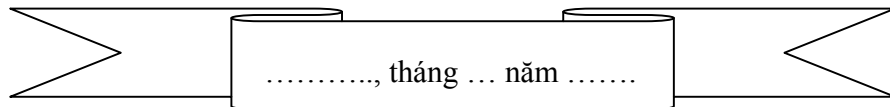




Giáo trình thiết kế khí cụ điện hạ áp

Tailieu.vn



LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình “thiết kế khí cụ điện hạ áp” đề cập đến những vấn đề cơ bản nhất về tính toán, thiết kế các bộ phận chủ yếu của khí cụ điện hạ áp. Chúng gồm các phần sau :

- Những vấn đề chung về thiết kế
- Mạch vòng dẫn điện
- Cơ cấu trong khí cụ điện
- Nam châm điện
- Tính toán nhiệt

Đây là giáo trình dùng cho sinh viên ngành thiết bị điện - hệ tại chức và dài hạn, nhưng nó cũng có thể bổ ích cho sinh viên các ngành khác và các cán bộ kỹ thuật, quan tâm đến công tác thiết kế, tính toán, chế tạo sửa chữa các khí cụ điện hạ áp.

Tham gia biên soạn chương trình này gồm các đồng chí :

- Phạm Tố Nguyên : chương 2, một phần chương 5 và chịu trách nhiệm chính.
- Luu Mỹ Thuận : chương 3 và chương 4.
- Phạm Văn Chới: chương 1 và một phần chương 5.
- Bùi Tín Hữu : chương 6.

Vì trình độ và thời gian có hạn nên cuốn sách này chắc chắn còn nhiều thiếu sót. Rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc, thư xin gửi tới bộ môn Thiết Bị Điện, trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Tháng 7 năm 1986

Các tác giả.

CHƯƠNG I : NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ THIẾT KẾ KHÍ CỤ ĐIỆN

§1-1. KHÁI NIỆM CHUNG

A- CÁC LOẠI KHÍ CỤ ĐIỆN

Khí cụ điện là những thiết bị điện, cơ cấu điện dùng để điều khiển các quá trình sản xuất, biến đổi, truyền tải, phân phối năng lượng điện và các dạng năng lượng khác.

Khái niệm điều khiển theo nghĩa rộng bao gồm : điều chỉnh bằng tay tự động, kiểm tra và bảo vệ.

Theo lĩnh vực sử dụng, các khí cụ điện được chia thành 5 nhóm, trong mỗi nhóm lại có rất nhiều chủng loại khác nhau. Các nhóm đó là :

1-Nhóm khí cụ điện phân phối năng lượng điện áp cao, gồm: Dao cách ly, máy ngắt dầu (nhiều dầu và ít dầu), máy ngắt không khí, máy ngắt tự sản khí, máy ngắt chân không cầu chủy (cầu chì) , dao ngắt mạch, điện kháng , biến dòng, biến điện áp ...

2-Nhóm khí cụ điện phân phối năng lượng điện áp thấp, gồm: Máy ngắt tự động, máy ngắt bằng tay, các bộ đổi nối (cầu dao, công tắc), cầu chì ...

3-Nhóm khí cụ điện điều khiển: Công tắc tơ, khởi động từ, các bộ không chế và điều khiển, nút ấn, công tắc hành trình, các bộ điện trở điều chỉnh và mở máy, các bộ khuếch đại điện tử, khuếch đại từ, tự áp...

4-Nhóm các role bảo vệ: Role dòng điện role điện áp, role công suất, role tổng trở, role thời gian.

5-Nhóm khí cụ điện dùng trong sinh hoạt và chiếu sáng: công tắc, ổ cắm, phích cắm, bàn là, bếp điện...

B- CÁC BỘ PHẬN CỦA KHÍ CỤ ĐIỆN

Các khí cụ điện có nhiều chủng loại khác nhau về kết cấu, kích thước, nguyên lý làm việc. Tuy vậy trong công tác thiết kế vẫn có thể phân loại các bộ phận của chúng.

Các phần tử hợp thành khí cụ điện bao gồm:

- Chi tiết: là phần sơ đẳng của khí cụ điện, được chế tạo từ một chất đồng nhất và chưa phải dùng đến nguyên công lắp ráp.

- Cụm (đơn vị lắp ráp) là tổ hợp lắp ráp cả hai hay nhiều chi tiết. Trong một cụm cũng có thể gồm hai hay nhiều cụm nhỏ (cụm bậc hai và các bậc cao). Cụm cơ sở là cụm mà bắt đầu từ đó lắp ráp thành khí cụ điện.

- Nhóm: là thành phần chủ yếu của khí cụ điện, gồm tổ hợp của các cụm và các chi tiết có chức năng chung cá biệt, nhóm có thể chỉ có chi tiết mà không có cụm.

Các bộ phận chủ yếu của khí cụ điện thường gặp là:

- Mạch vòng dẫn điện gồm đầu nối, thanh dẫn và các tiếp điểm.
- Hệ thống dập hồ quang
- Các cơ cấu trung gian
- Nam châm điện
- Các chi tiết và các cụm cách điện
- Các chi tiết kết cấu, vỏ, thùng

C-YÊU CẦU CHUNG CỦA CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN

Các khí cụ điện được thiết kế phải thoả mãn hàng loạt các yêu cầu của một sản phẩm công nghiệp hiện đại: đó là các yêu cầu về kỹ thuật, về vận hành, về kinh tế, về công nghệ và về xã hội chúng được biểu hiện qua các quy chuẩn, định mức, tiêu chuẩn chất lượng của nhà nước hoặc của ngành và chúng nằm trong nhiệm vụ thiết kế kỹ thuật.

