

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA - ĐH ĐÀ NẴNG

KHOA ĐIỆN

BỘ MÔN HỆ THỐNG ĐIỆN

GIÁO TRÌNH

AN TOÀN ĐIỆN

CHƯƠNG MỘT

NHẬP MÔN VỀ KHOA HỌC BẢO HỘ LAO ĐỘNG VÀ VỆ SINH LAO ĐỘNG

1.1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ KHOA HỌC KỸ THUẬT BẢO HỘ LAO ĐỘNG

1.1.1. Mục đích, ý nghĩa, tính chất của công tác bảo hộ lao động (BHLĐ)

a. Mục đích, ý nghĩa của công tác BHLĐ

Mục đích của BHLĐ là thông qua các biện pháp về khoa học kỹ thuật, tổ chức, kinh tế, xã hội để loại trừ các yếu tố nguy hiểm và có hại phát sinh trong quá trình sản xuất; tạo nên một điều kiện lao động thuận lợi và ngày càng được cải thiện để ngăn ngừa tai nạn lao động và bệnh nghề nghiệp, hạn chế ốm đau, giảm sút sức khỏe cũng như những thiệt hại khác đối với người lao động, nhằm bảo đảm an toàn, bảo vệ sức khỏe và tính mạng người lao động trực tiếp góp phần bảo vệ và phát triển lực lượng sản xuất, tăng năng suất lao động.

Bảo hộ lao động trước hết là phạm trù sản xuất, do yêu cầu của sản xuất và gắn liền với quá trình sản xuất nhằm bảo vệ yếu tố năng động, quan trọng nhất của lực lượng sản xuất là người lao động. Mặt khác, việc chăm lo sức khỏe của người lao động mang lại niềm vui, hạnh phúc cho mọi người. mà công tác BHLĐ mang lại còn có ý nghĩa nhân đạo.

b. Tính chất của công tác bảo hộ lao động

BHLĐ Có 3 tính chất chủ yếu là: Pháp lý, Khoa học kỹ thuật và tính quần chúng.

- BHLĐ mang tính chất pháp lý

Những quy định và nội dung về BHLĐ được thể chế hoá chúng thành những luật lệ, chế độ chính sách, tiêu chuẩn và được hướng dẫn cho mọi cấp mọi ngành mọi tổ chức và cá nhân nghiêm chỉnh thực hiện. Những chính sách, chế độ, quy phạm, tiêu chuẩn, được ban hành trong công tác bảo hộ lao động là luật pháp của Nhà nước.

- BHLĐ mang tính KHKT

Mọi hoạt động của BHLĐ nhằm loại trừ các yếu tố nguy hiểm, có hại, phòng và chống tai nạn, các bệnh nghề nghiệp... đều xuất phát từ những cơ sở của KHKT. Các hoạt động điều tra khảo sát phân tích điều kiện lao động, đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố độc hại đến con người để đề ra các giải pháp chống ô nhiễm, giải pháp đảm bảo an toàn đều dựa trên các cơ sở khoa học kỹ thuật.

- BHLĐ mang tính quần chúng

BHLĐ là hoạt động hướng về cơ sở sản xuất và con người và trước hết là người trực tiếp lao động. Nó liên quan với quần chúng lao động, bảo vệ quyền lợi và hạnh phúc cho mọi người, mọi nhà, cho toàn xã hội. Vì thế BHLĐ luôn mang tính quần chúng

Tóm lại: Ba tính chất trên đây của công tác bảo hộ lao động: tính pháp lý, tính khoa học kỹ thuật và tính quần chúng có liên quan mật thiết với nhau và hỗ trợ lẫn nhau.

1.1.2. Điều kiện lao động và các yếu tố liên quan

a. Điều kiện lao động.

Điều kiện lao động là tập hợp tổng thể các yếu tố tự nhiên, kỹ thuật, kinh tế xã hội được biểu hiện thông qua các công cụ và phương tiện lao động, đối tượng lao động, trình công nghệ, môi trường lao động, và sự sắp xếp bố trí cũng như các tác động qua lại của chúng trong mối quan hệ với con người tạo nên những điều kiện nhất định cho con người trong quá trình lao động. Điều kiện lao động có ảnh hưởng đến sức khỏe và tính mạng con người.

Những công cụ và phương tiện lao động có tiện nghi, thuận lợi hay gây khó khăn nguy hiểm cho người lao động, đối tượng lao động cũng ảnh hưởng đến người lao động rất đa dạng như dòng điện, chất nổ, phóng xạ, ... Những ảnh hưởng đó còn phụ thuộc quy trình công nghệ, trình độ sản xuất (thô sơ hay hiện đại, lạc hậu hay tiên tiến), môi trường lao động rất đa dạng, có nhiều yếu tố tiện nghi, thuận lợi hay ngược lại rất khắc nghiệt, độc hại, điều tác động lớn đến sức khỏe của người lao động.

b. Các yếu tố nguy hiểm và có hại

Trong một điều kiện lao động cụ thể, bao giờ cũng xuất hiện các yếu tố vật chất có ảnh hưởng xấu, nguy hiểm, có nguy cơ gây tai nạn hoặc bệnh nghề nghiệp cho người lao động, ta gọi đó là các yếu tố nguy hiểm và có hại. Cụ thể là:

- Các yếu tố vật lý như nhiệt độ, độ ẩm, tiếng ồn, rung động, các bức xạ có hại, bụi.
- Các yếu tố hoá học như hoá chất độc, các loại hơi, khí, bụi độc, các chất phóng xạ.
- Các yếu tố sinh vật, vi sinh vật như các loại vi khuẩn, siêu vi khuẩn, ký sinh trùng, côn trùng, rắn.
- Các yếu tố bất lợi về tư thế lao động, không tiện nghi do không gian chỗ làm việc, nhà xưởng chật hẹp, mất vệ sinh.
- Các yếu tố tâm lý không thuận lợi... đều là những yếu tố nguy hiểm và có hại.

c. Tai nạn lao động

Tai nạn lao động là tai nạn không may xảy ra trong quá trình lao động, gắn liền với việc thực hiện công việc hoặc nhiệm vụ lao động làm tổn thương cho bất kỳ bộ phận, chức năng nào của người lao động, hoặc gây tử vong. Nhiễm độc đột ngột cũng là tai nạn lao động.

Những tiêu chuẩn đặc trưng cho tai nạn lao động là:

- Sự cố gây tổn thương và tác động từ bên ngoài.
- Sự cố đột ngột.
- Sự cố không bình thường.
- Hoạt động an toàn

d. Bệnh nghề nghiệp:

Bệnh phát sinh do tác động của điều kiện lao động có hại đối với người lao động được gọi là bệnh nghề nghiệp. Bệnh nghề nghiệp làm suy yếu sức khỏe một cách dần dần và lâu dài.

1.1.3. Những nội dung chủ yếu của khoa học kỹ thuật bảo hộ lao động

a) . Nội dung khoa học kỹ thuật.

Nội dung khoa học kỹ thuật chiếm một vị trí rất quan trọng, là phần cốt lõi để loại trừ các yếu tố nguy hiểm và có hại, cải thiện điều kiện lao động.

Khoa học kỹ thuật bảo hộ lao động là lĩnh vực khoa học rất tổng hợp và liên ngành, được hình thành và phát triển trên cơ sở kết hợp và sử dụng thành tựu của nhiều ngành khoa học khác nhau, từ khoa học tự nhiên (như toán, vật lý, hoá học, sinh học ...) đến khoa học kỹ thuật chuyên ngành và còn liên quan đến các ngành kinh tế, xã hội, tâm lý học ... Những nội dung nghiên cứu chính của Khoa học bảo hộ lao động bao gồm những vấn đề:

- Khoa học vệ sinh lao động (VSLĐ).

VSLĐ là môn khoa học nghiên cứu ảnh hưởng của những yếu tố có hại trong sản xuất đối với sức khỏe người lao động, tìm các biện pháp cải thiện điều kiện lao động, phòng ngừa các bệnh nghề nghiệp và nâng cao khả năng lao động cho người lao động.

Nội dung của khoa học VSLĐ chủ yếu bao gồm :

- Phát hiện, đo, đánh giá các điều kiện lao động xung quanh.
- Nghiên cứu, đánh giá các tác động chủ yếu của các yếu tố môi trường lao động đến con người.
- Đề xuất các biện pháp bảo vệ cho người lao động.

Để phòng bệnh nghề nghiệp cũng như tạo ra điều kiện tối ưu cho sức khoẻ và tình trạng lành mạnh cho người lao động chính là mục đích của vệ sinh lao động.

. Cơ sở kỹ thuật an toàn

Kỹ thuật an toàn là hệ thống các biện pháp, phương tiện, tổ chức và kỹ thuật nhằm phòng ngừa sự tác động của các yếu tố nguy hiểm gây chấn thương sản xuất đối với người lao động.

. Khoa học về các phương tiện bảo vệ người lao động

Ngành khoa học này có nhiệm vụ nghiên cứu, thiết kế, chế tạo những phương tiện bảo vệ tập thể hay cá nhân người lao động để sử dụng trong sản xuất nhằm chống lại những ảnh hưởng của các yếu tố nguy hiểm và có hại, khi các biện pháp về mặt kỹ thuật an toàn không thể loại trừ được chúng. Ngày nay các phương tiện bảo vệ cá nhân như mặt nạ phòng độc, kính màu chống bức xạ, quần áo chống nóng, quần áo kháng áp, các loại bao tay, giày, ủng cách điện... là những phương tiện thiết yếu trong lao động.

. Ecgonômi với an toàn sức khoẻ lao động

Ecgonômi là môn khoa học liên ngành nghiên cứu tổng hợp sự thích ứng giữa các phương tiện kỹ thuật và môi trường lao động với khả năng của con người về giải phẫu, tâm lý, sinh lý nhằm đảm bảo cho lao động có hiệu quả nhất, đồng thời bảo vệ sức khoẻ, an toàn cho con người.

Ecgonômi tập trung vào sự thích ứng của máy móc, công cụ với người điều khiển nhờ vào việc thiết kế, tuyển chọn và huấn luyện. Ecgonômi tập trung vào việc tối ưu hoá môi trường xung quanh thích hợp với con người và sự thích nghi của con người với điều kiện môi trường. Ecgonômi coi cả hai yếu tố bảo vệ sức khoẻ người lao động và năng suất lao động quan trọng như nhau.

Trong Ecgonômi người ta thường nhấn mạnh tới khái niệm nhân trắc học Ecgonômi tức là quan tâm tới sự khác biệt về chủng tộc và nhân chủng học khi nhập khẩu hay chuyển giao công nghệ của nước ngoài.

b) Nội dung xây dựng và thực hiện pháp luật về bảo hộ lao động.

1.1.4. Sự phát triển bền vững

Phát triển bền vững là cách phát triển “thoả mãn nhu cầu của thế hệ hiện tại mà không ảnh hưởng đến khả năng thoả mãn nhu cầu của thế hệ mai sau”

Phát triển bền vững có thể được xem là một tiến trình đòi hỏi sự tiến triển đồng thời 4 lĩnh vực: kinh tế, nhân văn, môi trường và kỹ thuật.

1.2. Luật pháp, chế độ chính sách bảo hộ lao động

1.2.1. Hệ thống luật pháp chế độ chính sách BHLĐ của Việt nam

Đảng và nhà nước Việt Nam ta nhất là trong công cuộc đổi mới luôn luôn

quan tâm đến người lao động nói chung và công tác BHLĐ nói riêng. Đến nay chúng ta đã có một hệ thống văn bản pháp luật chế độ chính sách BHLĐ tương đối đầy đủ.

Hệ thống pháp luật BHLĐ gồm 3 phần:

Phần I: Bộ luật lao động và các luật khác có liên quan đến ATVSLĐ.

Phần II: Nghị định 06/CP và các nghị định khác liên quan đến ATVSLĐ.

Phần III: Các thông tư, Chỉ thị, Tiêu chuẩn qui phạm ATVSLĐ.

a. Bộ luật lao động và các luật pháp có liên quan đến ATVSLĐ

- Một số điều của Bộ luật lao động có liên quan đến ATVSLĐ

Ngoài chương IX về “an toàn lao động, vệ sinh lao động” còn một số điều liên quan đến ATVSLĐ với nội dung cơ bản sau:

Điều 29. Chương IV qui định hợp đồng lao động ngoài nội dung khác phải có nội dung điều kiện về an toàn lao động, vệ sinh lao động.

Điều 23. Chương IV qui định một trong nhiều trường hợp về chấm dứt hợp đồng là: người sử dụng lao động không được đơn phương chấm dứt hợp đồng lao động khi người lao động bị ốm đau hay bị tai nạn lao động, bệnh nghề nghiệp đang điều trị, điều dưỡng theo quyết định của thầy thuốc.

Điều 46. Chương V qui định một trong những nội dung chủ yếu của thoả ước tập thể là ATLĐ, vệ sinh lao động.

Điều 68. Chương IIV qui định việc rút ngắn thời gian làm việc đối với những người làm công việc đặc biệt nặng nhọc, độc hại, nguy hiểm.

Điều 69 quy định số giờ làm thêm không được vượt quá trong một ngày, một năm.

Điều 284. Chương VIII qui định các hình thức xử lý người vi phạm kỷ luật lao động trong đó có vi phạm nội dung ATVSLĐ.

b. Tai nạn lao động, bệnh nghề nghiệp

Nội dung này được quy định trong bộ luật lao động và được cụ thể hoá trong các điều 9, 10, 11, 12 chương III Nghị định 06/CP như sau:

- Trách nhiệm người sử dụng lao động đối với người bị tai nạn lao động: Sơ cứu cấp cứu kịp thời; tai nạn lao động nặng, chết người phải giữ nguyên hiện trường và báo ngay cho cơ quan Lao động, Y tế, Công đoàn cấp tỉnh và công an gần nhất.
- Trách nhiệm của người sử dụng lao động đối với người mắc bệnh nghề nghiệp là phải điều trị theo chuyên khoa, khám sức khoẻ định kỳ và lập hồ sơ sức khoẻ riêng biệt.
- Trách nhiệm người sử dụng lao động bồi thường cho người bị tai nạn lao động hoặc bệnh nghề nghiệp.
- Trách nhiệm người sử dụng lao động tổ chức điều tra các vụ tai nạn lao

động có sự tham gia của các đại diện BCH Công đoàn, lập biên bản theo đúng quy định.

1.3. Kỹ thuật vệ sinh lao động (VSLĐ).

1.3.1. Đối tượng và nhiệm vụ và nội dung của VSLĐ

Vệ sinh lao động là môn khoa học dự phòng, nghiên cứu điều kiện thiên nhiên, điều kiện sản xuất, sức khỏe con người, ngưỡng sinh lý cho phép và những ảnh hưởng của điều kiện lao động, quá trình lao động, gây nên tai nạn lao động và bệnh nghề nghiệp. Trong đó vệ sinh lao động (VSLĐ) chủ yếu đi sâu nghiên cứu các tác hại nghề nghiệp, từ đó mà có biện pháp phòng ngừa các tác nhân có hại một cách có hiệu quả.

