui định sử dụng cả hai nguyên tắc trên áp dụng cho các phần khác nhau của dải điều chỉnh gọi là điều chỉnh

điện áp tổ hợp (CbVV). Điểm chuyển đổi gọi là 'nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất'. Đối với hệ này, áp dụng các điều sau:

CFVV áp dụng cho các nấc điều chỉnh có hệ số nấc điều chỉnh thấp hơn hệ số nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất.

VFVV áp dụng cho các nấc điều chỉnh có hệ số điều chỉnh cao hơn hệ số nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất.

Thể hiện bằng hình vẽ của các cấp điều chỉnh điện áp nấc điều chỉnh:

CFVV hình 1a) – VFVV hình 1b) – CbVV hình 1c).

Ký hiệu:

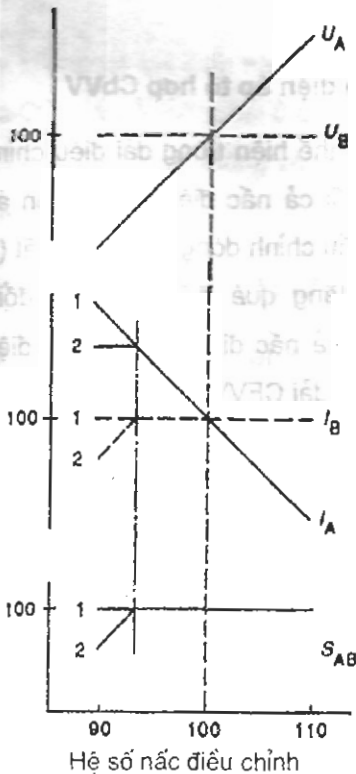
U_A, I_A Điện áp và dòng điện nấc điều chỉnh trong cuộn dây có nấc điều chỉnh.

U_B, I_B Điện áp và dòng điện nấc điều chỉnh trong cuộn dây không có nấc điều chỉnh.

S_{AB} Công suất nấc điều chỉnh.

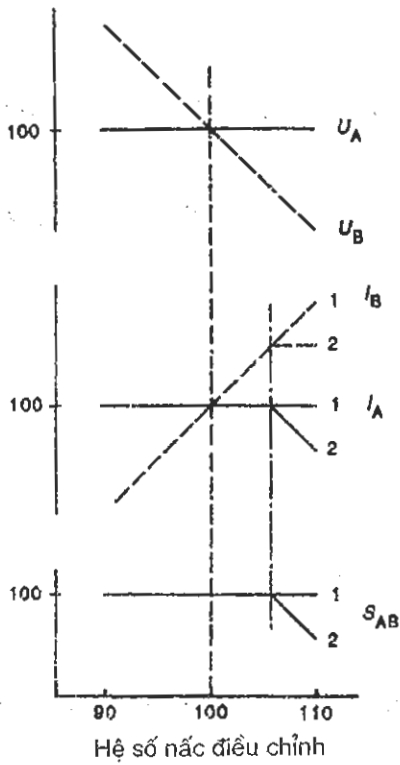
Abcissa Hệ số nấc điều chỉnh, tính theo phần trăm (chỉ số tương đương của số vòng hiệu quả trong cuộn dây có nấc điều chỉnh).

- 1 Chỉ các nấc điều chỉnh có công suất đầy đủ trên toàn bộ dải điều chỉnh.
- 2 Chỉ 'nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất', 'nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất' và dải điều chỉnh công suất giảm.



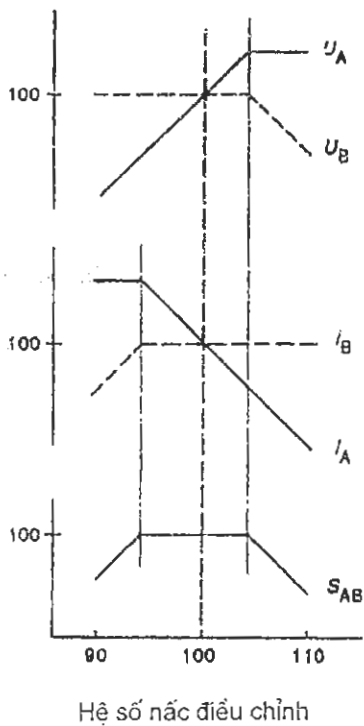
Hình 1a) – Điều chỉnh điện áp từ thông không đổi CFVV

Thể hiện nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất tùy chọn



Hình 1b) – Điều chỉnh điện áp từ thông biến đổi VFVV

Thể hiện nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất tùy chọn



Hình 1c) – Điều chỉnh điện áp tổ hợp CbVV

Điểm chuyển đổi được thể hiện trong dải điều chỉnh cộng. Nó tương ứng với cả nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất (U_A) và nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất (I_B không đổi và không tăng quá điểm chuyển đổi). Ngoài ra còn thể hiện cả nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất tùy chọn (trong dải CFVV).

5.3 Công suất nấc điều chỉnh. Các nấc điều chỉnh công suất đầy đủ – các nấc điều chỉnh công suất giảm.

Tất cả các nấc điều chỉnh phải là các nấc điều chỉnh công suất đầy đủ, trừ các nấc điều chỉnh có qui định dưới đây.

Ở các máy biến áp cuộn dây riêng biệt công suất lên đến 2 500 kVA có dải điều chỉnh không quá $\pm 5\%$, dòng điện nấc điều chỉnh trong cuộn dây có nấc điều chỉnh phải bằng dòng điện danh định tại tất cả các nấc điều chỉnh trừ. Điều này có nghĩa là nấc điều chỉnh chính là 'nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất', xem dưới đây.

Ở các máy biến áp có dải điều chỉnh rộng hơn $\pm 5\%$, có thể qui định giới hạn về giá trị của điện áp và dòng điện nấc điều chỉnh nếu không thì các giá trị này có thể tăng trên giá trị danh định một cách đáng kể. Khi các giới hạn này được qui định thì các nấc điều chỉnh liên quan sẽ là 'nấc điều chỉnh công suất giảm'. Điều này qui định các cách bố trí này.

Khi hệ số nấc điều chỉnh khác một, dòng điện nấc điều chỉnh đối với nấc điều chỉnh công suất đầy đủ có thể tăng quá dòng điện danh định ở một trong các cuộn dây. Như chỉ ra ở hình 1a), hình này áp dụng cho nấc điều chỉnh trừ, trên cuộn dây có nấc điều chỉnh, loại CFVV, và đối với các nấc điều chỉnh cộng trên cuộn dây không có nấc điều chỉnh loại VFVV (hình 1b)). Để hạn chế việc tăng cường tương ứng cho cuộn dây đang xét, có thể qui định nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất. Xuất phát từ nấc điều chỉnh này, các giá trị về dòng điện nấc điều chỉnh của cuộn dây phải giữ không đổi. Điều này có nghĩa là nấc điều chỉnh còn lại cho đến nấc điều chỉnh ngoài cùng là các nấc điều chỉnh công suất giảm (hình 1a), 1b) và 1c)).

Nếu không có qui định nào khác thì trong loại CbVV, "nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất", điểm chuyển đổi giữa CFVV và VFVV phải ở cùng thời điểm 'nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất'. Điều này có nghĩa là dòng điện của cuộn dây không có nấc điều chỉnh được giữ không thay đổi đến nấc điều chỉnh cộng cao nhất (hình 1c).

5.4 Qui định đối với các nấc điều chỉnh trong bản yêu cầu và đơn đặt hàng

Các dữ liệu sau đây là cần thiết để xác định thiết kế của máy biến áp

a) Cuộn dây nào có nấc điều chỉnh.

b) Số bước và bước điều chỉnh (hoặc dải điều chỉnh và số lượng bước điều chỉnh). Nếu không có qui định khác thì giả thiết rằng dải điều chỉnh là đối xứng xung quanh nấc điều chỉnh chính và các bước điều chỉnh của cuộn dây có nấc điều chỉnh là bằng nhau. Nếu vì một vài lý do mà thiết kế cuộn dây có các bước điều chỉnh không bằng nhau, thì phải được chỉ ra trong khi đấu thầu.

c) Cấp điện áp điều chỉnh và nếu áp dụng điều chỉnh tổ hợp thì phải có điểm chuyển đổi ('nấc điều chỉnh điện áp lớn nhất', xem 5.2).

d) Giới hạn dòng điện lớn nhất (nấc điều chỉnh công suất giảm) có áp dụng không, và nếu có thì phải chỉ ra áp dụng cho các nấc điều chỉnh nào.

Các mục c) và d) có thể thay bằng một bảng cùng loại như sử dụng trên tấm thông số đặc trưng cho thuận tiện (xem ví dụ trong phụ lục B).

Qui định của các dữ liệu này có thể được thực hiện theo hai cách khác nhau:

- hoặc do bên sử dụng qui định tất cả các dữ liệu từ ban đầu, trong bản yêu cầu của người sử dụng;
- hoặc, bên sử dụng có thể đưa ra một loạt các trường hợp về phụ tải với các giá trị công suất tác dụng và công suất phản kháng (chỉ rõ hướng của dòng công suất), và điện áp có tải tương ứng.

Các trường hợp này nên chỉ ra giá trị cao nhất của tỷ số điện áp ở công suất đầy đủ và giảm (xem 'phương pháp sáu thông số' của IEC 60076-8). Dựa trên các thông tin đó nhà chế tạo sẽ chọn cuộn dây có nấc điều chỉnh và qui định các đại lượng danh định và đại lượng điều chỉnh trong đề nghị gọi thầu.

