

NGUYỄN VĂN SẮC (Chủ biên)
NGUYỄN NGỌC KÍNH

MẠNG ĐIỆN NÔNG NGHIỆP

Trường CĐCN HN
THƯ VIỆN



Trial Version
Mã sách*011400363*



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

NGUYỄN VĂN SẮC (chủ biên) - NGUYỄN NGỌC KÍNH



MẠNG ĐIỆN NÔNG NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC - 1999

LỜI NÓI ĐẦU

Trong công cuộc công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, quá trình phát triển sản xuất nâng cao đời sống nhân dân cần phải tiến hành điện khí hóa, cơ khí hóa và tự động hóa. Mạng điện nông nghiệp gắn liền với quá trình điện khí hóa nông thôn - là một mắt xích của công cuộc điện khí hóa toàn quốc, đáp ứng yêu cầu của phát triển sản xuất đem lại ánh sáng tinh thần cho nhân dân, rút ngắn khoảng cách giữa nông thôn và thành phố.

Để góp phần đáp ứng yêu cầu phát triển mạng lưới điện ở nông thôn, chúng tôi biên soạn cuốn "Mạng điện nông nghiệp". Nội dung cuốn sách dựa theo chương trình đã được Bộ Giáo dục và Đào tạo phê duyệt. Nó được dùng làm tài liệu học tập cho sinh viên ngành Điện khí hóa nông thôn. Đồng thời có thể làm tài liệu tham khảo cho cán bộ kỹ thuật và kỹ sư chuyên ngành.

Cuốn sách gồm 10 chương; trình bày khá đầy đủ và tỉ mỉ lý thuyết tính toán phần điện của mạng điện, những vấn đề có liên quan đến mạng điện ở chế độ xác lập; đặc biệt đi sâu tính toán mạng điện địa phương, cấp điện áp từ 35 kV trở xuống. Để đảm bảo độ bền cơ học của đường dây, cuốn sách trình bày tính toán phần cơ khí dây dẫn, cột và móng; Đồng thời tóm tắt quá trình thiết kế mạng điện. Ở cuối mỗi chương đều có các ví dụ mẫu minh họa cho lý thuyết để độc giả tiện so sánh, vận dụng. Các số liệu tra cứu cho trong phần phụ lục.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn tập thể bộ môn Cung cấp và Sử dụng điện, khoa Cơ - Điện, trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội đã đóng góp nhiều ý kiến bổ ích.

Trong quá trình biên soạn chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng tôi mong được tiếp thu những ý kiến đóng góp của độc giả và xin chân thành cảm ơn. Địa chỉ liên hệ: khoa Cơ - Điện, trường Đại học Nông nghiệp I Hà Nội, Tel: 04.8276975

Các tác giả

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠNG ĐIỆN

1-1. LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA MẠNG ĐIỆN

Những năm 60 của thế kỷ XIX, máy phát điện ra đời người ta đã tìm cách đưa dòng điện từ nguồn sản xuất đến nơi tiêu thụ. Tuy nhiên thành tựu mới nhất lúc bấy giờ chỉ là đưa dòng điện một chiều điện áp 100 V đi xa vài trăm mét. Những năm 70 hình thành một số đường dây điện áp thấp. Những năm 80 của thế kỷ XIX, mạng điện mới thực sự trở thành một ngành khoa học kỹ thuật được lý luận soi sáng. Năm 1880, nhà khoa học Nga Latrinốp nghiên cứu về vấn đề truyền tải điện năng đi xa đã chỉ ra rằng: Với khoảng cách càng xa, công suất truyền càng lớn thì có lợi nhất là nâng cao cấp điện áp truyền. Các nước Pháp, Anh, Nga, Mỹ đều tích cực nghiên cứu nâng cao điện áp và vận chuyển điện năng đi xa hơn.

Năm 1882 ở Pháp có đường dây dòng điện một chiều điện áp 1,5 kV. Năm 1891 cùng với việc chế tạo máy phát điện, máy biến áp, động cơ dị bộ, điện áp đã được nâng lên 15 kV. Cuối thế kỷ XIX ở Pháp đã xây dựng đường dây 35 kV. Đầu thế kỷ XX mạng điện phát triển hết sức mạnh mẽ; công suất, điện áp và chiều dài đường dây tăng lên không ngừng.