1-Các yêu cầu về kỹ thuật:

-Độ bền nhiệt của các chi tiết, bộ phận của khí cụ điện khi làm việc ở chế độ định mức và chế độ sự cố.

-Độ bền cách điện của các chi tiết bộ phận cách điện và khoảng cách cách điện khi làm việc với điện áp lớn nhất, kéo dài và trong điều kiện của môi trường xung quanh(như mưa, ẩm, bụi, tuyết,...) cũng như khi có quá điện áp nội bộ hoặc quá điện áp do khí quyển gây ra.

-Độ bền cơ và tính chịu mòn của các bộ phận khí cụ điện trong giới hạn số lần thao tác đã thiết kế, thời hạn làm việc ở chế độ định mức và chế độ sự cố.

-Khả năng đóng ngắt ở chế độ định mức và chế độ sự cố, độ bền điện thông của các chi tiết, bộ phận.

-Các yêu cầu kỹ thuật riêng đối với từng loại khí cụ điện.

-Kết cấu đơn giản, khối lượng và kích thước bé.

2- Các yêu cầu về vận hành:

- Lưu ý đến ảnh hưởng của môi trường xung quanh: độ ẩm, nhiệt độ, độ cao,...

- Độ tin cậy cao.

- Tuổi thọ lớn, thời gian sử dụng lâu dài

- Đơn giản,dễ thao tác,sửa chữa, thay thế.

- Tồn phí vận hành ít, tiêu tốn ít năng lượng.
- 3- Các yêu cầu về kinh tế, xã hội :
 - Giá thành hạ
 - Tạo điều kiện dễ dàng, thuận tiện cho nhân viên vận hành (về tâm sinh lý, về cơ thể,...)
 - Tính an toàn trong lắp ráp ,vận hành
 - Tính thẩm mỹ của kết cấu
 - Vốn đầu tư khi chế tạo, lắp ráp và vận hành ít
- 4- Các yêu cầu về công nghệ chế tạo :
 - Tính công nghệ của kết cấu: dùng các chi tiết, cụm quy chuẩn, tính lắp lẫn...
 - Lưu ý đến khả năng chế tạo: mặt bằng sản xuất, đặc điểm tổ chức sản xuất, khả năng của thiết bị.
 - Lưu ý đến khả năng phát triển chế tạo, sự lắp ghép vào các tổ hợp khác, chế tạo dây,..

D-ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG LÀM VIỆC ĐẾN KẾT CẤU CỦA KHÍ CỤ ĐIỆN

1-Vùng khí hậu : Trong quá trình thiết kế, phải lưu ý đến điều kiện khí hậu nơi sử dụng. Vì vậy cần phải nghiên cứu các dạng, loại phù hợp với từng vùng khí hậu. Nhìn chung các loại khí cụ điện chỉ khác nhau ở một số loại vật liệu và các lớp sơn phủ bề mặt các chi tiết.

Có các loại khí cụ điện cho các vùng khí hậu sau :

- Loại dùng cho các vùng khí hậu ôn đới.
- Loại dùng cho các vùng khí hậu nhiệt đới ẩm .
- Loại dùng cho các vùng nhi khô, sa mạc.
- Loại dùng cho các vùng khí hậu hàn đới.
- Loại dùng cho các vùng khí hậu biển, ôn đới.
- Loại dùng cho các vùng khí hậu biển. nhiệt đới.

2-Vị trí lắp đặt : Ngoài điều kiện khí hậu, khi thiết kế khí cụ điện còn phải lưu ý đến vị trí lắp đặt của chúng như :

- Kiểu đặt trong phòng kín, có thông gió.
- Kiểu đặt trong các hầm lò, có độ ẩm cao.

- Kiểu đặt bên ngoài, không có che chắn, bị tác động của mưa bụi, bản ...
- Các kiểu chuyên dùng, có che chắn, chống bụi, nước, chống nổ.

Tùy theo mức độ chống được ảnh hưởng của môi trường bên ngoài, các khí cụ điện được phân theo các cấp bảo vệ (có tiêu chuẩn).

3-Tác động cơ học:

Trong quá trình vận chuyển, bảo quản vận hành, các khí cụ điện chịu tác động cơ học từ mọi phía, thể hiện qua độ rung và va đập. Tác động này có dạng và độ lớn khác nhau cho từng lĩnh vực sử dụng, ví dụ như trong công nghiệp, tàu điện, máy bay...

4-Sự thay đổi các thông số định mức của khí cụ điện :

Khi nhiệt độ môi trường tăng thì dòng điện định mức của các khí cụ điện giảm xuống. Khi chiều cao nơi làm việc lớn hơn 1000m, nên thay đổi dòng điện và điện áp định mức của các khí cụ điện như sau :

Độ cao, m	$K_I = I/I_{dm}$	$K_U = U/U_{dm}$
1000	1.00	1.00
2000	0.98	0.90
3000	0.96	0.80
6000	0.90	0.56

Tất cả các nhân tố trên đều ảnh hưởng đến kết cấu của khí cụ điện. Vì vậy, các nhân tố này nằm trong phần nhiệm vụ thiết kế.