5.5 Qui định về trở kháng ngắn mạch

Nếu không có qui định nào khác, trở kháng ngắn mạch của cặp cuộn dây được qui về nấc điều chỉnh chính (3.7.1). Đối với máy biến áp có cuộn dây có nấc điều chỉnh mà dải điều chỉnh quá $\pm 5\%$, giá trị trở kháng cũng phải được đưa ra cho cả hai nấc điều chỉnh biên. Ở các máy biến áp như vậy, ba giá trị trở kháng này phải được đo trong quá trình thử nghiệm ngắn mạch (xem 10.4).

Khi các giá trị trở kháng được đưa ra cho một vài nấc điều chỉnh, và đặc biệt là khi các cuộn dây của một cặp có công suất danh định không giống nhau, thì nên đưa ra các giá trị trở kháng tính bằng ôm cho mỗi pha, qui về một trong hai cuộn dây hơn là tính bằng giá trị phần trăm. Giá trị phần trăm có thể gây nhầm lẫn vì thói quen khác nhau liên quan đến giá trị chuẩn. Khi giá trị phần trăm được đưa ra thì giá trị điện áp và công suất chuẩn tương ứng phải được chỉ ra rõ ràng.

CHÚ THÍCH: Cách chọn giá trị trở kháng của người sử dụng có thể dẫn đến các đòi hỏi mâu thuẫn nhau: giới hạn sụt áp chống lại giới hạn quá dòng điện trong các điều kiện sự cố hệ thống. Tối ưu kinh tế của thiết kế có xét đến tổn thất dẫn đến một dãy giá trị trở kháng nhất định. Khi vận hành song song với máy biến áp đã có đòi hỏi phải có sự phù hợp trở kháng (xem điều 4 của IEC 60076-8).

Nếu bản yêu cầu không chỉ có qui định về trở kháng tại nấc điều chỉnh chính mà còn qui định cho cả sự biến thiên của nó suốt dải điều chỉnh thì điều này có nghĩa là có hạn chế khá quan trọng trong thiết kế (bố trí các cuộn dây có liên quan với nhau). Do đó, qui định cụ thể này không nên đưa ra mà không có lý do chính đáng.

Cách qui định các giá trị trở kháng ngắn mạch trong bản yêu cầu có dành một mức độ tự do nào đó trong thiết kế là để chỉ rõ một khoảng chấp nhận được giữa giới hạn trên và giới hạn dưới trên toàn bộ dải điều chỉnh. Điều này có thể được thực hiện nhờ đồ thị hoặc bảng.

Các giới hạn biên phải ít nhất là đủ xa để cho phép dung sai hai phía của điều 9 được áp dụng cho giá trị trung gian giữa chúng. Một ví dụ được chỉ ra ở phụ lục C. Nhà chế tạo chọn và bảo đảm giá trị trở kháng đối với nấc điều chỉnh chính và nấc điều chỉnh biên phải nằm trong giới hạn biên. Các giá trị đo

được có thể khác các giá trị bảo đảm nằm trong dung sai theo điều 9 nhưng không được nằm ngoài giới hạn biên là các giới hạn không có sai số.

5.6 Tổn thất có tải và độ tăng nhiệt

a) Nếu dải điều chỉnh nằm trong phạm vi $\pm 5\%$ và công suất danh định không quá 2 500 kVA thì đảm bảo tổn thất có tải và độ tăng nhiệt chỉ liên quan đến nấc điều chỉnh chính, và thử nghiệm độ tăng nhiệt thực hiện trên nấc điều chỉnh đó.

b) Nếu dải điều chỉnh quá $\pm 5\%$ hoặc công suất danh định trên 2 500 kVA, thì ngoài nấc điều chỉnh chính phải chỉ ra đối với nấc điều chỉnh nào mà nhà chế tạo phải bảo hành các tổn thất có tải. Các tổn thất có tải này ứng với các giá trị dòng điện nấc điều chỉnh liên quan. Giới hạn độ tăng nhiệt có hiệu lực cho tất cả các nấc điều chỉnh, tại công suất, điện áp, dòng điện nấc điều chỉnh thích hợp.

Thử nghiệm điển hình độ tăng nhiệt, nếu có qui định, chỉ phải thực hiện trên một nấc điều chỉnh. Nếu không có qui định khác thì nấc điều chỉnh phải là 'nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất' (thường đó là nấc điều chỉnh có tổn thất tải cao nhất). Tổng tổn thất đối với nấc điều chỉnh đã chọn là công suất thử nghiệm để xác định độ tăng nhiệt của dầu trong thử nghiệm độ tăng nhiệt, và dòng điện nấc điều chỉnh đối với nấc điều chỉnh này là dòng điện chuẩn để xác định độ tăng nhiệt của cuộn dây tăng cao hơn dầu. Để biết các thông tin về các thử nghiệm và qui tắc liên quan đến độ tăng nhiệt của máy biến áp loại ngâm trong dầu (xem TCVN 6306-2 (IEC 60076-2)).

Về nguyên tắc, thử nghiệm điển hình về độ tăng nhiệt phải chứng tỏ rằng thiết bị làm mát là đủ để tản nhiệt của tổn thất tổng lớn nhất trên bất kỳ nấc điều chỉnh nào và độ tăng nhiệt xung quanh các cuộn dây, ở bất kỳ nấc điều chỉnh nào không vượt quá giá trị lớn nhất qui định.

Mục đích ở về thứ hai thường yêu cầu lựa chọn 'nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất' đối với thử nghiệm. Nhưng lượng tổn thất tổng phải được đưa vào để xác định độ tăng nhiệt độ lớn nhất của dầu phải phù hợp với giá trị cao nhất của bất kỳ nấc điều chỉnh nào, ngay cả khi đó không phải là nấc điều chỉnh đang thử nghiệm (xem thêm 5.2 của TCVN 6306-2 (IEC 60076-2)).

6 Ký hiệu thể hiện cách đấu nối và sự lệch pha đối với máy biến áp ba pha

Kiểu nối sao, tam giác hoặc zigzag của các cuộn dây pha của máy biến áp ba pha hoặc các cuộn dây có cùng điện áp của các máy biến áp một pha kết hợp thành tổ máy biến áp ba pha, được chỉ ra bằng các chữ in hoa Y, D hoặc Z đối với cuộn dây điện áp cao (HV) và chữ nhỏ y, d hoặc z đối với cuộn dây điện áp trung gian hoặc cuộn dây điện áp thấp (LV). Nếu điểm trung tính của cuộn dây nối sao hoặc nối zigzag được đưa ra ngoài phải đánh dấu là YN (yn) hoặc ZN (zn) tương ứng.

Cuộn dây hở trong máy biến áp ba pha (không được nối chung với nhau trong máy biến áp nhưng các đầu ra của mỗi cuộn dây pha được đưa ra các cực) được đánh dấu là III (HV), hoặc iii (cuộn dây điện áp trung gian hoặc cuộn dây điện áp thấp).

TCVN 6306-1: 2006

Đối với cặp cuộn dây nối tự ngẫu, ký hiệu của cuộn dây điện áp thấp được thay bằng chữ 'auto' hoặc 'a', ví dụ 'YNauto' hoặc 'YNa' hoặc 'YNa0', 'ZNa11'.

Các ký hiệu bằng chữ dùng cho các cuộn dây khác nhau của máy biến áp được ghi lại theo thứ tự giảm dần của điện áp danh định. Chữ tương ứng với kiểu đấu nối của cuộn dây và cuộn dây điện áp thấp và điện áp trung gian được ghi ngay sau góc lệch pha 'chỉ số giờ' (xem định nghĩa 3.10.6). Ba ví dụ được chỉ ra dưới đây và được biểu thị ở hình 2.

Khi có cuộn dây ổn định (cuộn dây nối tam giác và không có cực đưa ra cho phụ tải ba pha bên ngoài) được chỉ ra bằng ký hiệu '+d', ngay sau ký hiệu cuộn dây có thể mang tải.

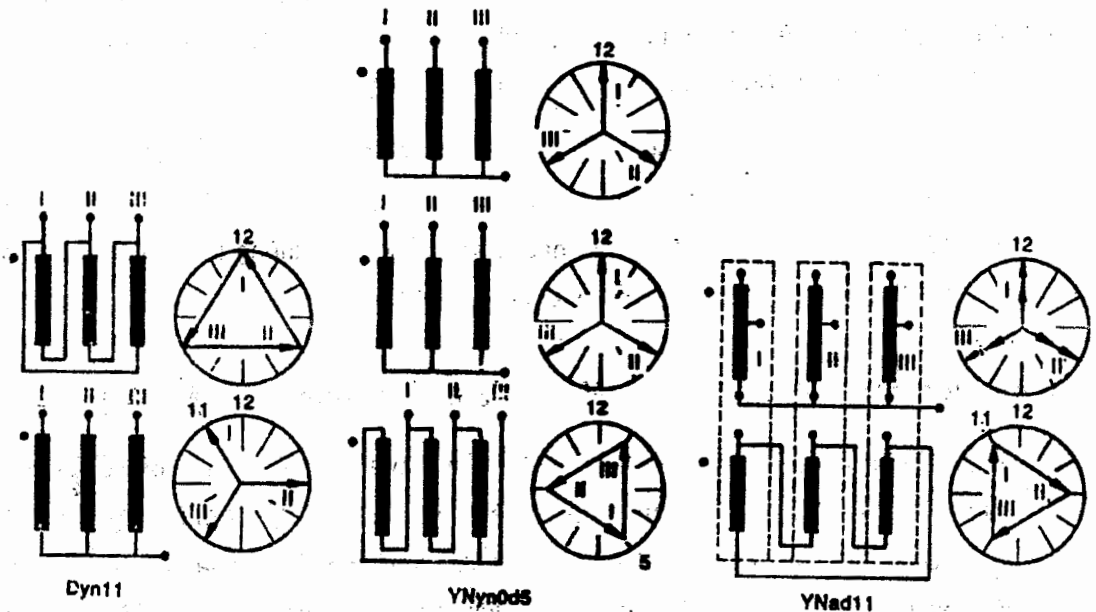
Nếu máy biến áp có qui định cách đấu nối thay đổi được (nối tiếp-song song hoặc Y-D), cả hai cách đấu nối đều phải được ghi lại, kèm theo điện áp danh định tương ứng được chỉ ra bằng ví dụ sau:

220(110)/10,5 kV YN(YN)d11
 110/11(6,35) kV YNy0(d11)

Thông tin đầy đủ được cho trong tám thông số đặc trưng (xem 7.2 e)).