Nội dung của VSLĐ bao gồm :

- Nghiên cứu đặc điểm vệ sinh của các quá trình sản xuất.
- Nghiên cứu các biến đổi sinh lý, sinh hoá của cơ thể người.
- Nghiên cứu việc tổ chức lao động và nghỉ ngơi hợp lý.
- Nghiên cứu các biện pháp đề phòng tình trạng mệt mỏi trong lao động, hạn chế ảnh hưởng của các yếu tố tác hại nghề nghiệp trong sản xuất, đánh giá hiệu quả các biện pháp đó.
- Qui định các chế độ bảo hộ lao động, các tiêu chuẩn vệ sinh, chế độ vệ sinh xí nghiệp và cá nhân.
- Tổ chức khám tuyển và sắp xếp hợp lý công nhân vào làm việc ở các bộ phận sản xuất khác nhau trong xí nghiệp.
- Quản lý, theo dõi tình hình sức khỏe công nhân, tổ chức khám sức khỏe định kỳ, phát hiện sớm bệnh nghề nghiệp. Giám định khả năng lao động cho công nhân bị tai nạn lao động, mắc bệnh nghề nghiệp và các bệnh mãn tính khác.
- Đôn đốc, kiểm tra việc thực hiện các biện pháp vệ sinh an toàn lao động trong sản xuất.

1.3.2. Các tác hại nghề nghiệp .

Các tác hại nghề nghiệp đối với người lao động có thể do các yếu tố vi khí hậu; tiếng ồn và rung động; bụi; phóng xạ; điện từ trường; chiếu sáng gây ra.

Các tác hại nghề nghiệp có thể phân ra các loại sau:

- Tác hại liên quan đến quá trình sản xuất như các yếu tố vật lý, hoá học, sinh vật xuất hiện trong quá trình sản xuất.
- Tác hại liên quan đến tổ chức lao động như chế độ làm việc, nghỉ ngơi không hợp lý, cường độ làm việc quá cao, thời gian làm việc quá dài...
- Tác hại liên quan đến điều kiện vệ sinh an toàn như thiếu các thiết bị thông gió, chống bụi, chống nóng, chống tiếng ồn, thiếu trang bị phòng hộ lao

động, không thực hiện đúng và triệt để các qui tắc vệ sinh và an toàn lao động...

a. Vi khí hậu.

Vi khí hậu là trạng thái lý học của không khí trong khoảng không gian thu hẹp gồm các yếu tố nhiệt độ không khí, độ ẩm tương đối của không khí, vận tốc chuyển động không khí và bức xạ nhiệt. Điều kiện vi khí hậu trong sản xuất phụ thuộc vào tính chất của quá trình công nghệ và khí hậu địa phương.

Về mặt vệ sinh, vi khí hậu có ảnh hưởng đến sức khỏe, bệnh tật của công nhân. Làm việc lâu trong điều kiện vi khí hậu lạnh và ẩm có thể mắc bệnh thấp khớp, viêm đường hô hấp trên, viêm phổi và làm cho bệnh lao nặng thêm. Vi khí hậu lạnh và khô làm cho rối loạn vận mạch thêm trầm trọng, gây khô niêm mạc, nứt nẻ da. Vi khí hậu nóng ẩm làm giảm khả năng bay hơi mồ hôi, gây ra rối loạn thăng bằng nhiệt, làm cho mệt mỏi xuất hiện sớm, nó còn tạo điều kiện cho vi sinh vật phát triển, gây các bệnh ngoài da.

b. Tiếng ồn và rung động.

Tiếng ồn là những âm thanh gây khó chịu, quấy rối sự làm việc và nghỉ ngơi của con người.

Rung động là dao động cơ học của vật thể đàn hồi sinh ra khi trọng tâm hoặc trục đối xứng của chúng xô xích (dịch) trong không gian hoặc do sự thay đổi có tính chu kỳ hình dạng mà chúng có ở trạng thái tĩnh.

Tiếng ồn tác động trước hết đến hệ thần kinh trung ương, sau đó đến hệ thống tim mạch và nhiều cơ quan khác. Tác hại của tiếng ồn chủ yếu phụ thuộc vào mức ồn. Tuy nhiên tần số lặp lại của tiếng ồn, đặc điểm của nó cũng ảnh hưởng lớn đến người. Tiếng ồn liên tục gây tác dụng khó chịu ít hơn tiếng ồn gián đoạn. Tiếng ồn có các thành phần tần số cao khó chịu hơn tiếng ồn có tần số thấp. Khó chịu nhất là tiếng ồn thay đổi cả về tần số và cường độ. Ảnh hưởng của tiếng ồn đối với cơ thể còn phụ thuộc vào hướng của năng lượng âm thanh tới, thời gian tác dụng, vào độ nhạy riêng của từng người cũng như vào lứa tuổi, giới tính và trạng thái cơ thể của người công nhân.

c. Bụi

Bụi là tập hợp nhiều hạt có kích thước lớn nhỏ khác nhau tồn tại lâu trong không khí dưới dạng bụi bay hay bụi lắng và các hệ khí dung nhiều pha như hơi, khói, mù. Bụi phát sinh tự nhiên do gió bão, động đất, núi lửa nhưng quan trọng hơn là trong sinh hoạt và sản xuất của con người như từ các quá trình gia công, chế biến, vận chuyển các nguyên vật liệu rắn.

Bụi gây nhiều tác hại cho con người mà trước hết là các bệnh về đường hô hấp, bệnh ngoài da, bệnh tiêu hoá... như các bệnh về phổi, bệnh viêm mũi, họng, phế quản, bệnh mụn nhọt, lở loét...

d. Chiều sáng.

Chiều sáng hợp lý không những góp phần làm tăng năng suất lao động mà còn hạn chế các tai nạn lao động, giảm các bệnh về mắt.

e. Phóng xạ.

Nguyên tố phóng xạ là những nguyên tố có hạt nhân nguyên tử phát ra các tia có khả năng ion hoá vật chất, các tia đó gọi là tia phóng xạ. Hiện tại người ta đã biết được khoảng 50 nguyên tố phóng xạ và 1000 đồng vị phóng xạ nhân tạo. Hạt nhân nguyên tử của các nguyên tố phóng xạ có thể phát ra những tia phóng xạ như tia α, β, γ tia Ronghen, tia notoron..., những tia này mắt thường không nhìn thấy được, phát ra do sự biến đổi bên trong hạt nhân nguyên tử.

Làm việc với các chất phóng xạ có thể bị nhiễm xạ. Nhiễm xạ cấp tính thường xảy ra sau vài giờ hoặc vài ngày khi toàn thân nhiễm xạ 1 liều lượng nhất định (trên 200Rem). Khi bị nhiễm xạ cấp tính thường có những triệu chứng như :

- Da bị bỏng, tấy đỏ ở chỗ tia phóng xạ chiếu vào.
- Chức năng thần kinh trung ương bị rối loạn.
- Gầy, sút cân, chết dần chết mòn trong tình trạng suy nhược...

Trường hợp nhiễm xạ cấp tính thường ít gặp trong sản xuất và nghiên cứu mà chủ yếu xảy ra trong các vụ nổ vũ khí hạt nhân và tai nạn ở các lò phản ứng nguyên tử.

Nhiễm xạ mãn tính xảy ra khi liều lượng ít hơn (nhỏ hơn 200 Rem) nhưng trong một thời gian dài và thường có các triệu chứng sau :

- Thần kinh bị suy nhược.
- Rối loạn các chức năng tạo máu.
- Có hiện tượng đục nhân mắt, ung thư da, ung thư xương.
- Cần lưu ý là các cơ quan cảm giác của người không thể phát hiện được các tác động của phóng xạ lên cơ thể, chỉ khi nào có hậu quả mới biết được.

1.4 Các yếu tố nguy hiểm gây chấn thương và biện pháp phòng ngừa.**1.4.1 Các yếu tố nguy hiểm gây chấn thương sản xuất.**

Các yếu tố nguy hiểm gây chấn thương sản xuất chủ yếu do cơ cấu, đặc trưng quá trình công nghệ của các dây chuyền sản xuất gây ra như :

- + Có các cơ cấu chuyển động, khớp nối truyền động.
- + Chi tiết, vật liệu gia công văng bắn ra (cắt, mài đập, nghiền...).
- + Điện giật.
- + Yếu tố về nhiệt : Kim loại nóng chảy, vật liệu nung nóng, nước nóng (luyện kim, sản xuất vật liệu xây dựng...).
- + Chất độc công nghiệp, các chất lỏng hoạt tính (a xít, kiềm..)
- + Bụi (sản xuất xi măng...)

- + Nguy hiểm về nổ, cháy, áp suất cao (sản xuất pháo hoa, vũ khí, lò hơi ...)
- + Làm việc trên cao, vật rơi từ trên cao xuống (xây dựng).

1.4.2 Nguyên nhân gây chấn thương .

a) Nhóm các nguyên nhân kỹ thuật.

- Quá trình công nghệ chứa đựng các yếu tố nguy hiểm, có hại: có các bộ phận chuyển động, bụi, tiếng ồn...
- Thiết kế, kết cấu không đảm bảo, không thích hợp với đặc điểm sinh lý của người sử dụng; độ bền kém; thiếu các tín hiệu, cơ cấu báo hiệu, ngăn ngừa quá tải như van an toàn, phanh hãm, chiếu sáng không thích hợp; ồn, rung vượt quá mức cho phép , ...
- Không thực cơ khí hoá, tự động hoá những khâu lao động nặng nhọc, nguy hiểm .
- Không thực hiện hoặc thực hiện không đúng các qui tắc kỹ thuật an toàn như các thiết bị áp lực không được kiểm nghiệm trước khi đưa vào sử dụng, thiếu hoặc sử dụng không đúng các phương tiện bảo vệ cá nhân....

b) Nhóm các nguyên nhân về quản lý, tổ chức.

- Tổ chức, sắp xếp chỗ làm việc không hợp lý, tư thế thao tác khó khăn.
- Tổ chức tuyển dụng, phân công, huấn luyện, giáo dục không đúng, không đạt yêu cầu.

1.4.3 Các biện pháp và phương tiện kỹ thuật an toàn cơ bản.

a) Biện pháp an toàn đối với bản thân người lao động .

- Thực hiện thao tác, tư thế lao động phù hợp, đúng nguyên tắc an toàn, tránh các tư thế cúi gập người, các tư thế có thể gây chấn thương cột sống, thoát vị đĩa đệm...
- Bảo đảm không gian vận động, thao tác tối ưu, sự thích nghi giữa người và máy...
- Đảm bảo các điều kiện lao động thị giác, thính giác, xúc giác....
- Đảm bảo tâm lý phù hợp, tránh quá tải, căng thẳng hay đơn điệu.

b) Thực hiện các biện pháp che chắn an toàn.

Mục đích của thiết bị che chắn an toàn là cách li các vùng nguy hiểm đối với người lao động như các vùng có điện áp cao, có các chi tiết chuyển động, những nơi người có thể rơi, ngã .

Yêu cầu đối với thiết bị che chắn là :

- Ngăn ngừa được các tác động xấu, nguy hiểm gây ra trong quá trình sản xuất.

- Không gây trở ngại, khó chịu cho người lao động.
- Không ảnh hưởng đến năng suất lao động, công suất thiết bị.

Phân loại các thiết bị che chắn :

- Che chắn các bộ phận, cơ cấu chuyển động.
- Che chắn các bộ phận dẫn điện.
- Che chắn các nguồn bức xạ có hại.
- Che chắn hào, hố, các vùng làm việc trên cao..
- Che chắn cố định, che chắn tạm thời.

c) Sử dụng thiết bị và cơ cấu phòng ngừa.

Mục đích sử dụng thiết bị và cơ cấu phòng ngừa là để ngăn chặn các tác động xấu do sự cố của quá trình sản xuất gây ra, ngăn chặn, hạn chế sự cố lan rộng. Sự cố gây ra có thể do sự quá tải (về áp suất, nhiệt độ, điện áp...) hoặc do các hư hỏng ngẫu nhiên của các chi tiết, phần tử của thiết bị.

Nhiệm vụ của thiết bị và cơ cấu phòng ngừa là phải tự động loại trừ nguy cơ sự cố hoặc tai nạn khi đối tượng phòng ngừa vượt quá giới hạn qui định.

Thiết bị phòng ngừa chỉ làm việc tốt khi đã tính toán đúng ở khâu thiết kế, chế tạo và nhất là khi sử dụng phải tuân thủ các qui định về kỹ thuật an toàn.

Phân loại thiết bị và cơ cấu phòng ngừa :

- Hệ thống có thể tự phục hồi lại khả năng làm việc khi đối tượng phòng ngừa đã trở lại dưới giới hạn qui định như van an toàn kiểu tải trọng, rơ le nhiệt...
- Hệ thống phục hồi lại khả năng làm việc bằng cách thay thế cái mới như cầu chì, chốt cấm...

d) Sử dụng các tín hiệu, dấu hiệu an toàn.

Tín hiệu an toàn nhằm mục đích:

- Báo trước cho người lao động những nguy hiểm có thể xảy ra.
- Hướng dẫn các thao tác cần thiết .
- Nhận biết qui định về kỹ thuật và an toàn qua các dấu hiệu qui ước về màu sắc, hình vẽ (biển báo chỉ đường...).

Tín hiệu an toàn có thể dung :

- Ánh sáng, màu sắc.
- Âm thanh : còi chuông...
- Màu sơn, hình vẽ, chữ.

- Đồng hồ, dụng cụ đo lường.

Yêu cầu đối với tín hiệu an toàn :

- Dễ nhận biết.
- Độ tin cậy cao, ít nhầm lẫn.
- Dễ thực hiện, phù hợp với tập quán, cơ sở khoa học kỹ thuật và yêu cầu của tiêu chuẩn hoá.

e) Đảm bảo khoảng cách và kích thước an toàn.

Khoảng cách an toàn là là khoảng không gian tối thiểu giữa người lao động và các phương tiện, thiết bị, hoặc khoảng cách nhỏ nhất giữa chúng với nhau để không bị tác động xấu của các yếu tố sản xuất như khoảng cách giữa đường dây dẫn điện đến người, khoảng cách an toàn khi nổ mìn, khoảng cách giữa các máy móc, khoảng cách trong chặt cây, kéo gỗ, khoảng cách an toàn về phóng xạ...

Tuỳ thuộc vào quá trình công nghệ, đặc điểm của từng loại thiết bị mà qui định các khoảng cách an toàn khác nhau..

f) Thực hiện cơ khí hoá, tự động hoá và điều khiển từ xa..

Đó là biện pháp nhằm giải phóng người lao động khỏi khu vực nguy hiểm , độc hại. Các trang thiết bị cơ khí hoá, tự động hoá và điều khiển từ xa thay thế con người thực hiện các thao tác từ xa, trong điều kiện khó khăn, nguy hiểm , đồng thời nâng cao được năng suất lao động.

g) Trang bị các phương tiện bảo vệ cá nhân.

Trang bị phương tiện bảo vệ cá nhân là biện pháp bảo vệ bổ sung, hỗ trợ nhưng có vai trò rất quan trọng khi các biện pháp bảo vệ khác vẫn không đảm bảo an toàn cho người lao động, nhất là trong điều kiện thiết bị, công nghệ lạc hậu.