A- CÁC PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN

Thiết kế là việc giải bài toán nhiều ẩn. Bài toán này thường thiếu các số liệu cần thiết nên phải cho trước một số thông số, đưa vào các điều kiện giới hạn phải đơn giản hoá nhiều vấn đề, các phương pháp chủ yếu dùng trong quá trình thiết kế và tính toán kết cấu thường gặp là: Phương pháp đồng dạng, phương pháp tương tự, phương pháp gần đúng liên tiếp.

Tính toán thiết kế phải bám sát vào nhiệm vụ được giao. Đôi khi phải huỷ bỏ kết quả tính toán về kích thước và các thông số, mặc dù kết này đúng về mặt toán học nhưng không thể chấp nhận được về mặt kết cấu, chế tạo, vận hành, kinh tế ...

Trong việc tính toán, cần dựa vào các vấn đề lý thuyết và thực tế, trong đó gồm các luật vật lý, các số liệu thực nghiệm của các khí cụ điện tương tự. Vai trò của tính toán là quan trọng, nhưng trong nhiều trường hợp lại chọn trước dạng và các kích thước, mà không cần đến tính toán. Nên lưu ý rằng, khi sử dụng các công thức tính toán kinh nghiệm, cần biết rõ mối quan hệ vật lý giữa các đại lượng, bản chất vật lý của hiện tượng và giới hạn của các đại lượng trong công thức này.

Trong công tác thiết kế, thường sử dụng các phương tiện tính toán: tính bằng tay và bằng máy tính. Việc tính toán bằng tay có nhiều nhược điểm, sai sót lớn. Việc sử dụng máy tính điện tử cho phép giải các bài toán tuyến tính và phi tuyến với kết quả tương đối chính xác. Để giải các bài toán trong khí cụ điện nên dùng máy tính tương tự, với ưu điểm là chọn sơ đồ nhanh, dễ hiệu chỉnh các biến số, các trị số ban đầu. Máy tính số cho kết quả chính xác cao nhưng việc lập phương trình cũng phức tạp.

B- GIAI ĐOẠN CHUẨN BỊ THIẾT KẾ

Đây là giai đoạn khá quan trọng trong công tác thiết kế. Ở giai đoạn này, yêu cầu phải nắm vững được nhiệm vụ thiết kế, tóm tắt được ưu nhược điểm của các kết cấu tương tự sẵn có làm quen cơ sở kinh tế-kỹ thuật của bản thiết kế và hiệu chỉnh nhiệm vụ thiết kế kỹ thuật.

a-Nhiệm vụ thiết kế:

Trong nhiệm vụ thiết kế một khí cụ điện hoặc một dây khí cụ điện, phải có đủ các số liệu về các thông số kỹ thuật, về yêu cầu vận hành chế tạo, công nghệ. Những số liệu, tin tức cơ bản:

1-Tên khí cụ điện và mục đích sử dụng

2-Dạng điện (một chiều hay xoay chiều) điện áp định mức, tần số

3-Trị số về dòng định mức

4-Dạng điện và điện áp định mức của mạch điều khiển hay các mạch phụ khác

5-Số lượng và các tiếp điểm chính, tiếp điểm phụ thường đóng, thường mở,..

6-Đặc tính của phụ tải và các thông số vận hành cơ bản loại phụ tải, số lần đóng ngắt trong một giờ, chế độ làm việc: ngắn hạn, dài hạn, khả năng đóng ngắt giới hạn độ bền nhiệt và độ bền điện động, tuổi thọ điện và loại cơ cấu đóng ngắt, khả năng và điều kiện lắp đặt, điều kiện vận hành, các yêu cầu và thông tin về công nghệ chế tạo, các yêu cầu về kinh tế và các yêu cầu khác.

Với các khí cụ tổ hợp- tổ hợp của một vài khí cụ điện còn cần các yêu cầu khác như: sơ đồ điện của chúng, quan hệ tương hỗ, vị trí lắp đặt.

b-Tóm tắt các kết cấu sẵn có

Các khí cụ điện mới phải dựa vào thành tựu khoa học công nghệ trong lĩnh vực chuyên môn. Vì vậy cần nghiên cứu các kết cấu sẵn có trong và ngoài nước với các chức năng tương tự, với các thông số kỹ thuật gần giống loại định thiết kế.

Trong trường hợp khí cụ điện sẽ được thiết kế là loại mới, không giống các loại đã có thì bảng tóm tắt các loại sẵn có được xem như là tài liệu tham khảo.

Khi lập bảng tóm tắt các khí cụ điện sẵn có, ngoài việc mô tả ngắn gọn các ưu nhược điểm cần phải đánh giá chất lượng của các kết cấu đó. Bảng tóm tắt nên làm theo thứ tự sau:

1- Mô tả ngắn gọn các ưu, nhược điểm chủ yếu:

- Nguyên lý và đặc điểm cơ bản của khí cụ điện
- Đặc điểm của các bộ phận chính như hệ thống tiếp điểm, hệ dập hồ quang, cơ cấu đóng, ngắt, các cụm về chi tiết vỏ...

