

.....oOo.....

Đồ án

"Thiết kế máy biến áp điện lực"

LỜI NÓI ĐẦU

Máy điện là một loại hệ điện từ gồm có mạch từ và mạch điện liên quan với nhau. Mạch từ gồm các bộ phận dẫn từ và khe hở không khí. Mạch điện gồm hai hoặc nhiều dây quấn có thể chuyển động tương đối với nhau cùng bộ phận mang chúng.

Máy biến áp là một hệ thống biến đổi cảm ứng điện từ dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều từ điện áp này thành dòng điện xoay chiều có điện áp khác. Các dây quấn và mạch từ của nó đứng yên và quá trình biến đổi từ trường để sinh ra sức điện động cảm ứng trong dây quấn thực hiện bằng phương pháp điện.

Mặt khác, máy biến áp nó còn có vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân như trong công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, các hệ điều khiển....

Ở đây trong đồ án thiết kế máy biến áp ngâm dầu này của em được làm theo trình tự sau:

- Khái niệm chung về thiết kế máy biến áp
- Tính toán sơ bộ và chọn các kích thước chủ yếu
- Tính toán dây quấn máy biến áp
- Tính toán ngắn mạch
- Tính toán kết cấu mạch từ
- Tính toán nhiệt
- Phần chuyên đề: So sánh công nghệ mới và hiệu quả của nó

Trong quá trình thiết kế môn học vì thời gian có hạn và kiến thức còn hạn chế. Nên việc tính toán không khỏi thiếu sót. Mong các thầy, cô cho nhận xét để đồ án này được hoàn thiện hơn. Em xin cảm ơn thầy Nguyễn Đức Sỹ đã tận tình giúp đỡ, tạo điều kiện cho em để hoàn thành tốt đồ án này và học em được học hỏi nhiều vấn đề về máy biến áp trong thời gian khai thác.

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội, ngày tháng năm 2004

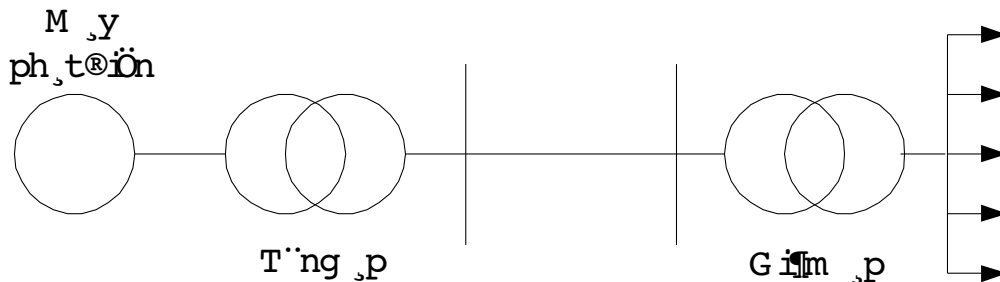
Người thiết kế

Liêu Quang Huy

CHƯƠNG I: KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THIẾT KẾ MÁY BIẾN ÁP

1.1. ĐẠI LƯỢNG

Máy biến áp điện lực là một bộ phận rất quan trọng trong hệ thống điện. Để truyền tải điện năng từ các trạm phát điện đến các hộ tiêu thụ cần phải có đường dây tải điện. Nếu khoảng cách giữa nơi sản xuất và hộ tiêu thụ lớn thì một vấn đề rất lớn đặt ra và cần được giải quyết là: Việc truyền tải điện năng đi xa làm sao cho kinh tế.



Như ta đã biết, cùng một công suất truyền tải trên dây nếu điện áp được tăng cao thì dòng điện chạy trên đường dây sẽ giảm xuống, như vậy có thể làm tiết diện dây nhỏ đi do đó trọng lượng và chi phí dây dẫn sẽ giảm xuống. Đồng thời tổn hao năng lượng trên đường dây cũng giảm xuống. Vì thế muốn truyền tải công suất lớn đi xa ít tổn hao và tiết kiệm được kim loại màu trên đường dây người ta phải dùng điện áp cao đường 35, 110, 220kV và 500kV. Trên thực tế các máy phát điện không có khả năng phát ra những điện cao như vậy thường chỉ 3 đến 21kV là cùng, do đó cần phải có thiết bị để tăng áp ở đầu đường dây lên. Mặt khác các hộ tiêu thụ thường yêu cầu điện áp thấp từ 0,4 đến 6kV do đó tới đây phải có thiết bị giảm điện áp xuống. Những thiết bị dùng để tăng điện áp ở đầu ra của máy phát điện tức là ở đầu đường dây dẫn điện và

giảm điện áp tới hộ tiêu thụ tức là cuối đường dây dẫn được gọi là máy biến áp. Thực ra trong hệ thống điện lực muốn truyền tải và phân phối công suất từ nhà máy điện đến tận các hộ tiêu thụ một cách hợp lý thường phải qua 4 ÷ 5 tầng tăng giảm điện áp như vậy. Do đó tổng công suất của máy biến áp trong hệ thống điện lực thường gấp 4 ÷ 5 lần công suất của trạm phát điện. Những máy biến áp (máy biến áp) dùng trong hệ thống điện lực gọi là máy biến áp điện lực hay máy biến áp công suất. Từ đó ta thấy rõ máy biến áp chỉ làm nhiệm vụ truyền tải hoặc phân phối năng lượng chứ không phải là biến hoá năng lượng.

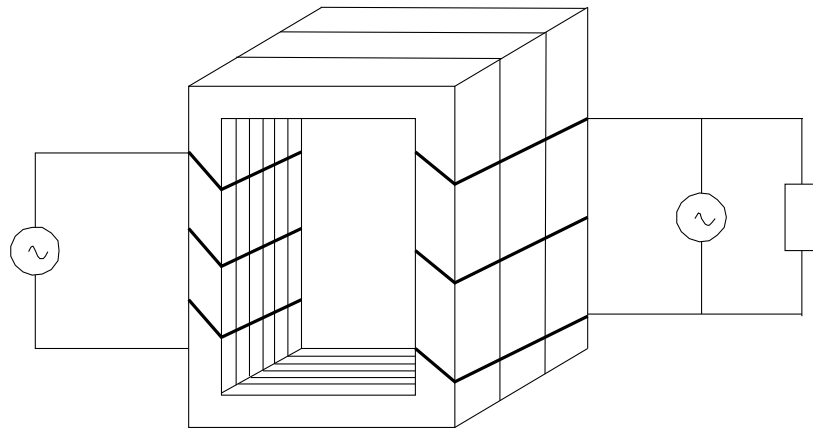
Ngoài máy biến áp điện lực ra còn có nhiều loại máy biến áp dùng trong các ngành chuyên môn như máy biến áp chuyên dùng cho các lò điện luyện kim, máy biến áp hàn điện, máy biến áp dùng trong thiết bị chỉnh lưu, máy biến áp dùng cho đo lường, thí nghiệm...

Khuynh hướng phát triển của máy biến áp hiện nay là thiết kế chế tạo những máy biến áp có dung lượng thật lớn, điện áp thật cao, dùng nguyên liệu mới để giảm trọng lượng và kích thước máy. Về vật liệu hiện nay đã dùng loại thép cán lạnh không những có từ tính tốt mà tổn hao sắt lại ít do đó nâng cao được hiệu suất của máy biến áp. Khuynh hướng dùng dây nhôm thay dây đồng vừa tiết kiệm được dây đồng vừa giảm được trọng lượng máy cũng đang phát triển.

Ở nước ta ngành chế tạo máy biến áp đã ra đời ngay từ ngày hoà bình lập lại. Đến nay chúng ta đã sản xuất được một khối lượng máy biến áp lớn và nhiều chủng loại khác nhau phục vụ cho nhiều ngành sản xuất ở trong nước và xuất khẩu.

1.2. ĐỊNH NGHĨA VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC.

Ta xét sơ đồ máy biến áp một pha hai dây quấn. Dây quấn 1 có W_1 vòng dây, dây quấn hai có W_2 vòng dây được quấn trên lõi thép 3. Khi đặt một điện áp U_1 xoay chiều vào dây quấn 1 trong đó sẽ có dòng điện i_1 , trong lõi thép sẽ sinh ra từ thông ϕ móc vòng với cả hai dây quấn 1 và 2, cảm ứng ra sức điện động e_1 và e_2 . Dây quấn hai sẽ có sức điện động sẽ sinh ra dòng điện i_2 đầu ra tải với điện áp là U_2 . Như vậy năng lượng của dòng điện xoay chiều đã được truyền từ dây quấn 1 sang dây quấn 2.



Giả sử điện áp xoay chiều đặt vào là một hàm số hình sin thì từ thông do nó sinh ra cũng là một hàm số hình sin. $\Phi = \Phi_m \cdot \sin \omega t$.

Do đó theo định luật cảm ứng điện từ, sức điện động trong dây quấn 1 và 2 sẽ là:

$$\begin{aligned}
 e_1 &= -W_1 \cdot \frac{d\phi}{dt} = -W_1 \cdot \frac{d\phi_m \sin \omega t}{dt} \\
 &= -W_1 \cdot \omega \cdot \phi_m \cdot \cos \omega t \qquad (1)
 \end{aligned}$$

$$= \sqrt{2E_1 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})}$$

$$e_2 = -W_2 \cdot \frac{d\phi}{dt} = -W_2 \cdot \frac{d\phi_m \sin \omega t}{dt}$$

$$= -W_2 \cdot \omega \cdot \phi_m \cdot \cos \omega t \quad (2)$$

$$= \sqrt{2E_2 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})}$$

Trong đó:

$$E_1 = \frac{\omega E_1 \phi_m}{\sqrt{2}} = 4,44 \cdot f \cdot w_1 \phi_m \quad (3)$$

$$E_2 = \frac{\omega E_2 \phi_m}{\sqrt{2}} = 4,44 \cdot f \cdot w_2 \phi_m \quad (4)$$

Là giá trị hiệu dụng của các sđđ dây quấn 1 và 2. Các biểu thức (1) và (2) ta thấy sđđ cảm ứng trong dây quấn chậm pha so với từ thông sinh ra nó một góc $\frac{\pi}{2}$. Dựa vào biểu thức (3) và (4) người ta định nghĩa tỉ số biến đổi của máy biến áp như sau:

$$K = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{W_1}{W_2}$$

Nếu không kể điện áp rơi trên dây quấn thì có thể coi $E_1 = U_1$; $E_2 = U_2$ suy ra:

$$K = \frac{E_2}{E_1} \approx \frac{U_1}{U_2}$$

Định nghĩa: Từ nguyên lý làm việc cơ bản trên ta có định nghĩa máy biến áp như sau: máy biến áp là một thiết bị từ đứng yên, làm việc dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ biến đổi một hệ thống dòng điện xoay chiều ở điện áp này thành một hệ thống dòng điện xoay chiều ở điện áp khác với tần số không thay đổi. Máy biến áp có hai dây quấn gọi là máy biến áp hai dây quấn. Dây nối với nguồn để thu năng lượng gọi là dây quấn sơ cấp. Dây quấn nối với tải để đưa ra năng lượng gọi là dây quấn thứ cấp. Ở máy biến áp 3 dây quấn sáu dây sơ cấp và thứ cấp còn

dây quấn thứ ba với điện áp trung bình. Máy biến áp biến đổi hệ thống xoay chiều 1 pha gọi là máy biến áp một pha, 3 pha gọi là 3 pha, ngâm trong dầu gọi là máy biến áp dầu...

1.3. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC.

Các đại lượng định mức của máy biến áp quy định điều kiện kỹ thuật của máy. Các đại lượng này do nhà chế tạo qui định và thường ghi trên nhãn máy biến áp.

1. Dung lượng hay công suất định mức S_{dm} .

Là công suất toàn phần hay biểu kiến đưa ra ở dây quấn thứ cấp của máy biến áp. Đơn vị kVA hay VA...

2. Điện áp dây sơ cấp định mức: U_{1dm} .

Là điện áp của dây quấn sơ cấp tính bằng V hay kV. Nếu dây quấn sơ cấp có các đầu phân nhánh thì người ta ghi cả điện áp định mức của đầu phân nhánh.

3. Điện áp dây thứ cấp định mức: U_{2dm} .

Là điện áp dây của dây quấn thứ cấp khi máy biến áp không tải và điện áp đặt vào dây quấn sơ cấp là định mức. Đơn vị là: kV, V.

4. Dòng điện dây định mức sơ cấp I_{1dm} và thứ cấp I_{2dm} .

Là những dòng điện dây của dây quấn sơ cấp và thứ cấp ứng với công suất và điện áp định mức. Đơn vị A, kA.

Có thể tính như sau:

- Đối với máy biến áp một pha:

$$I_{1dm} = \frac{S_{em}}{U_{1em}} \quad ; \quad I_{2dm} = \frac{S_{em}}{U_{2em}}$$

- Đối với máy biến áp 3 pha:

$$I_{1dm} = \frac{S_{\text{sm}}}{\sqrt{3}U_{1\text{sm}}} \quad ; \quad I_{2dm} = \frac{S_{\text{sm}}}{\sqrt{3}U_{2\text{sm}}}$$

5. Tần số định mức Hz.

Thường máy biến áp điện lực có tần số công nghiệp $f = 50\text{Hz}$.

Ngoài ra trên nhãn máy còn ghi những số liệu khác như: Số pha, sơ đồ và tổ đấu dây quấn, điện áp ngắn mạch $U_n\%$ chế độ làm việc ngắn hạn hay dài hạn phương pháp làm lạnh.

Sau cùng hiểu rằng khái niệm "định mức" còn bao gồm cả tình trạng làm việc định mức của máy biến áp nữa mà có thể không ghi trên nhãn máy như: η định mức, độ chênh lệch định mức, nhiệt độ định mức của môi trường xung quanh.

1.4. SỬ DỤNG VẬT LIỆU TRONG CHẾ TẠO.

Việc tìm kiếm một loại vật liệu mới là nhằm mục đích cải thiện các đặc tính cũ máy biến áp như giảm tổn hao năng lượng, kích thước, trọng lượng, tăng độ tin cậy của nó. Khuynh hướng chung thường thay vật liệu quý hiếm bằng những vật liệu rẻ tiền và dễ tìm kiếm hơn. Như dùng dây nhôm thay dây đồng trong máy biến áp công suất nhỏ và trung bình là một ví dụ.

Vật liệu tác dụng: Dùng để dẫn điện như dây quấn, dẫn từ như lõi thép.

- Vật liệu cách điện: Dùng để cách điện giữa các cuộn dây hay giữa các cuộn dây với các bộ phận khác bằng các vật liệu như cactông, chất cách điện, sứ, dầu biến áp...

- Vật liệu kết cấu: Dùng để giữ bảo vệ máy biến áp như bulông, vỏ máy.

Việc thay đổi vật liệu dùng đôi khi làm thay đổi quá trình công nghệ quan trọng hay những kết cấu cơ bản của máy biến áp. Cho nên điều đó liên quan chặt chẽ đến tiến độ của quá trình công nghệ.

+ Vật liệu quan trọng trước tiên trong ngành chế tạo máy biến áp là tôn Silic hay còn gọi là thép kỹ thuật điện.

+ Vật liệu tác dụng thứ hai là kim loại dây quấn. Trong nhiều năm đồng vẫn là kim loại duy nhất dùng chế tạo dây quấn mà không có thay đổi gì. Vì như ta đã biết đồng có điện trở suất rất nhỏ, dẫn điện tốt, dễ gia công (hàn, quấn) bảo đảm độ bền cơ điện tốt. Gần đây người ta có dùng nhôm thay đồng làm dây quấn. Nhôm có ưu điểm là nhẹ, sẵn hơn, rẻ hơn, nhưng tất nhiên có nhược điểm là điện trở suất lớn hơn do đó dẫn điện kém hơn, độ bền cơ cũng kém hơn và lại rất khó khăn trong việc hàn nối. Khi dùng nhôm thay đồng để đảm bảo được công suất tương đương thì thể tích nhôm tăng lên, giá thành các công việc về chế tạo dây quấn, chi phí về vật liệu cách điện, sơn tẩm... tăng lên. Những khoản đó tăng thì được bù lại bởi giá thành nhôm rẻ hơn. Nên nói chung giá thành toàn bộ máy biến áp bằng dây nhôm và dây đồng thực tế không khác nhau là bao nhiêu.