Các trang bị , phương tiện bảo vệ cá nhân có thể bao gồm :

- Trang bị bảo vệ mắt :các loại kính bảo vệ khác nhau.
- Trang bị bảo vệ cơ quan hô hấp :mặt nạ, khẩu trang, bình thở...
- Trang bị bảo vệ cơ quan thính giác nhằm ngăn ngừa tiếng ồn.như nút bịt tai, bao úp tai..
- Trang bị bảo vệ đầu, chân tay : các loại mũ, giày, bao tay..
- Quần áo bảo hộ lao động : bảo vệ người lao động khỏi các tác động về nhiệt, về hoá chất, về phóng xạ, áp suất...

Trang bị phương tiện cá nhân phải được sản xuất theo tiêu chuẩn chất lượng nhà nước, việc cấp phát, sử dụng phải theo qui định của pháp luật. Người sử dụng lao động phải tiến hành kiểm tra chất lượng phương tiện bảo vệ cá nhân trước khi cấp phát và kiểm tra định kỳ theo tiêu chuẩn khi đưa vào sử dụng.

h) Thực hiện kiểm nghiệm dự phòng thiết bị.

Kiểm nghiệm độ bền, độ tin cậy của máy móc, thiết bị, công trình, các bộ phận của chúng là biện pháp an toàn nhất thiết trước khi đưa chúng vào sử dụng. Mục đích của kiểm nghiệm dự phòng là đánh giá chất lượng của thiết bị về các mặt tính năng, độ bền, độ tin cậy để quyết định có đưa thiết bị vào sử dụng hay không. Kiểm nghiệm dự phòng được tiến hành định kỳ, hoặc sau những kỳ sửa chữa, bảo dưỡng.

CHƯƠNG 2

CÁC KHÁI NIỆM VỀ AN TOÀN ĐIỆN

2.1. TÁC DỤNG CỦA DÒNG ĐIỆN ĐỐI VỚI CƠ THỂ CON NGƯỜI

Người bị điện giật là do tiếp xúc với mạch điện có điện áp hay nói một cách khác là do có dòng điện chạy qua cơ thể người. Dòng điện chạy qua cơ thể người sẽ gây ra các tác dụng sau đây:

- Tác dụng nhiệt: làm cháy bỏng thân thể, thần kinh, tim não và các cơ quan nội tạng khác gây ra các rối loạn nghiêm trọng về chức năng.
- Tác dụng điện phân: biểu hiện ở việc phân ly máu và các chất lỏng hữu cơ dẫn đến phá hủy thành phần hoá lý của máu và các tế bào.
- Tác dụng sinh lý: gây ra sự hưng phấn và kích thích các tổ chức sống dẫn đến co rút các bắp thịt trong đó có tim và phổi. Kết quả có thể đưa đến phá hoại, thậm chí làm ngừng hẳn hoạt động hô hấp và tuần hoàn.

Các nguyên nhân chủ yếu gây chết người bởi dòng điện thường là tim phổi ngừng làm việc và sốc điện:

Tim ngừng đập là trường hợp nguy hiểm nhất và thường cứu sống nạn nhân hơn là ngừng thở và sốc điện. Tác dụng dòng điện đến cơ tim có thể gây ra ngừng tim hoặc rung tim. Rung tim là hiện tượng co rút nhanh và lộn xộn các sợi cơ tim làm cho các mạch máu trong cơ thể bị ngừng hoạt động dẫn đến tim ngừng đập hoàn toàn.

Ngừng thở thường xảy ra nhiều hơn so với ngừng tim, người ta thấy bắt đầu khó thở do sự co rút do có dòng điện 20-25mA tần số 50Hz chạy qua cơ thể. Nếu dòng điện tác dụng lâu thì sự co rút các cơ lồng ngực mạnh thêm dẫn đến ngạt thở, dần dần nạn nhân mất ý thức, mất cảm giác rồi ngạt thở cuối cùng tim ngừng đập và chết lâm sàng.

Sốc điện là phản ứng phản xạ thần kinh đặc biệt của cơ thể do sự hưng phấn mạnh bởi tác dụng của dòng điện dẫn đến rối loạn nghiêm trọng tuần hoàn, hô hấp và quá trình trao đổi chất. Tình trạng sốc điện kéo dài độ vài chục phút cho đến một ngày đêm, nếu nạn nhân được cứu chữa kịp thời thì có thể bình phục.

Hiện nay còn nhiều ý kiến khác nhau trong việc xác định nguyên nhân đầu tiên và quan trọng nhất dẫn đến chết người. ý kiến thứ nhất cho rằng đó là do tim ngừng đập song loại ý kiến thứ hai lại cho rằng đó là do phổi ngừng thở vì theo họ trong nhiều trường hợp tai nạn điện giật thì nạn nhân đã được cứu sống chỉ đơn thuần bằng biện pháp hô hấp nhân tạo thôi. Loại ý kiến thứ ba cho rằng khi có dòng điện qua người thì đầu tiên nó phá hoại hệ thống hô hấp sau đó nó làm ngừng trệ hoạt động tuần hoàn.

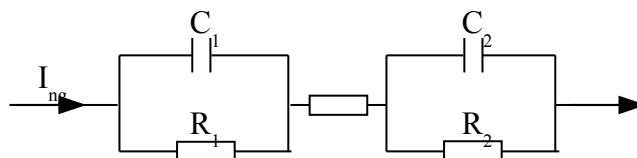
Do có nhiều quan điểm khác nhau như vậy nên hiện nay trong việc cứu chữa nạn nhân bị điện giật người ta khuyên nên áp dụng tất cả các biện pháp để vừa phục hồi hệ thống hô hấp (thực hiện hô hấp nhân tạo) vừa phục hồi hệ thống tuần hoàn (xoay bóp tim)

2.2. ĐIỆN TRỞ CƠ THỂ NGƯỜI:

Thân thể người ta gồm có da thịt xương máu...tạo thành và có một tổng trở nào đó đối với dòng điện chạy qua người. Lớp da có điện trở lớn nhất mà điện trở của da là do điện trở của lớp sừng trên da quyết định. Điện trở của người là một đại lượng rất không ổn định và không chỉ phụ thuộc vào trạng thái sức khỏe của cơ thể người từng lúc mà còn phụ thuộc vào môi trường xung quanh, điều kiện tổn thương...

Qua nghiên cứu rút ra một số kết luận cơ bản về giá trị điện trở cơ thể người như sau:

❶ Điện trở cơ thể người là một đại lượng không thuần nhất. Thí nghiệm cho thấy dòng điện đi qua người và điện áp đặt vào có sự lệch pha. Sơ đồ thay của điện trở người có thể biểu diễn bằng hình vẽ sau:



Trong đó:

R_1 : điện trở tác dụng của da

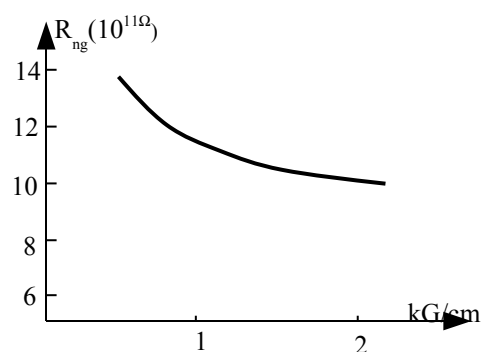
R_2 : điện trở của tổng các bộ phận bên trong cơ thể người

C : điện dung của da và lớp thịt dưới da

Vì thành phần điện dung rất bé nên trong tính toán thường bỏ qua.

❷ Điện trở của người luôn luôn thay đổi trong một phạm vi rất lớn từ vài chục ngàn Ω đến 600Ω . Trong tính toán thường lấy giá trị trung bình là 1000Ω . Khi da bị ẩm hoặc khi tiếp xúc với nước hoặc do mồ hôi đều làm cho điện trở người giảm xuống.

❸ Điện trở của người phụ thuộc vào áp lực và diện tích tiếp xúc. Áp lực và diện tích tiếp xúc càng tăng thì điện trở người càng giảm. Sự thay đổi này rất dễ nhìn thấy trong vùng áp lực nhỏ hơn 1kG/cm^2 (hình 2.1).



Hình 2.1: Sự phụ thuộc của điện trở người vào áp lực tiếp xúc

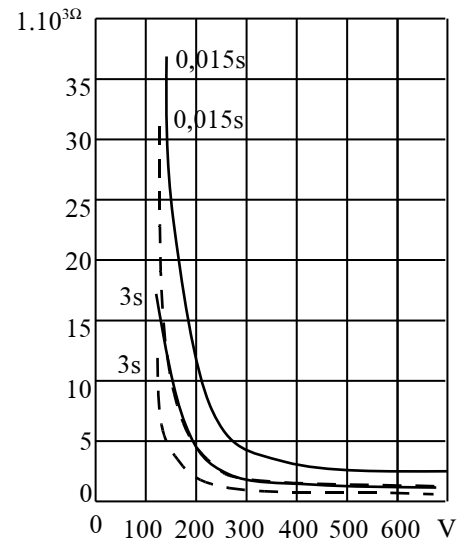
❹ Điện trở người giảm đi khi có dòng điện đi qua người, giảm tỉ lệ với thời gian tác dụng của dòng điện. Điều này có thể giải thích vì da bị đốt nóng và có sự thay đổi về điện phân

Trang

⑤ Điện trở người phụ thuộc điện áp đặt vào vì ngoài hiện tượng điện phân còn có hiện tượng chọc thủng. Khi điện áp đặt vào ~250V lúc này lớp da ngoài cùng mất hết tác dụng nên điện trở người giảm xuống rất thấp.

Hình 2.2: Sự phụ thuộc điện trở người vào điện áp ứng với các thời gian tiếp xúc khác nhau (0,015s và 3s).

———— Đường đi của dòng điện tay – tay
 - - - - - Đường đi của dòng điện tay – chân



2.3. ẢNH HƯỞNG CỦA TRỊ SỐ DÒNG ĐIỆN GIẬT ĐẾN TAI NẠN ĐIỆN

Dòng điện là nhân tố vật lý trực tiếp gây tổn thương khi bị điện giật. Cho tới nay vẫn còn nhiều ý kiến khác nhau về giá trị dòng điện có thể gây nguy hiểm chết người. Trường hợp chung thì dòng điện 100mA xoay chiều gây nguy hiểm chết người. Tuy vậy cũng có trường hợp dòng điện chỉ khoảng 5- 10mA đã làm chết người bởi vì còn tùy thuộc vào nhiều yếu tố khác nữa như điều kiện nơi xảy ra tai nạn, sức khỏe trạng thái thần kinh của từng nạn nhân, đường đi của dòng điện ..

Trong tính toán thường lấy trị số dòng điện an toàn là 10mA đối với dòng điện xoay chiều và 50mA với dòng điện một chiều. Bảng 2.1 cho phép đánh giá tác dụng của dòng điện đối với cơ thể người:

Bảng 2-1

Trị số dòng điện (mA)	Tác dụng của dòng điện xoay chiều	Tác dụng của dòng điện một chiều
0.6-1.5	Bắt đầu thấy ngón tay tê	Không có cảm giác gì
2 - 3	Ngón tay tê rất mạnh	Không có cảm giác gì
3 - 7	Bắp thịt co lại và rung	Đau như kim châm cảm thấy nóng
8 - 10	Tay đã khó rời khỏi vật có điện nhưng vẫn rời được. Ngón tay, khớp tay, lòng bàn tay cảm thấy đau	Nóng tăng lên
20 - 25	Tay không rời khỏi vật có điện, đau khó thở	Nóng càng tăng lên thịt co quắp lại nhưng chưa mạnh
50 - 80	Cơ quan hô hấp bị tê liệt. Tim bắt đầu đập mạnh	Cảm giác nóng mạnh. Bắp thịt ở tay co rút, khó thở.
90 - 100	Cơ quan hô hấp bị tê liệt. Kéo dài 3 giây hoặc dài hơn tim bị tê liệt đến ngừng đập	Cơ quan hô hấp bị tê liệt

Qua bảng 2-1 ta thấy dòng điện xoay chiều nguy hiểm hơn dòng một chiều vì:

Trang

- Qua nghiên cứu người ta thấy rằng trị số dòng điện tác dụng lên người không phải là trị số hiệu dụng mà là trị số biên độ của nó.
- Đối với dòng xoay chiều trên cơ thể người tồn tại nhiều vùng nhạy nguy hiểm.

2.4. ẢNH HƯỞNG CỦA DÒNG ĐIỆN GIẬT ĐẾN TAI NẠN ĐIỆN GIẬT

Về đường đi của dòng điện qua người có thể có rất nhiều trường hợp khác nhau, tuy vậy có những đường đi cơ bản thường gặp là: dòng qua tay - chân, tay - tay, chân - chân. Một vấn đề còn tranh cãi là đường đi nào là nguy hiểm nhất.

Đa số các nhà nghiên cứu cho rằng đường đi nguy hiểm nhất phụ thuộc vào số phần trăm dòng điện tổng qua tim và phổi. Theo quan điểm này thì dòng điện đi từ tay phải qua chân, đầu qua chân, đầu qua tay là những đường đi nguy hiểm nhất vì:

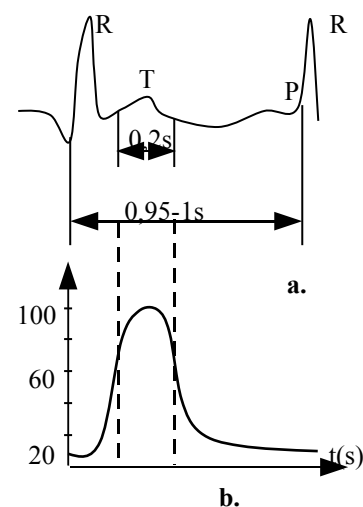
- Dòng đi từ tay qua tay có 3.3% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ tay trái qua chân có 3.7% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ tay phải qua chân có 6.7% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ chân qua chân có 0.4% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ đầu qua tay có 7% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ đầu qua chân có 6.8% dòng điện tổng qua tim.

2.5. ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN DÒNG ĐIỆN QUA NGƯỜI ĐẾN TAI NẠN ĐIỆN GIẬT

Yếu tố thời gian tác động của dòng điện vào cơ thể người rất quan trọng và biểu hiện dưới nhiều hình thái khác nhau. Đầu tiên chúng ta thấy thời gian tác dụng của dòng điện ảnh hưởng đến điện trở của người. Thời gian tác dụng càng lâu, điện trở của người càng bị giảm xuống vì lớp da bị nóng dần và lớp sừng trên da bị chọc thủng càng nhiều. Thứ hai là thời gian tác dụng của dòng điện càng lâu thì xác suất trùng hợp với thời điểm chạy qua tim với pha T (là pha dễ thương tổn nhất của chu trình tim) tăng lên. Hay nói một cách khác trong mỗi chu kỳ của tim kéo dài độ một giây có 0,4s tim nghỉ làm việc (giữa trạng thái co và giãn) ở thời điểm này tim rất nhạy cảm với dòng điện đi qua nó.

Hình 2.3: Sự nguy hiểm khi thời điểm dòng điện chạy qua tim trùng với pha T của chu trình tim.