2 - Các thông số chính:

- Các thông số định mức và các thông số kỹ thuật cơ bản nhất
- Khối lượng, các kích thước lắp ráp và thể tích, diện tích lắp đặt.
- Các chỉ tiêu công nghệ kết cấu: số lượng các chi tiết chính và các chi tiết cố định. Thành phần các chi tiết theo công nghệ chế tạo(đúc, dập nguội, ép gia công trên máy cắt gọt,..)

-Giá thành

3 - Các chỉ tiêu riêng(suất chỉ tiêu)

- Về khối lượng trên một đơn vị thể tích, trên một đơn vị thông số cơ bản (dòng điện, công suất...)

-Về kích thước: thể tích lắp đặt trên một đơn vị khối lượng, diện tích lắp đặt trên một đơn vị thông số cơ bản...

-Về giá thành trên một đơn vị khối lượng, trên một đơn vị thể tích, trên một đơn vị thông số cơ bản

c- Cơ sở kinh tế -kỹ thuật:

Cơ sở kinh tế kỹ thuật của các kết cấu mới phải đem lại hiệu quả kinh tế, kỹ thuật cho nền kinh tế quốc dân, được biểu diễn qua các chỉ tiêu định lượng.

Khí cụ điện được thiết kế phải đạt kết quả vận hành lớn nhất với chi phí lao động chế tạo lắp ráp và vận hành bé nhất. Mặt khác cũng có thể bỏ vốn đầu tư lớn hơn so với thiết kế cũ, giá thành thiết bị mới cao hơn song nó phải làm tăng hiệu quả kinh tế khi vận hành hoặc tăng yêu cầu kỹ thuật.

Cần lưu ý rằng vấn đề kinh tế- kỹ thuật phải được người thiết kế quán triệt trong suốt quá trình làm việc, từ khi bắt đầu cho đến khi chuyển bản thiết kế vào sản xuất và tận đến giai đoạn vận hành. Ở các giai đoạn khác nhau, yêu cầu mức chính xác của việc tính toán kinh tế có khác nhau. Trong giai đoạn đầu, các số liệu xuất phát mang tính chất giả thiết sơ bộ, còn ở các giai đoạn sau, chúng được tính toán chính xác hơn,

d- Hiệu chỉnh nhiệm vụ thiết kế- kỹ thuật:

Sau khi lập bảng tóm tắt tổng hợp các kết cấu sẵn có và nghiên cứu cơ sở kinh tế kỹ thuật của khí cụ điện được thiết kế, thường xuất hiện những yêu cầu cần thiết hoặc số liệu sai. Vì vậy ở giai đoạn chuẩn bị thiết kế cần bổ sung, hiệu chỉnh, chính xác hoá một số điểm của nhiệm vụ thiết kế.

C- CÁC LOẠI THIẾT KẾ :

Có các loại thiết kế sau: thiết kế trong công nghiệp và thiết kế giáo học. Thiết kế giáo học là hình thức thiết kế dùng trong nhà trường cho quá trình đào tạo, loại thiết kế này có hai hình thức: thiết kế môn học và thiết kế tốt nghiệp. Mục đích của thiết kế môn học là làm cho sinh viên nắm vững được những bước cơ bản nhất trong việc tính toán kết cấu của một khí cụ điện, còn ở thiết kế tốt nghiệp yêu cầu sinh viên phải nắm vững và rộng hơn những vấn đề về chọn phương án, tính toán kết cấu và cả công nghệ nữa. Ở giai đoạn này cần tính tự lập sáng tạo của sinh viên.

Trong sản xuất sau khi có nhiệm vụ thiết kế nhà thiết kế phải tiến hành các giai đoạn sau:

- Thiết kế sơ bộ (phác thảo)
- Thiết kế kỹ thuật
- Thiết kế công nghệ

1- Ở bước thiết kế phác thảo phải tiến hành nghiên cứu các phương án tìm sơ đồ kết cấu xác định dạng kết cấu lập bố cục tổng hợp của khí cụ điện, vẽ bản vẽ tổng quát

với các kích thước chính các kích thước lắp ráp, xác định sơ bộ khối lượng của khí cụ điện. Tiến hành tính toán cơ bản đối với các chi tiết chính và xác định các kích thước của chúng. Khảo sát công nghệ chế tạo các chi tiết, các cụm chính và phức tạp nhất, đồng thời chọn vật liệu cho chúng- xác định sơ bộ các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật- lập bảng thuyết minh sơ bộ. Đây là khâu quan trọng cho việc thiết kế kỹ thuật

2 - Thiết kế kỹ thuật: là phần quan trọng và quyết định nhất trong quá trình thiết kế khí cụ điện. Phải xác định được phương án kết cấu tối ưu. Tiến hành nghiên cứu tỉ mỉ các bộ phận và các cụm chi tiết. Chính xác hoá kết cấu khối của cả khí cụ điện. Phải tạo khả năng sử dụng triệt để những chi tiết, cụm đã quy chuẩn hoá. Lập bản vật liệu và các dạng phôi của tất cả các chi tiết trừ một vài chi tiết phụ. Đưa ra các điều kiện thử nghiệm, kiểm tra các bộ phận, các cụm và toàn bộ khí cụ điện. Chọn dạng sơn, phủ. Xác định tất cả các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật cần thiết. Viết bản thuyết minh, tính toán cụ thể và hiệu đính lần thứ nhất điều kiện kỹ thuật của bản thiết kế, chế tạo và nghiệm thu.