Từ năm 1908 - 1910 xuất hiện đường dây 110 kV. Những năm 20 của thế kỷ XX điện áp nâng lên 220 kV. Trong những năm 50 đã khánh thành đường dây 500 kV. Hiện nay đường dây truyền tải dòng điện xoay chiều điện áp 750 kV và cao hơn, dòng điện một chiều điện áp 1500 kV đã được xây dựng và thử nghiệm ở nhiều nơi trên thế giới.

Ở nước ta dưới thời Pháp thuộc, đầu thế kỷ thứ XX xây dựng được một vài nhà máy điện như Yên Phụ - Hà Nội, Thượng Lý - Hải Phòng, Thủ Đức - Sài Gòn (cũ). Những năm 20 điện áp truyền tải lớn nhất là 35 kV.

Từ năm 1965 miền Bắc nước ta đã xây dựng đường dây 110 kV. Sau khi đất nước thống nhất ta đã xây dựng và mở rộng hàng loạt nhà máy điện như Thác Bà, Ưông Bí, Phả Lại, Ninh Bình, Phú Mỹ, Trị An, Hòa Bình ... Từ năm 1978 nước ta tiến hành xây dựng đường dây 220 kV chuyên tải điện từ Ưông Bí về Hà Nội và các tỉnh miền Trung. Tuy nhiên hệ thống điện đó vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu sử dụng điện cho cả nước; đòi hỏi phải có đường dây điện áp cao hơn chuyên tải điện vào các tỉnh phía Nam. Trong các năm 1992 - 1993 ta tiến hành xây dựng đường dây siêu cao áp 500 kV. Năm 1994 đường dây 500 kV từ Hòa Bình vào Phú Lâm (thành phố Hồ Chí Minh) dài 1487 km đã được đưa vào vận hành.

Cùng với việc tăng công suất, chiều dài đường dây cao áp thì mạng điện hạ áp cũng phát triển rộng khắp ở các tỉnh đồng bằng, nông thôn. Đến nay một số tỉnh, 100% số xã đã có điện như Hà Nội, Hải Phòng (trừ Hải đảo), thành phố Hồ Chí Minh, Thái Bình, Hải Dương, Hưng Yên, Bắc Ninh, Nam Định, Hà Nam, Tiền Giang... Các tỉnh miền Nam do nguồn năng lượng thiếu nên điện khí hóa nông thôn và mạng điện nông nghiệp phát triển chậm hơn nhất là các tỉnh vùng cao, vùng sâu, vùng xa. Tới nay cả nước có trên 60%^{*)} số xã đã có điện. Điện năng tiêu thụ tính theo đầu người trong một năm ở mức gần 300 kWh. Trong một vài năm tới cả nước phấn đấu sẽ có 80% số xã có điện và sản lượng điện bình quân đầu người là 400 kWh.

^{*)} Tính đến hết năm 1996 cả nước có 63,2% số xã có điện

1-2. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠNG ĐIỆN

1. Những khái niệm cơ bản

Hệ thống dây dẫn, dây cáp, cột xà sứ, thiết bị nối... dùng để truyền tải điện năng gọi là đường dây tải điện.

Đường dây có điện áp nhỏ hơn hoặc bằng 1 kV gọi là đường dây điện áp thấp, điện áp lớn hơn 1 kV gọi là điện áp cao.

Mạng điện là tập hợp các đường dây trên không, dây cáp, các trạm biến áp và các trạm đóng cắt điện.

Hệ thống điện là tập hợp các nhà máy điện, mạng điện, các trạm biến đổi dòng điện và các phụ tải. Hệ thống điện là 1 bộ phận của hệ thống năng lượng. Mỗi thiết bị cấu thành hệ thống điện được gọi là phần tử của hệ thống. Các thông số của các phần tử gọi là thông số hệ thống điện như: tổng trở, tổng dẫn, hệ số biến áp... Tập hợp các quá trình tồn tại trong hệ thống điện xác định trạng thái làm việc của nó gọi là chế độ của hệ thống điện. Nó được đặc trưng bởi các thông số như công suất, điện áp, dòng điện, $\cos\phi$. Hệ thống điện có 2 chế độ làm việc là chế độ xác lập và quá độ.

Chế độ xác lập là chế độ có các thông số không đổi theo thời gian. Chế độ quá độ là chế độ có các thông số biến đổi theo thời gian.