- Điện tâm đồ của người khoẻ
- Đặc tính phụ thuộc giữa xác suất xảy ra tai nạn và thời điểm dòng điện chạy qua tim



2.6. ẢNH HƯỞNG CỦA TẦN SỐ DÒNG ĐIỆN GIẬT ĐẾN TAI NẠN ĐIỆN

GIẬT:

Ta xét xem khi tần số thay đổi thì tai nạn xảy ra nặng hay nhẹ

Theo lý luận thông thường thì khi tần số f tăng lên thì tổng trở cơ thể người giảm xuống vì điện kháng của da người do điện dung tạo ra: ... dẫn đến dòng điện tăng càng nguy hiểm. Tuy nhiên qua thực tế và nghiên cứu người ta thấy rằng tần số nguy hiểm nhất là từ (50 - 60)Hz. Nếu tần số lớn hơn tần số này thì mức độ nguy hiểm giảm còn nếu tần số bé hơn thì mức độ nguy hiểm cũng giảm.

Có thể giải thích như sau: Lúc đặt dòng điện một chiều vào tế bào, các phân tử trong tế bào bị phân thành những ion khác dấu và bị hút ra màng tế bào. Như vậy phân tử bị phân cực hoá, các chức năng sinh vật hoá học của tế bào bị phá hoại đến mức độ nhất định. Bây giờ nếu đặt nguồn điện xoay chiều vào thì ion cũng chạy theo hai chiều khác nhau ra phía ngoài của màng tế bào. Nhưng khi dòng điện đổi chiều thì chuyển động của ion cũng ngược lại. Với tần số nào đó của dòng điện, tốc độ của ion đủ lớn để trong một chu kỳ chạy được hai lần bề rộng của tế bào thì trường hợp này mức độ kích thích lớn nhất, chức năng sinh vật - hoá học của tế bào bị phá hoại nhiều nhất. Nếu dòng điện có tần số cao thì khi dòng điện đổi chiều thì ion chưa kịp đập vào màng tế bào.

Khi nghiên cứu tác hại của dòng điện một chiều đối với người thấy rằng ở trường hợp một chiều điện trở của người lớn hơn xoay chiều. Điều này có thể giải thích là ở một chiều có điện dung và sự phân cực tăng lên. Nghiên cứu thấy rằng khi dòng điện một chiều lớn hơn 80mA mới ảnh hưởng đến tim và cơ quan hô hấp của con người.

2.7. HIỆN TƯỢNG DÒNG ĐIỆN ĐI TRONG ĐẤT

Khi cách điện của thiết bị điện bị chọc thủng sẽ có dòng điện chạm đất, dòng điện này đi vào đất trực tiếp hay qua một cấu trúc nào đó.

Về phương diện an toàn mà nói thì dòng điện chạm đất thay đổi cơ bản trạng thái của mạng điện (điện áp giữa dây dẫn và đất thay đổi xuất hiện các thế hiệu khác nhau giữa các điểm trên mặt đất gần chỗ chạm đất). Dòng điện đi vào đất sẽ tạo nên ở điểm chạm đất một vùng dòng điện rò trong đất và điện áp trong vùng này phân bố theo một quy luật nhất định. Để đơn giản nghiên cứu hiện tượng này ta giải thích dòng điện chạm đất đi vào đất qua một cực kim loại hình bán cầu. Đất thì thuần nhất và có điện trở suất là ρ (tính bằng Ohm.cm). Như thế có thể xem như dòng điện đi từ tâm hình bán kính cầu tỏa ra theo đường bán kính.

Trên cơ sở lý thuyết tượng tự ta có thể xem trường của dòng điện đi trong đất giống dạng trường trong tĩnh điện, nghĩa là tập hợp của những đường sức và đường đẳng thế của chúng giống nhau.

Đại lượng cơ bản trong điện trường của môi trường dẫn điện là mật độ dòng điện J . Vectơ này hướng theo hướng của vectơ cường độ điện trường.

Trang

Phương trình để khảo sát điện trường trong đất là phương trình theo định luật Ohm dưới dạng vi phân :

$$E = J \cdot \rho$$

Trong đó : ρ là điện trở suất.

E là điện áp trên đơn vị chiều dài dọc theo đường đi của dòng điện .

Mật độ dòng điện tại điểm cách tâm bán cầu 1 khoảng X bằng :

$$J = \frac{I_d}{2\pi \cdot X^2}$$

ở đây I_d là dòng điện chạm đất.

Điện áp trên một đoạn vô cùng bé dX (Xem hình 2.4) dọc trên đường đi của

dòng điện là :

$$dU = E \cdot dX = J \cdot \rho \cdot dX = \frac{I_d}{2\pi X^2} \rho \cdot dX$$

Điện áp tại một điểm A nào đấy cũng tức là hiệu số điện thế giữa điểm A và điểm vô cùng xa (thế của điểm vô cùng xa có thể xem như bằng 0) bằng :

$$U_A = \int_{x_A}^{\infty} dU = \frac{I_d \rho}{2\pi} \int_{x_A}^{\infty} \frac{dx}{x^2} = \frac{I_d \rho}{2\pi x_A}$$

Nếu dịch chuyển điểm A đến gần mặt của vật nối đất ta có điện áp cao nhất đối với đất U_d :

$$U_d = \frac{I_d \cdot \rho}{2\pi \cdot X_d}$$

Trong đó X_d là bán kính của vật nối đất hình bán cầu.

Ở đây ta xem bản thân vật nối đất có bán kính X_d như vật mà các điểm của nó có điện áp như nhau. Giả thiết này dựa trên cơ sở vật nối đất có điện dẫn rất lớn (Ví dụ : điện dẫn của thép gần như bằng 10^9 lần điện dẫn của đất)

Ta có thể viết :

$$\frac{U_A}{U_d} = \frac{X_d}{X_A}$$

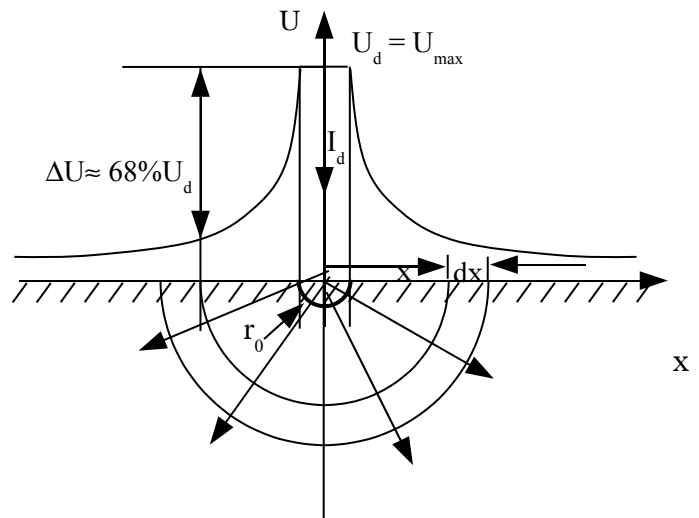
Hay :

$$U_A = U_d \cdot \frac{X_d}{X_A}$$

Thay tích $U_d \cdot X_d = K$ (là một hằng số ứng với những điều kiện nhất định) ta có

phương trình hyperbol sau :

$$U_A = \frac{K}{X_A}$$



Hình 2.4: Dòng chạm đất đi vào đất qua bản cực bán cầu

Trang

+ Như vậy, sự phân bố điện áp trong vùng dòng điện rò trong đất đối với điểm vô cực ngoài vùng dòng điện rò có dạng hyperbol.

+ Tại điểm chạm đất trên mặt của vật nổi đất ta có điện áp đối với đất là cực đại.

+ Không riêng gì vật nổi đất có dạng hình bán cầu mà ngay đối với các dạng khác của vật nổi đất như hình ống, thanh, chữ nhật... cũng đều có sự phân bố điện áp gần giống hình hyperbol.

Dùng cách đo trực tiếp điện áp từng điểm trên mặt đất quanh chỗ chạm đất ta cũng vẽ được đường cong phân bố điện áp đối với đất trong vùng dòng điện rò trong đất có dạng hyperbol.

+ Khi $x = r_0$

Ta được $U_{r_0} = \frac{I_d \rho}{2\pi \cdot r_0} = U_d$: gọi là

điện thế đất (điện thế tại bề mặt điện cực)

Đặt $R_d = \frac{\rho}{2\pi \cdot r_0}$: gọi là điện trở

nổi đất của điện cực kim loại bán cầu. R_d chỉ phụ thuộc vào điện trở suất ρ của đất không phụ thuộc vào điện trở kim loại. R_d còn gọi là điện trở tản.

Trong thực tế điện trở suất của kim loại rất nhỏ so với điện trở suất của đất vì thế có thể xem điện cực là đẳng thế. Lúc này điện thế trên bề mặt kim loại là:

$$U_{\max} = U_d = I_d \cdot R_d$$

+ Khi $x > 20m$ thì có thể xem như ngoài vùng dòng điện rò hay còn được gọi là những điểm có điện áp bằng không

+ Trong vùng gần 1m cách vật nổi đất chiếm 68% điện áp rơi

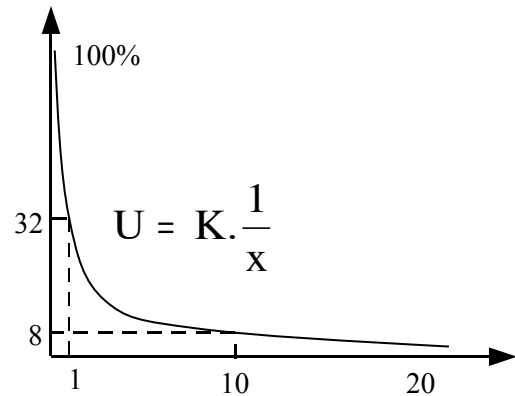
Những nhận xét trên đây cũng đúng với các loại điện cực khác, chỉ có hàm phân bố điện thế là khác (công thức khác)

2.8. ĐIỆN ÁP TIẾP XÚC VÀ ĐIỆN ÁP BƯỚC

2.8.1. Điện áp tiếp xúc

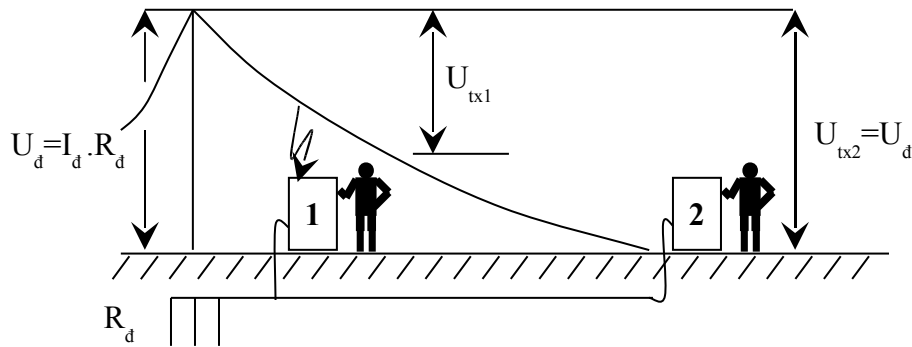
Trong quá trình tiếp xúc với thiết bị điện, nếu có mạch điện khép kín qua người thì điện áp giáng lên người lớn hay nhỏ là tùy thuộc vào điện trở khác mắc nối tiếp với người.

Điện áp đặt vào người (tay-chân) khi người chạm phải vật có mang điện áp gọi là điện áp tiếp xúc. Hay nói cách khác điện áp giữa tay người khi chạm vào vật có mang điện áp và đất nơi người đứng gọi là điện áp tiếp xúc.



Hình 2.5: Đường cong chỉ sự phân bố điện áp của các điểm trên mặt đất lúc có chạm đất.

Vì chúng ta nghiên cứu an toàn trong điều kiện chạm vào một pha là chủ yếu cho nên có thể xem điện áp tiếp xúc là thế giữa hai điểm trên đường dòng điện đi mà người có thể chạm phải.



Hình 2.6:

Trên hình 2.6 vẽ hai thiết bị điện (động cơ, máy sản xuất...) có vỏ máy được nối với vật nối đất có điện trở đất là R_d . Giả sử cách điện của một pha của thiết bị 1 bị chọc thủng và có dòng điện chạm đất đi từ vỏ thiết bị vào đất qua vật nối đất. Lúc này, vật nối đất cũng như vỏ các thiết bị có nối đất đều mang điện áp đối với đất là :

$$U_d = I_d \cdot R_d$$

Trong đó , I_d là dòng điện chạm đất.

Tay người chạm vào thiết bị nào cũng đều có điện áp là U_d trong lúc đó điện áp của chân người U_{ch} lại phụ thuộc người đứng tức là phụ thuộc vào khoảng cách từ chỗ đứng đến vật nối đất. Kết quả là người bị tác động của hiệu số điện áp đặt vào tay và chân, đó là điện áp tiếp xúc :

$$U_{tx} = U_d - U_{ch}$$

Như vậy, điện áp tiếp xúc phụ thuộc vào khoảng cách từ vỏ thiết bị được nối đất.

Trường hợp chung có thể biểu diễn điện áp tiếp xúc theo biểu thức :

$$U_{tx} = \alpha \cdot U_d \quad \text{trong đó } \alpha \text{ là hệ số tiếp xúc } (\alpha \leq 1)$$

Trong thực tế điện áp tiếp xúc thường bé hơn điện áp giáng trên vật nối đất.

2.8.2. Điện áp bước

Trên hình 1.7 vẽ sự phân bố thế của các điểm trên mặt đất lúc có pha chạm đất (do dây dẫn 1 pha rớt chạm đất). Giả sử cách điện một pha của thiết bị điện bị chọc thủng...)

Ta biết điện áp đối với đất ở chỗ trực tiếp chạm đất :

+ Điện áp của các điểm trên mặt đất đối với đất ở cách xa chỗ chạm đất từ 20m trở lên có thể xem bằng không.

+ Những vòng tròn đồng tâm (hay chính xác hơn là các mặt phẳng mà tâm điểm là chỗ chạm đất chính là các vòng tròn cân) đẳng thế.

+ Khi người



Trang

đứng trên mặt đất gần
chỗ chạm đất thì hai
chân người thường ở hai
vị trí khác nhau cho nên
người sẽ bị một điện áp
nào đó tác dụng lên đó
là điện áp bước. Điện áp
bước là điện áp giữa hai
chân
người đứng trong vùng
có dòng
chạm đất. Gọi U_b là
điện áp bước
ta có :

$$U_b = U_{ch1} - U_{ch2}$$

Trong đó : U_{ch1} , U_{ch2} là điện áp đặt vào hai chân người.

Hay nếu chân thứ nhất đứng ở vị trí cách điểm chạm đất là x còn chân thứ hai ở vị trí $(x+a)$ thì :

$$U_b = U_{ch1} - U_{ch2} = U_x + U_{x+a} = \frac{I_d \cdot \rho}{2\pi} \int_x^{x+a} \frac{dx}{x^2} = \frac{I_d \cdot \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x+a} \right) = \frac{I_d \cdot \rho \cdot a}{2\pi x(x+a)}$$

Trong đó: a là độ dài khoảng bước của chân người, thường lấy $a = 0,8 \text{ m}$.

Từ công thức trên ta thấy càng xa chỗ chạm đất thì điện áp bước càng bé (khác với điện áp tiếp xúc). Ở khoảng cách xa chỗ chạm đất 20m trở lên có thể xem điện áp bước bằng không.