Các ví dụ về cách đấu nối thông dụng cùng với sơ đồ đấu nối được chỉ ra ở phụ lục D.

Các sơ đồ cùng với cách ghi nhận các cực và chỉ dẫn có máy biến dòng lắp trong, khi sử dụng, có thể được ghi trên tám thông số đặc trưng cùng với thông tin bằng chữ được qui định trong điều 7.



Hình 2 - Cách biểu diễn các ký hiệu 'chỉ số giờ' - ba ví dụ.

Các qui ước sau đây về cách ký hiệu được áp dụng.

Sơ đồ đấu nối thể hiện cuộn dây điện áp cao ở trên, và cuộn dây điện áp thấp ở dưới. (Hướng của điện áp cảm ứng phải được chỉ ra.)

Sơ đồ vectơ cuộn dây điện áp cao hướng theo pha I chỉ 12 giờ. Vectơ của pha I của cuộn dây điện áp thấp hướng theo quan hệ điện áp cảm ứng sinh ra từ cách đấu nối trên.

Chiều quay của sơ đồ vectơ ngược chiều kim đồng hồ, theo thứ tự I-II-III.

CHÚ THÍCH: Cách đánh số này là tùy ý. Ghi nhãn các đầu nối trên máy biến áp theo thói quen của từng nước.

Ví dụ 1

Máy biến áp phân phối có cuộn dây điện áp cao 20 kV, nối tam giác. Cuộn dây điện áp thấp là 400 V nối sao có trung tính đưa ra ngoài. Cuộn dây điện áp thấp (LV) chậm sau cuộn dây điện áp cao (HV) 330°.

Ký hiệu: Dyn11

Ví dụ 2

Máy biến áp ba cuộn dây: 123 kV nối sao có trung tính đưa ra ngoài. 36 kV nối sao có trung tính đưa ra ngoài, cùng pha với cuộn dây cao áp nhưng không nối tự ngẫu. 7,2 kV nối tam giác, chậm sau 150°.

Ký hiệu: YNyn0d5

Ví dụ 3

Một nhóm ba máy biến áp tự ngẫu một pha

$\frac{400}{\sqrt{3}} / \frac{130}{\sqrt{3}}$ kV có cuộn dây thứ ba 22 kV.

Các cuộn dây tự đấu nối được nối hình sao, còn các cuộn dây thứ ba nối tam giác. Vectơ chỉ pha của cuộn dây đấu tam giác chậm sau vectơ chỉ pha cuộn dây điện áp cao 330°.

Ký hiệu: YNautod11 hoặc YNad11

Ký hiệu này cũng giống như máy biến áp tự ngẫu ba pha mà bên trong có cùng cách đấu nối.

Nếu cuộn dây nối tam giác không nối vào ba đầu nối pha mà chỉ được dùng như cuộn dây ổn định, ký hiệu phải chỉ ra điều này bằng dấu cộng. Không có ký hiệu lệch pha áp dụng cho cuộn dây ổn định.

Ký hiệu: YNauto+d.

7 Tấm thông số đặc trưng

Máy biến áp phải có tấm thông số đặc trưng làm bằng vật liệu chịu được thời tiết, gắn vào vị trí dễ thấy, chỉ ra các hạng mục phù hợp dưới đây. Các điều ghi trên tấm này phải không thể tẩy xóa được.

7.1 Thông tin cần cho mọi trường hợp

- a) Loại máy biến áp (ví dụ máy biến áp, máy biến áp tự ngẫu, máy biến áp kích áp, v.v...).
- b) Số hiệu tiêu chuẩn.
- c) Tên nhà chế tạo.
- d) Số seri của nhà chế tạo.
- e) Năm sản xuất.
- f) Số pha.
- g) Công suất danh định (tính bằng kVA hoặc MVA). (Đối với máy biến áp nhiều cuộn dây, phải nêu công suất danh định của mỗi cuộn dây. Tổ hợp phụ tải phải được chỉ ra trừ khi công suất danh định của một trong các cuộn dây là tổng công suất danh định của các cuộn dây khác).
- h) Tần số danh định (tính bằng Hz).
- i) Điện áp danh định (tính bằng V hoặc kV) và dải điều chỉnh.
- j) Dòng điện danh định (tính bằng A hoặc kA).
- k) Ký hiệu đấu nối.
- l) Trở kháng ngắn mạch, giá trị đo được tính bằng phần trăm. Đối với máy biến áp nhiều cuộn dây, phải nêu một số trở kháng cho tổ hợp khác nhau của hai cuộn dây với giá trị công suất chuẩn tương ứng. Đối với máy biến áp có cuộn dây có nấc điều chỉnh, xem thêm điều 5.5 và điểm b) của 7.2.
- m) Kiểu làm mát. (Nếu máy biến áp ấn định một số phương pháp làm mát, thì giá trị công suất tương ứng có thể biểu thị bằng phần trăm của công suất danh định, ví dụ ONAN/ONAF 70/100 %.)
- n) Khối lượng tổng.
- o) Khối lượng của dầu cách điện.

Nếu máy biến áp có từ hai bộ thông số đặc trưng trở lên, thì tùy thuộc vào các cách đấu nối khác nhau của cuộn dây cho phép cụ thể trong thiết kế, các thông số bổ sung phải được nêu trong tấm thông số đặc trưng, hoặc các tấm thông số đặc trưng riêng phải phù hợp cho mỗi trường hợp.

7.2 Thông tin bổ sung, nếu có, cần được nêu ra.

- a) Đối với máy biến áp có một hoặc nhiều cuộn dây có 'điện áp cao nhất dùng cho thiết bị' U_m bằng hoặc lớn hơn 3,6 kV:
 - cách ký hiệu ngắn của mức cách điện (điện áp chịu thử) như mô tả trong điều 5 của TCVN 6306-3 (IEC 60076-3).

b) Đối với máy biến áp có cuộn dây có nấc điều chỉnh, các đặc điểm cụ thể về các nấc điều chỉnh như sau:

- đối với máy biến áp có dải điều chỉnh không quá $\pm 5\%$: đưa ra các điện áp nấc điều chỉnh trên cuộn dây có nấc điều chỉnh đối với tất cả các nấc điều chỉnh. Điều này áp dụng đặc biệt cho máy biến áp phân phối;
- đối với máy biến áp có dải điều chỉnh quá $\pm 5\%$: đưa ra một bảng về điện áp, dòng điện, công suất nấc điều chỉnh đối với tất cả các nấc điều chỉnh. Ngoài ra, giá trị trở kháng ngắn mạch đối với nấc điều chỉnh chính và ít nhất là các nấc điều chỉnh biên phải được chỉ ra, nên tính bằng ôm cho mỗi pha đối với cuộn dây xác định.

c) Độ tăng nhiệt của điểm cao nhất của dầu và cuộn dây (nếu không phải giá trị bình thường). Khi máy biến áp được qui định để lắp đặt ở độ cao so với mực nước biển là lớn thì phải chỉ ra điều này cùng với thông tin về dữ liệu độ tăng nhiệt được giảm trong điều kiện bình thường của môi trường xung quanh hoặc về phụ tải giảm bớt mà sẽ dẫn đến độ tăng nhiệt bình thường tại độ cao lớn (máy biến áp chuẩn có khả năng làm mát bình thường).

d) Chất lỏng cách điện, nếu không phải là dầu khoáng.

e) Sơ đồ đấu nối (trong các trường hợp mà ký hiệu đấu nối không cho đầy đủ thông tin cho cách đấu nối bên trong). Nếu cách đấu nối có thể thay đổi bên trong máy biến áp, điều này phải được chỉ ra trong tấm thông số đặc trưng riêng hoặc có tấm thông số đặc trưng kép. Phải chỉ ra cách đấu nối nào đã được thực hiện tại xưởng chế tạo.

f) Khối lượng vận chuyển (đối với các máy biến áp có tổng khối lượng lớn hơn 5 tấn).

g) Khối lượng ruột máy (đối với các máy biến áp có tổng khối lượng lớn hơn 5 tấn).

h) Khả năng chịu độ chân không của thùng máy và của bình chứa dầu.

Ngoài tấm thông số đặc trưng chính với các thông tin nêu trên, máy biến áp còn mang các tấm có đặc trưng và nhân dạng của các thiết bị phụ trợ theo các tiêu chuẩn cho các thiết bị này (sứ xuyên, bộ chuyển đổi theo nấc, máy biến dòng điện, thiết bị làm mát đặc biệt).

8 Các yêu cầu khác

8.1 Kích cỡ của đầu nối trung tính

Dây trung tính và đầu nối của máy biến áp được thiết kế để mang tải giữa dây pha và dây trung tính (ví dụ, máy biến áp phân phối) phải có kích thước phù hợp với dòng điện tải và dòng điện chạm đất (xem IEC 60076-8).

Dây trung tính và đầu nối trung tính của máy biến áp không được thiết kế để mang tải giữa dây pha và trung tính phải được định kích cỡ để chịu được dòng điện chạm đất.