+ Vật liệu cách điện phần lớn các máy biến áp dùng dây quấn có cách điện bằng giấy cáp, thuộc cách điện cấp A có nhiệt độ giới hạn cho phép $+105^{\circ}\text{C}$. Với chiều dày cách điện cả hai phía 0,45 - 0,5mm. Việc dùng dây dẫn có cách điện cao hơn E, B, F... không có ý nghĩa lắm vì nhiệt độ cho phép của dây quấn máy biến áp được quyết định không chỉ ở cấp cách điện của vật liệu cách điện mà ở cả nhiệt độ cho phép của dầu ngâm dây quấn nữa. Một loại cách điện hay dùng bọc dây nữa là men cách điện (emây). Song người ta cũng chỉ dùng đến cách điện cấp B mà ít khi dùng dây cách điện cao hơn nữa. Vì một lý do nữa là nhiệt độ

cho phép càng cao thì mật độ dòng điện chọn càng lớn thì tổn hao ngắn mạch tăng lên làm cho hiệu suất của máy giảm xuống đáng kể. Để cách điện các bộ phận mang điện với bộ phận không mang điện của máy người ta dùng vật liệu cách điện. Khi máy làm việc do tác động của nhiệt độ, chấn động và các tác động hoá lý khác cách điện sẽ bị lão hoá nghĩa là mất dần các tính bền về điện và cơ. Thực nghiệm cho biết khi nhiệt độ tăng quá nhiệt độ làm việc cho phép $8 - 10^{\circ}\text{C}$ thì tuổi thọ của vật cách điện giảm đi một nửa. Ở nhiệt độ làm việc cho phép, tuổi thọ của vật liệu cách điện khoảng $15 \div 20$ năm. Vì vậy khi sử dụng máy điện tránh để máy quá tải làm nhiệt độ tăng cao trong một thời gian dài.

Vật liệu kết cấu dùng để chế tạo các bộ phận và chi tiết truyền động hoặc kết cấu máy theo dạng cần thiết bảo đảm cho máy làm việc bình thường. Người ta thường dùng gang thép các kim loại, hợp kim và các vật liệu bằng chất dẻo.

1.5. CÁC KẾT CẤU CHÍNH CỦA MÁY BIẾN ÁP.

Máy biến áp thường dùng có các phần chính sau:

- Lõi sắt (hay còn gọi là mạch từ) và kết cấu của nó, dây quấn, hệ thống làm lạnh và vỏ máy

1. Lõi sắt và các kết cấu của nó

Lõi thép làm vật liệu dẫn từ cho từ thông trong máy biến áp. Đồng thời làm khung để quấn dây. Lõi sắt gồm các lá thép Silic ghép lại được ép bằng xà ép và bulong tạo thành khung máy biến áp. Trên đó còn bắt các giá đỡ đầu dây dẫn ra nối với các sứ xuyên hoặc các ty để nắp máy... Ở các máy biến áp dầu toàn bộ lõi sắt có quấn dây và các dây dẫn ra được ngâm trong thùng đựng dầu máy biến áp gọi là ruột máy. Các máy biến áp cỡ nhỏ, ruột máy gắn với nắp máy có thể nhấc ra khỏi

thùng dầu xúc rửa, lắp ráp, sửa chữa. Với máy biến áp công suất 1000KVA trở lên vì ruột máy rất nặng nên được bắt cố định với đáy thùng và lúc lắp ráp sửa chữa thì phải nâng vỏ thùng lên khỏi đáy và ruột máy. Lõi sắt gồm hai phần: trụ T và gông G. Trụ là phần lõi có lồng dây quấn, gông là phần lõi không có dây quấn dùng để khép mạch từ giữa các trụ.

2. Dây quấn.

Dây quấn máy biến áp là bộ phận dùng để thu năng lượng vào và truyền tải năng lượng đi. Trong máy biến áp hai dây quấn có cuộn HA nối với lưới điện áp thấp và cuộn CA nối với lưới điện cao hơn. Ở máy biến áp có 3 dây quấn ngoài hai dây quấn CA và HA còn có dây quấn thứ 3 với điện áp trung bình gọi là TA. Máy biến áp biến đổi hệ thống xoay chiều một pha gọi là máy biến áp một pha. Máy biến áp biến đổi hệ thống dòng điện xoay chiều 3 pha gọi là máy biến áp 3 pha. Máy biến áp ngâm trong dầu gọi là máy biến áp dầu. Máy biến áp không ngâm trong dầu gọi là máy biến áp khô.

3. Hệ thống làm lạnh và vỏ máy

Khi máy biến áp làm việc, lõi sắt và dây quấn đều có tổn hao năng lượng làm cho máy biến áp nóng lên. Muốn máy biến áp làm việc được lâu dài phải tìm biện pháp giảm nhiệt độ của máy biến áp xuống tức là quá trình làm nguội máy biến áp. Có thể làm nguội bằng không khí tự nhiên hoặc bằng dầu máy biến áp. Máy biến áp dùng không khí để làm nguội gọi là máy biến áp khô, máy biến áp dùng dầu để làm nguội gọi là máy biến áp dầu. Hầu hết máy biến áp làm nguội bằng dầu bao quanh lõi thép và dây quấn sẽ nóng lên và truyền nhiệt ra ngoài vách thùng nhờ hiện tượng đối lưu. Nhiệt lượng từ vách thùng lại truyền ra không khí xung quanh bằng phương pháp đối lưu và bức xạ. Nhờ vậy mà hiệu ứng

làm lạnh được tăng lên cho phép tăng tải điện từ đối với thép và dây quấn, tăng được công suất máy biến áp. Máy biến áp có công suất từ (10 – 16).10³ KVA thường phải tăng cường làm nguội bằng sự đối lưu cưỡng bức bằng quạt gió. Để đảm bảo dầu trong máy luôn luôn đầy trong quá trình làm việc trên máy biến áp có 1 thùng dầu phụ hình trụ thường đặt nằm ngang với bình dầu chính bằng ống dẫn dầu. Tùy theo nhiệt độ của máy biến áp mà dầu giãn nở tự do trong bình dầu phụ, không ảnh hưởng đến lượng dầu máy biến áp. Vì vậy bình dầu phụ còn được gọi là bình dầu giãn nở.

Trên nắp thùng còn các sứ để bắt các đầu dây dẫn ra nối với các dây quấn trong máy biến áp với lưới điện thiết bị đổi nối để chỉnh áp, thiết bị đo nhiệt độ biến áp, móc treo... mặt khác dầu máy biến áp ngoài tác dụng làm lạnh con người là một chất cách điện tốt, nhưng nhược điểm là dầu máy biến áp đồng thời cũng là vật liệu dễ cháy nên sinh ra hỏa hoạn. Vì vậy trong nhiều trường hợp phải có thiết bị và biện pháp chống cháy thích hợp.

1.6. MỤC ĐÍCH YÊU CẦU VÀ NHIỆM VỤ.

Để đảm bảo về tính toán hợp lý tốn ít thời gian việc thiết kế máy biến áp sẽ lần lượt tiến hành theo thứ tự.

1. Xác định các đại lượng cơ bản

- Tính dòng điện pha, điện áp pha của dây quấn
- Xác định điện áp thử của các dây quấn
- Xác định các thành phần của được ngắn mạch

2. Tính toán các kích thước chủ yếu.

- Chọn sơ đồ và kết cấu lõi sắt

- Chọn loại và mã hiệu tôn silic cách điện của chúng. Chọn cường độ từ cảm lõi sắt
- Chọn kết cấu và xác định các khoảng cách điện chừa củ cuộn dây
- Tính toán sơ bộ máy biến áp chọn quan hệ của kích thước chủ yếu β theo trị số i_0 , P_0 , O_n , P_n đã cho.
- Xác định đường kính trụ, chiều cao dây quấn. Tính toán sơ bộ lõi sắt

3. Tính toán dây quấn CA và HA

- Chọn dây quấn CA và HA
- Tính cuộn dây HA
- Tính cuộn dây CA

4. Tính toán ngắn mạch.

- Xác định tổn hao ngắn mạch
- Tính toán điện áp ngắn mạch
- Tính lực cơ bản của dây quấn khi máy biến áp bị ngắn mạch

5. Tính toán cuối cùng về hệ thống mạch từ và tham số không tải của máy biến áp.

- Xác định kích thước cụ thể của lõi sắt
- Xác định tổn hao không tải
- Xác định dòng điện không tải và hiệu suất

6. Tính toán nhiệt và hệ thống làm nguội máy biến áp.

- Quá trình truyền nhiệt trong máy biến áp

- Khái niệm hệ thống làm nguội máy biến áp
- Tiêu chuẩn về nhiệt độ chênh
- Tính toán nhiệt máy biến áp
- Tính toán gần đúng trọng lượng và thể tích bộ giãn dầu

7. Tính toán và lựa chọn một số chỉ tiêu kết cấu.

Phần này có trình bày cách tính và chọn một số chi tiết kết cấu quan trọng như bulong ép gông và một số đai ép trục, gông, vách nắp đáy thùng, bình dầu giãn nở, bộ phận tản nhiệt....

CHƯƠNG II: TÍNH TOÁN CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU CỦA MÁY BIẾN ÁP

2.1. XÁC ĐỊNH ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN

1. Dung lượng một pha

$$S_f = \frac{S}{m} = \frac{60}{3} = 20 \text{ (KVA)}$$

2. Dung lượng trên mỗi trụ

$$S_t = \frac{S}{t} = \frac{60}{3} = 20 \text{ (KVA)}$$

3. Dòng điện dây định mức.

+ Đối với phía CA.

$$I_2 = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_2} = \frac{60 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 10^3} = 5,498 \text{ (A)}$$

+ Đối với phía HA.

$$I_1 = \frac{S \cdot 10^3}{\sqrt{3} U_1} = \frac{60 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 10^3} = 86,603 \text{ (A)}$$

4. Dòng điện pha định mức: Vì dây quấn nối Y/Y₀-12 nên

$$I_{\phi 2} = I_2 = 5,498 \text{ (A)}$$

$$I_{\phi 1} = I_1 = 86,603 \text{ (A)}$$

5. Điện áp pha định mức.

- Ở phía CA:

$$U_{\phi 2} = \frac{U_2}{\sqrt{3}} = \frac{6,3 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} = 3637,308 \text{ (V)}$$

- Ở phía phía dây quấn HA:

$$U_{\text{fl}} = \frac{U_1}{\sqrt{3}} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3}} = 230,9 \text{ (V)}$$

6. Điện áp thử nghiệm của các dây quấn (tra bảng 2)

- Với dây quấn CA: $U_{\text{th2}} = 25 \text{ (KV)}$

- Với dây quấn HA: $U_{\text{th2}} = 5 \text{ (KV)}$

2.2. CHỌN CÁC SỐ LIỆU XUẤT PHÁT VÀ TÍNH CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU.

1. Chiều rộng quy đổi của rãnh từ tản giữa dây quấn CA và HA

- Hệ số: $a_r = a_{12} + \frac{a_1 + a_2}{3}$, phụ thuộc vào kích thước cụ thể của dây quấn CA và HA, do đó chỉ sau khi bố trí xong dây quấn mới có thể có trị số chính xác. Còn sơ bộ lấy $\frac{a_1 + a_2}{3} = K \sqrt[4]{S} 10^{-2}$, trong đó K phụ thuộc vào dung lượng máy biến áp, vật liệu dây quấn, điện áp cuộn CA và tổn hao ngắn mạch.

Với $U_{\text{th2}} = 25\text{KV}$ thì theo bảng 19 ta có

$$a_{12} = 9 \text{ (mm)}, \delta_{12} = 2,5 \text{ (mm)}$$

Trong rãnh a_{12} đặt ống cách điện dày $\delta_{12} = 2,5\text{mm}$. Theo bảng 12 ta có $K = 0,706$.

$$\frac{a_1 + a_2}{3} = K \sqrt[4]{S} 10^{-2} = 0,706 \cdot \sqrt[4]{60} \cdot 10^{-2} = 0,015 \text{ (m)}$$

$$a_r = a_{12} + \frac{a_1 + a_2}{3} = 0,009 + 0,015 = 0,024 \text{ (m)}$$

2. Hệ số quy đổi từ tản lấy $K_r = 0,95$.

Vì đối với một dải công suất và điện áp rộng, nói chung K_r thay đổi rất ít

3. Các thành phần điện áp ngắn mạch.

$$U_{nr} = \frac{P_n}{10S} = \frac{900}{10 \cdot 60} = 1,5\%$$

Trong đó P_n tính bằng W, S tính bằng kVA

$$U_{nx} = \sqrt{U_n^2 - U_r^2} = \sqrt{4,0^2 - 1,5^2} = 3,708\%$$

4. Hiện nay trong chế tạo máy biến áp điện lực thường dùng tôn silic cán nguội đẳng hướng, có hàm lượng silic vào khoảng 4%. Với loại tôn silic có cùng tính năng công nghệ chế tạo đã xác định thì thường chọn Bt trong khoảng hẹp, có thay đổi chút ít theo công suất máy biến áp.

- Với công suất máy biến áp: $S = 60\text{KVA}$, ta chọn loại tôn cán nguội mã hiệu chọn tôn cán lạnh **mã hiệu 3405 có chiều dày 0,30 mm**. Theo bảng 11 ta chọn $B_t = 1,6$ (T)

Hệ số gông: $K_g = 1,025$. Ép trụ bằng nôm với dây quấn, ép gông bằng xà ép, không dùng bulong xuyên qua trụ và gông. **Sử dụng lõi thép có 6 mối nối xiên**.

Theo bảng 5 ta chọn số bậc thang trong trụ là 6, số bậc thang của gông lấy nhỏ hơn trụ một bậc, tức gông có **5 bậc**.

Hệ số chêm kích $K_c = 0,91$, hệ số điền đầy rãnh $K_d = 0,965$ (chịu nhiệt và phủ một lớp sơn cách điện), theo bảng 4,10.

$$K_{ld} = K_c \cdot K_d = 0,91 \cdot 0,965 = 0,8782 \text{ (hệ số lợi dụng lõi sắt)}$$

- Từ cảm trong gông:

$$B_g = \frac{B_t}{K_g} = \frac{1,6}{1,025} = 1,561(\text{ T})$$

- Từ cảm ở khe hở không khí mỗi nối xiên

$$B_k = \frac{B_t}{\sqrt{2}} = \frac{1,6}{\sqrt{2}} = 1,131(\text{ T})$$

- Suất tổn hao ở trụ và gông:

$$P_t = 1,295 \text{ W/kg}$$

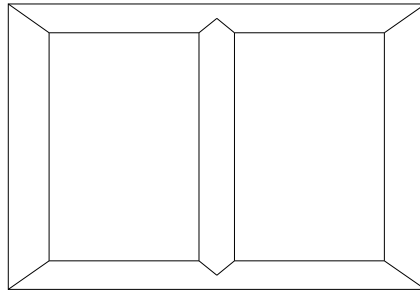
$$P_g = 1,207 \text{ W/kg}$$

- Suất từ hoá:

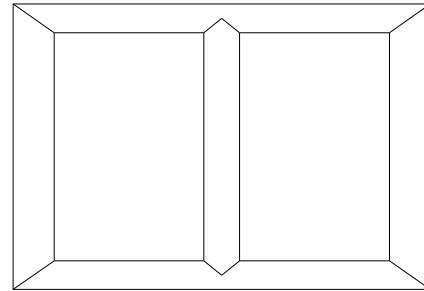
$$q_t = 1,775 \text{ VA/kg}$$

$$q_g = 1,575 \text{ VA/kg}$$

- Suất từ hoá ở khe hở không khí ở mỗi nối xiên: $q_k = 2950 \text{ VA/m}^2$
(bảng 45, 50).