Ví Dụ : Nếu có sự chạm đất với dòng chạm đất $I_d = 100\text{A}$ ở nơi có điện trở suất của đất là $\rho = 10^4 \text{ Ohm.cm}$ thì điện áp bước đặt vào người khi người đứng cách chỗ chạm đất 2,2m (220cm) là :

$$U_b = \frac{100.80.10^4}{2\pi .220.300} = 193V \quad \text{ở đây ta lấy } a = 80\text{cm}.$$

+ Điện áp bước có thể bằng 0 mặc dầu người đứng gần chỗ chạm đất, đó là trường hợp khi hai chân người đều đặt trên cùng một vòng tròn đẳng thế.

+ Điện áp bước có thể đạt đến trị số lớn vì vậy mặc dù không tiêu chuẩn hoá điện áp bước nhưng để bảo đảm an toàn tuyệt đối cho người, quy định là khi có xảy ra chạm đất phải cấm người đến gần chỗ bị chạm khoảng cách sau :

- Từ 4÷5 m đối với thiết bị trong nhà.

- Từ 8÷10 m đối với thiết bị ngoài trời.

Người ta không tiêu chuẩn hoá điện áp bước nhưng không nên cho rằng điện áp bước không nguy hiểm đến tính mạng con người. Dòng điện qua hai chân người thường ít nguy hiểm nhưng với trị số lớn (trên 100V) thì các bắp cơ của người có thể bị co rút làm người ngã xuống và lúc đó sơ đồ nối điện sẽ thay đổi nguy hiểm hơn.

2.9. ĐIỆN ÁP CHO PHÉP:

Trị số dòng điện qua người là yếu tố quan trọng nhất gây ra tai nạn chết người nhưng dự đoán trị số dòng điện qua người trong nhiều trường hợp không thể làm được bởi vì ta biết rằng trị số đó phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khó xác định được. Vì vậy, xác định giới hạn an toàn cho người không đưa ra khái niệm “dòng điện an toàn”, mà theo khái niệm “điện áp cho phép”. Dùng “điện áp cho phép” rất thuận lợi vì với mỗi mạng điện thường có một điện áp tương đối ổn định đã biết. Cũng cần nhấn mạnh rằng “điện áp cho phép” ở đây cũng có tính chất tương đối, đừng nghĩ rằng “điện áp cho phép” là an toàn tuyệt đối với người vì thực tế đã xảy ra nhiều tai nạn điện nghiêm trọng ở các cấp điện áp rất thấp.

Tuỳ theo mỗi bước mà điện áp cho phép qui định khác nhau :

- Ba Lan, Thụy Sĩ, Tiệp Khắc điện áp cho phép là 50V
- Hà Lan, Thụy Điển điện áp cho phép là 24V
- Ở Pháp qui định là 24 V
- Ở Liên Xô tuỳ theo môi trường làm việc mà trị số điện áp cho phép có thể là 12V, 36V, 65 V.

2.10. PHÂN LOẠI XÍ NGHIỆP THEO QUAN ĐIỂM AN TOÀN ĐIỆN:

Môi trường xung quanh như bụi, độ ẩm, nhiệt độ, ... ảnh hưởng rất lớn đến tai nạn điện giết vì vậy theo quy định an toàn điện các xí nghiệp (hay nơi đặt thiết bị điện) được chia ra :

a. Nơi (Xí nghiệp) nguy hiểm: Đó là nơi có một trong các yếu tố sau :

- Ẩm (độ ẩm tương đối của không khí vượt quá 75% trong thời gian dài.
- Có bụi dẫn điện (bụi dẫn điện bám vào dây dẫn, hay lọt vào trong thiết bị điện)
- Có nền, sàn nhà dẫn điện (sàn bằng kim loại, đất, bê tông cốt thép hoặc gạch)
- Có nhiệt độ cao (nhiệt độ vượt quá 35 °C trong thời gian dài hơn 1 ngày đêm.
- Những nơi mà người đồng thời tiếp xúc với 1 bên là các kết cấu kim loại của nhà cửa, máy móc, thiết bị... đã được nối đất và 1 bên là vỏ kim loại của các thiết bị điện.

b. Những nơi (Xí nghiệp) đặc biệt nguy hiểm là nơi có 1 trong các yếu tố sau:

Trang

- Rất ẩm: độ ẩm tương đối của không khí xấp xỉ 100% (Trần, tường, sàn nhà và đồ vật trong nhà có đọng sương)
 - Môi trường có hoạt tính hoá học: Thường xuyên hay trong thời gian dài chứa hơi, khí, chất lỏng có thể dẫn đến phá huỷ cách điện và các bộ phận mang điện của thiết bị điện.
 - Đồng thời có từ hai hay nhiều hơn các yếu tố của nơi nguy hiểm đã kể ở trên, ví dụ như vừa ẩm vừa có sàn nhà dẫn điện.
- c. Nơi ít nguy hiểm: Là nơi không thuộc 2 loại trên.

CHƯƠNG 3

PHÂN TÍCH AN TOÀN CÁC MẠNG ĐIỆN

3.1. KHÁI NIỆM:

Phân tích an toàn trong mạng điện là tính toán, xác định giá trị dòng điện qua người trong các điều kiện khác nhau mà người có thể tiếp xúc với mạng điện trong quá trình vận hành lưới điện và thiết bị điện. Quá trình phân tích an toàn mạng điện cũng cần phải đánh giá được các yếu tố khác, cũng như các thông số của mạng điện ảnh hưởng đến tai nạn điện giật.

Tai nạn điện giật có thể xảy ra khi ta tiếp xúc hai pha hoặc một pha nhưng ở đây ta chỉ xét một pha. Tiếp xúc một pha có thể được xem là chạm đất không an toàn và lúc này dòng điện qua người phụ thuộc vào chế độ trung tính của mạng điện.

Dòng điện qua người khi người tiếp xúc với vật nổi đất có dòng chạm đất đi qua phụ thuộc vào dòng điện chạm đất.

Dòng điện chạm đất là dòng điện đi qua chỗ chạm đất vào đất phụ thuộc vào các thông số mạng điện và trung tính của lưới.

Trung tính máy biến áp và máy phát có thể được nối đất trực tiếp hoặc cách điện đối với đất.

Nếu trung tính máy biến áp, máy phát không nối với các thiết bị nối đất hoặc nối qua thiết bị để bù dòng điện dung trong mạng, qua máy biến điện áp ...hay qua khí cụ có điện trở lớn, được gọi là trung tính cách điện đối với đất. Ngược lại, nếu trung tính nối trực tiếp với thiết bị nối đất hoặc qua một điện trở bé (máy biến dòng) được gọi là trung tính trực tiếp nối đất.

Theo “Quy trình thiết bị điện” người ta có thể chia ra:

1. Thiết bị có điện áp dưới 1000V (hạ áp)

2. Thiết bị có điện áp trên 1000V (cao áp)

a. Thiết bị có dòng chạm đất lớn ($I_d > 500A$, trong đó I_d là dòng chạm đất 1 pha), thường là nằm trong mạng có trung tính trực tiếp nối đất.

b. Thiết bị có dòng chạm đất bé ($I_d < 500A$, trong đó I_d là dòng chạm đất 1 pha) thường là nằm trong mạng có trung tính cách điện.

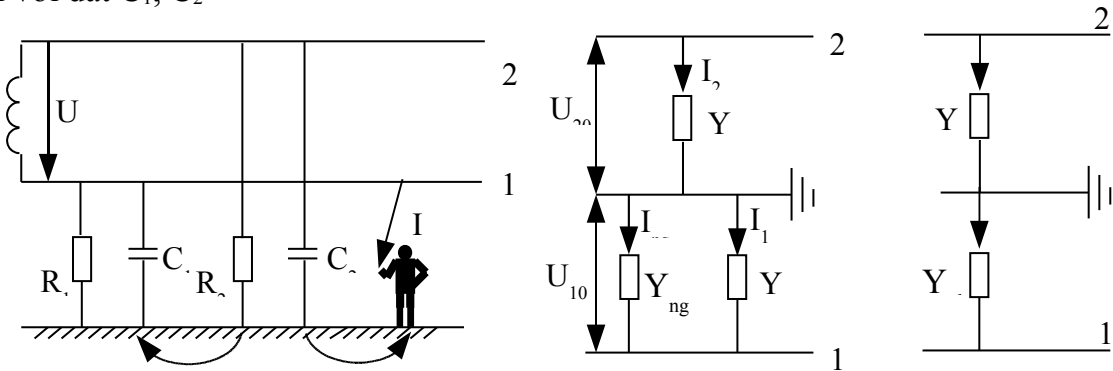
3.2. MẠNG ĐIỆN MỘT PHA

+ Mạng điện một pha cách điện với đất

+ Mạng điện một pha có trung tính trực tiếp nối đất.

3.2.1. MẠNG ĐIỆN MỘT PHA CÁCH ĐIỆN ĐỐI VỚI ĐẤT

Xét mạng điện một pha cách điện đối với đất như hình vẽ (hình 3.1) trong mạng điện này mỗi pha ngoài điện trở cách điện (tác dụng) r_1, r_2 còn có điện dung đối với đất C_1, C_2



Hình 3.1: Chạm vào một dây của mạng điện một pha

Điện dẫn toàn phần của mỗi pha đối với đất

$$\dot{Y}_1 = g_1 + jb_1$$

$$\dot{Y}_2 = g_2 + jb_2$$

Điện dẫn của người

$$\dot{Y}_{ng} = \frac{1}{R_{ng}}$$

Điện dẫn tương đương:

$$\dot{Y}_{td} = \dot{Y}_1 + \dot{Y}_{ng}$$

Ta có : $\dot{U}_{10}, \dot{U}_{20}$: điện áp của pha 1 và pha 2 so với đất

$\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$: dòng điện qua \dot{Y}_1, \dot{Y}_2 và qua người

Theo sơ đồ thay thế tương đương ta có :

$$\dot{I}_2 = \dot{U} \cdot \frac{\dot{Y}_2 \cdot \dot{Y}_{td}}{\dot{Y}_2 + \dot{Y}_{td}}$$

Dòng điện qua người I_{ng} ta có thể tính được như sau:

$$\dot{I}_{ng} = \frac{\dot{I}_2 \cdot \dot{Y}_{ng}}{\dot{Y}_{td}} = \dot{U} \cdot \dot{Y}_{ng} \frac{\dot{Y}_2}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_{ng}}$$

Trong mạng điện ta có : $\dot{Y}_1 = \dot{Y}_2 = \dot{Y} = \frac{1}{\dot{Z}}$; $\dot{Y}_{ng} = 1/R_{ng}$

Suy ra :

$$\dot{I}_{ng} = \dot{U} \cdot \dot{Y}_{ng} \frac{\dot{Y}}{2\dot{Y} + \dot{Y}_{ng}}$$

Hay

$$\dot{I}_{ng} = \frac{\dot{U}}{2\dot{Y}_{ng} + \dot{Z}} \quad (3-1)$$

Từ công thức 3-1 ta xét các trường hợp sau:

a) Mạng điện có điện dung bé:

Đây là các đường dây trên không có điện áp <1000V chiều dài ngắn

$$\dot{Z} = \frac{1}{\dot{Y}} = \frac{1}{g + jb} \approx \frac{1}{g} = R_{cd}$$

do đó lúc này dòng qua người :

$$\dot{I}_{ng} = \frac{\dot{U}}{2Y_{ng} + R_{cd}}$$

b) Mạng điện có điện dung lớn:

❶ Mạng điện đường dây trên không có điện áp >1000V có cách điện tốt

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{g + jb} = -jX_C = -\frac{1}{\omega c}$$

Từ đó xác định được trị hiệu dụng của dòng điện qua người:

$$I_{ng} = \frac{U}{\sqrt{(2R_{ng})^2 + X_C^2}}$$

❷ Với mạng điện dây cáp dài có điện áp bé hơn 1000V phải tính đến điện dẫn của cách điện và cả điện dung

Khi người chạm vào dây 1 thì điện trở của dây dẫn 1 lúc này sẽ là: $R = r_1 // R_{ng}$

Do vậy điện áp của dây dẫn 1 sẽ thay đổi từ U_1 đến U'_1 , và điện áp của dây dẫn 2 cũng sẽ thay đổi từ U_2 thành U'_2 . Đây chính là nguyên nhân sự phóng và nạp điện tích của C_1 và C_2 .

$$\text{Dòng điện qua người: } I_{ng} = \frac{\Delta U}{R_{ng}} \cdot e^{-\frac{t}{R_{ng} \cdot (C_1 + C_2)}}$$

Ngoài ra, còn có dòng điện chạy qua điện trở cách điện qua người:

$$I_{ng} = \frac{U \cdot r_1}{(r_1 + r_2) \cdot R_{ng} + r_1 \cdot r_2}$$

Vậy dòng điện qua là tổng hợp hai thành phần dòng điện trên.

3.2.2. MẠNG ĐIỆN MỘT PHA CÓ TRUNG TÍNH TRỰC TIẾP NỐI ĐẤT

Xét mạng điện 1 pha có trung tính nối đất như hình vẽ

❶ Ở trạng thái làm việc bình thường với tải Z_t

- Nếu người chạm vào pha cách điện đối với đất một cách gần đúng có thể xác định dòng qua người :

$$I_{ng} = \frac{U}{R_0 + R_{ng}}$$

- Nếu người chạm vào pha nối đất thì dòng qua người :

$$I_{ng} = \frac{\Delta U}{R_{ng}} = \frac{I_{bv} Z_d}{R_{ng}}$$

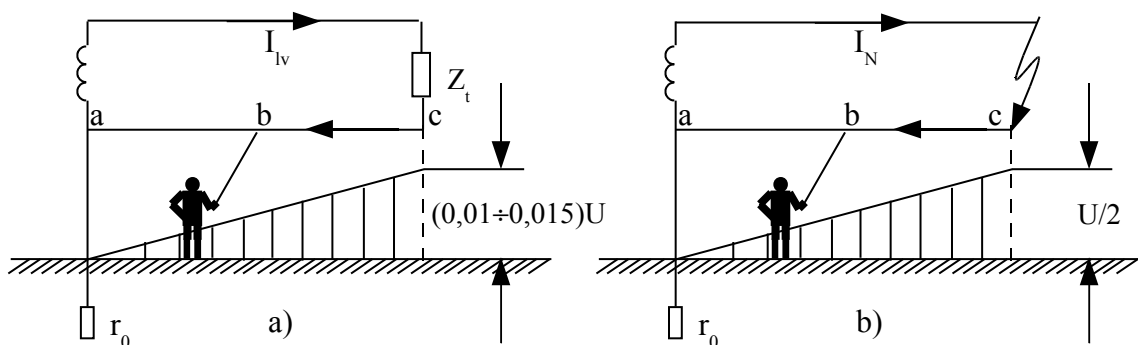
Trong đó :

Z_d : Tổng trở đoạn dây từ người đến chỗ chạm.

ΔU : Điện áp rơi trên đoạn từ nguồn đến chỗ người chạm vào dây

I_{bv} : Dòng điện làm việc.

* Cho dù người chạm vào điểm b xa nhất thì điện áp trên người cũng không lớn hơn 5% U mạng điện.