8.2 Hệ thống chứa dầu

Đối với các máy biến áp ngâm trong dầu, loại hệ thống chứa dầu phải được **qui định** trong bản yêu cầu và đơn đặt hàng. Hệ thống chứa dầu được chia thành các loại sau:

- Hệ thống thông hơi tự do hoặc hệ thống bảo toàn trong trường hợp có sự lưu thông tự do giữa không khí môi trường và không khí trên bề mặt lớp dầu ở trong thùng máy hoặc trong bình dầu phụ riêng biệt (hệ thống bảo toàn). Bộ hút ẩm thường được lắp ở chỗ nối đến không khí bên ngoài.
- Hệ thống bảo toàn dầu kiểu màng chắn đặt ở chỗ mà có giãn nở về thể tích của không khí ở áp suất khí quyển bên trên lớp dầu nhưng ngăn chặn tiếp xúc trực tiếp với dầu bằng màng chắn dẻo hoặc bằng túi mềm.
- Hệ thống khí trơ có áp suất, trong đó thể tích giãn nở ở trên lớp dầu chứa đầy khí trơ không có áp suất dư yếu và được nối liền với một nguồn áp lực không chế được hoặc nối liền với một túi mềm đàn hồi.
- Hệ thống vỏ máy kín có một đệm khí, trong đó thể tích khí trên bề mặt lớp dầu trong vỏ cứng để hấp thụ sự giãn nở do thay đổi áp lực.
- Hệ thống kín đầy dầu, trong đó dầu giãn nở được chuyển động nhờ sự đàn hồi của vỏ máy, thông thường có hình lượn sóng và thường xuyên kín.

8.3 Loại bỏ phụ tải trên máy biến áp nối vào máy phát

Máy biến áp, được thiết kế để nối trực tiếp vào máy phát theo cách mà máy biến áp có thể ở điều kiện loại bỏ phụ tải, phải chịu 1,4 lần điện áp danh định trong 5 s tại các đầu nối của máy biến áp mà máy phát được nối vào.

9 Dung sai

Đặc biệt với các máy biến áp có nhiều cuộn dây và có công suất lớn, điện áp danh định tương đối thấp, không phải lúc nào cũng có thể đảm bảo đến mức chính xác tỷ số vòng dây tương ứng với tỷ số điện áp danh định. Cũng có thể có các đại lượng khác không thể khảo sát chính xác tại thời điểm đấu thầu hoặc phải chịu chế tạo và đo không được đảm bảo.

Vì vậy cần phải có dung sai cho các giá trị bảo đảm.

Bảng 1 đưa ra các dung sai có thể áp dụng cho một số đại lượng danh định và các đại lượng khác khi chúng là đối tượng để nhà chế tạo bảo hành như trong tiêu chuẩn này. Khi dung sai về một phía nào đó không có thì không hạn chế giá trị về phía đó.

Máy biến áp được xem là phù hợp với tiêu chuẩn này khi các đại lượng có qui định dung sai không nằm ngoài các dung sai đã cho trong bảng 1.

Bảng 1 -- Dung sai

Hạng mục	Dung sai
1. a) Tổng tổn thất Xem chú thích 1 b) Tổn thất thành phần Xem chú thích 1	+10% của tổng tổn thất +15 % của mỗi tổn thất thành phần với điều kiện là dung sai đối với tổng tổn thất không bị vượt quá.
2. Tỷ số điện áp không tải tại nấc điều chỉnh chính đối với cặp cuộn dây đầu tiên đã qui định Tỷ số điện áp trên các nấc điều chỉnh khác, của cùng cặp cuộn dây đó Tỷ số điện áp của các cặp cuộn dây khác	Giá trị nhỏ hơn của các giá trị dưới đây: a) $\pm 0,5 \%$ của tỷ số công bố b) $\pm 1/10$ của trở kháng phần trăm thực trên nấc điều chỉnh chính Theo thỏa thuận, nhưng không nhỏ hơn giá trị nhỏ hơn của các giá trị a) và b) ở trên. Theo thỏa thuận, nhưng không nhỏ hơn giá trị nhỏ hơn của các giá trị a) và b) ở trên.
3. Trở kháng ngắn mạch cho: - máy biến áp có hai cuộn dây riêng biệt nhau, - mỗi cặp cuộn dây qui định đầu tiên riêng biệt ở máy biến áp nhiều cuộn dây a) nấc điều chỉnh chính b) nấc điều chỉnh khác của cặp cuộn dây	Khi giá trị trở kháng $\geq 10 \%$ $\pm 7,5 \%$ của giá trị công bố Khi giá trị trở kháng $< 10 \%$ $\pm 10 \%$ của giá trị công bố Khi giá trị trở kháng $\geq 10 \%$ $\pm 10 \%$ của giá trị công bố Khi giá trị trở kháng $< 10 \%$ $\pm 15 \%$ của giá trị công bố
4. Trở kháng ngắn mạch cho: - cặp cuộn dây tự đấu nối, hoặc - một cặp cuộn dây qui định thứ hai tách biệt nhau của một máy biến áp nhiều cuộn dây. a) nấc điều chỉnh chính b) nấc điều chỉnh khác của cặp cuộn dây đó - các cặp cuộn dây khác	$\pm 10 \%$ của giá trị công bố $\pm 15 \%$ của giá trị công bố đối với nấc điều chỉnh đó. Theo thỏa thuận nhưng $\geq 15 \%$
5. Dòng điện không tải	+30 % của giá trị công bố

CHÚ THÍCH 1: Dung sai về tổn thất của máy biến áp nhiều cuộn dây áp dụng cho từng các cặp cuộn dây trừ khi trong giấy bảo hành chỉ ra rằng chúng được áp dụng cho điều kiện phụ tải cho trước.

CHÚ THÍCH 2: Với một số máy biến áp tự ngẫu và máy biến áp kích áp, trở kháng nhỏ cần cân đối cho một dung sai rộng hơn. Các máy biến áp có dải điều chỉnh lớn, đặc biệt là đối với máy biến áp mà dải điều chỉnh không đối xứng, cũng có thể đòi hỏi sự cân nhắc đặc biệt. Mặt khác, ví dụ, khi máy biến áp được tổ hợp từ các đơn vị có sẵn từ trước, có thể phải chứng minh để xác định và đi đến thỏa thuận về dung sai trở kháng hẹp hơn. Các vấn đề của dung sai đặc biệt cần lưu ý khi đấu thầu, và dung sai đã xem xét lại phải được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

CHÚ THÍCH 3: 'Giá trị công bố' phải được hiểu là giá trị do nhà chế tạo công bố.

10 Thử nghiệm

10.1 Yêu cầu chung đối với thử nghiệm thường xuyên, thử nghiệm điển hình và thử nghiệm đặc biệt

Các máy biến áp phải chịu thử nghiệm như qui định dưới đây.

Các thử nghiệm phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường trong phạm vi từ 10 °C đến 40 °C và với nước làm mát (nếu yêu cầu) tại nhiệt độ không quá 25 °C.

Các thử nghiệm phải được thực hiện tại xưởng của nhà chế tạo, nếu không có thỏa thuận khác giữa nhà chế tạo và người mua.

Tất cả các linh kiện và phụ kiện bên ngoài mà có thể gây ảnh hưởng đến tính năng của máy biến áp trong thử nghiệm phải được lắp đầy đủ vào máy.

Cuộn dây có nắp điều chỉnh phải được nối ở nắp điều chỉnh chính của chúng, trừ khi thử nghiệm liên quan yêu cầu khác hoặc nếu không có thỏa thuận khác giữa nhà chế tạo và người mua.

Cơ sở thử nghiệm đối với tất cả các đặc tính khác với đặc tính cách điện là điều kiện danh định, trừ khi qui định thử nghiệm chỉ ra khác.

Toàn bộ hệ thống đo dùng cho thử nghiệm phải được công nhận, có độ chính xác rõ ràng và phải được hiệu chuẩn định kỳ theo qui tắc của TCVN ISO 9001.

CHÚ THÍCH: Các yêu cầu đặc trưng về độ chính xác và kiểm định hệ thống đo hiện đang được xem xét (xem IEC 60076-8).

Khi có yêu cầu các kết quả thử nghiệm phải hiệu chỉnh về nhiệt độ chuẩn thì nhiệt độ chuẩn là:

- đối với máy biến áp ngâm trong dầu: 75 °C;
- đối với máy biến áp khô: theo các yêu cầu chung cho thử nghiệm trong IEC 60076-11.

10.1.1 Thử nghiệm thường xuyên

- a) Đo điện trở cuộn dây (10.2).
- b) Đo tỷ số điện áp và kiểm tra độ lệch pha (10.3).
- c) Đo trở kháng ngắn mạch và tổn thất có tải (10.4).
- d) Đo tổn thất không tải và dòng điện không tải (10.5).
- e) Các thử nghiệm thường xuyên của điện môi TCVN 6306-3 (IEC 60076-3).
- f) Các thử nghiệm trên bộ chuyển đổi theo nắp khi có tải, nếu cần (10.8).

10.1.2 Thử nghiệm điển hình

- a) Thử nghiệm độ tăng nhiệt TCVN 6306-2 (IEC 60076-2).

b) Thử nghiệm điển hình của điện môi TCVN 6306-3 (IEC 60076-3).