3 - Thiết kế công nghệ: trong quá trình thiết kế công nghệ, phải dựa vào những hướng dẫn, quy định của bản thiết kế kỹ thuật đã được thông qua những kinh nghiệm sản xuất, những kết quả về nghiên cứu và thử nghiệm của mẫu thử. Qua đó tiến hành chính xác hóa kết cấu. Nghiên cứu và lập các bản vẽ công nghệ cho tất cả các chi tiết cụm, đồng thời chú ý sử dụng tới mức tối đa việc quy chuẩn hóa các chi tiết và bộ phận như: đường kính lỗ, các chi tiết định vị, ren, then... để có thể đơn giản hóa tới mức lớn nhất các động tác, danh mục cắt gọt, các dụng cụ đo lường và các chi tiết gá lắp lập và xác định độ dung sai lắp ghép, các nguyên công, quy trình về gia công nhiệt, hàn tấm nẩy... Xác định chính thức hình dạng của vỏ và trang trí mỹ thuật, cách mạ, lớp phủ chính xác hóa các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật, chỉnh lý bản thuyết minh. Lập hồ sơ về công nghệ chính xác hóa các điều kiện kỹ thuật về chế tạo và nghiệm thu của khí cụ điện

Sau khi chế tạo một vài mẫu chuẩn, cần tiến hành hiệu chỉnh bản thiết kế công nghệ và các yêu cầu kỹ thuật (nếu cần thiết). Cần lưu ý đến vai trò chỉ đạo của nhà thiết kế trong tất cả các giai đoạn: nghiên cứu, tính toán, chế tạo thử, sản xuất và vận hành của khí cụ điện.

D –TRÌNH TỰ THIẾT KẾ.

Tuy khí cụ điện có nhiều dạng, loại rất khác nhau, nhưng vẫn có thể tìm ra một trình tự thiết kế chung. Tùy theo từng loại khí cụ điện và dạng thiết kế (thiết kế giáo học

hoặc thiết kế sản xuất) trình tự này có thể thay đổi chút ít. Việc thiết kế một khí cụ điện được tiến hành theo trình tự sau:

- 1 – Giai đoạn chuẩn bị thiết kế: tập hợp và thống nhất nhiệm vụ thiết kế kỹ thuật lập bảng tóm tắt, tổng hợp các kết cấu tiên tiến cùng chức năng đã có sẵn. Nghiên cứu có sở kinh tế - kỹ thuật cần thiết.
- 2 – Chọn sơ đồ và dạng kết cấu, bố cục của kết cấu.
- 3 – Chọn và tính toán cách điện chung.
- 4 – Lập bảng vẽ phác thảo dạng tổng quát của khí cụ điện và xác định các kích thước chủ yếu.
- 5 – Thiết kế phần mạch vòng dẫn điện đầu nối, thanh dẫn.
- 6 – Thiết kế các tiếp điểm.
- 7 – Tính toán, thiết kế hệ thống đập hồ quang.
- 8 – Tính toán lực điện động khi ngắn mạch và khí khởi động.
- 9 – Tính toán và thiết kế các cơ cấu truyền động (Kể cả nam châm điện).
- 10 – Tính toán vỏ, các chi tiết cách điện, thùng chứa.
- 11 – Tính toán nhiệt.
- 12 – Vẽ các chi tiết, cụm của khí cụ điện dựa theo các kết quả đã tính toán
- 13 – Phân tích sự tổ hợp và sự độc lập của các bộ phận, cụm và tiến hành các vấn đề về phi tiêu chuẩn của các vấn đề về an toàn lao động trong sản xuất cũng như trong vận hành.
- 14 – Nghiên cứu các vấn đề về tổ chức, liên quan đến việc chế tạo khí cụ điện.
- 15 – Lập phần kinh tế của bản thiết kế.
- 16 – Lập các bản vẽ, đồ thị của bản thiết kế.
- 17 – Lập bản thuyết minh gồm tất cả các điểm kể trên. Trong từng phần của bản thuyết minh phải có tính toán, lập luận, lý giải. Phần cuối của bản thuyết minh phải đưa ra những nhận xét, kết luận, các ưu nhược điểm chính của bản thiết kế, các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật cơ bản, hiệu ứng kinh tế và kỹ thuật mà bản thiết kế sẽ mang lại

§ .1 – 3 /-XÁC ĐỊNH CÁC KHOẢNG CÁCH CÁCH ĐIỆN CỦA KHÍ CỤ ĐIỆN HẠ ÁP

Khoảng cách cách điện trong khí cụ điện đóng một vai trò khá quan trọng. Nó ảnh hưởng tới kích thước của khí cụ điện và độ tin cậy khi vận hành. Vì vậy việc xác