L- ât1



L- ât2

5. Khoảng cách điện chính,

chọn theo $U_{th2} = 25 \text{ KV}$ của cuộn CA:

- Trụ và dây quấn HA

$$a_{01} = 4 \text{ mm}$$

- Dây quấn HA và CA

$$a_{12} = 9 \text{ mm}$$

- Ống cách điện giữa CA và HA $\delta_{12} = 2,5 \text{ mm}$
- Giữa các dây quấn CA $a_{22} = 8 \text{ mm}$
- Tấm chắn giữa các pha $\delta_{22} = 2 \text{ mm}$
- Giữa dây quấn CA đến gông. $l_{02} = 20 \text{ mm}$
- Phần đầu thừa cầu ống cách điện: $l_{d2} = 10 \text{ mm}$

6. Các hằng số tính toán a, b gần đúng có thể lấy (Theo bảng 13, 14).

$$a = 1,36$$

$$b = 0,55$$

$$e = 0,405$$

7. Hệ số K_f là hệ số tính đến tổn hao phụ trong dây quấn, trong dây dẫn ra, trong vách thùng và các chi tiết kim loại khác do dòng điện xoáy ($K_f < 1$)

Gần đúng có thể lấy theo bảng 15.

$$K_f = 0,97$$

8. Chọn hệ số β trong dải biến thiên từ 1,2 đến 3,6. Nhưng để xác định β chính xác hơn ta phải tính các số liệu và các đặc tính cơ bản của máy biến áp.

$$A = 0,507 \cdot \sqrt[4]{\frac{S' \cdot a_r \cdot K_r}{f \cdot U_{nx} \cdot B_t^2 \cdot K_{ld}^2}}$$

$$= 0,507 \cdot \sqrt[4]{\frac{20 \cdot 0,024 \cdot 0,95}{50 \cdot 3,708 \cdot (1,6)^2 \cdot (0,8782)^2}} = 0,095$$

$$A_1 = 5,663 \cdot 10^4 \cdot a \cdot A^3 \cdot K_{ld}$$

$$= 5,663 \cdot 10^4 \cdot 1,36 \cdot (0,095)^3 \cdot 0,8782 = 57,989 \text{ (Kg)}$$

$$A_2 = 3,605 \cdot 10^4 \cdot A^2 \cdot K_{ld} \cdot l_{02}$$

$$= 3,605 \cdot 10^4 \cdot (0,095)^2 \cdot 0,8782 \cdot 0,02 = 5,715 \text{ (Kg)}$$

$$B_1 = 2,4 \cdot 10^4 \cdot K_g \cdot K_{ld} \cdot A^3 \cdot (a + b + c)$$

$$= 2,4 \cdot 10^4 \cdot 1,025 \cdot 0,8782 \cdot (0,095)^3 \cdot (1,36 + 0,55 + 0,405)$$

$$= 42,879 \text{ (Kg)}$$

$$B_2 = 2,4 \cdot 10^4 \cdot K_g \cdot K_{ld} \cdot A^2 \cdot (a_{12} + a_{22})$$

$$= 2,4 \cdot 10^4 \cdot 1,025 \cdot 0,8782 \cdot (0,095)^2 \cdot (0,009 + 0,008)$$

$$= 3,315 \text{ (Kg)}$$

$$C_1 = K_{dqcu} = \frac{S a^2}{K_f K_{hi}^2 B_t^2 A^2 J_{nr}}$$

$$C_1 = 2,46 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{60 (1,36)^2}{0,97 (0,8782)^2 (1,6)^2 (0,095)^2 \cdot 1,5} = 105,299 \text{ Kg}$$

- Trọng lượng một góc mạch từ khi coi $a = 0$, $b = 0$, $B_2 = 0$

$$G_0 = 0,486 \cdot 10^4 \cdot K_{ld} \cdot K_g \cdot A^3 \cdot x^3$$

$$= 0,486 \cdot 10^4 \cdot 0,8782 \cdot 1,025 \cdot (0,095)^3 \cdot x^3$$

$$= 3,751 \cdot x^3$$

- Tiết diện trụ sơ bộ tính theo công thức:

$$T_t = 0,785 \cdot K_{ld} \cdot A^2 \cdot x^2$$

$$= 0,785 \cdot 0,8782 \cdot (0,095)^2 \cdot x^2$$

$$= 0,0062 \cdot x^2$$

- Diện tích khe hở mỗi nối xiên

$$T_k = \sqrt{2} T_t = \sqrt{2} \cdot 0,0062 x^2 = 0,0088 x^2$$

Với kết cấu mạch từ như vậy và các hệ số tra ở bảng 45 bảng 47, 48

$$K_{pf} = 1,12; \quad K_{p0} = 8,58$$

Có thể tính sơ bộ tổn hao không tải như sau:

$$P_0 = K_{pf} P_t \left(G_t + G_0 \frac{K_{p0}}{2} \right) + K_{pf} P_g \left(G_g - 6G_0 + G_0 \frac{K_{p0}}{2} \right)$$

$$P_0 = 1,12 \cdot 1,295 \left(G_t + G_0 \cdot \frac{8,58}{2} \right) + 1,12 \cdot 1,207 \left(G_g - 6G_0 + G_0 \frac{8,58}{2} \right)$$

$$P_0 = 1,4504 + 1,35184 G_g + 3,91G_0$$

- Công suất từ hoá có thể tính sơ bộ công thức sau với các hệ số tra ở bảng 50, 53.

$$K'_{if} = 1,2; \quad K''_{if} = 1,04$$

$$K_{i0} = 27,95; \quad K_{ir} = 1,25$$

$$K_{ig} = K_n \cdot K'_{i0} + K_t \cdot K''_{i0} \quad (\text{mỗi nối xiên tất cả})$$

$$= 8 \cdot 4,3 = 34,4$$

$$Q_0 = K'_{if} K''_{if} \alpha_t \left[G_t \cdot \frac{K_{i0}}{2} G_0 \right] + K'_{if} K''_{if} \alpha_g \left[G_g \cdot \frac{K_{ig} K_{if}}{2} G_0 - 6G_0 \right] + K''_{if} \sum \alpha_k n_k T_k$$

$$Q_0 = 1,2 \cdot 1,04 \cdot 1,775 \cdot \left(G_t + \frac{27,95}{2} G_0 \right) +$$

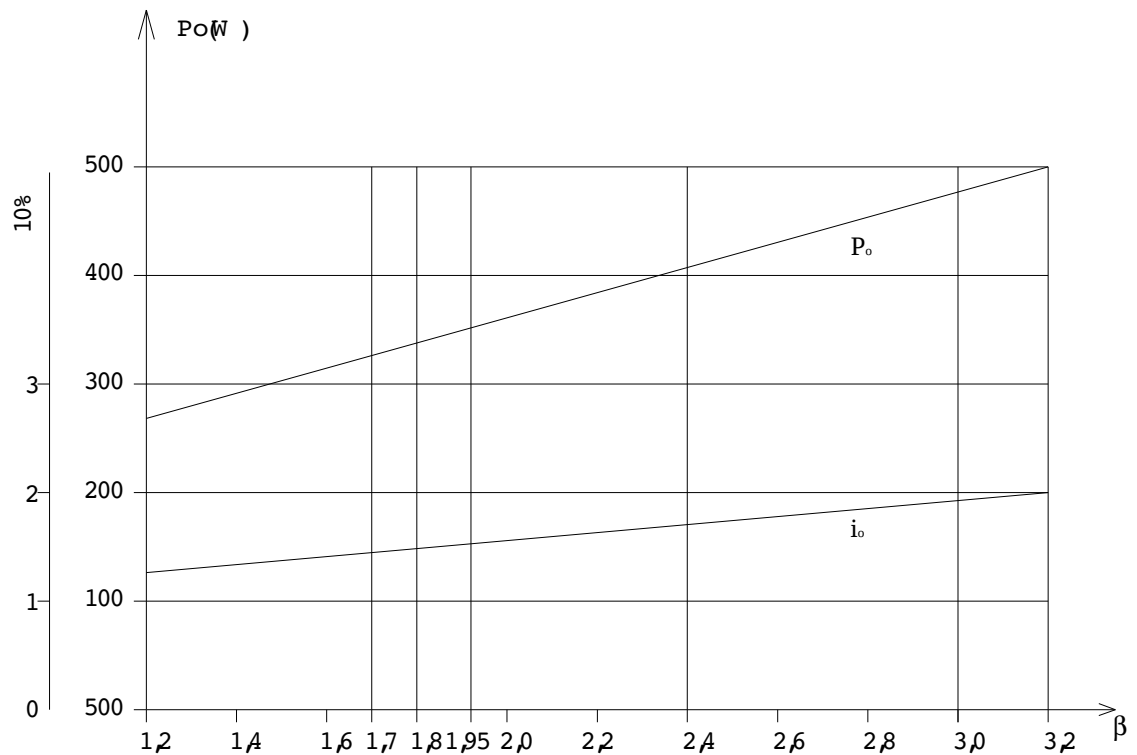
$$1,2 \cdot 1,04 \cdot 1,757 \left(G_g - 6G_0 + \frac{34,4 \cdot 1,25}{2} G_0 \right) +$$

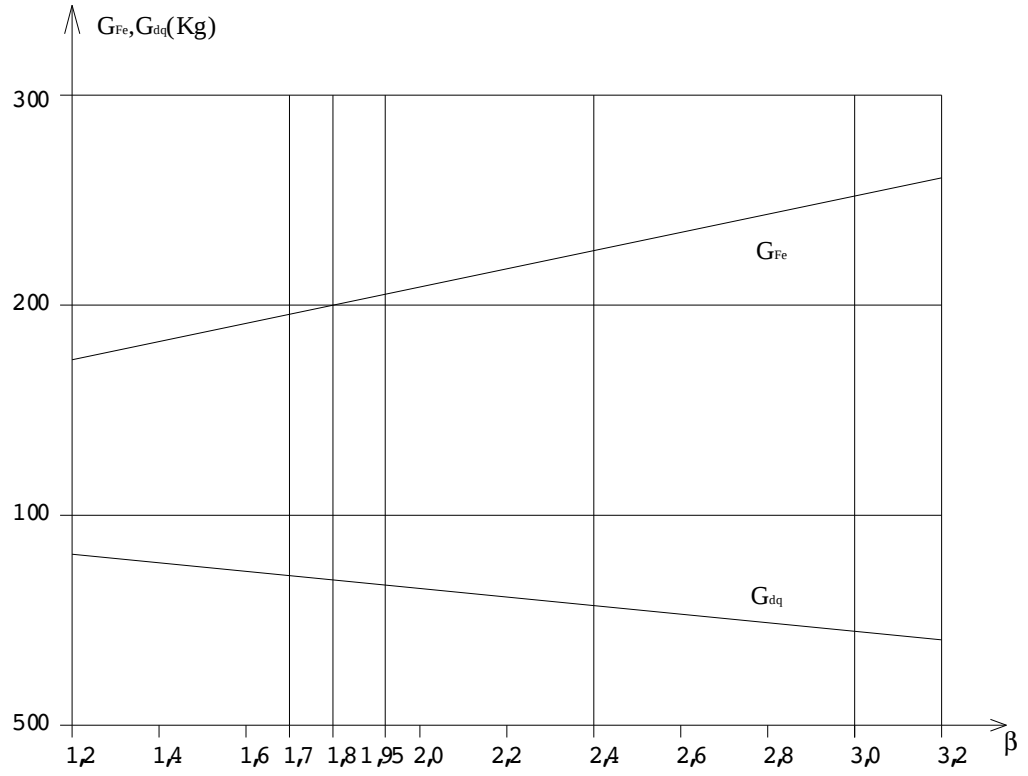
$$1,04 \cdot 2950 \cdot 80 \cdot 0,0118x^2.$$

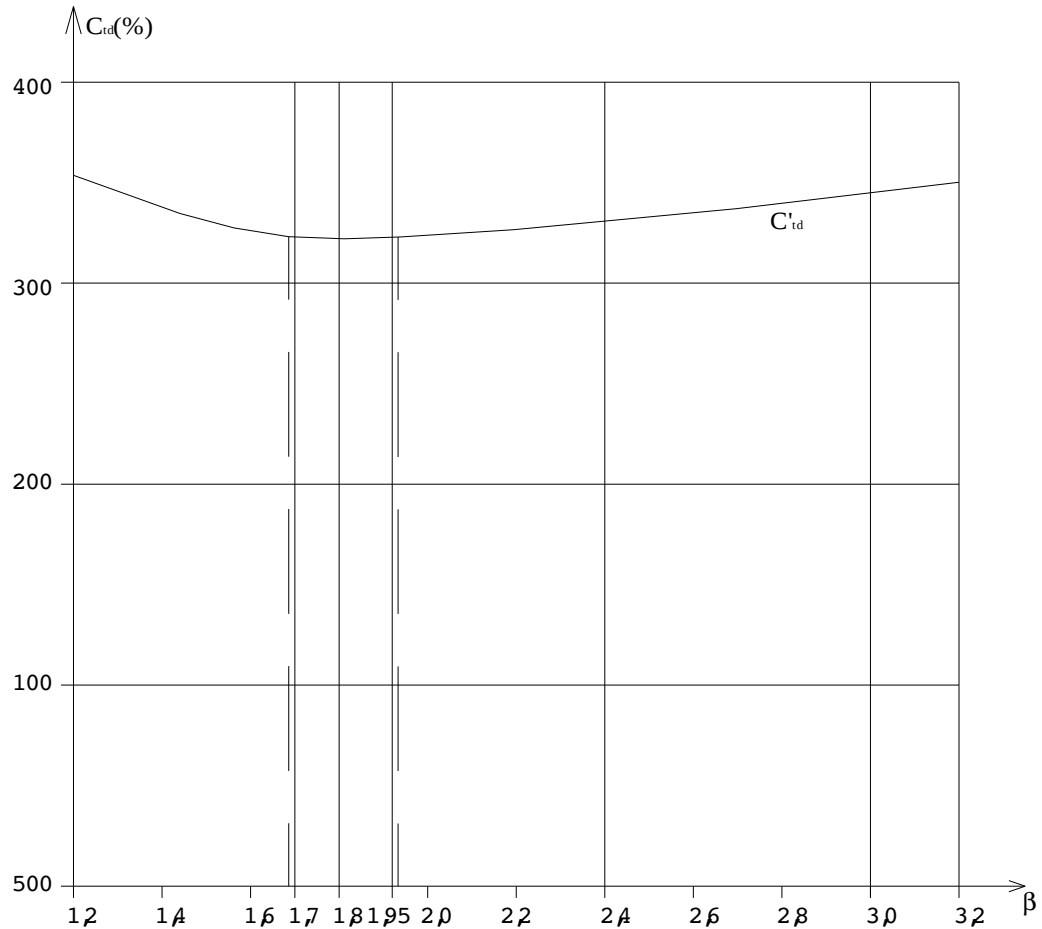
$$Q_0 = 2,2152 G_t + 1,9656G_g + 61,424G_0 + 289,6193 \cdot x^2$$

β	1,2	1,7	1,8	1,95	3,0	3,2
$x = \sqrt[4]{\beta}$	1,047	1,142	1,158	1,245	1,316	1,337
$x^2 = \sqrt{\beta^2}$	1,095	1,304	1,342	1,549	1,732	1,789
$x^3 = \sqrt[4]{\beta^3}$	1,147	1,489	1,554	1,928	2,279	2,393
$\frac{A_1}{x} = \frac{91}{x}$	86,915	79,685	78,584	73,092	69,148	68,063
$A \cdot x^2 = 7,745x^2$	8,481	10,099	10,394	11,997	13,414	13,856
$G_t = \frac{A_1}{x} + A_2 x^2$	95,396	89,784	88,978	85,089	82,562	81,919
$B_1 x^3 = 67,29x^3$	77,182	100,195	104,568	129,735	153,354	161,025
$B_2 x^2 = 4,49x^2$	4,916	5,855	6,026	6,955	7,777	8,033
$G_g = B_1 x^3 + B_2 x^2$	82,098	106,05	110,594	136,69	161,131	169,058
$G_{Fe} = G_t + G_g$	177,494	195,834	199,572	223,779	243,693	250,977
$G_0 = 5,886x^3$	6,751	8,764	9,147	11,348	13,414	14,085
$1,4504G_t$	138,362	130,223	129,054	123,423	119,748	118,815
$1,35184 G_g$	110,983	143,363	149,505	184,783	217,823	228,539
$3,91G_0$	26,396	34,267	35,765	44,371	52,448	55,072
$P_0 = 1,4504G_t + 1,35184G_g + 3,91G_0$	275,741	307,853	214,324	352,567	390,019	402,426
$T_t = 0,0084x^2$	0,0092	0,0109	0,0113	0,013	0,0145	0,015
$2,2152G_t$	211,321	198,889	197,104	188,489	182,891	181,467
$1,9656G_g$	163,337	208,452	217,384	268,678	316,719	332,30
$61,424G_0$	414,673	538,319	561,845	697,039	823,942	865,157
$289,6192x^2$	317,133	377,663	388,669	448,62	501,62	518,128
Q_0	1106,46	1323,32	1365,00	1602,82	1825,17	1897,052
	4	3	2	6	2	
$I_0 = \frac{Q_0}{10S} (\%)$	1,1064	1,3233	1,365	1,6028	1,8252	1,8971
$G_{dq} = \frac{C_1}{x^2} = \frac{93,72}{x^2}$	85,589	71,871	69,836	60,504	54,734	52,387