2. Phân loại mạng điện và thụ điện

Căn cứ vào nhiệm vụ, cấp điện áp, dòng điện người ta phân mạng điện thành các loại như sau:

- Theo loại dòng điện có mạng điện một chiều, mạng điện xoay chiều một pha, mạng điện xoay chiều 3 pha.

- Theo điện áp có mạng cao áp ($U > 1 \text{ kV}$) và mạng hạ áp ($U \leq 1 \text{ kV}$).

- Theo số dây dẫn có mạng 2 dây, 3 dây, 4 dây và 5 dây.

- Theo hình dáng có mạng điện hở và mạng điện kín.

- Theo cấu trúc có mạng điện bên trong và mạng điện bên ngoài.

- Theo nhiệm vụ người ta phân ra làm 2 loại:

Mạng cung cấp ($U \geq 110 \text{ kV}$) dùng để truyền tải điện tới một khu vực rộng lớn có công suất lớn.

Mạng điện phân phối ($U \leq 35 \text{ kV}$) dùng để phân phối điện tới các địa phương trong một phạm vi nhỏ hơn.

+ Điện áp định mức của mạng điện (ký hiệu là U_H).

Mỗi mạng điện đặc trưng bởi một điện áp đã được tiêu chuẩn hóa, mà ở đó thiết bị làm việc bình thường và kinh tế nhất gọi là điện áp định mức. Điện áp định mức có ghi trên lý lịch và trên nhãn của máy điện và các thiết bị điện. Trong các thiết bị điện 3 pha, U_H là điện áp dây. Điện áp định mức của mạng điện và của thụ điện phải bằng nhau. Do phụ tải luôn

luôn thay đổi và do có sự hao tổn điện áp trong mạng điện nên điện áp mạng điện có thể khác U_H . Người ta phải điều chỉnh điện áp của máy phát điện và nấc của các máy biến áp để sao cho độ lệch điện áp của thụ điện không vượt quá giới hạn cho phép.

Điện áp định mức của mạng điện và thiết bị điện được tiêu chuẩn hóa gồm các giá trị như:

U_H : 0,22 kV; 0,38 kV; 6 kV; 10 kV; 20 kV; 35 kV; 110 kV; 220 kV; 330 kV; 400 kV; 500 kV...

Cấp điện áp tiêu chuẩn hóa cho phép giảm bớt một số cỡ máy và thiết bị điện, giảm bớt chi phí xây dựng mạng điện.

Hệ tiêu thụ điện là các thiết bị sử dụng điện. Phụ tải điện là đại lượng đặc trưng cho công suất tiêu thụ của các hệ tiêu thụ điện. Dựa vào yêu cầu cung cấp điện và tính chất quan trọng của hệ tiêu thụ người ta chia thụ điện thành 3 loại:

- Thụ điện loại I là những phụ tải quan trọng; ngừng cung cấp điện sẽ gây tai nạn nguy hiểm cho con người; làm tổn thất lớn đến nền kinh tế quốc dân làm hư hỏng hàng loạt sản phẩm, thiết bị; làm rối loạn quá trình sản xuất phức tạp.

Thụ điện loại I phải được cung cấp điện liên tục bằng 2 đường dây độc lập. Việc cung cấp điện chỉ được gián đoạn trong thời gian đóng điện dự phòng.

- Thụ điện loại II là phụ tải khi ngừng cung cấp điện sẽ làm sản xuất bị đình trệ; hàng loạt sản phẩm bị phế bỏ; vi phạm hoạt động bình thường của nhân dân thành phố.

Thụ điện loại II được phép gián đoạn trong thời gian cần thiết để đóng điện bằng tay chuyển sang nguồn dự phòng.

- Thụ điện loại III bao gồm tất cả các thụ điện còn lại. Thụ điện loại III cho phép ngừng cung cấp điện trong thời gian sửa chữa, khắc phục những hư hỏng xảy ra.