Hình 3.2 a) Chạm vào một dây trong mạng một pha trung tính nối đất
b) Chạm vào một dây đồng thời xảy ra ngắn mạch trong mạng một pha trung tính nối đất

❷ Trường hợp mạng điện bị ngắn mạch như hình b. Giả sử tiết diện của 2 dây là như nhau thì người chạm tại điểm C thì điện áp đặt vào người là: $U_{ng} = U/2$. Người chạm càng gần nguồn thì điện áp càng giảm

Nếu người chạm tại điểm E thì điện áp đặt vào người sẽ là :

$$U_{ng} = U_N \frac{l_Z}{l_D}$$

Trong đó :

U_N : Điện áp tại điểm ngắn mạch một cách gần đúng có thể xem $U_N = U/2$

l_Z : Khoảng cách từ nguồn đến vị trí người chạm vào dây

l_d : Khoảng cách từ nguồn đến điểm ngắn mạch.

3.3. PHÂN TÍCH AN TOÀN TRONG MẠNG ĐIỆN BA PHA

3.3.1 GIỚI THIỆU VỀ CÁC LOẠI MẠNG ĐIỆN BA PHA :

1– Mạng điện ba pha bốn dây

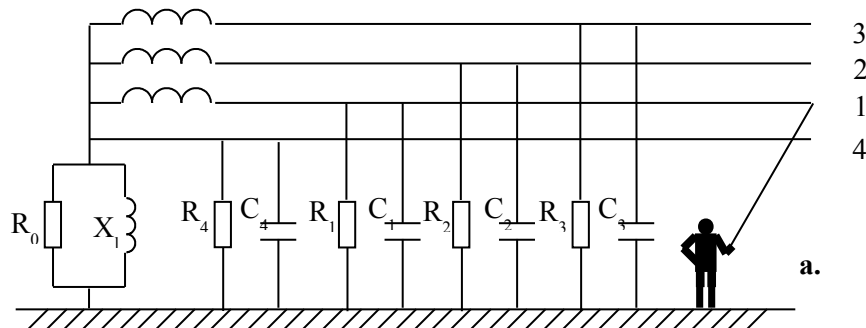
- Trung tính cách điện đối với đất
- Trung tính nối đất trực tiếp
- Trung tính nối đất qua cuộn kháng nhỏ

2–Mạng điện ba pha ba dây

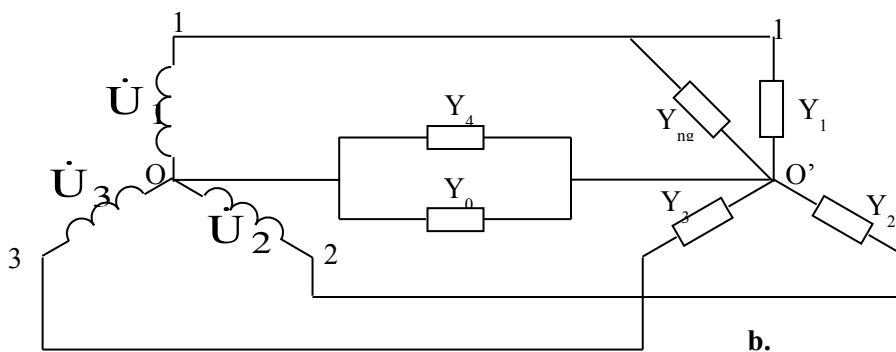
- Trung tính cách điện đối với đất
- Trung tính nối đất qua cuộn dập hồ quang
- Trung tính nối đất trực tiếp

3.3.2. PHÂN TÍCH AN TOÀN TRONG MẠNG BA PHA

Ta xét mạng điện tổng quát là mạng điện 3 pha 4 dây (như hình vẽ) có trung tính nối đất qua điện trở R_0 và điện kháng X_1



Hình 3.3a: Mạng điện tổng quát 3 pha 4 dây



Hình 3.3b: Sơ đồ thay thế mạng điện 3 pha 4 dây

Ta có :

- r_1, r_2, r_3, r_4 là điện trở cách điện của các dây
 - C_1, C_2, C_3, C_4 là điện dung của đường dây đối với đất
 - Y_i là điện dẫn của các dây pha, dây trung tính và trung tính máy biến áp so với đất .

$$\dot{Y}_1 = g_1 + jb_1 = \frac{1}{r_1} + j\omega C_1$$

$$\dot{Y}_2 = g_2 + jb_2 = \frac{1}{r_2} + j\omega C_2$$

$$\dot{Y}_3 = g_3 + jb_3 = \frac{1}{r_3} + j\omega C_3$$

$$\dot{Y}_4 = g_4 + jb_4 = \frac{1}{r_4} + j\omega C_4$$

$$\dot{Y}_0 = g_0 - jb_0 = \frac{1}{r_0} - j/\omega L \quad \text{điện dẫn người : } \dot{Y}_{ng} = \frac{1}{R_{ng}}$$

khi người tiếp xúc với một pha (ví dụ pha 1 như hình vẽ) điện áp tiếp xúc đặt vào người là :

$$\dot{U}_{ng} = \dot{U}_1 - \dot{U}_0$$

$$\text{và dòng qua người : } \dot{I}_{ng} = \dot{U}_{ng} \cdot \dot{Y}_{ng} = (\dot{U}_1 - \dot{U}_0) \cdot \dot{Y}_{ng}$$

trong đó : \dot{U}_1 : Điện áp pha

\dot{U}_0 : Điện áp trung tính đối với đất .

Ta có:

$$\dot{U}_0 = \frac{\sum \dot{U} \cdot \dot{Y}}{\dot{Y}} = \frac{\dot{U}_1(\dot{Y}_{ng} + \dot{Y}_1) + \dot{U}_2 \cdot \dot{Y}_2 + \dot{U}_3 \cdot \dot{Y}_3}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}}$$

Với mạng ba pha đối xứng ta có :

$$\dot{U}_1 = U_f$$

$$\dot{U}_1 = a^2 U_f$$

$$\dot{U}_1 = a U_f$$

$$\text{trong đó : } a = e^{j120} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

U_f là giá trị tuyệt đối của điện áp pha

$$\text{Suy ra : } \dot{U}_0 = U_f \frac{\dot{Y}_1 + a^2 \cdot \dot{Y}_2 + a \cdot \dot{Y}_3 + \dot{Y}_{ng}}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}}$$

Từ đó có thể xác định được điện áp tiếp xúc của người như sau :

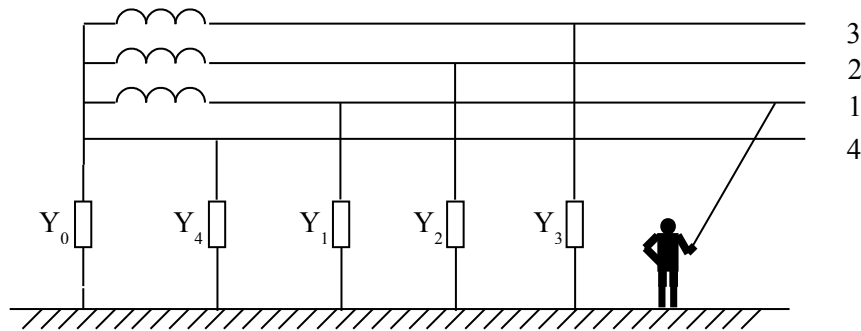
$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{(1 - a^2) \cdot \dot{Y}_2 + (1 - a) \cdot \dot{Y}_3 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_4}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}} \quad (3-2)$$

Dòng qua người :

$$\dot{I}_{ng} = \dot{U}_{ng} \cdot \dot{Y}_{ng} = U_f \cdot \dot{Y}_{ng} \frac{(1-a^2) \cdot \dot{Y}_2 + (1-a) \cdot \dot{Y}_3 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_4}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}} \quad (3-3)$$

❶ Mạng điện ba pha bốn dây trung tính nối đất trực tiếp

a. Người tiếp xúc với một pha trong chế độ làm việc bình thường:



Hình 3.4: Người chạm vào một pha trong chế độ làm việc bình thường

Trên

hình vẽ ta có điện dẫn trung tính: $Y_0 = \frac{1}{r_0} = g_0$ (r_0 : là điện trở nối đất trung tính)

- Trong trường hợp này điện dẫn của dây trung tính nhỏ hơn nhiều so với điện dẫn Y_0 của điểm trung tính cho nên có thể xem : $Y_1=Y_2=Y_3=Y_4 \approx 0$ cho nên điện áp tiếp xúc của người theo (2-2) đơn giản hơn nhiều :

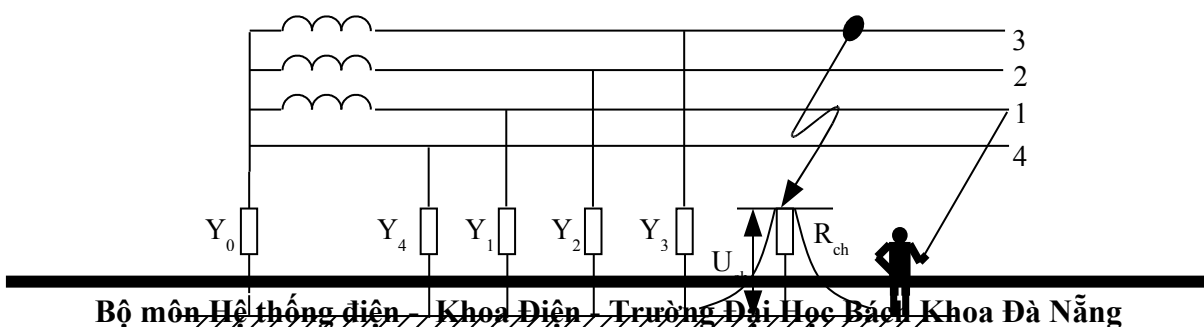
$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{\dot{Y}_0}{\dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ng}}$$

hay
$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{R_{ng}}{R_0 + R_{ng}} \quad (3-4)$$

và dòng qua người là :
$$\dot{I}_{ng} = I_{ng} = \frac{U_f}{R_0 + R_{ng}} \quad (3-5)$$

Nhận xét: Trong trường hợp này dòng điện qua người gần như không thay đổi khi điện trở của hệ thống thay đổi. Hay dòng điện qua người không phụ thuộc vào điện trở cách điện.

b. Tiếp xúc với một pha trong trường hợp mạng sự cố :



Hình 3.5: Chạm vào một pha trong khi pha khác chạm đất

Giả thiết khi người chạm vào pha 1 và pha 3 chạm đất qua một điện trở nhỏ R_{ch} và Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 nhỏ hơn nhiều so với Y_0 và $Y_{ch} = \frac{1}{R_{ch}}$ tức : $Y_1=Y_2=Y_3=Y_4 \approx 0$

Vậy từ (3-2) ta có :

$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{(1-a)\dot{Y}_{ch} + \dot{Y}_0}{\dot{Y}_0 + \dot{Y}_{ch} + \dot{Y}_{ng}}$$

thay $Y_{ch} = \frac{1}{R_{ch}}$; $Y_0 = \frac{1}{R_0}$; $Y_{ng} = \frac{1}{R_{ng}}$ vào biểu thức trên rồi biến đổi ta rút ra

được trị hiệu dụng:

$$U_{ng} = U_f \cdot R_{ng} \frac{\sqrt{3R_0 + 3R_0R_{ch} + R_{ch}^2}}{R_0R_{ch} + R_0R_{ng} + R_{ng}R_{ch}}$$

Để đơn giản ta giả thiết : $3R_{ch}R_0 = 2\sqrt{3}R_{ch}R_0$ ta có :

$$U_{ng} = U_f \cdot R_{ng} \frac{\sqrt{3}R_0 + R_{ch}}{R_0R_{ch} + R_0R_{ng} + R_{ng}R_{ch}} = U_f \cdot R_{ng} \frac{\sqrt{3}R_0 + R_{ch}}{R_0R_{ch} + R_{ng}(R_0 + R_{ch})} \quad (3-6)$$

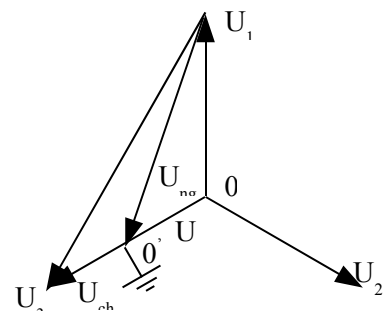
$$\text{và :} \quad I_{ng} = U_f \frac{\sqrt{3}R_0 + R_{ch}}{R_0R_{ch} + R_{ng}(R_0 + R_{ch})} \quad (3-7)$$

Ta xét hai trường hợp đặt trung :

* Khi điện trở chạm đất : $R_{ch} = 0$ ta có $U_{ng} = \sqrt{3}U_f$ tức trong trường hợp này điện áp đặt vào người bằng điện áp dây

* Khi $R_0 = 0$ ta tính được: $U_{ng} = U_f$ trong thực tế R_0, R_{ch} luôn luôn lớn hơn không nên : $U_{ng} = U_{13} - U_{ch}$
suy ra $\sqrt{3}U_f \geq U_{ng} \geq U_f$

Điều này cũng được minh họa trên giản đồ véc tơ.



Hình 3.6: Giản đồ vector

Như vậy tiếp xúc với dây pha trong trong mạng có trung tính trực tiếp nối đất khi có sự cố sẽ nguy hiểm hơn trong trường hợp làm việc bình thường .

Ví dụ 1: Một người chạm vào một pha của lưới điện ba pha bốn dây 380/220V có trung tính trực tiếp nối đất hãy xác định dòng điện qua người.

Cho biết : $r_0=4\Omega$; $R_{ng}=1000\Omega$; $r_1=r_2=r_3=r_4=r_{c1}=10^4\Omega$

$$c_1=c_2=c_3=c_4=c=0,1\mu f, \text{ hay } X_C = \frac{1}{\omega c} = 32 \cdot 10^3 \Omega$$

Giải: Ta có : $Y = \frac{1}{10^4} + j \frac{1}{32 \cdot 10^3} \ll Y_0 = \frac{1}{4}$

Do đó có thể coi : $Y_1=Y_2=Y_3=Y_4=Y \approx 0$

Nên: $I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng} + R_0} = \frac{220}{1000 + 4} \approx 220\text{mA}$

hay nếu bỏ qua R_0 thì: $I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng}} = \frac{220}{1000} \approx 220\text{mA}$

Ví dụ 2 : Một người chạm vào một pha của lưới điện ba pha 4 dây có trung tính trực tiếp nối đất, điện áp 380/220V khi pha 3 chạm đất như hình (2-3).