β	1,2	1,7	1,8	1,95	3,0	3,2
$1,03G_{dq}$	88,157	74,027	71,931	62,319	55,734	53,958
$G_{dd} = 1,03.1,03G_{dq}$	90,802	76,248	74,089	64,188	57,406	55,577
$K_{dqFe}.G_{dd} = 1,81.G_{dd}$	164,352	138,009	134,101	116,188	103,905	100,594
$\Delta = \sqrt{0,97 \cdot \frac{2050}{2,4} G_{dq}} \cdot 10^6$	$3,11 \cdot 10^6$	$3,395 \cdot 10^6$	$3,444 \cdot 10^6$	$3,701 \cdot 10^6$	$3,913 \cdot 10^6$	$3,977 \cdot 10^6$
$d = A_x = 0,11x$	0,1152	0,1256	0,1274	0,1369	0,1447	0,1471
$d_{12} = a.d = 1,35d$	0,1566	0,1708	0,1733	0,1863	0,1968	0,20
$l = \pi \frac{d_{12}}{\beta}$	0,4099	0,3156	0,3025	0,2439	0,2061	0,1963
$c = d_{12} + d_{12} + 2a_2$						
$C'_{td} = G_{Fe} + K_{dqFe} G_{dd}$	342,846	333,843	333,673	337,959	347,598	351,571







Với giới hạn $P_0 = 310 \text{ W}$ đã cho ta tìm được trên đồ thị $P_0 = f(\beta)$, $i_0 = f(\beta)$, $C'_{td} = f(\beta)$ ta tìm được $\beta \leq 1,75$

8. Đường kính trụ sắt

$$d = A \sqrt[4]{\beta} = 0,11 \sqrt[4]{1,75} = 0,1265 \text{ m}$$

Chọn đường kính chuẩn là $d_{dm} = 0,13\text{m}$

Ta tính lại trị số β

$$\beta = \left(\frac{d_{dm}}{A} \right)^4 = \left(\frac{0,13}{0,11} \right)^4 = 1,95$$

Rõ ràng với giá trị $\beta = 1,95$ thì P_0 lớn hơn một ít và i_0 nhỏ hơn 1 ít. Đối với trị số này, theo đồ thị ở trên ta tìm được mật độ dòng điện là:

$\Delta = 3,513 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$, trọng lượng dây quấn: $G_{dq} = 67,135 \text{ kg}$, trọng lượng dây dẫn: $1,03 G_{dd} = 73,36 \text{ kg}$, trọng lượng lõi sắt $G_{Fe} = 205,096 \text{ Kg}$. Tổn hao và dòng không tải: $P_0 = 323,884 \text{ W}$, $i_0 = 1,4259 \%$.

Giá thành vật liệu tác dụng

$$C'_{td} = 334,01 \text{ đơn vị quy ước}$$

9. Đường kính trung bình của rãnh dầu sơ bộ

$$d_{12} = a \cdot d = 1,36 \cdot 0,13 = 0,1768 \text{ m}$$

$$l = \frac{\pi d_{12}}{1,95} = \frac{\pi \cdot 0,1768}{1,95} = 0,2828 \text{ m}$$

11. Tiết diện hữu hiệu của trụ sắt

$$T_t = K_d \cdot T_b = 0,965 \cdot 0,01219 = 0,01176 \text{ m}^2$$

Trong đó $T_b = 0,01219 \text{ (m}^2\text{)}$ – theo bảng 42b

CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN DÂY QUẤN

3.1. TÍNH TOÁN DÂY QUẤN HA

1. Sức điện động của một vòng dây là:

$$U_v = 4,44 \cdot B_t \cdot f \cdot T_t = 4,44 \cdot 1,6 \cdot 50 \cdot 0,0176 = 4,177 \text{ (V)}.$$

2. Số vòng dây một pha của dây quấn HA.

$$W_1 = \frac{U_{\text{fl}}}{U_v} = \frac{230,947}{4,177} = 55,29 \text{ vòng}$$

Lấy chuẩn là $W_1 = 56$ vòng

→ Tính lại

$$U_v = \frac{U_{\text{fl}}}{W_1} = \frac{230,947}{56} = 4,124 \text{ (V)}$$

3. Mật độ dòng điện áp trung bình.

$$\Delta_{\text{tb}} = 0,746 \cdot K_f \cdot \frac{P_n \cdot U_v}{S \cdot d_{12}} \cdot 10^4$$

$$\Delta_{\text{tb}} = 0,746 \cdot 0,97 \cdot \frac{2050 \cdot 4,124}{100 \cdot 0,1768} \cdot 10^4$$

$$= 3,46 \cdot 10^6 \text{ (A/m}^2\text{)} = 3,46 \text{ MA/m}^2$$

4. Tiết diện vòng dây sơ bộ.

$$T'_1 = \frac{I_{1f}}{\Delta_{\text{tb}}} = \frac{144,3418}{3,46 \cdot 10^6} = 41,717 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$= 41,717 \text{ mm}^2$$

Theo bảng 38, với $S = 100\text{KVA}$, $I_1 = 144,3418 \text{ (A)}$. $U_1 = 0,4\text{KV}$, $T'_1 = 41,717\text{mm}^2$, ta chọn loại dây dẫn bằng đồng hình chữ nhật, kết cấu hình ống hai lớp.

5. Chiều cao hướng trục của mỗi vòng dây sơ bộ có thể tính

$$h_{v1} = \frac{1}{\frac{W_1}{2} + 1} = \frac{0,2848}{28 + 1} = 0,00982 \text{ (m)} = 9,82 \text{ (mm)}$$

6. Theo bảng 21 ta chọn loại dây đồng có kích thước $a \times b = 4,25. 10$ (mm x mm)

Tiết diện sơ dây $I_{d1} = 41,6 \text{ mm}^2$

- Kích thước dây dẫn chọn được viết như sau:

$$s\grave{e} \text{ s\grave{a}i ch\grave{e}p } n_{v1} \cdot \frac{\text{K\grave{e}ch th\grave{u}c d\grave{a}y t\grave{u}c\grave{n}}}{\text{K\grave{e}ch th\grave{u}c d\grave{a}y c\grave{a} c\grave{h} \textcircled{r}o\grave{n}} ; T_{d1}$$

Tức là: $1 \cdot \frac{(4,25 \cdot 10)}{5,31 \cdot 11,06} ; 41,6 \text{ mm}^2$

Với cách đi\grave{e}n 2 ph\grave{a}: $2\delta = 1,06 \text{ (mm)}$

7. Tiết diện mỗi vòng dây

$$T_1 = n_{v1} \cdot T_{d1} = 1 \cdot 41,6 = 41,6 \text{ (mm}^2\text{)}$$

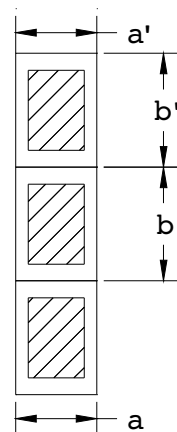
8. Mật độ dòng điện thực trong dây quấn HA

$$\Delta_1 = \frac{I_1}{T_1} = \frac{144,3418}{41,6 \cdot 10^{-6}} = 3,469 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$$

$$= 3,469 \text{ MA/m}^2$$

9. Chiều cao thực của mỗi vòng dây.

$$h = b' = 11,06 \text{ mm}$$

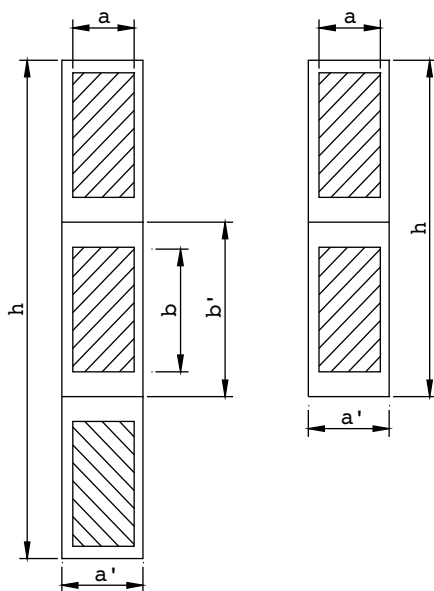


10. Chiều cao thực của dây quấn HA

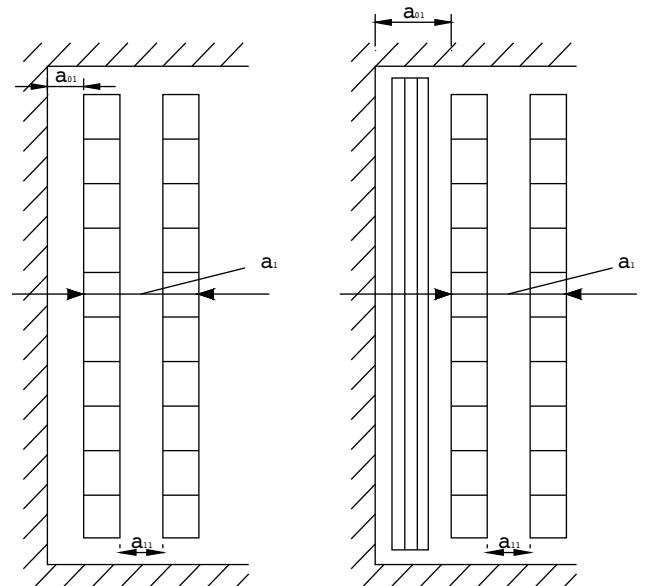
$$\begin{aligned}
 l_1 &= b' \cdot \left(\frac{W_1}{2} + 1 \right) + 5 \\
 &= 11,06 \cdot \left(\frac{56}{2} + 1 \right) + 5 \\
 &= 325,74 \text{ mm} = 32,574 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Trị số 5mm là kể đến việc quấn dây không chặt

11. Bề dày của dây quấn HA (Hình vẽ)



Hình 3-43: Xác định chiều cao của vòng dây



Hình 3-44: Dùng cho việc xác định kích thước hướng kính của dây quấn

$$\begin{aligned}
 a_1 &= (2 \cdot A' + a_{11}) \cdot 10^{-3} \quad (\text{m}) \\
 &= (2 \cdot 5,31 + 5) \cdot 10^{-3} = 15,62 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

Với $a_{11} = 5\text{mm}$

11. Đường kính trong của dây quấn HA

$$D'_1 = d + 2 \cdot a_{01} \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,13 + 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 0,138 \text{ (m)}$$

12. Đường kính ngoài của dây quấn HA

$$D''_1 = D'_1 + 2 \cdot a_1$$

$$= 0,138 + 2 \cdot 15,62 \cdot 10^{-3} = 0,16924 \text{ (m)}$$

13. Trọng lượng dây dẫn HA bằng đồng là

$$G_{Cu1} = 28 \cdot t \cdot \frac{D'_1 + D''_1}{2} \cdot W_1 \cdot T_1 \cdot 10^{-3}$$

$$G_{Cu1} = 28 \cdot 3 \cdot \frac{0,138 + 0,16924}{2} \cdot 5641,6 \cdot 10^{-3}$$

$$G_{Cu1} = 30,06 \text{ (Kg)}$$

14. Bề mặt làm lạnh của dây quấn HA

$$M_l = (n + 1) \cdot t \cdot K \cdot \pi \cdot (D'_1 + D''_1) \cdot l$$

Trong đó: $n = 1$ là số rãnh dầu dọc trục dây quấn HA.

$t = 3$ là số trụ tác dụng

$K = 0,75$ là hệ số kể đến sự che khuất bề mặt dây quấn do que nêm và các chi tiết cách điện khác

$$\rightarrow M_l = (1 + 1) \cdot 3 \cdot 0,75 \cdot \pi \cdot (0,138 + 0,16924) \cdot 0,35745$$

$$= 4,3435 \cdot 0,325745 = 1,415 \text{ m}^2$$

3.2. DÂY QUẤN CA

1. Trước hết ta phải xác định số vòng dây của dây quấn CA với điện áp định mức.

$$W_{2\text{dm}} = W_1 \cdot \frac{U_{f2}}{U_{f1}} = 56 \cdot \frac{5773,672}{230,947} = 1399,999 \text{ vòng} \approx 1400 \text{ vòng}$$

2. Bố trí đoạn dây điều chỉnh điện áp như sau

Đoạn dây điều chỉnh ở cuối dây quấn (hình vẽ) với 4 cấp điều chỉnh. Nên số vòng dây của 1 cấp điều chỉnh điện áp lấy như sau:

$$W_{\text{đc}} = 0,025 \cdot W_{2\text{dm}} = 0,025 \cdot 1400 = 35 \text{ vòng}$$

3. Số vòng dây tương ứng ở các đầu phân áp là

– Cấp 10500V:

$$W_2 = W_{2\text{dm}} + 2W_{\text{đc}} = 1400 + 2 \cdot 35 = 14701 \text{ vòng}$$

– Cấp 12050V:

$$W_2 = W_{2\text{dm}} + W_{\text{đc}} = 1400 + 35 = 1435 \text{ vòng}$$

– Cấp 10000V:

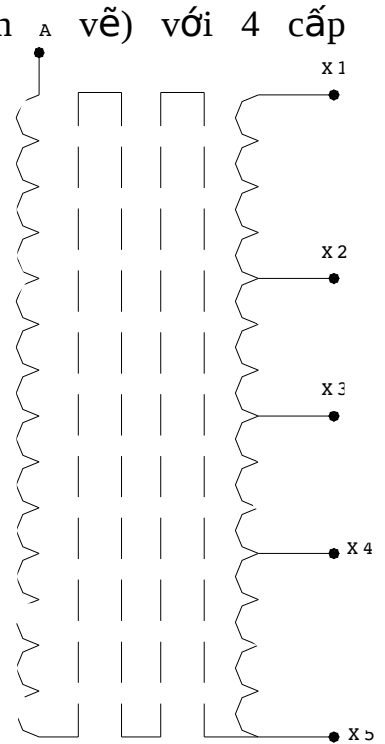
$$W_2 = W_{2\text{dm}} = 1400 \text{ vòng}$$

– Cấp 9750V:

$$W_2 = W_{2\text{dm}} - W_{\text{đc}} = 1400 - 35 = 1365 \text{ vòng}$$

– Cấp 9500V:

$$W_2 = W_{2\text{dm}} - 2 \cdot W_{\text{đc}} = 1400 - 2 \cdot 35 = 1330 \text{ vòng}$$



4. Mật độ dòng điện sơ bộ

$$\Delta'_2 = 2 \Delta_{\text{tb}} - \Delta_1 = 2 \cdot 3,46 \cdot 10^6 - 3,469 \cdot 10^6 = 3,451 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2 = 3,451 \text{ MA/m}^2$$

5. Chọn sơ bộ tiết diện vòng dây

$$T_2' = \frac{I_2}{\Delta_2' \cdot 10^6} = \frac{5,7735}{3,451 \cdot 10^6} = 1,673 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 1,673 \text{ mm}^2$$

Lấy chuẩn $T_2 = 1,77 \text{ mm}^2$

6. Theo bảng 38, với $S = 100 \text{ KVA}$, $I_2 = 5,7735 \text{ A}$, $U_2 = 10 \text{ KV}$, $T_2 = 1,77 \text{ mm}^2$ ta chọn loại dây quấn bằng đồng, tiết diện tròn, đường kính 1,5mm. Kết cấu dây quấn hình ống nhiều lớp, số sợi chập $n_{v2} = 1$ sợi (theo bảng 20)

$$\text{- Mã hiệu } n_{v2} = \frac{S - \text{êng kính dây trục}}{S - \text{êng kính dây cuộn}}; \quad T_2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tức: } 1 \cdot \frac{1,5}{1,6}; 1,77 \text{ mm}^2$$