1-3. NHỮNG ĐIỂM ĐẶC BIỆT VỀ PHÂN PHỐI ĐIỆN NĂNG TRONG NÔNG NGHIỆP

1. Những yêu cầu chung của mạng điện

Để đảm bảo chất lượng điện năng yêu cầu đặt ra đối với mạng điện là:

- Đảm bảo độ bền cơ học của đường dây để mạng điện làm việc vững chắc và an toàn.
- Cung cấp điện thường xuyên liên tục, nhất là các thụ điện loại I.
- Giới hạn vị trí hư hỏng để sửa chữa bằng các thiết bị bảo vệ có tính chất chọn lọc.
- Điện năng có chất lượng tốt, độ lệch điện áp tại thụ điện nằm trong giới hạn cho phép.
- Bảo đảm điều kiện kinh tế: vốn đầu tư cơ bản và chi phí vận hành là ít nhất.
- Có khả năng phát triển trong tương lai.

Để thỏa mãn những yêu cầu trên, khi thiết kế, thi công mạng điện cần lưu ý như sau:

Tính toán mạng điện theo các chỉ tiêu kinh tế, chọn điện áp, vật liệu, tiết diện dây dẫn phù hợp; đường đi của đường dây hợp lý. Tính hao tổn điện áp, kiểm tra độ lệch tại thụ điện nằm trong giới hạn cho phép. Kiểm tra dây dẫn theo điều kiện đốt nóng. Tính toán phần cơ khí đường dây bảo đảm độ bền cơ học. Ngoài ra còn chú ý tới các biện pháp điều chỉnh điện áp.

2. Những điểm đặc biệt về phân phối điện năng trong nông nghiệp

Mạng điện nông nghiệp phục vụ cho các thụ điện trong nông nghiệp, có đặc điểm riêng so với mạng điện thành phố. Điểm nổi bật là: đường dây kéo dài phân tán, công suất truyền tải tương đối nhỏ. Phần lớn thụ điện làm việc có tính chất thời vụ nhưng công suất truyền tải lại lớn dẫn đến vốn đầu tư xây dựng và giá thành cao. Mặt khác hệ số thời gian sử dụng thấp, thời gian không tải kéo dài. Kết quả là giá thành của mạng điện nông nghiệp tính theo công suất truyền tải rất cao. Qua tính toán người ta thấy rằng, giá thành mạng điện kể cả các trạm biến áp chiếm tới 2/3 tổng giá thành những thiết bị điện. Vì vậy, khi thiết kế mạng điện phải giảm tới mức thấp nhất chi phí vật liệu và kim loại làm dây dẫn.

Các thụ điện trong nông nghiệp phần lớn là thụ điện loại II và loại III nên yêu cầu cung cấp điện không chặt chẽ như thụ điện loại I. Nó cũng không cần phải dùng đường dây cấp điện dự phòng.

Để giảm giá thành mạng điện nông nghiệp người ta có thể sử dụng nhiều biện pháp khác nhau như nâng cao cấp điện áp dùng từ mạng 220/127 V lên 380/220 V đưa sâu điện áp cao vào trung tâm phụ tải và nâng cao cấp điện áp vận hành từ 6 - 10 kV lên 20 hay 35 kV.

Mặt khác trong " quy trình trang bị điện " độ lệch điện áp cho phép tại thụ điện nông nghiệp cũng cao hơn một chút so với mạng điện công nghiệp. Vì vậy khi kết hợp với các phương pháp điều chỉnh điện áp người ta có thể nâng cao hao tổn điện áp cho phép, nhờ đó giảm tiết diện dây dẫn. Ngoài ra để đạt hiệu quả kinh tế, giảm giá thành truyền tải và phân phối điện năng còn sử dụng các loại kết cấu cột điện hợp lý, rút ngắn thời gian thi công bằng cơ giới ...

1-4. KẾT CẤU DÂY DẪN

1. Dây dẫn của đường dây trên không

Đường dây trên không dùng kim loại không bọc cách điện (dây trần) nó gồm một sợi hay nhiều sợi. Dây dẫn một sợi thường có tiết diện (F) không lớn lắm. Dây dẫn nhiều sợi chế tạo với tiết diện lớn từ 10 mm² trở lên. Về cấu tạo, dây dẫn có thể bao gồm 1 kim loại, 2 kim loại, dây lưỡng kim hoặc dây dẫn rỗng. Dây dẫn nhiều sợi được chế tạo bao gồm một sợi ở chính giữa, xung quanh quấn nhiều sợi xoắn với nhau theo nhiều lớp. Thường lớp ngoài nhiều hơn lớp trong 6 sợi và mỗi lớp xoắn lại theo chiều ngược nhau để dây dẫn không tự xoắn và có dạng tròn.