định hợp lý đại lượng này có một ý nghĩa không nhỏ trong toàn bộ công tác thiết kế khí cụ điện. Khoảng cách cách điện phụ thuộc vào khá nhiều yếu tố: điện áp định mức, môi trường làm việc, quá trình dập tắt hồ quang. Việc xác định các khoảng cách cách điện trong khí cụ điện hạ áp thường chọn theo kinh nghiệm

1 – Điện áp định mức theo cách điện

Với khí cụ điện điều khiển và phân phối năng lượng hạ áp (đến 1000V), tồn tại các tiêu chuẩn quy định và đồ bền cách điện theo điện áp định mức. Ở trạng thái khô và sạch của khí cụ điện chưa vận hành, ở trạng thái nóng và nguội của cách điện, nó phải chịu được điện áp thử, tần số 50Hz, thời gian thử 1 phút theo bảng 1.1

Bảng 1.1: Điện áp thử nghiệm của khí cụ điện hạ áp

Điện áp định mức KOD, V	Điện áp định mức của cách điện V	Điện áp thử nghiệm (trị hiệu dụng) V
12, 24	Đến 24	500
36, 48, 50	60	1000
110, 127, 220	220	2000
380, 440, 500	500	2500
600, 660	660	2500
750	750	3000
1000	1000	3500

2 – Khoảng cách cách điện giữa các phần tử dẫn điện có điện áp khác nhau

Muốn khí cụ điện có độ tin cậy cao thì cần khoảng cách cách điện lớn, song như vậy lại tăng kích thước và khối lượng của thiết bị. Vì vậy nên chọn theo khoảng cách cách điện tối thiểu theo quy định của công nghiệp điện lực cho các khí cụ điện hạ áp thông dụng ở bảng 1.2

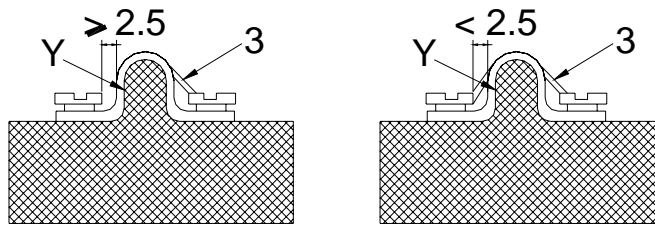
Bảng 1.2: Khoảng cách cách điện của các phần tử có điện áp khác nhau và so với phần tử nổi đất của các khí cụ điện dùng trong công nghiệp, điện áp đến 1000V

Tên thiết bị hay mạch sử dụng	Đường đi của hồ quang	Điện áp định mức V		
		Từ 100 đến 250	Từ 251 đến 400	Từ 401 đến 600
		Khoảng cách, mm		
Các khí cụ điện điều khiển, phân phối năng lượng	Khe hở điện	4	5	7
Các khí cụ điện phân phối dùng để bảo vệ thiết bị	Khoảng cách điện r_0 (không phụ thuộc vào vị trí bề mặt)	15	17	22
Các mạch chính của KCD điều khiển, bảo vệ và phân phối năng lượng	Khoảng cách điện r_0 theo mặt trên	10	12	15
	Khoảng cách điện r_0 theo bề mặt dưới	8	10	12
Khí cụ điện trong mạch điều khiển và tín hiệu	Khoảng cách điện r_0 theo bề mặt phía trên	7	9	11
Mạch chính của khí cụ điện có dòng định mức bé (đến 15A)	Khoảng cách điện r_0 theo bề mặt thẳng đứng hoặc mặt bên	5	7	9

Chú ý: Khoảng cách cách điện giữa các bộ phận chịu tác động của hồ quang và các khí ion hóa không nằm trong bảng này

Khi chọn khoảng cách cách điện, cần lưu ý rằng nó phụ thuộc rất lớn vào tính chất của vật liệu, của bụi, độ ẩm, trạng thái bề mặt của cách điện. Vì vậy phải thiết kế hình dạng, cấu trúc của cách điện sao cho khi vận hành bụi bẩn không phủ lên chúng. Để

giảm các kích thước của khí cụ điện và loại trừ khả năng bụi bẩn, nên chọn kết cấu của cách điện theo dạng có gờ, mái, bậc như hình 1.1



Hình 1.1 Cấu trúc của các chi tiết cách điện trong khí cụ điện hạ áp

-Khoảng cách theo bề mặt (khoảng cách điện r_0)

-Khe hở theo không khí

Để chống việc tích tụ bụi, trên bề mặt cách điện nên gia công nhẵn, phẳng và chỗ nối của hai bề mặt nên gia công có độ cong đều đặn

Với các khí cụ điện sử dụng ở những nơi có điều kiện môi trường khắc nghiệt, khe hở điện và khoảng cách điện r_0 nên chọn lớn hơn các trị số ở bảng 1.2

Với các tổ hợp từ hai khí cụ điện thiết bị trở lên, các khe hở điện và khoảng cách điện r_0 giữa chúng nên lấy lớn hơn trị số trong bảng 1.2 vì rằng khi lắp ráp tổ hợp thì dung sai lắp ráp không thể đảm bảo chính xác như ở từng khí cụ điện riêng rẽ