(Cách điện hai phía: $2 \delta = 0,1 \text{ mm}$)

7. Tiết diện toàn phần của mỗi vòng dây

$$T_2 = n_{v2} \cdot T_{d2} \cdot 10^{-6} = 1 \cdot 1,77 \cdot 10^{-6} = 1,77 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$= 1,77 \text{ (mm}^2\text{)}$$

8. Mật độ dòng điện thực trong dây quấn CA

$$\Delta_2 = \frac{I_2}{T_2} = \frac{5,7735}{1,77 \cdot 10^{-6}} = 3,262 \cdot 10^6 \text{ (A / m}^2\text{)}$$

$$= 3,262 \text{ (MA/m}^2\text{)}$$

9. Số vòng dây trong một lớp

$$W_{12} = \frac{1 \cdot 10^3}{n_{v2} \cdot d_2'} - 1 = \frac{0,32574 \cdot 10^3}{1 \cdot 1,6} - 1 = 202,58 \text{ vòng}$$

$$= 203 \text{ vòng}$$

10. Số lớp của dây quấn CA.

$$n_{12} = \frac{W_2}{W_{12}} = \frac{1400}{203} = 6,89 \text{ lớp}$$

Lấy $n_{12} = 7$ lớp

11. Điện áp làm việc giữa 2 lớp kề nhau

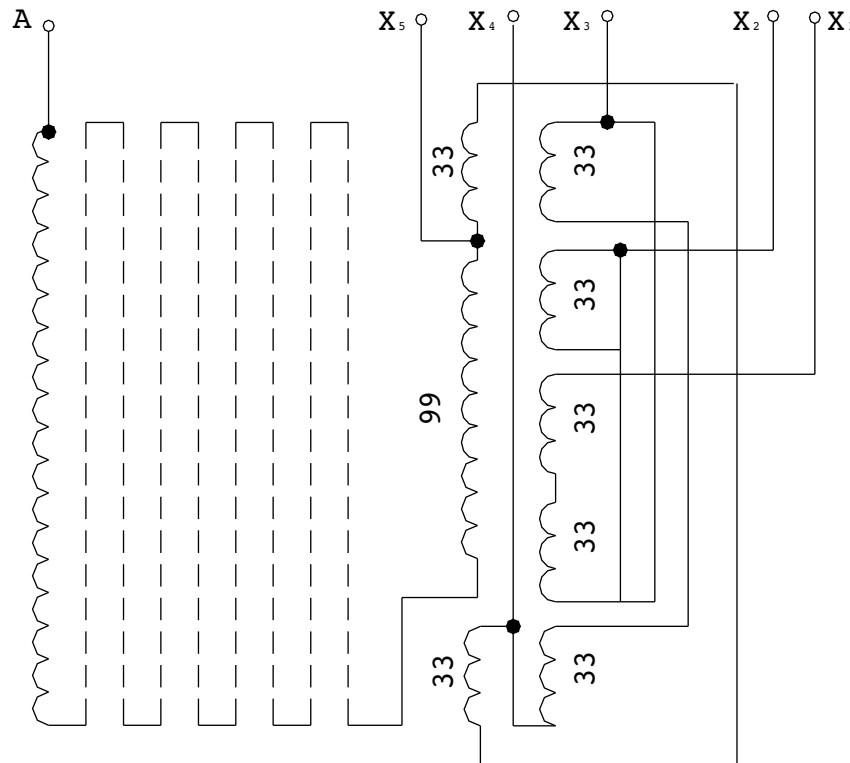
$$U_{12} = 2 \cdot W_{12} \cdot U_v = 2 \cdot 203 \cdot 4,124 = 1674 \text{ (V)}$$

→ Đầu thừa cách điện của dây quấn CA là $l_{d2} = 16\text{mm}$ cách điện lớp gồm 3 lớp giấy cáp $3 \times 0,12 = 0,36\text{mm}$ (theo bảng 26).

12. Với số lớp dây quấn CA:

$n_{12} = 7$ lớp thì ta phân phối số vòng dây các lớp, chia tổ như sau:

- Lớp thứ nhất đến lớp thứ 5 : $203 \cdot 5 = 1015$ vòng
- Lớp thứ 6 : $121 + 2 \cdot 33 = 187$ vòng
- Lớp thứ 7 : $6 \cdot 33 = 198$ vòng



Hình x: Sơ đồ dây quấn CA có các đầu điều chỉnh của máy biến áp BAD630/35 (có ghi rõ số vòng dây ở các cấp điều chỉnh).

Để đảm bảo toả nhiệt tốt, ta chia dây quấn CA thành 2 tổ lớp: Tổ lớp trong gồm 2 lớp, tổ lớp ngoài cùng của dây quấn CA gồm 5 lớp còn lại ở giữa 2 tổ lớp có rãnh đều dọc trục $a'_{22} = 5\text{mm}$.

13. Chiều dày của dây quấn CA.

$$\begin{aligned} a_2 &= d'_2 (n+m) \delta_{12} [(n-1) + (m-1)] + a'_{22} \\ &= 1,6 \cdot 7 + 2,5 \cdot 5 + 5 = 26,7 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

14. Đường kính trong của dây quấn CA.

$$\begin{aligned} D'_2 &= D''_2 + 2 a_{12} \cdot 10^{-3} \\ &= 0,16924 + 2 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 0,18724 \text{ (m)} \end{aligned}$$

15. Đường kính ngoài của dây quấn CA

$$\begin{aligned} D'_2 &= D''_2 + 2 a_{12} \\ &= 0,18724 + 2 \cdot 28,7 \cdot 10^{-3} = 0,2464 \text{ (m)} \end{aligned}$$

16. Khoảng cách giữa hai trụ cạnh nhau

$$\begin{aligned} C &= D''_2 + a_{22} \cdot 10^{-3} \\ &= 0,24464 + 8 \cdot 10^{-3} = 0,25264 \text{ (m)} \end{aligned}$$

17. Trọng lượng dây quấn CA bằng đồng là

$$\begin{aligned} G_{\text{Cu2}} &= 28t \cdot \frac{D'_2 + D''_2}{2} W_{2\text{m}} T_2 \cdot 10^{-3} \\ G_{\text{Cu2}} &= 28 \cdot 3 \cdot \frac{0,18724 + 0,24464}{2} \cdot 1400 \cdot 1,77 \cdot 10^3 \\ &= 44,948 \text{ Kg} \end{aligned}$$

18. Bề mặt làm lạnh của dây quấn CA

$$M_{l2} = 1,5. K. t. \pi. (D_2' + D_2''). L$$

Với $K = 0,88$, $t = 3$

$$M_{l2} = 1,5. 0,883. \pi (0,18724 + 0,24464). 0,32574 = 1,75 \text{ (m}^2\text{)}$$

CHƯƠNG IV: TÍNH TOÁN CÁC THAM SỐ NGẮN MẠCH

IV. TỔN HAO.

1. Trọng lượng dây quấn bằng đồng của cả dây quấn HA và CA

$$G_{Cu} = G_{Cu1} + G_{Cu2} = 30,06 + 44,948 = 75,008 \text{ (kg)}$$

2. Tổn hao chính (đồng).

- Ở dây quấn HA (đồng).

$$\begin{aligned} P_{Cu1} &= 2,4 \cdot 10^{-12} \cdot \Delta_1^2 \cdot G_{Cu1} \\ &= 2,4 \cdot 10^{-12} \cdot (3,496)^2 \cdot 30,06 = 868,178 \text{ (W)} \end{aligned}$$

- Ở dây quấn CA (đồng).

$$\begin{aligned} P_{Cu2} &= 2,4 \cdot 10^{-12} \cdot \Delta_2^2 \cdot G_{Cu2} \\ &= 2,4 \cdot 10^{-12} \cdot (3,262)^2 \cdot 44,948 = 1147,862 \text{ (W)} \end{aligned}$$

3. Tổn hao phụ (đồng).

- Trong dây quấn hạ áp

$$\beta_1 = \frac{bm}{l} k_r = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 29}{0,32574} \cdot 0,95$$

$$K_{f1} = 1 + 0,095 \cdot 10^8 \beta_1^2 a^4 \cdot (n^2 - 0,2).$$

$$= 1 + 0,095 \cdot 10^8 \left(\frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 29 \cdot 0,95}{0,32574} \right)^2 (4,25)^4 \cdot (2^2 - 0,2) \cdot 10^{-2}$$

$$= 1,00842.$$

- Trong dây quấn cao áp

$$\beta_2 = \frac{dm}{l} k_r = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 203}{0,32574} \cdot 0,95$$

$$\begin{aligned} \rightarrow K_{f2} &= 1 + 0,044 \cdot 10^8 \beta_2^2 d^4 n^2 \\ &= 1 + 0,044 \cdot 10^8 \left(\frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 203 \cdot 0,95}{0,32574} \right)^2 (1,5 \cdot 10^{-3})^4 \cdot 7^2 \\ &= 1,00086. \end{aligned}$$

4. Tổn hao chính trong dây dẫn ra

* Đối với dây quấn HA: chiều dài dây dẫn ra là:

$$l_{r1} = 7,5 \cdot l = 7,5 \cdot 0,32574 = 2,443 \text{ (m)}$$

(Do dây nối Y).

- Trọng lượng đồng của dây dẫn ra hạ áp:

$$\begin{aligned} G_{r1} &= l_{r1} T_{r1} \cdot \gamma_{Cu} = 2,443 \cdot 41,6 \cdot 8900 \cdot 10^{-6} \\ &= 0,9045 \text{ (Kg)} \end{aligned}$$

- Tổn hao trong dây dẫn ra:

$$\begin{aligned} P_{r1} &= 2,4 \cdot 10^{-12} \Delta_1^2 G_{r1} \\ &= 2,4 \cdot 10^{-12} \cdot (3,469)^2 \cdot 0,9045 = 26 \text{ (W)} \end{aligned}$$

* Đối với dây quấn cao áp: chiều dài dây dẫn ra là:

$$l_{r2} = l_{r1} = 2,443 \text{ (m)}.$$

- Trọng lượng đồng của dây dẫn ra cao áp:

$$\begin{aligned} G_{r2} &= l_{r2} T_{r2} \cdot \gamma_{Cu} = 2,443 \cdot 1,77 \cdot 8900 \cdot 10^{-6} \\ &= 0,0385 \text{ (Kg)} \end{aligned}$$

- Tổn hao trong dây dẫn ra cao áp:

$$\begin{aligned} P_{r2} &= 2,4 \cdot 10^{-12} \Delta_2^2 G_{r2} \\ &= 2,4 \cdot 10^{-12} \cdot (3,262)^2 \cdot 0,0385 = 1 \text{ (W)} \end{aligned}$$

5. Tổn hao trong vách thùng dầu và các chi tiết kim loại khác (Pt) tính gần đúng theo.

$$P_t = 10 \cdot K \cdot S = 10 \cdot 0,016 \cdot 100 = 16 \text{ (W)}.$$

(Với K = 0,016)

6. Tổn hao ngắn mạch toàn phần.

$$\begin{aligned} P_n &= P_{Cu1} + K_{f1} + P_{Cu2} \cdot K_{f2} + P_{r1} + P_{r2} + P_t \\ &= 868,178 \cdot 1,00842 + 1147,862 \cdot 1,00086 + 26 + 1 + 16. \\ &= 2067,34 \text{ (W)}. \end{aligned}$$

Khi điện áp dây quấn cao áp định mức.

$$P_n = 2067,34 - 1147,862 \cdot 1,00086 \cdot 0,05 = 2010 \text{ (W)}.$$

7. Mật độ dòng điện trên bề mặt dây quấn.

- Ở dây quấn hạ áp.

$$\begin{aligned} q_{Cu_1} &= \frac{107}{K} \cdot 10^{-10} \cdot b \cdot \frac{a}{a'} \cdot \Delta_1^2 \cdot K_{f1} \quad (\text{W/m}^2). \\ &= \frac{107}{0,75} \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{4,25}{5,31} \cdot (3,469)^2 \cdot 10^{12} \cdot 1,00842 \\ &= 138,569 \text{ (W/m}^2\text{)}. \end{aligned}$$

(Với K = 0,75).

+ Ở dây quấn cao áp

$$\begin{aligned} q_{Cu_2} &= 1,68 \frac{\Delta_2^2 \cdot d^2}{(d + \delta_1) \cdot d'} \cdot 10^{-8} = 10^8 \text{ (W/m}^3\text{)} \\ &= 1,68 \cdot \frac{(3,262)^2 \cdot 10^{12} \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^2}{(1,6 + 0,36) \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-11} \\ &= 128,2577 \text{ (W/m}^3\text{)}. \end{aligned}$$

$\delta_1 = 3 \times 0,12 = 0,36$ mm (chiều dày cách điện giữa các lớp của dây quấn cao áp).

4.2. ĐIỆN ÁP NGẮN MẠCH

1. Thành phần tác dụng.

$$U_{nr} = \frac{P_n}{10 S} = \frac{2067,34}{10 \cdot 100} = 2,067 (\%)$$

2. Thành phần phản kháng.

$$U_{nx} = \frac{7,9 f S \beta a_r K_r}{U_v^2} 10^{-1} (\%)$$

$$= \frac{7,9 \cdot 50 \cdot 33,333 \cdot 1,95 \cdot 0,0241 \cdot 0,95}{(4,124)^2} 10^{-1} = 3,456 (\%).$$

3. Điện áp ngắn mạch toàn phần là

$$U_n = \sqrt{U_{nr}^2 + U_{nx}^2} = \sqrt{(2,067)^2 + (3,456)^2} = 4,027 \%$$

4.3. TÍNH TOÁN LỰC CƠ HỌC KHÍ NGẮN MẠCH.

1. Dòng điện xác lập ngắn mạch.

$$I_n = \frac{100 I_{em}}{U_n \left[1 + \frac{100 S_{em}}{U_n S_n} \right]}$$

Theo bảng 40: $S_n = 500 \cdot 10^3$ (W).

$$= \frac{100 \cdot 5,7735}{4,027 \left[1 + \frac{100 \cdot 100}{4,027 \cdot 500 \cdot 10^3} \right]} = 143,37 \text{ (A)}$$

2. Dòng điện ngắn mạch cực đại tức thời.

$$i_{max} = \sqrt{2} \left(I_n + I_n e^{\frac{\pi U_{nr}}{U_{nx}}} \right) = \sqrt{2} I_n \left(1 + e^{\frac{-\pi \cdot 2,067}{3,456}} \right)$$

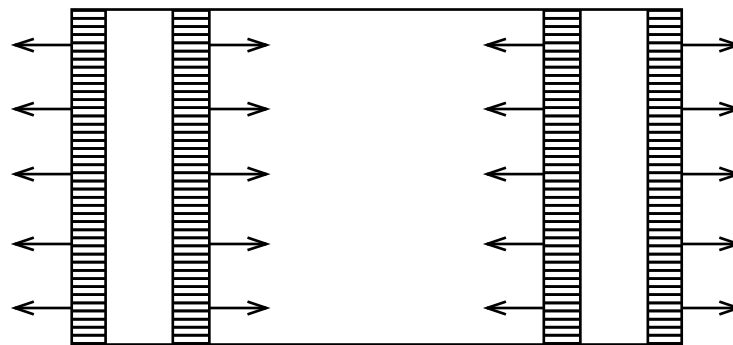
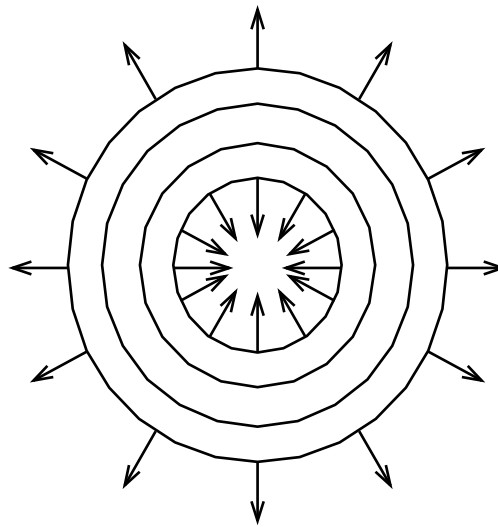
$$= \sqrt{2} \cdot 143,37 \cdot \left(1 + e^{\frac{\pi \cdot 2,067}{3,456}} \right) = 234 \text{ (A)}$$