Biết : $R_0=4\Omega$; $R_{ng}=1000\Omega$; $r_1=r_2=r_3=r_4=r_c=10^4\Omega$; $c_1=c_2=c_3=c_4=c=0,1\mu f$

Hãy xác định các giá trị ứng với các giá trị của điện trở chạm đất

$R_{ch}=100\Omega$; 50; 4; và 0,5 Ω

Giải : Với $R_{ch}=100\Omega$

Tương tự ta cũng xem $Y_1=Y_2=Y_3=Y_4 \approx 0$

Dòng điện qua người được xác định theo công thức (3-7)

$$I_{ng} = U_f \frac{\sqrt{3}R_0 + R_{ch}}{R_0R_{ch} + R_{ch}R_{ng} + R_0R_{ng}} = 220 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 4 + 100}{4 \cdot 100 + 100 \cdot 1000 + 4 \cdot 1000} = 226\text{mA}$$

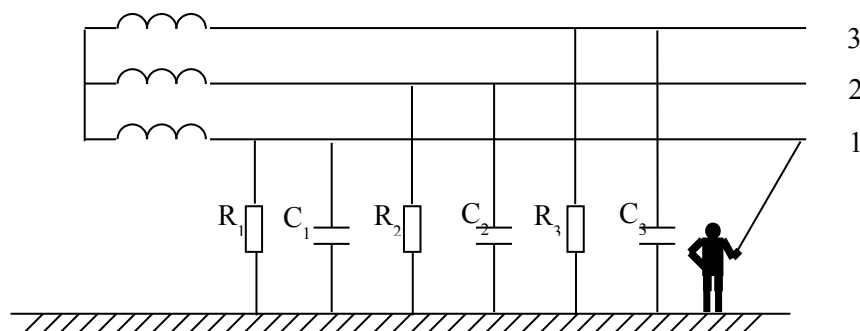
Tương tự với : $R_{ch} = 50\Omega \rightarrow I_{ng} = 232\text{mA}$

$R_{ch} = 4\Omega \rightarrow I_{ng} = 300\text{mA}$

$R_{ch} = 0,5\Omega \rightarrow I_{ng} = 360\text{mA}$

❷ Mạng điện ba pha ba dây có trung tính cách điện

a. Tiếp xúc một pha trong chế độ làm việc bình thường



Hình 3.7: Chạm vào một pha trong chế độ làm việc bình thường

Xét trường hợp người tiếp xúc trực tiếp với một pha trong mạng 3 pha 3

dây hình (3-7).

Áp dụng công thức:
$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{\dot{Y}_2(1-a^2) + \dot{Y}_3(1-a) + \dot{Y}_0 + \dot{Y}_4}{\dot{Y}_0 + \dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_4 + \dot{Y}_{ng}}$$

Ở đây do không nối đất nên: $Y_4=Y_0=0$.

$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{\dot{Y}_2(1-a^2) + \dot{Y}_3(1-a)}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_{ng}} \quad (3-8)$$

Suy ra:
$$\dot{I}_{ng} = U_f \cdot \dot{Y}_{ng} \frac{\dot{Y}_2(1-a^2) + \dot{Y}_3(1-a)}{\dot{Y}_1 + \dot{Y}_2 + \dot{Y}_3 + \dot{Y}_{ng}} \quad (3.9)$$

Sử dụng công thức (3-8) và (3.9) để đánh giá mức độ nguy hiểm khi tiếp xúc với một pha trong ba trường hợp sau :

* Khi điện dung của các pha bằng nhau: $C_1 = C_2 = C_3 = C$ và điện trở các cũng pha bằng nhau: $R_1 = R_2 = R_3 = R_{cd}$. Đây là mạng điện cáp có điện áp nhỏ hơn 1000V

Từ (3-8) ta có :

$$\dot{U}_{ng} = U_f \frac{\dot{Y}(1-a^2+1-a)}{3\dot{Y}_1 + \dot{Y}_{ng}} = U_f \frac{3\dot{Y}}{3\dot{Y} + \dot{Y}_{ng}} \quad (\text{vì } 1-a^2+1-a=3)$$

Suy ra:
$$\dot{I}_{ng} = U_f \cdot \dot{Y}_{ng} \frac{3\dot{Y}}{3\dot{Y} + \dot{Y}_{ng}} = U_f \cdot \frac{1}{R_{ng} + \frac{\dot{Z}}{3}} \quad (3-10)$$

Trong đó :
$$\dot{Z} = \frac{1}{\dot{Y}} = \frac{1}{g + jb} = \frac{1}{\frac{1}{R_{cd}} + j\omega c}$$

Khi chuyển qua giá trị hiệu dụng ta có :

$$I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng}} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R_{cd}(R_{cd} + 6.R_{ng})}{9(1 + R_{cd}^2\omega^2 c^2)R_{ng}^2}}} \quad (3-11)$$

* Khi : $C_1 = C_2 = C_3 = 0$ và $R_1 = R_2 = R_3 = R_{cd}$

Đây là trường hợp trong mạng điện áp nhỏ hơn 1000V có chiều dài bé nên bỏ qua trị số điện dung. Ở đây $Y_1=Y_2=Y_3=Y = g = 1/R_{cd}$

Theo (3-11) ta có
$$I_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng} + \frac{R_{cd}}{3}} \quad (3-12)$$

* Khi : $C_1 = C_2 = C_3 = C$ và $R_1 = R_2 = R_3 = \infty$

Đây là trường hợp của mạng điện áp lớn hơn 1000V.

Lúc này ta có $Y_1 = Y_2 = Y_3 = Y = jb = j\omega C = 1/Z$

thay vào (3-11) ta được:

$$\dot{I}_{ng} = \frac{U_f}{R_{ng} + \frac{1}{j3\omega C}} = \frac{U_f}{R_{ng} - j\frac{X_c}{3}} \quad (3-13)$$

Hay giá trị hiệu dụng :

$$I_{ng} = \frac{U_f (R_{ng} + j\frac{X_c}{3})}{R_{ng}^2 + (\frac{X_c}{3})^2} \Rightarrow I_{ng} = \frac{U_f}{\sqrt{R_{ng}^2 + \left(\frac{X_c}{3}\right)^2}} \quad (3-14)$$

Ví dụ 3: Một người tiếp xúc với một pha của mạng điện 3 pha 3 dây có trung tính cách điện điện áp 380V. Biết $R_{ng} = 1000\Omega$. Hãy xác định dòng điện qua người trong hai trường hợp

a–Khi $C_1 = C_2 = C_3 = 0$ và $R_1 = R_2 = R_3 = 3 \cdot 10^3 \Omega$

b–Khi $C_1 = C_2 = C_3 = C = 0,03 \mu f$ hay $X_c = 100 \cdot 10^3$ và $R_1 = R_2 = R_3 = \infty$

Giải:

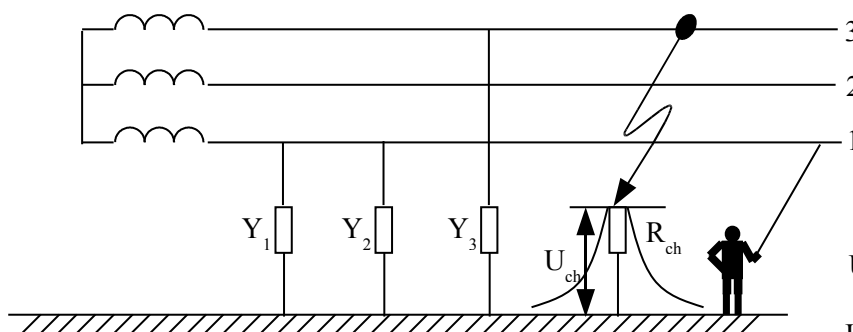
a) Ta áp dụng công thức (3-12):

$$I_{ng} = \frac{220}{1000 + \frac{3000}{3}} = 110mA$$

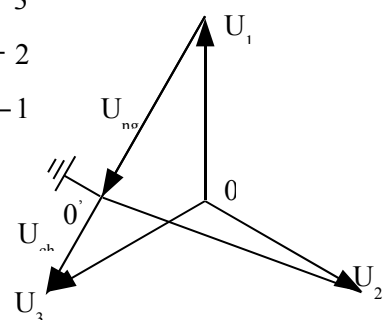
b) Ta áp dụng công thức (3-14) ta có

$$I_{ng} = \frac{220}{\sqrt{1000^2 + \left(\frac{100 \cdot 10^3}{3}\right)^2}} = 6,6mA$$

b. Tiếp xúc một pha trong chế độ sự cố:



Hình 3.8: Chạm vào một pha trong khi pha khác chạm đất



Hình 3.9: Giải đồ vectơ

Giả thiết pha 3 chạm đất mà người tiếp xúc với pha 1, điện trở chạm đất là R_{ch} . Ở đây có thể coi $Y_4 = Y_0 = 0$ và $Y_{ch} = 1/R_{ch}$

Thay các giá trị này vào (3-9) ta được :

$$I_{ng} = U_f Y_{ng} \frac{Y_{ch}(1-a)}{Y_{ch} + Y_{ng}} \quad (3-15)$$

Thay: $Y_{ch} = 1/R_{ch}$ và $Y_{ng} = 1/R_{ng}$ và biến đổi ta tính được giá trị hiệu dụng của dòng điện qua người.

$$I_{ng} = \frac{\sqrt{3}U_f}{R_{ng} + R_{ch}} = \frac{U_d}{R_{ng} + R_{ch}} \quad (3-16)$$

và điện áp:

$$U_{ng} = I_{ng} R_{ng} = \sqrt{3}U_f \frac{R_{ng}}{R_{ng} + R_{ch}} \quad (3-17)$$

Nếu cho $R_{ch} \approx 0$ hoặc coi $R_{ch} \ll R_{ng}$ thì ta có :

$$U_{ng} = \sqrt{3}U_f = U_d$$

Tức là điện áp đặt vào người bằng điện áp dây. Như vậy chạm vào một pha trong tình trạng sự cố ở mạng trung tính cách điện nguy hiểm hơn trong mạng trung tính trực tiếp nối đất.

CHƯƠNG 4

BẢO VỆ NỔ ĐẤT

4.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Bảo vệ nối đất là một trong những biện pháp bảo vệ an toàn cơ bản đã được áp dụng từ lâu. Bảo vệ nối đất là nối tất cả các phần kim loại của thiết bị điện hoặc của các kết cấu kim loại mà có thể xuất hiện điện áp khi cách điện bị hư hỏng với hệ thống nối đất.

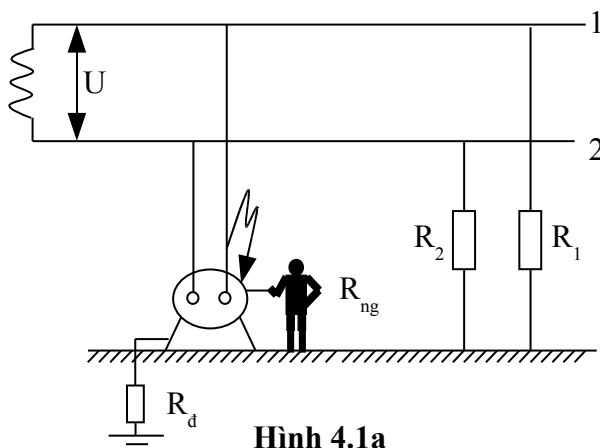
4.2. MỤC ĐÍCH, Ý NGHĨA CỦA BẢO VỆ NỔ ĐẤT:

4.2.1. Mục đích: Bảo vệ nối đất nhằm bảo vệ an toàn cho người khi người tiếp xúc với thiết bị đã bị chạm vỏ bằng cách giảm điện áp trên vỏ thiết bị xuống một trị số an toàn.

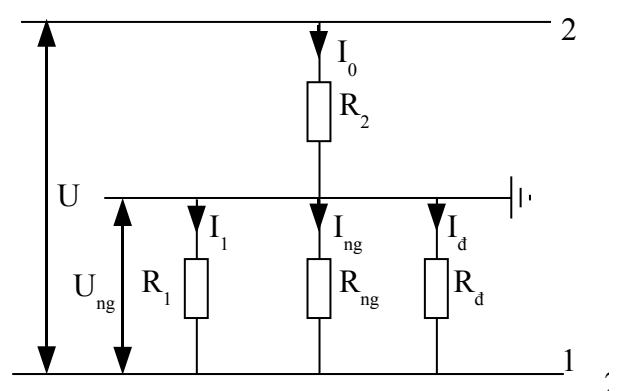
Chú ý: Ở đây ta hiểu chạm vỏ là hiện tượng một pha nào đó bị hỏng cách điện và có sự tiếp xúc điện với vỏ thiết bị.

4.2.2. Ý nghĩa:

Để hiểu rõ ý nghĩa của bảo vệ nối đất ta xét mạng điện đơn giản sau (H 4.1a).



Hình 4.1a



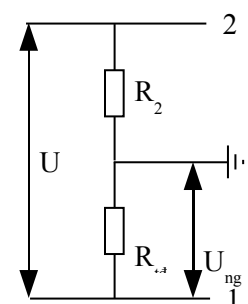
Hình 4.1b

Xét 1 thiết bị làm việc trong lưới điện 2 pha có điện áp U. Giả sử thiết bị điện A trong mạng điện trên được nối bảo vệ với điện trở nối đất là R_d và xảy ra sự cố 1 pha chạm vỏ thiết bị trong lúc người đang tiếp xúc vỏ thiết bị. Điện trở cách điện hai pha tương ứng là R₁, R₂ và xem điện dung của các pha đối với đất là bé có thể bỏ qua, ta có sơ đồ thay thế của mạng như ở hình 4.1b.

- Điện áp đặt vào người: $U_{ng} = I_0 \cdot R_{td}$

Trong đó: I₀ là dòng điện tổng

R_{td} là điện trở tương đương: $R_{td} = R_1 // R_{ng} // R_d$



$$U_{ng} = I_o \times R_{td} = U \cdot \frac{R_{td}}{R_2 + R_{td}} = U \cdot \frac{1}{R_2 \left(\frac{1}{R_{td}} \right) + 1} = \frac{U}{R_2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{ng}} + \frac{1}{R_d} \right) + 1}$$

Vì R_1 , R_2 và $R_{ng} \gg R_d$ nên có thể xác định một cách gần đúng:

$$U_{ng} = \frac{U \cdot R_d}{R_2} = U \cdot \frac{g_2}{g_d}$$

Và dòng điện qua người là:

$$I_{ng} = \frac{U_{ng}}{R_{ng}} = \frac{U \cdot R_d}{R_{ng} \cdot R_2} = \frac{U \cdot g_2 \cdot g_{ng}}{g_d}$$

Từ đây ta thấy vì U , R_2 , R_{ng} là những giá trị tương đối ổn định nên để giảm dòng điện qua người ta cần phải giảm điện trở R_d .

Vì vậy ý nghĩa bảo vệ nối đất là tạo ra giữa vỏ thiết bị và đất một mạch điện có điện dẫn lớn làm giảm phân lượng dòng điện qua người (nói cách khác là giảm điện áp trên vỏ thiết bị) đến một trị số an toàn khi người chạm vào vỏ thiết bị đã bị chạm vỏ.

4.3. CÁC HÌNH THỨC NỐI ĐẤT :

Có hai hình thức nối đất

4.3.1. Nối đất tập trung:

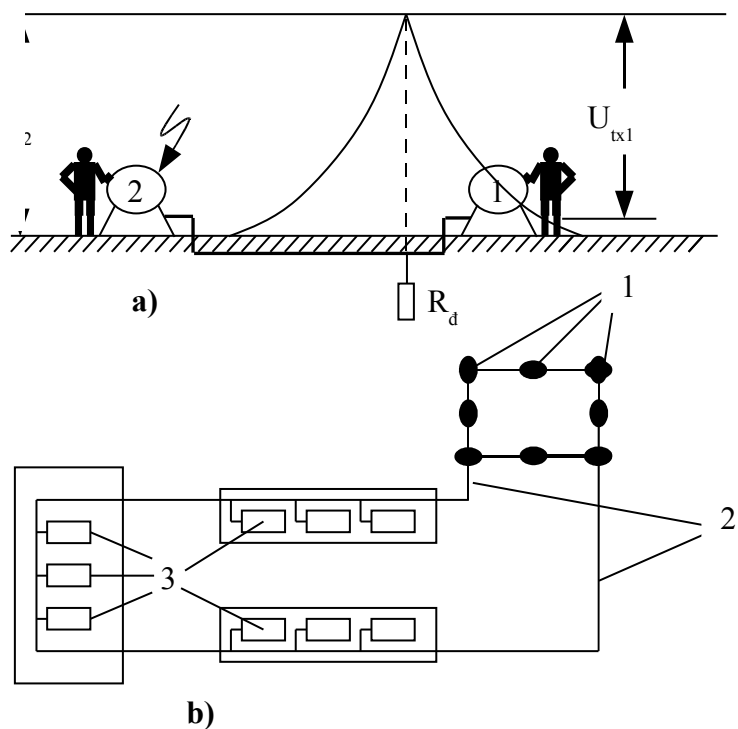
Là hình thức dùng một số cọc nối đất tập trung trong đất tại một chỗ, một vùng nhất định phía ngoài vùng bảo vệ.