Mã hiệu dây dẫn gồm chữ cái chỉ vật liệu và con số chỉ tiết diện (mm²) hoặc đường kính (cm). Ví dụ: A - dây nhôm; AC - thép nhôm; M - đồng; C - thép, ACO - dây thép nhôm có lõi thép giảm nhẹ; ACY - dây thép nhôm có lõi thép tăng cường.

Tiết diện dây dẫn được tiêu chuẩn hóa gồm các giá trị như sau:

1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 90; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 600; 700 (mm²).

Những số ghi trong mã hiệu dây dẫn rất gần với tổng tiết diện thực của tất cả các sợi dây riêng rẽ. Trong tính toán ta lấy đường kính ngoài và đường kính tính toán của dây dẫn như trong phụ lục.

- Dây đồng là một trong những vật liệu dẫn điện tốt nhất. Nó chịu đựng tốt ảnh hưởng của khí quyển và đa số các phản ứng hóa học xảy ra trong không khí. Dây đồng cứng có điện trở suất ở nhiệt độ 20°C là $\rho = 18,2 \Omega\text{mm}^2/\text{km}$ và sức cản đứt tức thời là $F_{cd} = 382 \text{ N/mm}^2$; còn dây đồng mềm có $\rho = 17,5 \Omega\text{mm}^2/\text{km}$ và $F_{cd} = 196 \text{ N/mm}^2$. Vì dây đồng đắt nên nó bị hạn chế sử dụng.

- Dây nhôm: điện trở suất của dây nhôm là $\rho = 29,5 \Omega\text{mm}^2/\text{km}$ và sức cản đứt tức thời $F_{cd} = 147 - 157 \text{ N/mm}^2$. Vì độ bền cơ học kém nên được chế tạo thành nhiều sợi tiết diện từ 16 mm^2 trở lên và sử dụng ở khoảng vượt ngắn ($l < 150\text{m}$), và điện áp thấp ($U < 35\text{kV}$).

Để tăng độ bền cơ học, dây nhôm có pha thêm mangan và Silic ($\leq 1,2\%$) gọi là dây Andre (AA); Nó có $F_{cd} = 243 - 294 \text{ N/mm}^2$.

- Dây thép nhôm (AC) có độ bền cơ học cao hơn dây nhôm ($F_{cd} = 157 \text{ N/mm}^2$). Nó có thể dùng cho khoảng vượt lớn và điện áp cao ($U = 35 - 220 \text{ kV}$). Dây AC gồm một hay nhiều sợi thép (tráng kẽm) ở giữa để tăng cường độ bền cơ học và xung quanh là những sợi nhôm để dẫn điện.

Dây AC có tiết diện từ $10 - 400 \text{ mm}^2$, tỷ lệ A/C là 5,5/6.

Dây thép nhôm giảm nhẹ ACO có tiết diện từ $150 - 700 \text{ mm}^2$ được dùng trong các khoảng vượt lớn, tỷ lệ nhôm A/C là 7,5/8.

- Dây thép nhôm tăng cường ACY có tiết diện từ $120 - 400 \text{ mm}^2$, dùng trong các trường hợp đặc biệt tỷ lệ A/C là 4/5.

- Dây thép gồm loại một sợi (ký hiệu là ПСО) và nhiều sợi (ПТС), con số kèm theo chỉ đường kính dây thép. Dây nhiều sợi có ký hiệu ПМС là dây thép có đồng, con số kèm theo chỉ tiết diện (mm^2). Vì dây thép dẫn điện kém, sử dụng không hợp lý nên nó dần được thay thế bằng dây A và AC.

- Dây dẫn rỗng: để tăng đường kính của dây tránh hiện tượng vắng quang điện, giảm tổn thất điện năng người ta chế tạo dây dẫn rỗng. Nó có 2 loại: một loại gồm các sợi dây bằng đồng vặn xoắn từng lớp theo chiều ngược nhau và rỗng ở giữa; còn một loại gồm các thanh đồng ghép lại với nhau theo chiều xoắn. Loại này vì chế tạo phức tạp và đắt nên thường chỉ dùng làm thanh cái trong trạm biến áp từ 330 kV trở lên.