3. Lực hướng kính F_r .

$$F_r = 0,268 (i_{\max} \cdot W)^2 \cdot \beta \cdot K_r \cdot 10^{-6}$$

$$= 0,268 (234 \cdot 1400)^2 \cdot 1,95 \cdot 0,95 \cdot 10^{-6}$$

$$= 124855 \text{ (N)}$$



Hình 4-9: Tác dụng của lực hướng kính lên dây quấn đồng tâm

4. Ứng suất nén trong dây quấn HA.

$$\rho_{nr} = \frac{F_{nr}}{T_1 W_1} = \frac{F_r}{2\pi T_1 W_1} = \frac{124855}{2\pi \cdot 41,6 \cdot 10^{-6} \cdot 56} = 8,53 \text{ (MPa)}$$

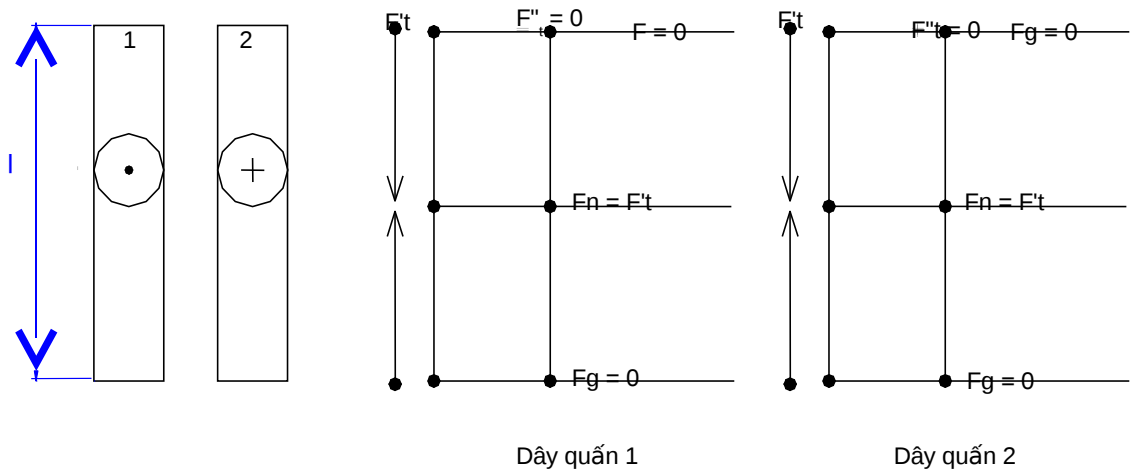
5. Ứng suất nén trong dây quấn CA.

$$\rho_{nr} = \frac{F_{nr}}{T_2 W_2} = \frac{F_r}{2\pi T_2 W_2} = \frac{124855}{2\pi \cdot 1,77 \cdot 10^{-6} \cdot 1400} = 8,019 \text{ (MPa)}$$

6. Lực chiều trục:

$$F'_t = F_r \frac{a_r}{2\lambda} = 124855 \cdot \frac{0,0241}{2 \cdot 0,32574} = 4619 \text{ (N)}$$

$F''_t = 0$ do sự bố trí cuộn dây cao áp và hạ áp bằng nhau.

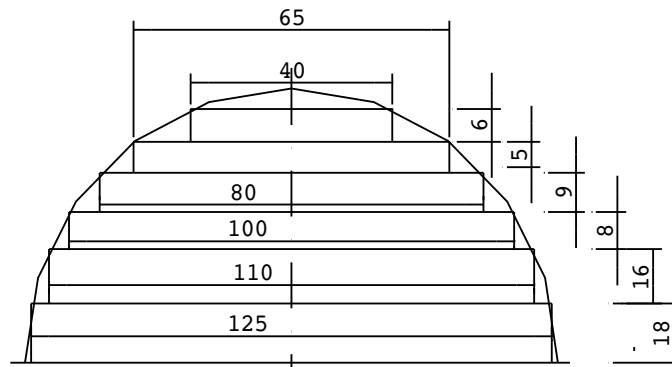


CHƯƠNG V: TÍNH TOÁN CUỐI CÙNG VỀ HỆ THỐNG MẠCH TỪ

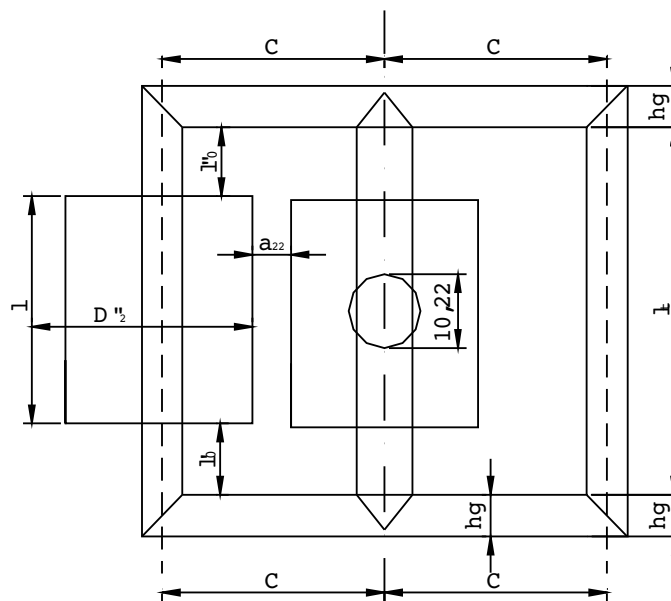
1. Ta chọn kết cấu lõi thép kiểu 3 pha, ba trụ, lá thép ghép xiên (6 mỗi nối xiên) làm bằng tôn cán lạnh 3404 dày 0,35 mm. Số bậc thang của trụ là 6 và của gông là 5 bậc. Ép trụ bằng băng vải thủy tinh không có tấm sắt ép.

<i>Thứ tự tập</i>	<i>Trụ (mm)</i>	<i>Gông trong nửa tiết diện trụ - mm</i>
1	125x18	125x18
2	110x16	110x16
3	100x8	100x8
4	80x9	80x9
5	65x5	65x11
6	40x6	-

Các kích thước của mạch từ:



a)



b)

Số lượng lá thép trong mỗi tập

$$n_{\delta} = \frac{eK_d}{\delta_t \cdot 10^{-3}}$$

- Tập thứ nhất: $n_{\delta 1} = \frac{0,121 \cdot 0,965}{18 \cdot 10^{-3}} = 6 l_s$

- Tập thứ hai: $n_{\delta 2} = \frac{0,121 \cdot 0,965}{16 \cdot 10^{-3}} = 7 l_s$

- Tập thứ ba: $n_{\delta 3} = \frac{0,121 \cdot 0,965}{8 \cdot 10^{-3}} = 14 l_s$

$$\text{- Tập thứ tư: } n_{\delta 4} = \frac{0,1210,965}{9 \cdot 10^{-3}} = 13 \text{ l}_s$$

$$\text{- Tập thứ năm: } n_{\delta 5} = \frac{0,1210,965}{5 \cdot 10^{-3}} = 23 \text{ l}_s$$

$$\text{- Tập thứ sáu: } n_{\delta 6} = \frac{0,1210,965}{6 \cdot 10^{-3}} = 19 \text{ l}_s$$

2. Tổng chiều dày các lá thép của tiết diện trụ (hoặc gông)

$$e = (18 + 16 + 8 + 9 + 5 + 6) = 124 \text{ (mm)} = 0,124 \text{ (m)}$$

3. Toàn bộ tiết diện bậc thang của trụ (theo bảng 42a)

$$T_{bt} = 121,9 \text{ (cm}^2\text{)} = 0,01219 \text{ (m}^2\text{)}$$

4. Tiết diện bậc thang của gông

$$T_{bg} = 124,9 \text{ (cm}^2\text{)} = 0,01249 \text{ (m}^2\text{)}$$

5. Thể tích một góc mạch từ

$$V_o' = 1299 \text{ (cm}^3\text{)} = 0,00129 \text{ (m}^3\text{)}$$

6. Tiết diện trụ hữu hiệu (thuần sắt) của trụ:

$$T_t = K_d \cdot T_{bt} = 0,965 \cdot 0,01219 = 0,011763 \text{ (m}^2\text{)}$$

7. Thể tích thuần sắt một góc mạch từ

$$V_o = K_d \cdot V_o' = 0,965 \cdot 0,00129 = 0,001254 \text{ (cm}^3\text{)}.$$

8. Chiều cao trụ:

$$l_t = l + (l'_o + l''_o) \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

$$= 0,32574 + 2 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,35574 \text{ (m)}$$

(do không dùng vành sắt ép dây quấn nên $l'_o = l''_o = l_{o2}$).

9. Khoảng cách giữa 2 tâm trụ.

$$C = D''_2 + a_{22} \cdot 10^{-3} = 0,24464 + 8 \cdot 10^{-3} = 0,25264 \text{ (m)}$$

10. Trọng lượng sắt một góc là:

$$\begin{aligned} G_0 &= K_d \cdot V_0 \cdot \gamma \text{ (kg)} \\ &= 0,965 \cdot 0,001254 \cdot 7650 = 9,257 \text{ 9kg} \end{aligned}$$

$\gamma = 7650 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ là tỉ trọng thép.

11. Trọng lượng sắt gông (toàn phần).

$$\begin{aligned} G_g &= G'_g + G''_g \\ &= 2(t-1) \cdot C \cdot T_g \cdot \gamma + 4 \cdot \frac{G_0}{2} \\ &= 2 \cdot 2 \cdot 0,25264 \cdot 0,012053 \cdot 7650 + 2 \cdot 9,257 \\ &= 111,693 \text{ (kg)} \end{aligned}$$

12. Trọng lượng trụ sắt.

$$\begin{aligned} G_t &= G'_t + G''_t \\ &= t \cdot T_t \cdot l_t \cdot \gamma + t(T_t \cdot a_{lg} \cdot \gamma \cdot 10^{-3} - G_0) \\ &= 3 \cdot 0,011763 \cdot 0,35574 \cdot 7650 + 3(0,011763 \cdot 0,065 \cdot 7650 - 9,257) \\ &= 85,812 \text{ (kg)}. k_{p0} \end{aligned}$$

13. Trọng lượng sắt toàn bộ của trụ và gông.

$$\begin{aligned} G &= G_g + G_t \\ &= 111,693 + 85,812 = 197,505 \text{ (Kg)} \end{aligned}$$

CHƯƠNG VI: TÍNH TỔN HAO VÀ DÒNG KHÔNG TẢI

1. Lõi thép làm bằng tôn cán lạnh mã hệ 3405, dày 0,35 mm do đó trị số tự cảm trong trụ sắt và trong gông là:

$$B_t = \frac{U_v}{4,44 T_t f} = \frac{9,3}{44,4 \cdot 0,01173650} = 1,579 \text{ (T)}$$

$$B_g = \frac{U_v}{4,44 T_g f} = \frac{9,3}{44,4 \cdot 0,01205350} = 1,54 \text{ (T)}$$

Tiết diện khe hở không khí ở mỗi nối xiên bằng:

$$T_n = \sqrt{2} T_t = \sqrt{2} \cdot 0,011763 = 0,0166 \text{ (m}^2\text{)}$$

2. Theo bảng 45 với tôn 3405, dày 0,35 mm, tra được các suất tổn hao tương ứng

$$\text{Với: } B_t = 1,579 \text{ (T); } \rightarrow P_t = 1,2448 \text{ (W/kg);}$$

$$P_K = 960,6 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$B_g = 1,54 \text{ (T); } \rightarrow P_g = 1,168 \text{ (W/kg);}$$

$$P_K = 906 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

$$B_{kn} = 1,1165 \text{ (T); } P_{kn} = 444 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

3. Theo công thức:

$$P_0 = K_{pc} K_{pb} \left[P_t G_t + P_g (G'_g - N G_0) + \frac{P_t + P_g}{2} G_0 K_{p0} + \sum P_K n_K T_K \right] K_{pg} K_{pe} K_{pt}$$

Mạch từ có 6 mối nối xiên, lõi sắt không đột lỗ, tôn có ủ sau khi cắt, có khử bavia. Theo bảng 46a, 47, 48 ta có.

$$P_0 = 1,1 \cdot \left[\begin{aligned} &1,2448 \cdot 85,812 + 1,168(93,179 - 49,257) \\ &+ \frac{1,2448 + 1,168}{2} \cdot 9,257 \cdot 8,58 + 444 \cdot 80,0166 \end{aligned} \right] \cdot 1,1 \cdot 1,02 \cdot 1,01$$

$$P_0 = 337,05 \text{ (W)}$$

Sai số so với tiêu chuẩn là:

$$\frac{337,065 - 310}{310} \cdot 100 = 8,73\%$$

4. Theo bảng 50 ta tìm được suất từ hoá

$$B_t = 1,578 \text{ (T)} \quad \rightarrow q_t = 1,67 \text{ (VA/kg);} \quad q_{kt} = 22030 \text{ (VA/m}^2\text{)}$$

$$B_g = 1,54 \text{ (T)} \quad \rightarrow q_g = 1,486 \text{ (VA/kg);} \quad q_{kg} = 19320 \text{ (VA/m}^2\text{)}$$

$$B_{kn} = 1,1165 \text{ (T)} \quad \rightarrow q_{kn} = 2747,5 \text{ (VA/m}^2\text{)}$$

5. Đối với kết cấu lõi thép và công nghệ chế tạo mạch từ có ủ lá tôn sau khi cắt dập, thì công suất từ hóa không tải được tính như sau:

$$Q_0 = \left\{ \begin{aligned} &K_{ib} K_{ic} \left[q_t G_t + q_g (G_g' - N G_0) + \frac{q_t q_g}{2} K_{it} K_{ig} G_0 \right] \\ &+ \sum q_k n_k T_k \end{aligned} \right\} K_{jt} K_{je} K_{je} \text{ (VA)}$$

$$K_{ib} = 1; \quad K_{ig} = 1; \quad K_{ic} = 1,18; \quad K_{it} = 1,01; \quad K_{ie} = 1,04$$

$$Q_0 = \left\{ \begin{aligned} &1,1,18 \left[1,67 \cdot 85,812 + 1,486(93,179 - 49,257) + \frac{1,67 + 1,486}{2} \cdot 9,257 \cdot 1,25 \cdot 34,4 \right] \\ &2747,5 \cdot 80,0166 \end{aligned} \right\} \cdot 1,1,04 \cdot 1,01$$

$$= 1511 \text{ (VA)}$$

6. Thành phần phản kháng của dòng điện không tải

$$i_{ox} = \frac{Q_0}{10 S} = \frac{1511}{10 \cdot 100} = 1,511 \text{ (%)}$$

7. Dòng điện không tải toàn phần

$$i_0 = \sqrt{i_{0r}^2 + i_{0x}^2} = \sqrt{0,3371^2 + 1,511^2} = 1,548(\%)$$

Trị số dòng điện không tải của dây quấn HA tương ứng là:

$$i_{0x} = \frac{I_1 i_{0x}}{100} = \frac{144,3418 \cdot 1,511}{100} = 2,181(\text{A})$$

$$i_{0r} = \frac{I_1 i_{0r}}{100} = \frac{144,3418 \cdot 0,3371}{100} = 0,487(\text{A})$$

$$i_0 = \frac{I_1 i_0}{100} = \frac{144,3418 \cdot 1,548}{100} = 2,2344(\text{A})$$

12. Hiệu suất của máy biến áp khi tải định mức

$$\eta = \left[1 - \frac{P_0 + P_n}{S P_n + P_n} \right] 100$$

$$\eta = \left[1 - \frac{2067,34 + 337,065}{100000 + 2067,34 + 337,065} \right] 100 = 97,652(\%)$$

CHƯƠNG VIII: TÍNH TOÁN NHIỆT

7.1. TÍNH TOÁN NHIỆT CỦA DÂY QUẤN.

1. Nhiệt độ chênh trong lòng dây quấn với mặt ngoài của nó

Với dây quấn HA

$$\begin{aligned}\theta_{01} &= \frac{\theta \cdot \delta_1}{\lambda_{\text{c\textcircled{1}}}} \quad (^\circ\text{C}) \\ &= \frac{138,569 \cdot 0,53}{0,17} 10^{-3} = 0,432^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Với $\lambda_{\text{cd}} = 0,17$ (W/m⁰C) tra bảng 54