CHƯƠNG II: MẠCH VÒNG DẪN ĐIỆN

§ 2 – 1. KHÁI NIỆM CHUNG

Mạch vòng dẫn điện của khí cụ điện do các bộ phận khác nhau về hình dạng kết cấu và kích thước hợp thành. Mạch vòng dẫn điện gồm thanh dẫn, dây nối mềm, đầu nối, hệ thống tiếp điểm (giá đỡ tiếp điểm, tiếp điểm động, tiếp điểm tĩnh) cuộn dây dòng điện (nếu có, kể cả cuộn dây thổi từ dập hồ quang)

Hình 2.1: Mạch vòng dẫn điện của công tắc tơ

1.Thanh dẫn vào

2.Cuộn thổi từ

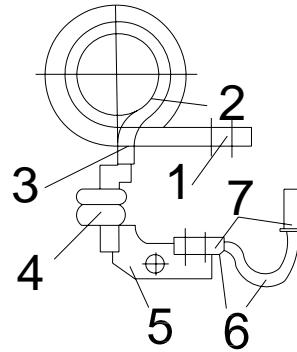
3.Tiếp điểm tĩnh

4.Tiếp điểm động

5.Giá đỡ tiếp điểm động

6.Dây dẫn mềm

7.Đầu nối ra



Nhiệm vụ tính toán là phải xác định các kích thước của các chi tiết trong mạch vòng dẫn điện

Tiết diện của các chi tiết quyết định cơ của mạch vòng và cũng quyết định kích thước của khí cụ điện

§ 2 – 2. THANH DẪN

Các tính toán cơ bản của thanh dẫn gồm:

-Xác định tiết diện và các kích thước của nó ở chế độ làm việc dài hạn và các chế độ làm việc khác

-Tính toán kiểm nghiệm tiết diện và các kích thước của nó ở chế độ làm việc ngắn hạn chế độ khởi động đối với các khí cụ điện điều khiển và dùng trong tự động hóa

A/ XÁC ĐỊNH TIẾT DIỆN THANH DẪN Ở CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC DÀI HẠN:

1) Xác định tiết diện thanh dẫn dựa vào bảng số khi tiết diện của nó không thay đổi theo chiều dài.

Trong các bảng 2.1 đến 2.6 cho các trị số của dòng điện và các tiết diện tương ứng với các loại vật liệu khác nhau khi làm việc ở chế độ dài hạn.

2) Tính toán thanh dẫn với tiết diện không đổi:

Từ công thức Niuton:

$$P = K_T \cdot S_T (\theta_{od} - \theta_o) = K_T \cdot S_T \cdot \tau_{od} \quad (W) \quad (2-1)$$

có thể viết biểu thức cân bằng nhiệt ở nhiệt độ xác lập cho mọi chi tiết với bề mặt tản

nhiệt S_T , chiều dài l và chu vi $p = \frac{S_T}{l}$

$$P = I^2 \cdot R_\theta \cdot K_f = K_T \cdot S_T (\theta_{od} - \theta_{mt})$$

$$\leftrightarrow \frac{I^2 \cdot \rho_\theta \cdot K_m}{S} = K_T p (\theta_{od} - \theta_{mt})$$

Trong đó:

$R_\theta (\Omega)$: điện trở của thanh dẫn ở nhiệt độ ổn định

$\rho_\theta (\Omega m)$: điện trở suất của vật liệu ở nhiệt độ ổn định

$$\rho_\theta = \rho_o (1 + \alpha\theta)$$

$\rho_o (\Omega m)$: điện trở suất của vật liệu ở $0^\circ C$

α là hệ số nhiệt điện trở

$$\alpha_{Cu} = 0,0043; \alpha_{Al} = 0,0042$$

K_f : hệ số tổn hao phụ đặc trưng cho tổn hao bởi hiệu ứng bề mặt và hiệu ứng gần

$$K_f = K_{bm} \cdot K_g$$

K_{bm} : hiệu ứng bề mặt

K_g : hiệu ứng gần

Đối với dòng điện xoay chiều:

$$K_f = 1,03 \div 1,06$$

Đối với dòng điện một chiều $K_f = 1$

$S(m^2)$: tiết diện thanh dẫn

$S_T(m^2)$: tiết diện tản nhiệt của thanh dẫn

$p(m)$: chu vi của thanh dẫn

θ_{od} : nhiệt độ ổn định

θ_{mt} : nhiệt độ môi trường

$\tau_{od} = \theta_{od} - \theta_{mt}$: độ tăng nhiệt ổn định

K_T : hệ số tản nhiệt (bảng 6-5)

$P(W)$: công suất tổn hao trong thanh dẫn

$I(A)$: dòng điện ổn định

Tiết diện của thanh dẫn được xác định theo biểu thức:

$$S.p = \frac{I^2 \cdot \rho_\theta K_f}{K_T \tau_{od}} = \frac{I^2 \rho_\theta (1 + \alpha \theta_{od}) \cdot K_f}{K_T (\theta_{od} - \theta_{mt})} \quad (2-4)$$

Khi xác định chu vi p và hệ số tản nhiệt K_T cần phải lưu ý đến vị trí của chi tiết so với các chi tiết khác và điều kiện tản nhiệt của nó. Ví dụ: nếu chi tiết giáp với đế nhựa thì quá trình tản nhiệt của vùng tiếp giáp không đáng kể, khi tính toán thì bỏ qua bề mặt của chi tiết này.