2. Dây cáp điện lực

Những cấu trúc của dây dẫn được cách điện riêng biệt và được bảo vệ bằng lớp vỏ bọc ngoài gọi là dây cáp. Dây cáp có thể đặt trực tiếp trong đất, nước và không khí.

Theo điện áp người ta chia cáp thành các loại như sau: cáp từ 10 kV trở xuống (có từ 1 - 4 lõi); cáp 3 lõi điện áp 20 và 35 kV ; cáp 2 lõi điện áp 110 và 220 kV .

- Cáp điện lực điện áp $U \leq 10 \text{ kV}$:

Lõi cáp bằng đồng hay nhôm. Mỗi lõi có vỏ bọc cách điện riêng gọi là cách điện pha, chất cách điện bằng giấy tẩm hóa chất đặc biệt hay một số lớp cao su. Tiếp theo, tính từ trong ra ngoài vỏ cáp gồm các lớp sau:

- Đai cách điện bằng giấy tẩm hay các lớp cao su.

- Vỏ bằng chì hay nhôm bảo vệ cho đai.

- Lớp giấy cáp và sợi tẩm dùng để bảo vệ cho chì hay nhôm.

- Cước bằng hai giải thép phẳng hay tròn.
- Bọc bằng sợi gai tẩm dùng để chống gỉ cho thép.
- Vỏ bảo vệ bằng chì, nhôm hay nhựa đặc tổng hợp.

Đối với mạng điện hạ áp, cáp đều có cách điện và chất bảo vệ bằng nhựa tổng hợp, Polyclovinin, hay polyetylen (ví dụ ABB; АПВ). Tiết diện dây cáp thường từ 2,5 - 185 mm²; cáp có thể có từ 1 đến 4 lõi. Ký hiệu cáp có các chữ chỉ vật liệu, chỉ cách điện và vỏ bọc. Ví dụ: cáp Liên Xô cũ: chữ đầu tiên là A chỉ lõi nhôm; không có chữ A là lõi đồng; vỏ ký hiệu C là chì; A là nhôm; B là polyclovinin; П là polyetylen; P là cao su.

Vỏ bảo vệ ngoài có chữ Б là thép; chữ Г là không bọc bảo vệ.

- Cáp điện lực 20 và 35 kV; nó có 3 lõi tiết diện lên đến 240 mm². Cấu trúc giống như cáp 10 kV nhưng cách điện được tăng cường hơn. Thường thường cáp 20 và 35 kV chế tạo lớp cách điện riêng từng lõi cho mỗi pha và cùng vỏ bọc ngoài.

Muốn nối cáp người ta hàn ruột, bọc cách điện đặt trong hộp hay vỏ bảo vệ rồi đổ bitum hay epôxi.

- Cáp điện lực 110 và 220 kV, nó gồm 2 loại cáp có dầu và có khí.

Cáp dây dầu là loại cáp bao gồm ống kim loại rỗng chứa đầy dầu có áp suất từ 2 đến 4 at.

Cáp dây khí mỗi cáp đều được cách điện bằng giấy và vỏ bảo vệ riêng biệt đặt trong các ống thép chứa đầy khí trơ, áp suất từ 10 - 15 at. Các loại cáp này lớp bảo vệ cũng được tăng cường hơn, chúng có bộ phận đặc biệt để duy trì áp suất dầu là thùng điều hòa áp suất, và duy trì áp suất khí bằng nồi hơi.

3. Dây dẫn có bọc cách điện

Những mạng điện được xây dựng trong nhà, trong các công xưởng, nhà máy xí nghiệp... dùng dây dẫn có bọc cách điện. Dây bọc có lõi bằng đồng hay nhôm, cách điện cao su, polyclovinin hay polyetylen. Đối với dây dẫn loại nhiều lõi thì mỗi lõi được cách điện riêng biệt.

Ký hiệu dây bọc có các chữ chỉ cách điện và con số chỉ tiết diện dây dẫn. Ở Việt Nam gọi chung là dây bọc nhựa hoặc cao su (ví dụ PVC). Còn ở Liên Xô cũ nhập về các loại như :

ПП là dây đồng cách điện cao su 1 lõi đặt trong ống sợi dệt tẩm dầu;

АПП là dây nhôm cách điện như trên;

АП là dây đồng 1 lõi cách điện cao su;

ПВ là dây đồng 1 lõi cách điện polyclovinin;

Dây bọc có 2 cách đặt là đặt kín và đặt hở.