10.1.3 Thử nghiệm đặc biệt

- a) Thử nghiệm đặc biệt của điện môi TCVN 6306-3 (IEC 60076-3).
- b) Xác định điện dung cuộn dây với đất và giữa các cuộn dây.
- c) Xác định đặc tính truyền điện áp quá độ.
- d) Đo (các) trở kháng thứ tự không của máy biến áp ba pha (10.7).
- e) Thử nghiệm khả năng chịu ngắn mạch TCVN 6306-5 (IEC 60076-5).
- f) Xác định mức ồn (IEC 60076-10).
- g) Đo các sóng hài của dòng điện không tải (10.6).
- h) Đo công suất tiêu thụ của các động cơ bơm dầu và quạt.
- i) Đo điện trở cách điện với đất của các cuộn dây, và/hoặc đo hệ số tổn thất (tg δ) của điện dung hệ thống cách điện. (Đó là các giá trị chuẩn để so sánh với giá trị đo được sau đó tại hiện trường. Tiêu chuẩn này không nêu các giới hạn cho các giá trị này.)

Nếu phương pháp thử nghiệm không được nêu trong tiêu chuẩn này, hoặc nếu các thử nghiệm khác các thử nghiệm được liệt kê ở trên được qui định trong hợp đồng thì các phương pháp thử nghiệm này phải theo thỏa thuận.

10.2 Đo điện trở cuộn dây

10.2.1 Qui định chung

Điện trở của mỗi cuộn dây, các đầu nối giữa chúng phải được đo và nhiệt độ của các cuộn dây phải được ghi lại. Phải dùng dòng điện một chiều cho phép đo này.

Trong tất cả các phép đo điện trở, cần chú ý để giảm các ảnh hưởng của tự cảm đến mức tối thiểu.

10.2.2 Máy biến áp loại khô

Trước khi đo, máy biến áp phải để ở trạng thái không mang điện ở nhiệt độ môi trường không đổi trong ít nhất 3 h.

Điện trở và nhiệt độ của cuộn dây phải được đo cùng một lúc. Nhiệt độ cuộn dây phải được đo bằng cảm biến đặt tại vị trí tiêu biểu, tốt nhất là đặt trong các cuộn dây, ví dụ như trong một khe giữa cuộn dây điện áp cao và cuộn dây điện áp thấp.

10.2.3 Máy biến áp loại ngâm trong dầu

Sau khi máy biến áp không mang điện ngâm trong dầu 3 h, phải xác định nhiệt độ dầu trung bình và nhiệt độ của cuộn dây phải được xem là bằng nhiệt độ dầu trung bình. Nhiệt độ dầu trung bình được lấy bằng trung bình của nhiệt độ điểm trên cùng và điểm dưới cùng của dầu.

Trong khi đo điện trở nguội để xác định độ tăng nhiệt, phải thực hiện các nỗ lực đặc biệt để xác định chính xác nhiệt độ trung bình của cuộn dây. Vì vậy, chênh lệch nhiệt độ giữa điểm trên cùng và điểm dưới cùng của dầu phải nhỏ. Để đạt được kết quả này nhanh hơn, có thể dùng bơm để cho dầu tuần hoàn.

10.3 Đo tỷ số điện áp và kiểm tra độ lệch pha

Tỷ số điện áp phải được đo trên mỗi nấc điều chỉnh. Phải được kiểm tra cực tính của các máy biến áp một pha và ký hiệu đầu nối của máy biến áp ba pha.

10.4 Đo trở kháng ngắn mạch và tổn thất có tải

Trở kháng ngắn mạch và tổn thất có tải của cặp cuộn dây phải được đo tại tần số danh định với điện áp xấp xỉ hình sin đặt vào các đầu nối của một cuộn dây, với các đầu nối của cuộn dây còn lại nối tắt, và để hở mạch với các cuộn dây khác, nếu có. (Để chọn nấc điều chỉnh cho thử nghiệm, xem 5.5 và 5.6). Dòng điện cung cấp phải bằng dòng điện danh định liên quan (dòng điện nấc điều chỉnh) nhưng không được nhỏ hơn 50 %. Phép đo cần được thực hiện nhanh chóng để độ tăng nhiệt đó không gây ra các sai số đáng kể. Chênh lệch nhiệt độ giữa điểm cao nhất và điểm thấp nhất của dầu phải đủ nhỏ để cho phép xác định chính xác nhiệt độ trung bình. Nếu hệ thống làm mát là OF hoặc OD, có thể dùng bơm để trộn lẫn dầu.

Giá trị đo của tổn thất có tải phải nhân với bình phương của tỷ số dòng điện danh định (dòng điện nấc điều chỉnh) và dòng điện thử nghiệm. Giá trị đạt được cần phải được qui về nhiệt độ chuẩn (10.1). Tổn thất I^2R (R là điện trở đo bằng dòng điện một chiều) được lấy khi thay đổi trực tiếp điện trở cuộn dây và tất cả các tổn thất khác thay đổi ngược với điện trở cuộn dây. Cách đo điện trở cuộn dây phải được thực hiện theo 10.2. Qui trình hiệu chỉnh nhiệt độ được nêu trong phụ lục E.

Trở kháng ngắn mạch được thể hiện bằng điện kháng và điện trở xoay chiều nối tiếp nhau. Trở kháng này được qui về nhiệt độ chuẩn với giả thiết rằng điện kháng là hằng số và điện trở xoay chiều sinh ra từ tổn thất có tải thay đổi như trình bày ở trên.

Ở máy biến áp có cuộn dây có nấc điều chỉnh với dải điều chỉnh vượt quá $\pm 5\%$, trở kháng ngắn mạch phải được đo trên nấc điều chỉnh chính và hai nấc điều chỉnh biên.

Ở máy biến áp có ba cuộn dây, cách đo được thực hiện trên ba tổ hợp hai cuộn dây khác nhau. Kết quả được tính lại bằng cách xem xét trở kháng và tổn thất của mỗi cuộn dây riêng (xem IEC 60076-8). Tổn thất tổng của các trường hợp mang tải qui định gồm tất cả các cuộn dây này được xác định một cách tương ứng.

CHÚ THÍCH 1: Đối với các máy biến áp có hai cuộn dây thứ cấp có cùng công suất danh định và điện áp danh định và trở kháng bằng với cuộn sơ cấp (đôi khi gọi là 'máy biến áp có cuộn dây thứ cấp kép'), có thể thỏa thuận để khảo sát trường hợp phụ tải đối xứng theo một thử nghiệm thêm bằng cách nối tắt đồng thời hai cuộn dây thứ cấp.

CHÚ THÍCH 2: Cách đo tổn thất có tải trên máy biến áp lớn đòi hỏi phải thận trọng và với thiết bị đo tốt vì máy biến áp lớn có hệ số công suất thấp và dòng điện thử nghiệm thường lớn. Việc hiệu chỉnh đối với các sai số máy biến áp đo lường và đối với điện trở của các mạch nối thử nghiệm phải được áp dụng trừ khi chúng thực sự không đáng kể (xem IEC 60076-8).

10.5 Đo tổn thất và dòng điện không tải

Tổn thất không tải và dòng điện không tải phải được đo trên một trong các cuộn dây ở tần số danh định và ở điện áp tương ứng với điện áp danh định nếu thử nghiệm được thực hiện ở nấc điều chỉnh chính, hoặc tương ứng với điện áp nấc điều chỉnh nếu thử nghiệm được thực hiện trên nấc điều chỉnh khác. Cuộn dây hoặc các cuộn dây còn lại phải để hở mạch và bất kỳ cuộn dây nào nối tam giác hở thì phải đấu nối theo tam giác kín.

Máy biến áp phải ở xấp xỉ nhiệt độ môi trường nhà máy chế tạo.

Đối với máy biến áp ba pha, việc chọn cuộn dây và cách đấu nối với nguồn công suất thử nghiệm phải được thực hiện để cung cấp điện áp hình sin và đối xứng đến mức có thể qua ba lõi có dây quấn.

Điện áp thử nghiệm phải được điều chỉnh bằng một vônmet đo giá trị trung bình của điện áp nhưng phải được khắc độ để đọc được giá trị hiệu dụng của điện áp hình sin có cùng giá trị trung bình. Giá trị đọc được từ vônmet này là U'.

Đồng thời, vônmet đo giá trị hiệu dụng của điện áp phải được nối song song với vônmet đo giá trị trung bình và điện áp U mà vônmet này chỉ phải được ghi lại.

Khi thử nghiệm máy biến áp ba pha, phải đo điện áp giữa các đầu nối pha, nếu cuộn dây nối tam giác được đóng điện và giữa đầu nối pha và đầu nối trung tính nếu cuộn dây nối YN hoặc ZN được đóng điện.

Dạng sóng điện áp thử nghiệm là thỏa mãn nếu giá trị đọc U' và U là bằng nhau với dung sai trong phạm vi 3 %.

CHÚ THÍCH: Nhận thấy rằng các máy biến áp một pha công suất lớn thường đòi hỏi điều kiện mang tải nặng nề nhất đối với độ chính xác của nguồn điện áp thử nghiệm.

Tổn thất không tải đo được là P_m, và tổn thất không tải hiệu chỉnh được lấy bằng:

$$P_o = P_m (1 + d)$$

$$d = \frac{U' - U}{U} \text{ (thường là âm)}$$

Nếu chênh lệch giữa các giá trị đọc từ vônmet lớn hơn 3 % thì hiệu lực của thử nghiệm cần được thỏa thuận.

Giá trị hiệu dụng của dòng điện không tải được đo đồng thời với tổn thất. Đối với máy biến áp ba pha, phải lấy giá trị đọc trung bình của ba pha.

TCVN 6306-1: 2006

CHÚ THÍCH: Khi chọn địa điểm thử nghiệm không tải theo qui trình thử nghiệm hoàn chỉnh, nên chú ý là các phép đo tổn thất không tải tiến hành trước các thử nghiệm xung và/hoặc thử nghiệm độ tăng nhiệt nói chung là có tính đại diện của mức tổn thất trung bình khi máy vận hành trong thời gian dài. Phép đo sau các thử nghiệm khác đôi khi cho thấy các giá trị cao hơn do sự nhô ra giữa các rìa của phiến mỏng trong thử nghiệm xung, v.v... Các phép đo này ít mang tính đại diện cho các tổn thất khi máy vận hành.