- Với dây quấn CA

$$\theta_{02} = \theta_1 - \theta_2 = \frac{P_{\text{cu2}} a^2}{8\lambda_{\text{tb}}} \quad (^\circ\text{C})$$

Suất dẫn nhiệt bình quân qui ước của dây quấn:

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{\lambda_{\text{c\textcircled{2}}}}{0,7\sqrt{\alpha}} = \frac{\lambda_{\text{c\textcircled{2}}}}{0,7\sqrt{\frac{d+d'}{d}}} \quad (\text{W /m }^\circ\text{C}) \\ &= \frac{0,17}{0,7\sqrt{\frac{1,6-1,5}{1,5}}} = 0,94 (\text{W /m }^\circ\text{C})\end{aligned}$$

- Suất dẫn nhiệt của cách điện giữa các lớp

$$\lambda_1 = 0,17$$

- Suất dẫn nhiệt trung bình

$$\lambda_{\text{tb}} = \frac{\lambda \lambda_1 (d + \delta_1)}{\lambda \delta_1 + \lambda_1 d'} = \frac{0,94 \cdot 0,17 (1,6 + 0,36)}{0,94 \cdot 0,36 + 0,17 \cdot 1,6} = 0,513 \text{ W /m }^\circ\text{C}$$

$$\text{Vậy } \theta_{02} = \frac{P_{Cu2} a^2}{8\lambda_{tb}} = \frac{128,2577 (28,7 \cdot 10^{-3})^2}{8 \cdot 0,513} = 0,0257^\circ \text{C}$$

2. Nhiệt độ chênh giữa mặt ngoài dây quấn đối với dầu:

- Ở đầu dây quấn HA

$$\theta_{0d1} = K \alpha_1^{0,6} = 0,285 \cdot (138,569)^{0,6} = 5,49 (^\circ \text{C})$$

$$K = 0,285$$

0,6: Chỉ số lũy thừa kinh nghiệm

$$q_{Cu1}: (\text{W/m}^2)$$

- Ở quấn cao áp

$$\theta_{0d2} = K \alpha_{Cu2}^{0,6} = 0,285 \cdot (128,2577)^{0,6} = 5,24^\circ \text{C}$$

3. Nhiệt độ chênh trung bình của dây quấn với dầu

- Ở dây quấn HA

$$\theta_{dtb1} = \theta_{01} + \theta_{0d1} = 0,432 + 5,49 = 5,922^\circ \text{C}$$

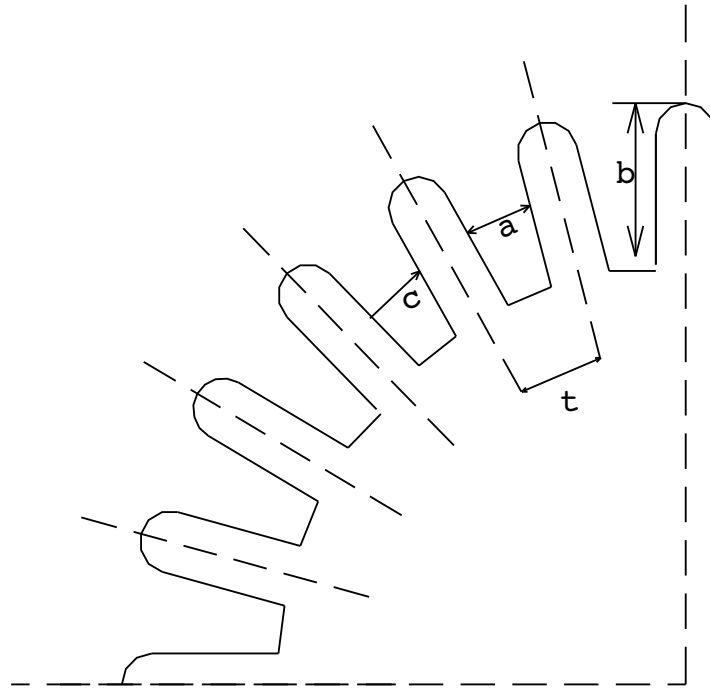
- Ở dây quấn CA

$$\theta_{dtb2} = \theta_{02} + \theta_{0d2} = 0,0257 + 5,24 = 5,2657^\circ \text{C}$$

7.2. TÍNH TOÁN NHIỆT CỬA THÙNG.

1. Theo bảng 57, với công suất của máy biến áp: $S = 100\text{KVA}$ ta chọn kết cấu thùng có vách dạng cánh sóng:

Cánh sóng được chế tạo từ tôn tấm dày $\delta = 0,8$ đến 1mm hàn vào thành thùng.



Hình 6-13: Hình dáng và các kích thước chính của vách thùng cánh sóng đầu tròn.

2. Các khoảng cách điện từ dây dẫn ra đến vách thùng, đến xà ép gông trên được xác định như sau:

$S_1 = 100\text{mm}$ là khoảng cách từ dây dẫn ra của dây quấn CA đến chính dây quấn đó và bằng S_2 từ dây dẫn ra đến vách thùng dầu (bảng 31).

- $d_2 = 20\text{mm}$ là đường kính dây dẫn ra có bọc cách điện của dây quấn CA (với cấp điện áp 10KV)

- $S_4 = 33\text{mm}$ là khoảng cách từ dây dẫn ra có bọc cách điện của dây quấn HA đến dây quấn CA (bảng 32)

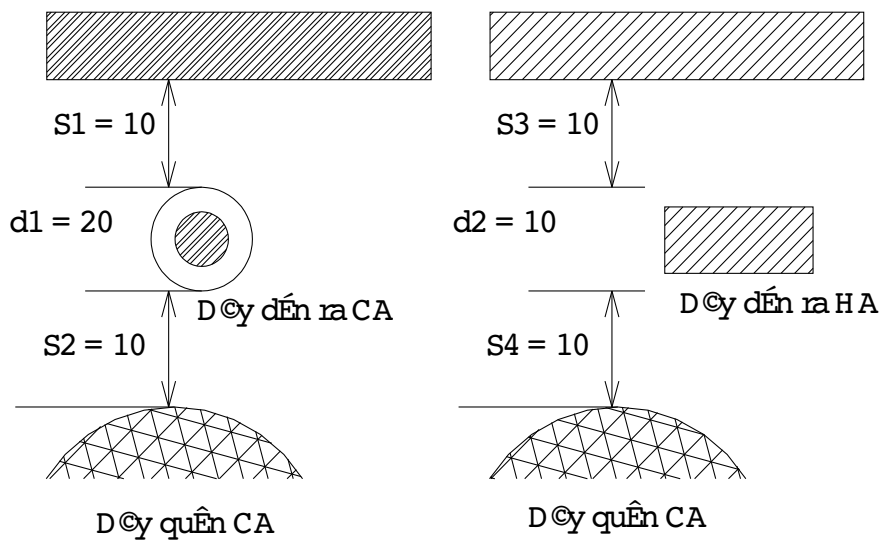
- $S_3 = 10\text{mm}$ là khoảng cách từ dây dẫn ra của dây quấn HA đến vách thùng (bảng 31)

- $d_5 = 15\text{mm}$ là đường kính dây dẫn ra có bọc cách điện của dây quấn HA

- $S_5 = 53\text{mm}$ là khoảng cách giữa dây quấn CA và vách thùng (bảng 32)

2. Chiều rộng tối thiểu của thùng (hình vẽ)

$$\begin{aligned}
 B &= D''_2 (S_1 + S_2 + d_2 + S_3 + S_4 + d_1) \cdot 10^{-3} \\
 &= 0,24464 + (10 + 10 + 10 + 33 + 10 + 20) \cdot 10^{-3} \\
 &= 0,33764 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$



Để tâm trụ máy biến áp ở giữa ta lấy $B = 0,35 \text{ m}$.

4. Chiều dài thùng dầu

$$\begin{aligned}
 A &= 3 \cdot D''_2 + 2 \cdot A_{22} + sS_5 \\
 &= 3 \cdot 0,24464 + 2 \cdot 0,008 + 2 \cdot 0,053 = 0,85592 \approx 0,86 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

5. Chiều cao của thùng máy

$$H = l_t + 2h_g + n \cdot 10^{-3} + 2 \cdot H_2$$

$$= 0,35574 + 2 \cdot 0,125 + 40 \cdot 10^{-3} + 1,5 \cdot 200 \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,94574 \text{ (m)} \approx 0,95 \text{ (m)}$$

Trong đó $n = 30$: Chiều dày tấm lót dưới gông dưới $2H_2$ là khoảng cách tối thiểu từ gông đến nắp thùng, thiết kế sao cho đảm bảo đặt được các sứ xuyên, dây dẫn ra, bộ điều chỉnh điện áp.

6. Các kích thước của cánh sóng

$$C = 10\text{mm}, \quad b = 3000\text{mm}$$

$$a = 2,5 \cdot C = 2,5 \cdot 10 = 25\text{mm}$$

$$H_s = H - 0,1 = 0,95 - 0,1 = 0,85 \text{ (m)}$$

7. Bề mặt bậc xạ của vách cánh sóng

$$M_{\text{bxs}} = \left[2(A - B) + \pi(B + 2b \cdot 10^{-3}) \right] H_s$$

$$= \left[2(0,86 - 0,34) + \pi(0,34 \cdot 300 \cdot 10^{-3}) \right] 0,85$$

$$= 3,39 \text{ (m}^2\text{)}$$

8. Chiều dài khai triển một bước cánh sóng

$$l_s = \left[2 \left(b - \frac{C}{2} \right) + (t - c) + \pi \frac{C}{2} \right] \cdot 10^{-3}$$

$$= (2b + t - 0,34C) \cdot 10^{-3}$$

Với t : chiều dài một bước sóng

$$t = (a + c + 2\delta) \cdot 10^{-3}$$

$$= (25 + 10 + 2 \cdot 0,8) \cdot 10^{-3} = 0,0366$$

$$\rightarrow l_s = (2 \cdot 300 + 36,6 - 0,43 \cdot 10) \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,6323 \text{ (m)}$$

9. Số lượng cánh sóng

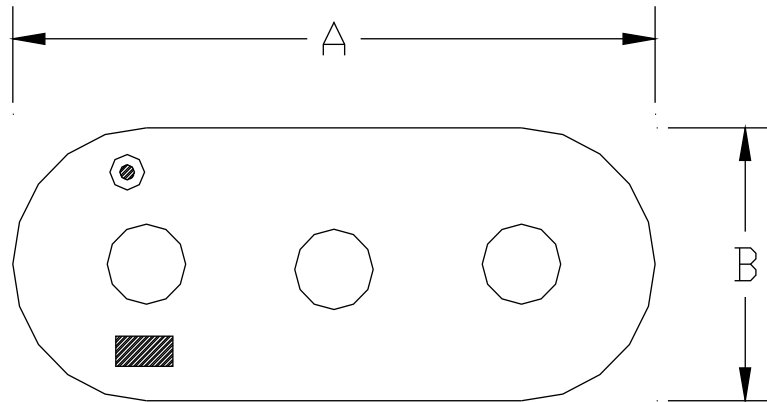
$$m = \frac{[2(A - B) + \pi]}{t} = \frac{[2(0,86 - 0,34) + \pi 0,34]}{0,0366}$$

$$= 57,58 \text{ c}_{,nh} \approx 58 \text{ c}_{,nh}$$

10. BỀ MẶT ĐỐI LƯU CỦA VÁCH THÙNG CÁNH SÓNG

$$M_{dl} = m \cdot l_a \cdot K_s \cdot H_s$$

$$\text{Với } K_s = 1 - \frac{\alpha^2}{190} = 1 - \frac{\left(\frac{b}{a}\right)^2}{190} = \frac{\left(\frac{300}{25}\right)^2}{190} = 0,242$$



$$\rightarrow M_{dl_s} = 58 \cdot 0,6323 \cdot 0,242 \cdot 0,85 = 7,54 \text{ (m}^2\text{)}$$

11. BỀ MẶT HÌNH HỌC CỦA NẮP THÙNG

$$M_n = \left[\frac{\pi b_n}{4} + b_n (l_n - b_n) \right]$$

$$\text{Với } b_n = B + 2b_v = 0,34 + 2 \cdot 0,6 = 1,54 \text{ (m)}$$

$$\text{(Với } b_v = 0,6\text{m)}$$

$$l_n = A + 2b_v = 0,86 + 2 \cdot 0,6 = 2,06$$

$$\rightarrow M_n = \left[\frac{\pi 1,54}{4} + 1,54(2,06 - 1,54) \right] = 2 \text{ m}^2$$

12. Bề mặt bức xạ toàn phần của thùng cánh sóng

$$\begin{aligned} M_{bx} &= M_{bxs} + M_t + 0,5 \cdot M_n \\ &= 3,39 + 0,1 \text{ t. m} + 0,52 = 4,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

13. Bề mặt đối lưu toàn phần của thùng cánh sóng

$$\begin{aligned} M_{dl} &= M_{dis} + M_t + 0,5 M_n \\ &= 7,54 + 0,1 \cdot 0,0366 \cdot 58 + 0,5 \cdot 2 \\ &= 8,75 \text{ (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\text{Với } M_t = 0,1 \text{ tm (m}^2\text{)}$$

14. Nhiệt độ chênh trung bình của mặt ngoài ống đối lưu với không khí.

$$\theta_{tk} = \left[\frac{1,05(P_n + P_o)}{2,8M_{bx} + 2,5M_{dl}} \right]^{0,8} = \left[\frac{1,05(2067,34 + 337,065)}{2,8 \cdot 4,6 + 2,5 \cdot 8,75} \right]^{0,8}$$

$$\text{(Với } k = 1,05\text{)}$$

$$= 30,83^\circ\text{C.}$$

15. Nhiệt độ chênh của dầu sát vách thùng so với thùng:

$$\theta_{dt} = k_1 \left[\frac{k(P_o + P_n)}{\sum M_{dl}} \right]^{0,6} \cdot 0,165$$

$$= 1 \cdot 0,165 \cdot \left[\frac{1,05(337,065 + 2067,34)}{8,75} \right]^{0,60}$$

$$= 4,94(^\circ\text{C})$$

16. Nhiệt độ chênh của dầu so với không khí.

$$Q'_{dk} = Q_{dt} + Q_{tk} (^\circ\text{C}).$$

$$= 4,94 + 30,83 = 35,77 (^{\circ}\text{C}).$$

17. Nhiệt độ chênh của lớp dầu trên với không khí phải đạt tiêu chuẩn ($\leq 50^{\circ}\text{C}$).

$$Q_{dk} = \sigma (Q^{dt} + Q_{tk}) = 1,2 \cdot (4,94 + 30,83) = 42,924 (^{\circ}\text{C}) < 50^{\circ}\text{C}.$$

18. Nhiệt độ chênh của dây quấn đối với không khí phải đạt tiêu chuẩn.

- Ở dây quấn hạ áp:

$$\begin{aligned} Q_{0k_1} &= Q_{0dtt_1} + Q'_{dk} = 5,922 + 35,77 \\ &= 41,692^{\circ}\text{C} < 60^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

- Ở dây quấn cao áp:

$$\begin{aligned} Q_{0k_2} &= Q_{0dtt_2} + Q'_{dk} = 5,2657 + 35,77 \\ &= 41^{\circ}\text{C} < 60^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

7.3. XÁC ĐỊNH SƠ BỘ TRỌNG LƯỢNG RUỘT MÁY, VỎ MÁY, DẦU.

1. Trọng lượng một máy (trừ nắp máy).

$$\begin{aligned} G_r &\approx 1,2 (G_{dq} + G_l) \text{ (kg)} \\ &\approx 1,2 (30,06 + 0,9045 + 44,948 + 0,0385 + 197,505). \\ &\approx 328,1472 \text{ (kg)}. \end{aligned}$$

G_{dq} : là trọng lượng toàn bộ dây quấn và dây dẫn ra.

G_l : là trọng lượng của lõi sắt.

1,2: là hệ số kể đến trọng lượng ruột máy được tăng thêm do cách điện và các kết cấu khác.