- Đặt hở dùng cho điện áp $U \leq 220$ V. Dây dẫn bắt trên tường hoặc trần bằng cách đặt trong ống ghen và bắt chặt bằng vít hoặc bắt bằng puli sứ. Đối với những nơi ẩm ướt, hóa chất, dễ xảy ra hỏa hoạn thì dây bọc phải dùng loại có vỏ bảo vệ bằng chì hay thép như ППГ hay СРГ.

- Đặt kín dùng ở nơi khô ráo điện áp ≤ 500 V. Khi đặt dây kín tiết diện dây phải lớn hơn hoặc bằng 1,5 mm² đối với dây đồng và lớn hơn hoặc bằng 2,5 mm² với dây nhôm. Dây đặt kín có thể lồng trong ống nhựa tổng hợp, ống cao su hay kim loại rồi trát kín bằng vữa. Khi đặt theo nền gỗ giữa ống và nền phải được lót bằng cách điện như amiăng... Mỗi ống có thể đặt từ 1 đến 4 dây nhưng không đầy quá 2/3 diện tích ống.

CHƯƠNG 2

TÍNH TOÁN DÂY DẪN VÀ CÁP THEO ĐỐT NÓNG

2-1. ĐIỆN TRỞ CỦA DÂY DẪN VÀ CÁP

1. Điện trở tác dụng

Điện trở của dây dẫn với dòng điện một chiều gọi là điện trở Ôm mic, khác với điện trở dòng điện xoay chiều gọi là điện trở tác dụng. Điện trở tác dụng lớn hơn điện trở Ôm mic vì có hiệu ứng ngoài và hiệu ứng gần. Hiệu ứng mặt ngoài do từ trường xoay chiều trong dây dẫn gây ra sự phân bố không đều của dòng điện. Hiệu ứng gần là ảnh hưởng của từ trường giữa các dây dẫn đặt gần nhau. Ở tần số $f = 50$ Hz điện trở chênh nhau không đáng kể (khoảng 1%) nên trong tính toán ta lấy điện trở tác dụng bằng điện trở Ôm mic.

Điện trở Ôm mic trên 1 km chiều dài dây dẫn ở nhiệt độ tiêu chuẩn ($\theta = 20^\circ\text{C}$) xác định theo công thức:

$$R_0 = \frac{\rho}{F} = \frac{1000}{\gamma F} (\Omega/\text{km}) \quad (2-1)$$

ρ - là điện trở suất ($\Omega\text{mm}^2/\text{km}$); đối với đồng $\rho_M = 18,8$; đối với nhôm $\rho_A = 31,5$ ($\Omega\text{mm}^2/\text{km}$);

F - là tiết diện dây dẫn (mm^2);

γ - là điện dẫn xuất ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$); đối với đồng $\gamma_M = 53$; đối với nhôm $\gamma = 31,7$ ($\text{m}/\Omega\text{mm}^2$).

Điện trở của dây dẫn phụ thuộc vào nhiệt độ. Khi nhiệt độ khác tiêu chuẩn thì điện trở xác định theo công thức:

$$R_t = R_0 [1 + \alpha (\theta - 20)] (\Omega/\text{km}) \quad (2-2)$$

α - là hệ số nhiệt điện trở, với đồng và nhôm $\alpha = 0,004 \left(\frac{1}{^\circ\text{C}} \right)$.

Đối với đường dây trên không thì nhiệt độ cực đại cho phép là $\theta = 70^\circ\text{C}$, do đó điện trở dây dẫn tăng lên là:

$$R_K = 1 + 0,004 (70 - 20) = 1,2 \text{ lần hoặc } 20\%.$$

Để tiện tính toán điện trở tác dụng cho trên phụ lục: nó sai khác so với tính toán theo công thức trên từ 6 - 10 % do dây dẫn bị vặn xoắn, chiều dài thực lớn hơn chiều dài đo từ 2 - 3 %.

2. Điện trở cảm kháng (X)

Ở mạng điện xoay chiều, xung quanh dây dẫn có từ trường biến thiên tạo ra độ từ cảm L , đồng thời dây dẫn đặt gần nhau sinh ra hồ cảm M . Do đó ta phải xét đến điện trở cảm kháng X của đường dây.