10.6 Đo sóng hài của dòng điện không tải

Các sóng hài của dòng điện không tải được đo trên cả ba pha và biên độ của sóng hài được biểu diễn bằng phần trăm của thành phần cơ bản.

10.7 Đo (các) trở kháng thứ tự không trên máy biến áp ba pha

Trở kháng thứ tự không được đo tại tần số danh định giữa các đầu nối pha của cuộn dây nối sao hoặc nối ziczac nối với nhau, và đầu nối trung tính của nó. Trở kháng này được tính bằng ôm cho mỗi pha và được tính bằng $3 U/I$, trong đó U là điện áp thử nghiệm và I là dòng điện thử nghiệm.

Phải nêu dòng điện thử nghiệm mỗi pha là $I/3$.

Phải đảm bảo rằng dòng điện trong dây trung tính tương ứng với khả năng mang dòng của dây trung tính đó.

Trong trường hợp máy biến áp có cuộn dây nối tam giác phụ, giá trị của dòng điện thử nghiệm phải sao cho dòng điện trong cuộn dây nối tam giác đó không được quá lớn, có tính đến thời gian duy trì dòng điện.

Nếu không có cuộn dây cân bằng các ampe vòng trong hệ thống thứ tự không, ví dụ trong máy biến áp nối sao-sao không có cuộn dây nối tam giác, điện áp đặt vào không được vượt quá điện áp pha trung tính khi hoạt động bình thường. Dòng điện trên dây trung tính và thời gian duy trì phải được giới hạn để tránh quá nhiệt độ của phần cấu tạo bằng kim loại.

Trong trường hợp máy biến áp có nhiều hơn một cuộn dây nối sao có đầu nối trung tính, trở kháng thứ tự không phụ thuộc vào cách đấu nối (xem 3.7.3) và các thử nghiệm được thực hiện phải có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

Máy biến áp tự ngẫu có đầu nối trung tính dùng để nối đất cố định phải được xem như là các máy biến áp bình thường có hai cuộn dây nối sao. Vì vậy, cuộn dây nối tiếp và cuộn dây chung cũng tạo thành một mạch đo và riêng cuộn dây chung tạo thành một mạch đo khác. Các phép đo được thực hiện với dòng điện không vượt quá hiệu các dòng điện danh định giữa phía điện áp thấp và phía điện áp cao.

CHÚ THÍCH 1: Trong điều kiện không có cuộn dây cân bằng các ampe vòng, quan hệ giữa điện áp và dòng điện thường không tuyến tính. Trong trường hợp này, một số phép đo có giá trị dòng điện khác nhau có thể cho các thông tin hữu dụng.

CHÚ THÍCH 2: Trở kháng thứ tự không phụ thuộc vào sự bố trí vật lý của các cuộn dây và các mạch từ, do đó các phép đo tiến hành trên các cuộn dây khác nhau có thể không phù hợp với nhau.

10.8 Thử nghiệm trên các bộ chuyển đổi nấc điều chỉnh có tải

10.8.1 Thử nghiệm vận hành

Khi bộ chuyển đổi nấc điều chỉnh đã được lắp hoàn chỉnh vào máy biến áp, thứ tự thao tác sau đây phải được tiến hành không có sự cố:

- a) với máy biến áp không mang điện, có tám chu trình làm việc hoàn chỉnh (một chu trình làm việc đi từ một đầu của dải điều chỉnh đến đầu kia của dải điều chỉnh và quay ngược trở lại.)
- b) với máy biến áp không mang điện, và với điện áp phụ giảm bằng 85 % điện áp danh định của máy biến áp đó, có một chu trình làm việc hoàn chỉnh.
- c) với máy biến áp đã đóng điện ở điện áp và tần số danh định trong trạng thái không tải, có một chu trình làm việc hoàn chỉnh.
- d) với một cuộn dây nối tắt, dòng điện trong cuộn dây có nấc điều chỉnh càng gần dòng điện danh định càng tốt, mười thao tác chuyển đổi nấc điều chỉnh qua khoảng của hai nấc về mỗi phía, kể từ vị trí mà ở đó bộ lựa chọn thô hoặc bộ đổi chiều hoạt động hoặc bắt đầu từ nấc điều chỉnh giữa.

10.8.2 Thử nghiệm cách điện các mạch phụ

Sau khi bộ chuyển đổi nấc điều chỉnh đã được lắp vào máy biến áp, một thử nghiệm tần số công nghiệp phải được áp dụng cho các mạch phụ như qui định trong TCVN 6306-3 (IEC 60076-3).

11 Tương thích điện từ (EMC)

Máy biến áp điện lực phải được xem là các linh kiện thụ động đối với phát xạ và miễn nhiễm nhiễu điện từ.

CHÚ THÍCH 1: Một số thiết bị phụ có thể dễ bị ảnh hưởng bởi nhiễu điện từ.

CHÚ THÍCH 2: Các linh kiện thụ động không có khả năng gây ra các nhiễu điện từ và tính năng của chúng không thể bị ảnh hưởng bởi các nhiễu này.

Phụ lục A

(qui định)

Thông tin cần thiết trong bản yêu cầu và đơn đặt hàng

A.1 Các thông số đặc trưng và các dữ liệu chung

A.1.1 Thông tin thông thường

Các thông tin dưới đây phải được đưa ra trong mọi trường hợp

- a) Các qui định cụ thể mà máy biến áp phải tuân thủ.
- b) Loại máy biến áp, ví dụ như máy biến áp có cuộn dây riêng biệt, máy biến áp tự ngẫu hoặc máy biến áp kích áp.
- c) Máy biến áp một pha hoặc ba pha.
- d) Số pha của lưới điện.
- e) Tần số.
- f) Máy biến áp loại khô hoặc máy biến áp loại ngâm trong dầu. Nếu là loại ngâm dầu thì phải chỉ rõ đó là dầu khoáng hoặc là chất lỏng tổng hợp cách điện. Nếu là loại khô thì phải ghi cấp bảo vệ (xem IEC 60529).
- g) Loại trong nhà hoặc ngoài trời.
- h) Phương pháp làm mát.
- i) Công suất danh định của mỗi cuộn dây và đối với tải điều chỉnh quá $\pm 5\%$, cần nêu nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất qui định, nếu có.

Nếu máy biến áp được qui định có nhiều phương pháp làm mát thay đổi, các giá trị công suất thấp hơn tương ứng phải được qui định cùng với công suất danh định (tương ứng với phương pháp làm mát hiệu quả nhất).
- j) Điện áp danh định đối với mỗi cuộn dây.
- k) Đối với máy biến áp có nấc điều chỉnh:
 - cuộn dây nào là cuộn có nấc điều chỉnh, số lượng nấc điều chỉnh, và dải điều chỉnh hoặc bước điều chỉnh;
 - bộ chuyển đổi nấc điều chỉnh là loại 'có tải' hay 'cắt mạch';

nếu dải điều chỉnh quá $\pm 5\%$, cần nêu loại điều chỉnh điện áp, và vị trí nấc điều chỉnh dòng điện lớn nhất, nếu có, xem 5.4.
- l) Điện áp cao nhất đối với thiết bị (U_m) cho mỗi cuộn dây (về cách điện, xem TCVN 6306-3 (IEC 60076-3)).

- m) Phương pháp nối đất hệ thống (đối với mỗi cuộn dây).
- n) Mức cách điện (xem TCVN 6306-3 (IEC 60076-3)), đối với mỗi cuộn dây.
- o) Ký hiệu đấu nối và đấu nối trung tính, nếu có yêu cầu cho mỗi cuộn dây.
- p) Đặc điểm riêng về lắp đặt, lắp ráp, vận chuyển và bốc dỡ. Các hạn chế về kích thước và khối lượng.
- q) Chi tiết về điện áp nguồn cung cấp phụ (cho quạt và máy bơm, bộ chuyển đổi nấc điều chỉnh, báo động, v.v...).
- r) Các phụ tùng được yêu cầu và sự chỉ dẫn ở phía để dễ dàng đọc được đồng hồ, tấm thông số đặc trưng, bộ chỉ thị mức dầu, v.v...
- s) Loại hệ thống chứa dầu.
- t) Đối với máy biến áp nhiều cuộn dây, cần nêu các tổ hợp phụ tải công suất, khi cần thì chỉ rõ các công suất tác dụng và phản kháng riêng rẽ, đặc biệt với trường hợp máy biến áp tự ngẫu nhiều cuộn dây.

A.1.2 Các thông tin đặc biệt

Cũng có thể cần nêu các thông tin bổ sung sau đây:

- a) Nếu yêu cầu thử nghiệm điện áp xung sét, chỉ ra thử nghiệm có bao gồm thử nghiệm sóng cắt không (xem TCVN 6306-3 (IEC 60076-3)).
- b) Có yêu cầu có cuộn dây ổn định hay không và nếu có phải nêu phương pháp nối đất.
- c) Trở kháng ngắn mạch, hoặc dây trở kháng (xem phụ lục C). Đối với máy biến áp có nhiều cuộn dây, phải nêu tất cả các trở kháng qui định đối với các cặp cuộn dây (cùng với các thông số đặc trưng chuẩn liên quan nếu như các giá trị cho bằng phần trăm).
- d) Dung sai về tỷ số điện áp và trở kháng ngắn mạch chọn trong bảng 1, hoặc các sai khác với các giá trị đã cho trong bảng đó.
- e) Máy biến áp được nối trực tiếp với máy phát điện hoặc qua một thiết bị đóng cắt và có chịu điều kiện cắt tải hay không.
- f) Máy biến áp nối trực tiếp hoặc qua một đoạn dây ngắn của đường dây trên không vào thiết bị đóng cắt có cách điện bằng khí (GIS).
- g) Độ cao trên mực nước biển, nếu như quá 1 000 m (3 300 ft).
- h) Điều kiện nhiệt độ môi trường đặc biệt, (xem 1.2.1 b)) hoặc giới hạn về tuần hoàn không khí làm mát.
- i) Hoạt động động đất tại nơi lắp đặt cần xem xét cụ thể.
- j) Các giới hạn đặc biệt về không gian lắp đặt có thể ảnh hưởng đến các khoảng cách cách điện và vị trí các đầu nối của máy biến áp.