2. Thể tích thùng dầu.

$$\begin{aligned}
 V_t &= \left[\frac{\pi B^2}{4} + (1 - B) B \right] H \\
 &= \left[\frac{\pi \cdot 0,33764^2}{4} + (1 - 0,33764) \cdot 0,33764 \right] \cdot 0,95 \\
 &= 0,2975 \text{ (m}^3\text{)}.
 \end{aligned}$$

3. Thể tích của ruột máy.

$$V = \frac{G_r}{\gamma_r} = \frac{328,1472}{5,8 \cdot 10^3} = 0,0566 \text{ (m}^3\text{)}.$$

4. Thể tích của cánh sóng.

$$V_{CS} = 58 \text{ .}$$

$$\left[c \cdot (b - c) + \frac{\pi C^2}{8} \right] H_3 = \left[10(300 - 10) \cdot 10^{-6} + \frac{\pi \cdot 10^2}{8} \cdot 10^{-6} \right] \cdot 58 \cdot 0,85$$

$$V_{CS} = 0,145 \text{ (m}^3\text{)}.$$

5. Trọng lượng dầu.

$$\begin{aligned}
 G_d &= 1,05 [V_t - V_r + V_{CS}] \cdot \gamma_{\text{dầu}} \\
 &= 1,05 [0,2975 - 0,0566 + 0,145] \cdot 0,9 \cdot 10^3 \\
 &= 364 \text{ (kg)}.
 \end{aligned}$$

PHẦN CHUYÊN ĐỀ

TÌM HIỂU CÔNG NGHỆ MỚI CỦA CÔNG TY LIÊN DOANH CHẾ TẠO BIẾN THẾ ABB

Trong những năm gần đây công ty liên doanh chế tạo máy biến áp ABB đã đưa vào Việt Nam một số công nghệ mới áp dụng cho máy biến áp phân phối và đã đạt được một số hiệu quả đáng kể. Sau đây tôi xin giới thiệu và phân tích một số ưu nhược điểm của chúng.

1. MẠCH TỪ

Công ty ABB được trang bị máy cắt tôn tự động theo chương trình có khả năng cắt chéo góc các lá tôn với các góc cắt tùy ý. Kết cấu ghép các lá tôn thành lõi ở các góc được ghép mối nối nghiêng nên giảm được tổn hao không tải.

Xét trường hợp máy không tải ta có:

- Theo công thức (5-19) của tài liệu “Thiết kế máy biến áp điện lực” ta có:

$$P_0 = K_{gp} \cdot K_{tp} \cdot K_{cp} \cdot K_{tp} [P_t \cdot G_t + P_g (G_g - K_d \cdot G_g) + \frac{Pr + P_g}{G_g} \cdot G_g \cdot (K_n \cdot K'_{pg}) + \Sigma P_k \cdot \eta_k \cdot T_k]$$

$$= K_{gp} \cdot P'_0.$$

Với K_{gp} được xác định theo bảng 43 – “Thiết kế máy biến áp điện lực” thì:

Với mối nối thẳng: $K_{gp} = 1,9$.

Với mối nối nghiêng: $K_{gp} = 1,28$.

Tương tự như vậy với công suất từ hoá không tải Q_0 ta có:

$$Q_0 = K_{gi} \cdot Q'_0$$

Đáp ứng tiến độ việc sản xuất theo đơn đặt hàng của khách hàng. Tôn nhà máy được nhập từ một số nước tư bản phát triển như Nhật, Thụy Điển hoặc Mỹ có chiều dày 0,27 thuộc loại tôn cán nguội bất đẳng hướng.

Việc thiết kế tiết diện của trụ không phải là hình tròn như thông thường các nước khác vẫn làm mà là hình Ovan, rất ít bậc. Ưu điểm của loại mạch từ kiểu này là đơn giản do ít cỡ lá tôn và không phức tạp khi ghép thành lõi, tạo được các rãnh dầu lớn trong lõi. Nhược điểm của loại này là hệ số lấp đầy thấp, việc tận dụng không gian trong máy không triệt để nên chi phí dây đồng sẽ tăng lên. Theo kiểu này rất có lợi trong công nghệ sản xuất máy biến áp phân phối theo hình thức đặt hàng vì năng suất cao, thời gian chế tạo ngắn.

Việc ghép mạch từ ở đây cũng có điểm khác với lõi ghép kinh điển trước đây. Mạch từ ở đây được ghép đứng (trước đây vẫn thường ghép ở trạng thái nằm ngang) nên không phải ghép trước gông trên và không thể nhầm lẫn vì nếu ghép lẫn lá tôn sẽ không vào được. Chính vì phương pháp ghép này mà năng suất ghép sẽ tăng lên do bỏ được thao tác ghép gông trên và tháo ra ghép lại khi lắp cuộn dây. Ngoài việc tăng năng suất ra kiểu ghép này cũng hạn chế được tổn hao không tải do sự võ, đập gõ, tháo ra lắp vào làm biến tính và trầy xước sơn cách điện của các lá tôn silic.

Lõi được ghép trong một đồ gá nên ghép đến đâu chặt đến đấy nên việc giám sát khe hở của các mối nối rất dễ dàng. Cùng với việc cắt tôn trên máy tự động có độ bavaria thấp, hệ số ép chặt cao đây cũng là một yếu tố làm cho dòng không tải giảm rất nhiều so với tiêu chuẩn Việt Nam hiện nay (bằng 1/3 đến một nửa).

Cuối cùng là việc ép mạch từ cũng đã có những thay đổi so với công nghệ Việt Nam. Mạch từ được ép giữ nhờ một lớp nhựa mỏng quét lên trên bề mặt ngoài. Giữa các lá tôn bây giờ cũng có một lớp nhựa mỏng nên các lá tôn được liên kết chặt mà không cần phải ép giữa bằng đai hoặc chèn bằng gỗ. Công nghệ này có ưu điểm làm cho tổn hao sắt giảm vì các lá tôn không bị biến tính do ép quá chặt hoặc do đột lỗ. Nhược điểm của công nghệ này là khi cần sửa chữa mạch từ sẽ gặp phải khó khăn do phải gỡ lớp nhựa này.

2. DÂY QUẤN.

Sự đổi mới trong công nghệ chế tạo dây quấn cỡ công ty ABB thể hiện trong các khía cạnh sau:

- Đầu tư máy quấn tự động có điều khiển theo chương trình. Với việc sử dụng máy quấn dây kiểu này năng suất quấn dây tăng, chất lượng quấn ổn định tuy nhiên chủ yếu quấn hai loại dây quấn chủ yếu là dây quấn hình trụ nhiều lớp dây dẫn tròn và dây quấn từ băng đồng tức chỉ quấn các máy biến áp phân phối cỡ không lớn.

- Sử dụng kiểu dây quấn từ băng đồng. Theo phương pháp này các cuộn dây hạ áp ít vòng, có tiết diện lớn có thể quấn từ các băng đồng tấm có chiều rộng bằng chiều cao cuộn dây. Như vậy trong trường hợp này chiều cao một vòng dây đúng bằng chiều cao dây quấn. Đồng được sử dụng ở đây là đồng cuộn M1 trần (chưa cách điện). Khi quán thường người ta quấn cùng với một băng cách điện có chiều rộng lớn hơn một ít. Quấn theo phương pháp này thực chất là quấn theo kiểu đồng tâm (vòng sau chồng lên vòng trước). Tấm cách điện đóng vai trò là cách điện vòng dây.

- Để lấy đầu vào và ra của cuộn dây người ta hàn vào đầu và cuối bằng đồng các thanh đồng (thanh cái). Việc hàn một thanh cái đồng có tiết diện tập trung lớn vào một lá đồng mỏng được thực hiện bằng thiết bị hàn hồ quang trong khí bảo vệ (CO_2) để đảm bảo cho lá đồng không bị quá nhiệt và cháy.

- Cách điện dùng trong trường hợp này là giấy cáp hoặc giấy điện thoại có chiều dày khác nhau được in lên một lớp nhựa cách điện. Sau khi quấn xong đem gia nhiệt lớp nhựa này chảy ra và dính vào tấm đồng làm thành một khối đồng nhất, vừa đảm bảo cơ tính tốt vừa đảm bảo toả nhiệt tốt.

Ưu điểm của kiểu dây quấn này là đơn giản trong công nghệ chế tạo, lực căng mạch phân bố đều nên độ bền điện động cao. Ngoài trừ việc hàn thanh cái đồng vào tấm mỏng cần có thiết bị công nghệ đắt tiền ra việc quấn cuộn dây này có năng suất cao hơn nhiều so với kiểu dây quấn hình trụ, dây dẫn chữ nhật hoặc dây quấn hình xoắn. Việc in các đám nhựa lên giấy cách điện không khó.

Nhược điểm của kiểu dây quấn này là tản nhiệt khó nên dễ bị nóng cục bộ nếu số vòng dây của dây quấn nhiều. Việc sửa chữa cũng sẽ khá phức tạp vì phải làm sạch lớp nhựa và lớp giấy trên tấm đồng.

Phạm vi ứng dụng của loại dây quấn này tương đối rộng. Phạm vi ứng dụng chủ yếu bị giới hạn độ dày của tấm đồng. Nếu tấm đồng mỏng quá khi hàn vào thanh cái đồng sản xuất khó, dễ bị cháy, tản nhiệt sẽ khó khăn hơn, thông thường chiều dày tấm đồng không nhỏ quá 0,1mm. Thông thường kiểu dây quấn này có thể áp dụng cho các máy có điện áp 0,4KV, công suất từ 20KVA đến 300KVA.

3. VỎ MÁY BIẾN ÁP.

Vỏ máy biến áp phân phối được làm theo kiểu có nhiều cánh tản nhiệt “múi khế”, không có bình giãn dầu và ống phòng nổ. Công nghệ chế tạo loại vỏ này đơn giản và rất dễ tự động hoá. Người ta sản xuất các tấm thép kiểu “múi khế” có chiều rộng và chiều dài bất kỳ, tùy theo vỏ lớn hay cao bao nhiêu thì cắt và hàn lại cho đủ. Như vậy công nghệ chủ yếu trong chế tạo vỏ thùng này là ép để tạo cánh tản nhiệt trên tôn và công nghệ hàn. Vì tôn mỏng và để đảm bảo hàn kín dầu nên ở đây người ta áp dụng công nghệ hàn hồ quang trong khí bảo vệ.

Máy biến áp sử dụng loại vỏ này có đặc điểm là không cần bình giãn dầu (bình dầu phụ) vì khi nóng lên lượng dầu nở ra được chứa hết vào các cánh tản nhiệt lúc này cũng nở ra do tăng áp suất. Khi máy nguội lượng dầu giảm, áp suất trong thùng cũng giảm và cánh tản nhiệt lúc này cũng thu lại như cũ. Như vậy dầu được nạp đầy và trong bình không có không khí nên hoàn toàn loại trừ các hiện tượng hút ẩm, oxy hoá dầu như vẫn thường xảy ra trong các máy biến áp thông thường.

Việc nạp dầu vào máy biến áp ở công ty ABB được thực hiện bằng các thiết bị nạp dầu chân không, sau khi máy biến áp được sấy khô cũng trong lò sấy chân không.

Với tất cả những cải tiến đã nêu trên công ty ABB đã thu nhỏ đáng kể các máy biến áp phân phối hiện đang được sản xuất tại nhà máy của công ty.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Thiết kế máy biến áp điện lực

Phan Tử Thụ - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội - 1985

2. Giáo trình Máy điện.

Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu - Tập 1. Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội - 1998.

3. Máy điện

Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ - Tập 1. NXB Khoa học kỹ thuật - 1999.

4. Thiết kế máy biến áp.

Phan Tử Thụ - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội - 1067.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
LỜI NÓI ĐẦU.....	1
LỜI NÓI ĐẦU.....	1
CHƯƠNG I:.....	3
KHÁI NIỆM CHUNG VỀ THIẾT KẾ MÁY BIẾN ÁP.....	3
1.1. ĐẠI LƯỢNG	3
1.2. ĐỊNH NGHĨA VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC	5
1.3. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐỊNH MỨC	7
1. Dung lượng hay công suất định mức S _{dm}	7
2. Điện áp dây sơ cấp định mức: U _{1dm}	7
3. Điện áp dây thứ cấp định mức: U _{2dm}	7
4. Dòng điện dây định mức sơ cấp I _{1dm} và thứ cấp I _{2dm}	7
5. Tần số định mức Hz.....	8
1.4. SỬ DỤNG VẬT LIỆU TRONG CHẾ TẠO	8
1.5. CÁC KẾT CẤU CHÍNH CỦA MÁY BIẾN ÁP	10
1. Lõi sắt và các kết cấu của nó.....	10
2. Dây quấn.....	11
3. Hệ thống làm lạnh và vỏ máy.....	11
1.6. MỤC ĐÍCH YÊU CẦU VÀ NHIỆM VỤ	12
1. Xác định các đại lượng cơ bản.....	12
2. Tính toán các kích thước chủ yếu.....	12
3. Tính toán dây quấn CA và HA.....	13
4. Tính toán ngắn mạch.....	13
5. Tính toán cuối cùng về hệ thống mạch từ và tham số không tải của máy biến áp.....	13
6. Tính toán nhiệt và hệ thống làm nguội máy biến áp.....	13
7. Tính toán và lựa chọn một số chỉ tiêu kết cấu.....	14
CHƯƠNG II: TÍNH TOÁN CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU CỦA MÁY BIẾN ÁP.....	15
2.1. XÁC ĐỊNH ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN	15

2.2. CHỌN CÁC SỐ LIỆU XUẤT PHÁT VÀ TÍNH CÁC KÍCH THƯỚC CHỦ YẾU.....	16
CHƯƠNG III: TÍNH TOÁN DÂY QUẤN.....	27
3.1. TÍNH TOÁN DÂY QUẤN HA.....	27
3.2. DÂY QUẤN CA.....	30
CHƯƠNG IV: TÍNH TOÁN CÁC THAM SỐ NGẮN MẠCH.....	36
IV. TỔN HAO.....	36
1. Trọng lượng dây quấn bằng đồng của cả dây quấn HA và CA.....	36
2. Tổn hao chính (đồng).....	36
3. Tổn hao phụ (đồng).....	36
4. Tổn hao chính trong dây dẫn ra.....	37
5. Tổn hao trong vách thùng dầu và các chi tiết kim loại khác (Pt) tính gần đúng theo.....	38
6. Tổn hao ngắn mạch toàn phần.....	38
7. Mật độ dòng điện trên bề mặt dây quấn.....	38
4.2. ĐIỆN ÁP NGẮN MẠCH.....	39
1. Thành phần tác dụng.....	39
2. Thành phần phản kháng.....	39
3. Điện áp ngắn mạch toàn phần là.....	39
4.3. TÍNH TOÁN LỰC CƠ HỌC KHÍ NGẮN MẠCH.....	39
1. Dòng điện xác lập ngắn mạch.....	39
2. Dòng điện ngắn mạch cực đại tức thời.....	39
4. Ứng suất nén trong dây quấn HA.....	40
5. Ứng suất nén trong dây quấn CA.....	41
6. Lực chiều trục:.....	41
CHƯƠNG V: TÍNH TOÁN CUỐI CÙNG VỀ HỆ THỐNG MẠCH TỪ.....	42
CHƯƠNG VI: TÍNH TỔN HAO VÀ DÒNG KHÔNG TẢI.....	46
CHƯƠNG VIII: TÍNH TOÁN NHIỆT.....	49
7.1. TÍNH TOÁN NHIỆT CỦA DÂY QUẤN.....	49
1. Nhiệt độ chênh trong lòng dây quấn với mặt ngoài của nó.....	49
2. Nhiệt độ chênh giữa mặt ngoài dây quấn đối với dầu:.....	50

3. Nhiệt độ chênh trung bình của dây quấn với dầu.....	50
7.2. TÍNH TOÁN NHIỆT CỦA THÙNG.....	50
7.3. XÁC ĐỊNH SƠ BỘ TRỌNG LƯỢNG RUỘT MÁY, VỎ MÁY, DẦU.....	56
PHẦN CHUYÊN ĐỀ.....	58
TÌM HIỂU CÔNG NGHỆ MỚI CỦA CÔNG TY LIÊN DOANH CHẾ TẠO BIẾN THỂ ABB.....	58
1. MẠCH TỪ.....	58
2. DÂY QUẤN.....	60
3. VỎ MÁY BIẾN ÁP.....	62
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	63