Tiết diện và kích thích các cạnh a, b của các chi tiết hình chữ nhật được xác định theo:

$$a.b.2(a+b) = \frac{I^2 \cdot \rho_\theta \cdot K_f}{K_T \cdot \tau_{od}} \quad (2-5)$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{I^2 \cdot \rho_\theta \cdot K_f}{2n(n+1) \cdot K_T \cdot \tau_{od}}} \quad (2-6)$$

$$\text{với } n = \frac{a}{b}$$

Với các chi tiết có hai lớp cách điện thì tiết diện được xác định theo:

$$ab.2(a + b) = \frac{I^2 \cdot \rho_{\theta} \cdot K_f \cdot \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{K_{T2}} \right)}{\tau_{od}} \quad (2-7)$$

Tiết diện và đường kính d của các chi tiết hình tròn được xác định theo biểu thức:

$$\pi d \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{I^2 \cdot \rho_{\theta} \cdot K_f}{K_T \cdot \tau_{od}} \quad (2-8)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4I^2 \rho_{\theta} K_f}{\pi^2 \cdot K_T \cdot \tau_{od}}} \quad (2-9)$$

Với các chi tiết có hai lớp cách điện thì tiết diện được xác định theo:

$$\pi d \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{I^2 \cdot \rho_{\theta} \cdot K_f \cdot \left(\frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{K_{T2} \cdot d_3} \right)}{\pi \tau_{od}} \quad (2-10)$$

(xem chương 6)

Tính toán kiểm nghiệm: từ các biểu thức trên có thể xác định nhiệt độ θ_{od} , độ chênh lệch nhiệt độ τ_{od} và trị số của dòng điện cho phép I. Độ tăng nhiệt và nhiệt độ cho phép cho ở trong bảng 6-1.

Kiểm nghiệm khi xảy ra ngắn mạch (xem chương 6)

Bảng 2-1: Phụ tải dài hạn cho phép của dây dẫn có cách điện cao su và polyclovinyl ở nhiệt độ không khí xung quanh 40°C (số ở trong ngoặc dùng cho dây dẫn đặt từng chùm có nhiều sợi nhỏ)

Tiết diện dây dẫn (mm ²)	Chế độ làm việc		
	$\pi B : 100\%$	$\pi B : 40\%$	$\pi B : 25\%$
	Dòng điện cho phép (A)		
1,5	18(15)	18(15)	18(15)
2,5	24(21)	24(21)	24(21)

4	32(30)	32(30)	32(30)
6	39(36)	39(36)	39(36)
10	65(55)	88(75)	110(95)
16	79(67)	110(95)	135(115)
25	110(90)	150(125)	190(155)
35	130(105)	180(145)	225(180)
50	170(145)	235(200)	295(250)
70	210(175)	290(245)	365(305)
95	260(215)	360(300)	455(375)
120	300(250)	420(350)	525(435)
150	345(285)	480(395)	600(495)

Chú thích: B là thời gian đóng mạch tương đối.

Bảng 2-2: Phụ tải cho phép của thanh dẫn ở nhiệt độ 100° C , môi trường xung quanh 40° C (thanh dẫn sơn màu đen đặt ở 1 cạnh).

Chiều rộng thanh dẫn (mm ²)	Chiều dày thanh dẫn (mm)								
	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8
Dòng điện dài hạn (A)									
10	62	122	144	166	184	220	254	–	–
12,5	121	150	175	200	223	271	308	–	–
16	153	188	223	254	280	330	380	425	515

Bảng : 2-3 Dây dẫn mềm đặc biệt

Tiết diện dây dẫn mm ²	Dây dẫn tròn 9125-59 Đường kính	Dây dẫn bẹt (làm bằng d ây) Đường kính	Dòng điện dài hạn cho Kích thước
---	------------------------------------	---	--

	dây nhỏ	dây dẫn	dây nhỏ	dây dẫn	
	Mm	mm	mm		
1	0,08	1,7	-	-	13
1,5	0,08	2,1	-	-	17
2,5	0,1	2,6	-	-	24
4	0,13	3,3	-	-	30
6	0,13	4,2	0,08	1,7x12	38
10	0,13	5,5	0,08	1,7x20	50
16	-	-	0,08	1,7x25	75
25	-	-	0,08	4,6x25	105
35	-	-	0,08	4,6x30	120

Việc xác định nhiệt độ của các phần riêng biệt của thanh dẫn trong mạch vòng dẫn điện được tính theo các biểu thức cho trong bảng 2-7.

Bảng 2-4: Đặc tính kỹ thuật của thanh dẫn Đồng và Nhôm có tiết diện chữ nhật, phụ tải dòng cho phép của chúng (rort 5415-63 và 10552-63) Liên Xô)

Kích thước dây dẫn mm	Đồng				
	Khối lượng 1 mét dài kg	Phụ tải dòng			
		1	2	3	4
15x3	0.399	210	-	-	-
20x3	0.529	275	-	-	-
25x3	0.662	340	-	-	-
30x4	1.195	475	-	-	-
40x4	1.420	625	-/1090	-	-
40x5	1.770	700/705	-/1895	-	-
50x5	2.240	860/870	-/1525	-/1895	-
50x6	2.670	955/960	-/1700	-/2145	-