TCVN 6306-1: 2006

k) Dạng sóng của dòng điện phụ tải có biến dạng mạnh hay không. Dự kiến có một phụ tải ba pha không đối xứng hay không. Trong cả hai trường hợp trên cần nêu thật chi tiết.

l) Các máy biến áp phải chịu quá dòng thường xuyên; ví dụ các máy biến áp lò hoặc máy biến áp dùng cho thiết bị kéo.

m) Chi tiết về các quá tải thường xuyên theo chu kỳ đã dự kiến, ngoài các quá tải đã được đề cập ở 4.2 (để cho phép xây dựng các thông số đặc trưng của các phụ kiện của máy biến áp).

n) Các điều kiện làm việc ngoại lệ khác.

o) Nếu máy biến áp cho phép đổi nối cuộn dây thì phải chỉ ra cách đổi nối và việc đấu nối nào được yêu cầu khi xuất xưởng.

p) Các đặc tính ngắn mạch của lưới điện (biểu thị bằng công suất hoặc dòng điện ngắn mạch hoặc các dữ liệu về trở kháng của hệ thống) và các giới hạn có thể ảnh hưởng đến thiết kế của máy biến áp (xem TCVN 6306-5 (IEC 60076-5)).

q) Có phải đo mức ồn hay không (xem IEC 60076-10).

r) Sức chịu chân không của thùng máy biến áp và có thể là bình dầu phụ nếu yêu cầu một giá trị xác định.

s) Các thử nghiệm đặc biệt chưa đề cập đến ở trên mà có thể có yêu cầu.

A.2 Vận hành song song

Nếu yêu cầu vận hành song song với các máy biến áp đã có từ trước thì phải chỉ rõ và phải cho các thông tin sau đây về máy biến áp đã có:

a) Công suất danh định.

b) Tỷ số điện áp danh định.

c) Tỷ số điện áp tương ứng với nấc điều chỉnh không phải là nấc điều chỉnh chính.

d) Tổn thất có tải ở dòng điện danh định trên nấc điều chỉnh chính được qui về nhiệt độ chuẩn tương ứng.

e) Trở kháng ngắn mạch trên nấc điều chỉnh chính và ít nhất trên các nấc điều chỉnh biên, nếu dải điều chỉnh của cuộn dây có nấc điều chỉnh quá $\pm 5\%$.

f) Sơ đồ đấu nối, hoặc ký hiệu đấu nối hoặc cả hai.

CHÚ THÍCH: Ở các máy biến áp nhiều cuộn dây, thường đòi hỏi các thông tin phụ khác.

Phụ lục B

(lưu ý)

Các ví dụ về qui định kỹ thuật đối với các máy biến áp có nấc điều chỉnh**Ví dụ 1 – Điều chỉnh điện áp từ thông không đổi (CFVV)**

Máy biến áp ba pha có các thông số đặc trưng 66 kV/20 kV; 40 MVA và dải điều chỉnh là $\pm 10\%$ trên cuộn dây 66 kV với 11 vị trí điều chỉnh. Viết tắt là: $(66 \pm 5 \times 2\%) / 20 \text{ kV}$.

loại điều chỉnh điện áp:	CFVV
công suất danh định:	40 MVA
điện áp danh định:	66 kV/20 kV
cuộn dây có nấc điều chỉnh:	66 kV (dải điều chỉnh $\pm 10\%$)
số vị trí điều chỉnh:	11

Nếu máy biến áp phải có nấc điều chỉnh công suất giảm, ví dụ, từ nấc điều chỉnh -6% , thêm:

nấc điều chỉnh dòng điện tối đa: nấc -6%

Dòng điện nấc điều chỉnh của cuộn dây điện áp cao (HV) khi đó bị giới hạn ở mức 372 A từ nấc điều chỉnh -6% đến nấc điều chỉnh biên -10% , ở đó công suất nấc điều chỉnh giảm xuống còn 38,3 MVA.

Ví dụ 2 – Điều chỉnh điện áp từ thông thay đổi

Máy biến áp ba pha có các thông số đặc trưng 66 kV/6 kV, 20 MVA và dải điều chỉnh là $+15\%$, -5% trên cuộn dây điện áp cao nhưng có điện áp nấc điều chỉnh không đổi đối với cuộn dây điện áp cao và điện áp nấc điều chỉnh thay đổi đối với cuộn dây điện áp thấp, từ:

$$\frac{6}{0,95} = 6,32 \text{ kV đến } \frac{6}{1,15} = 5,22 \text{ kV}$$

loại điều chỉnh điện áp:	VFVV
công suất danh định:	20 MVA
điện áp danh định:	66 kV/ 6 kV
cuộn dây có nấc điều chỉnh:	66 kV (dải điều chỉnh $+15\%$, -5%)
số vị trí điều chỉnh:	13

điện áp nấc điều chỉnh của cuộn dây 6 kV: 6,32 kV, 6 kV, 5,22 kV

Nếu máy biến áp phải có nấc điều chỉnh công suất giảm, cần thêm, ví dụ:

nấc điều chỉnh dòng điện tối đa: nấc $+5\%$

TCVN 6306-1: 2006

'Dòng điện nấc điều chỉnh' của cuộn dây không có nấc điều chỉnh (LV) khi đó bị giới hạn ở mức 2 020 A từ nấc điều chỉnh + 5 % đến nấc điều chỉnh biên +15 %, ở đó công suất nấc điều chỉnh giảm xuống còn 18,3 MVA.

Ví dụ 3 – Điều chỉnh điện áp tổ hợp

Máy biến áp ba pha có thông số đặc trưng 160 kV/20 kV, 40 MVA và dải điều chỉnh $\pm 15\%$ trên cuộn dây 160 kV. Điểm chuyển đổi (nấc điều chỉnh có điện áp tối đa), là nấc + 6 %, và cũng có nấc điều chỉnh dòng điện tối đa trong vùng CFVV là -9% :

cuộn dây có nấc điều chỉnh: 160 kV, dải điều chỉnh $\pm 10 \times 1,5\%$.

Nấc điều chỉnh	Tỷ số điện áp	Điện áp nấc điều chỉnh		Dòng điện nấc điều chỉnh		Công suất nấc điều chỉnh S, MVA
		U_{HT} kV	U_{BT} kV	I_{HT} A	I_{BT} A	
1 (+15 %)	9,20	169,6	18,43	125,6	1 155	36,86
7 (+ 6 %)	8,48	169,6	20	136,2	1 155	40
11 (0 %)	8	160	20	144,4	1 155	40
17 (- 9 %)	7,28	145,6	20	158,7	1 155	40
21 (- 15 %)	6,80	136	20	158,7	1 080	37,4

CHÚ THÍCH 1: Để hoàn chỉnh các dữ liệu đối với các nấc điều chỉnh trung gian, bảng trên đây có thể được sử dụng trên các tấm thông số đặc trưng.

CHÚ THÍCH 2: So sánh qui định này với qui định của CFVV là:

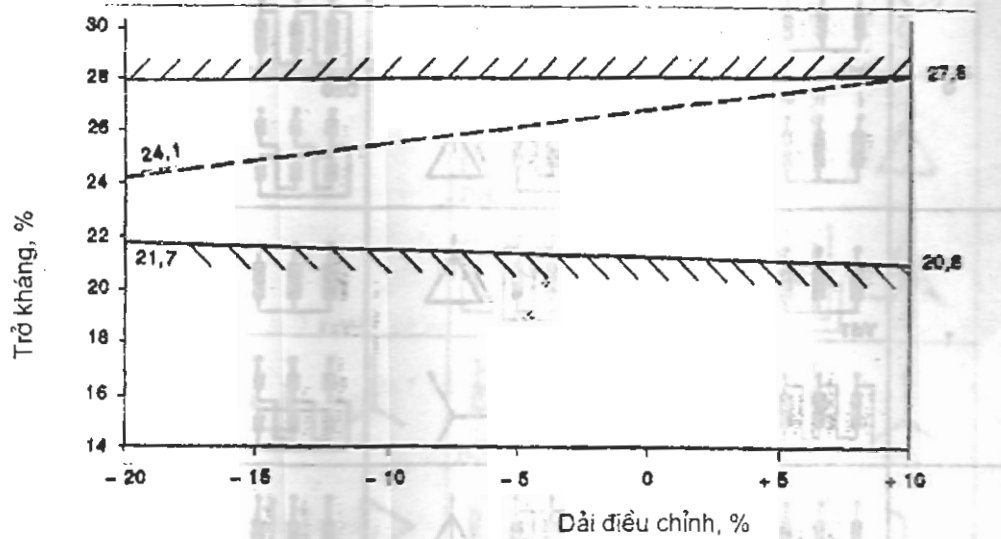
$$(160 \pm 15\%) / 20 \text{ kV} - 40 \text{ MVA}$$

Điều khác nhau là điện áp nấc điều chỉnh HV, theo ví dụ này, không quá "điện áp cao nhất của lưới" của lưới cao áp (HV) là 170 kV (giá trị tiêu chuẩn hoá của IEC). Đại lượng 'điện áp cao nhất dùng cho thiết bị' được đặc trưng bởi cách điện của cuộn dây, cũng là 170 kV (xem TCVN 6306-3 (IEC 60076-3)).

Phụ lục C

(tham khảo)

Quy định kỹ thuật của trở kháng ngắn mạch bằng các đường giới hạn



Giới hạn trên là giá trị không đổi của trở kháng ngắn mạch tính bằng phần trăm, được xác định bằng sự áp cho phép tại phụ tải qui định và hệ số công suất qui định.

Giới hạn dưới được xác định bằng quá dòng cho phép ở phía thứ cấp trong quá trình sự cố.

Đường chấm chấm là ví dụ về đường cong trở kháng ngắn mạch của máy biến áp thỏa mãn qui định này.

Hình C.1 – Ví dụ về qui định kỹ thuật của trở kháng ngắn mạch bằng các đường giới hạn

Phụ lục D

(tham khảo)

Các tổ nối dây máy biến áp ba pha

Các tổ nối dây thông dụng

0	<p>Yy0</p> <p>Dd0</p>	<p>Dd0</p> <p>Dz0</p>
1	<p>Yd1</p> <p>Dy1</p>	<p>Dy1</p> <p>Yz1</p>
5	<p>Yd5</p> <p>Dy5</p>	<p>Dy5</p> <p>Yz5</p>
6	<p>Yy6</p> <p>Dd6</p>	<p>Dd6</p> <p>Dz6</p>
11	<p>Yd11</p> <p>Dy11</p>	<p>Dy11</p> <p>Yz11</p>



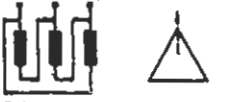

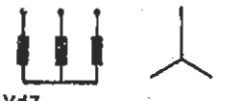
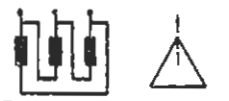
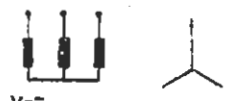




Các qui ước về bản vẽ cũng giống như ở hình 2 (điều 6) của nội dung tiêu chuẩn.

CHÚ THÍCH: Cần lưu ý rằng các qui ước này khác với các qui ước đã sử dụng trước đây ở hình 5 của IEC 60076-4 (1976)

Hình D.1 – Các tổ nối dây thông dụng

Tổ nối dây máy biến áp ba pha (tiếp theo và hết)

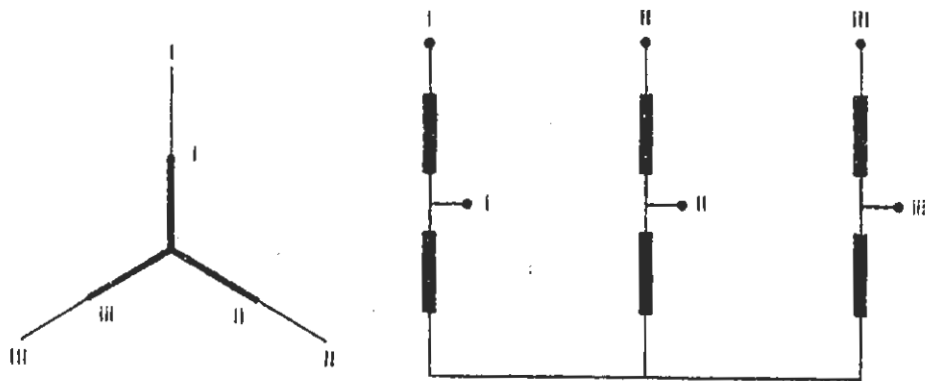
Các tổ nối dây bổ sung

2		 Dd2	 Dz2
4		 Dd4	 Dz4
7	 Yd7	 Dy7	 Yz7
8		 Dd8	 Dz8
10		 Dd10	 Dz10

Các qui ước về bản vẽ cũng giống như ở hình 2 (điều 6) của nội dung tiêu chuẩn.

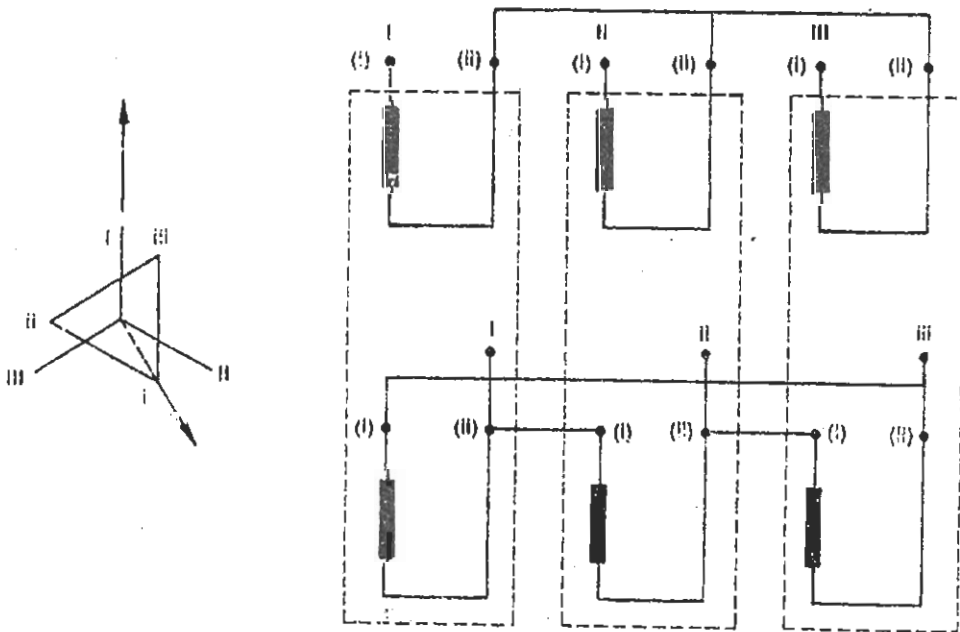
CHÚ THÍCH: Cần lưu ý rằng các qui ước này khác với các qui ước đã sử dụng trước đây ở hình 5 của IEC 60076-4 (1976)

Hình D.2 – Các tổ nối dây bổ sung



Hình D.3 – Các tổ nối dây của máy biến áp ba pha tự ngẫu bằng ký hiệu tổ nối dây.

Máy biến áp tự ngẫu Ya0



Hình D.4 – Ví dụ về ba máy biến áp một pha đấu nối để tạo thành tổ máy ba pha (ký hiệu tổ nối dây Yd5)

Phụ lục E

(qui định)

Hiệu chuẩn nhiệt độ theo tổn thất có tải

Danh sách các ký hiệu

- Chỉ số 1 Đề cập đến phép đo "điện trở cuộn dây ở trạng thái nguội" (10.2).
- Chỉ số 2 Thể hiện các điều kiện trong phép đo tổn thất mang tải (10.4).
- r Thể hiện các điều kiện ở 'nhiệt độ chuẩn' (10.1).
- R Điện trở.
- θ Nhiệt độ cuộn dây tính bằng °C.
- P Tổn thất mang tải.
- I Dòng điện phụ tải qui định để xác định tổn thất (dòng điện danh định, dòng điện nấc điều chỉnh, các giá trị qui định ứng với các trường hợp tải cụ thể).
- P_a "Tổn thất phụ".

Việc đo điện trở cuộn dây được thực hiện ở nhiệt độ θ_1 . Giá trị đo được là R_1 .

Tổn thất mang tải được đo với cuộn dây ở nhiệt độ trung bình θ_2 . Tổn thất đo được ứng với dòng điện I là P_2 . Tổn thất này là kết hợp của 'tổn thất điện trở': I^2R và 'tổn thất phụ': P_{a2}

$$R_2 = R_1 \frac{235 + \theta_2}{235 + \theta_1} \text{ (đồng)} \qquad R_2 = R_1 \frac{225 + \theta_2}{225 + \theta_1} \text{ (nhôm)}$$

$$P_{a2} = P_2 - I^2R_2$$

Tại nhiệt độ chuẩn θ_r , điện trở cuộn dây là R_r , tổn thất phụ là P_{ar} , toàn bộ tổn thất có tải là P_r .

$$R_r = R_1 \frac{235 + \theta_r}{235 + \theta_1} \text{ (đồng)} \qquad R_r = R_1 \frac{225 + \theta_r}{225 + \theta_1} \text{ (nhôm)}$$

$$P_{ar} = P_{a2} \frac{235 + \theta_2}{235 + \theta_r} \qquad P_{ar} = P_{a2} \frac{225 + \theta_2}{225 + \theta_r}$$

Đối với các máy biến áp loại ngâm trong dầu có nhiệt độ chuẩn là 75 °C, các công thức trở thành như sau:

$$R_r = R_1 \frac{310}{235 + \theta_1} \text{ (đồng)} \qquad R_r = R_1 \frac{300}{225 + \theta_1} \text{ (nhôm)}$$

$$P_{ar} = P_{a2} \frac{235 + \theta_2}{310} \qquad P_{ar} = P_{a2} \frac{225 + \theta_2}{300}$$

Cuối cùng: $P_r = I^2R_r + P_{ar}$

Phụ lục F

(tham khảo)

Tài liệu tham khảo

ANSI/IEEE C 57.12.00, General requirements for liquid-immersed distribution, power and regulating transformers (Yêu cầu chung đối với máy biến áp điều chỉnh, máy biến áp công suất và máy biến áp phân phối ngâm trong chất lỏng)

IEC 60076-4:1976, Power transformers – Part 4: Tappings and connections (superseded by this part of IEC 60076) (Máy biến áp điện lực – Phần 4: Các nấc điều chỉnh và tổ nối dây (được thay bằng tiêu chuẩn này)).