Hình 4.2: Nối đất tập trung

- a. Phân bố điện áp
- b. Sơ đồ mặt bằng nối đất
- 1. các cọc nối đất
- 2. Dây dẫn nối đất chính
- 3. Thiết bị điện

Nhược điểm của nối đất tập trung là trong nhiều trường hợp nối đất tập trung không thể giảm được điện áp tiếp xúc và điện áp đến giá trị an toàn cho người.

Theo hình 4.2a điện áp tiếp xúc khi có sự chạm vỏ khi tiếp xúc với thiết bị 1 là U_{tx1} nhỏ hơn tiếp xúc với thiết bị 2 (thiết bị 2 đặt xa vật nối đất từ 20m trở lên).



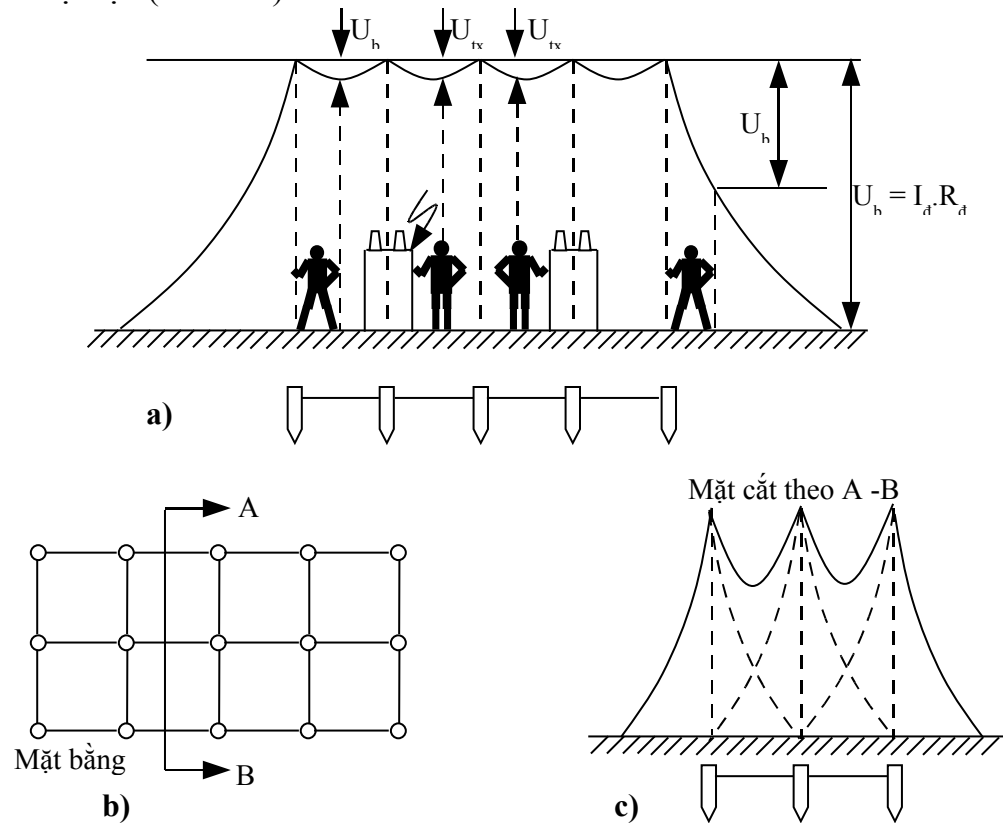
$$U_{tx1} < U_{tx2} = U_d$$

Với điện áp bước thì ngược lại: $U_{b1} > U_{b2}$.

Ta thấy càng xa vật nổi đất thì điện áp tiếp xúc càng lớn.

4.3.2. Nối đất mạch vòng:

Để khắc phục nhược điểm của nối đất tập trung người ta sử dụng hình thức nối đất mạch vòng. Đó là hình thức dùng nhiều cọc đóng theo chu vi và có thể ở giữa khu vực đặt thiết bị điện (hình 4.3).



Hình 4.3: Nối đất mạch vòng

Mặt cắt AB (Hình 4.3c) chỉ cách xây dựng đường thế hiệu của mỗi ống nối đất riêng rẽ, và sau đây cộng tất cả tung độ của các đường cong này lại sẽ xó mạng phân bố điện áp cho hệ thống nối đất trong vùng bảo vệ (đường liền nét).

Trên hình (4.3a) chúng ta thấy rất nhiều điểm trên mặt đất có thể cực đại (các điểm nằm trên trục thẳng của vật nổi đất), cho nên thế giữa các điểm trong vùng bảo vệ chênh lệch rất ít do đó giảm được điện áp tiếp xúc cũng như điện áp bước.

Lưu ý: Ngoài vùng bảo vệ của mạng nối đất đường phân bố điện áp còn rất dốc nên điện áp bước nguy hiểm. Để tránh điều này người ta chôn các tấm bằng sắt và các tấm sắt này không nối với hệ thống nối đất.

4.4. LĨNH VỰC ÁP DỤNG CỦA BẢO VỆ NỐI ĐẤT:

Bảo vệ nối đất được áp dụng với tất cả các thiết bị có điện áp $>1000V$ lần thiết bị có điện áp $<1000V$ tuy nhiên trong mỗi trường hợp là khác nhau.

❶ Đối với các thiết bị có điện áp $> 1000V$ thì bảo vệ nối đất phải được áp dụng trong mọi trường hợp, không phụ thuộc vào chế độ làm việc của trung tính và loại nhà cửa.

❷ Đối với các thiết bị có điện áp $< 1000V$ thì việc có áp dụng bảo vệ nối đất hay không là phụ thuộc vào chế độ làm việc của trung tính. Khi trung tính cách điện đối với đất thì phải áp dụng bảo vệ nối đất còn nếu trung tính nối đất thì thay bảo vệ nối đất bằng biện pháp bảo vệ nối dây trung tính.

Trong mạng có trung tính cách điện đối với đất điện áp $< 1000V$ thì tùy theo điện áp áp mà chia ra các trường hợp sau:

* Với mạng có trung tính cách điện và điện áp $> 150V$ (như các mạng điện 220, 380, 500...) đều phải được thực hiện nối đất trong tất cả các nhà sản xuất và các thiết bị điện đặt ngoài trời không phụ thuộc vào điều kiện môi trường.

* Khi mạng điện có trung tính cách điện đối với đất từ 150V đến 65V (như mạng 110V) thì cho phép chỉ cần thực hiện nối đất:

- Cho các nhà nguy hiểm đặc biệt, nhà có khả năng dễ cháy nổ.
- Cho các thiết bị điện ngoài trời.
- Cho các bộ phận kim loại mà con người có thể tiếp xúc đến như: tay cầm, cần điều khiển, thiết bị điện.

* Khi điện áp $< 65V$ cho phép không cần thực hiện nối đất bảo vệ trừ các trường hợp đặt biệt.

4.5. ĐIỆN TRỞ NỐI ĐẤT, ĐIỆN TRỞ SUẤT CỦA ĐẤT:

4.5.1. Điện trở nối đất:

Điện trở nối đất hay điện trở của hệ thống nối đất bao gồm:

- Điện trở tản của vật nối đất hay nói chính xác hơn là điện trở tản của môi trường đất xung quanh điện cực. Đó chính là điện trở của đất đối với dòng điện đi từ vật nối đất vào đất.

- Điện trở của bản thân cực nối đất (điện cực nối đất).

- Điện trở của dây dẫn nối đất từ các thiết bị điện đến các vật nối đất.

Do nối đất dùng vật liệu kim loại có trị số điện dẫn lớn hơn nhiều so với điện dẫn của đất nên điện trở bản thân của vật nối đất thường được bỏ qua. Như vậy khi nói đến điện trở nối đất, chủ yếu là nói đến điện trở tản của vật nối đất.

Điện trở của đất được xác định bằng công thức:

$$R_d = U_d / I_d$$

Trong đó: U_d là điện áp đo được trên vỏ thiết bị có nối đất khi chạm vỏ có dòng điện đi vào đất là I_d .

Qua phân tích ở trên ta có điện trở của đất phụ thuộc rất nhiều vào điện trở của đất đối với dòng điện đi từ vật nối đất vào đất mà điện trở của đất lại phụ thuộc vào điện trở suất của đất tại nơi đặt nối đất.

4.5.2. Điện trở suất của đất:

Điện trở suất của đất (ρ) thường được tính bằng đơn vị $\Omega.m$ hay $\Omega.cm$

Do thành phần phức tạp của điện trở suất nên điện trở suất của đất được thay đổi trong một phạm vi rất rộng. Thực tế cho thấy rằng điện trở suất phụ thuộc vào các yếu tố chính sau:

①. Thành phần của đất: Thành phần của đất khác nhau thì có điện trở suất khác nhau. Đất chứa nhiều muối, axit thì có điện trở suất nhỏ. Các trị số gần đúng của điện trở suất của đất tính bằng $\Omega.m$ như sau:

Cát 7.10^4

Đất cát 3.10^4

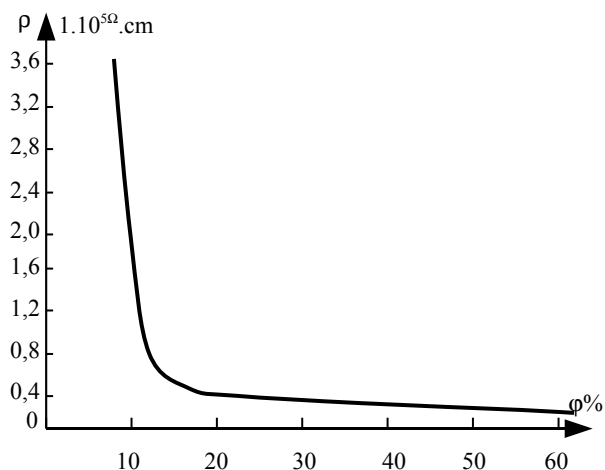
Đất sét, sét lẫn sỏi 1.10^4

Đất đen, đất vườn $0,5.10^4$

Đất bùn $0,2.10^4$

②. Độ ẩm:

Độ ẩm ảnh hưởng rất lớn đến điện trở suất của đất. Ở trạng thái hoàn toàn khô ráo có thể xem điện trở suất của đất bằng vô cùng. Khi tỉ lệ độ ẩm từ 15% trở lên thì ảnh hưởng đến điện trở của đất không đáng kể. Tuy nhiên, lúc độ ẩm lớn hơn 70-80% điện trở đất có thể tăng lên. Độ ẩm càng tăng thì ρ càng giảm.



Hình 4.4: Sự phụ thuộc của điện trở suất của đất vào lượng độ ẩm tính bằng phần trăm

③. Nhiệt độ:

Khi nhiệt độ hạ xuống quá thấp sẽ làm cho đất như bị đông kết lại và do đó ρ tăng lên rất nhanh. Khi nhiệt độ $< 100^{\circ}C$ thì ρ giảm xuống vì các chất muối trong đất được hòa tan dễ. Khi nhiệt độ $> 100^{\circ}C$ nước bị bốc hơi và ρ của nước tăng lên.

④. Độ nén của đất:

Tức là đất có được nén chặt hay không, đất được nén chặt tức là mật độ lớn nên ρ của đất giảm.

Điện trở suất của đất không phải là một trị số nhất định trong năm mà thay đổi theo mùa do ảnh hưởng của độ ẩm và nhiệt độ của đất. Do đó làm cho ρ của hệ thống nối đất cũng thay đổi. Vì vậy trong tính toán nối đất người ta phải dùng khái niệm điện trở suất tính toán của đất, đó là trị số lớn nhất trong năm.

$$\rho_{tt} = K_m \cdot \rho$$

Trong đó:

ρ : Trị số điện trở suất đo trực tiếp được.

K_m : Hệ số tăng cao hay hệ số mùa có thể tham khảo ở bảng 4.1 sau:

Bảng 4-1

HÌNH THỨC NỐI ĐẤT	K ₁	K ₂	K ₃
- Thanh dẹt chôn nằm ngang cách mặt đất 0,5m	6,5	5	4,5
- Thanh dẹt chôn nằm ngang cách mặt đất 0,8 m	3,0	2,0	1,6
- Cọc thép, ống thép, thép góc đóng sâu cách mặt đất 0,5-0,8m	2,0	1,5	1,4

(Chú thích: K₁; K₂; K₃ là do khi đất ẩm, khi đất ẩm trung bình, khi đất khô)

4.6. CÁC QUY ĐỊNH VỀ ĐIỆN TRỞ NỐI ĐẤT TIÊU CHUẨN:

Điện trở nối đất an toàn của hệ thống không được lớn hơn các trị số nối đất tiêu chuẩn đã được quy định trong các quy phạm cụ thể:

❶. Đối với các thiết bị điện áp > 1000V có dòng chạm đất lớn (>500A) như các thiết bị điện ở mạng điện có điện áp từ 110kV trở lên thì điện trở nối đất tiêu chuẩn:

$$R_d \leq 0,5\Omega$$

Với các mạng có dòng chạm đất lớn này, khi có sự chạm đất (chạm vỏ) thì điện áp trên vỏ thiết bị so với đất (đã thỏa mãn điều kiện $R_d \leq 0,5\Omega$) vẫn có thể đạt trị số lớn (hàng trăm thậm chí hàng ngàn vôn) nhưng khi có cân bằng thì điện áp tiếp xúc không vượt quá 250-300V. Rõ ràng điện áp này vẫn nguy hiểm cho người nhưng với cấp điện áp này thì khi có sự chạm đất, chạm vỏ thì rơle bảo vệ sẽ tác động cắt nhanh phần sự cố. Mặt khác, với cấp điện áp này không cho phép con người tiếp xúc trực tiếp (khi không có thiết bị bảo vệ) với thiết bị khi chưa cắt điện nên xác suất người bị điện giết rất bé.

Trong mạng điện có dòng chạm đất lớn, bắt buộc phải có nối đất nhân tạo trong mọi trường hợp không phụ thuộc vào điện trở nối đất tự nhiên. Ngay cả khi điện trở nối đất tự nhiên thỏa mãn yêu cầu ($R_d \leq 0,5\Omega$) vẫn phải thực hiện nối đất nhân tạo trị số điện trở nhân tạo không được lớn hơn 1Ω ($R_n \leq 1\Omega$).

❷. Đối với các thiết bị điện có điện áp >1000V có dòng chạm đất bé (<500 A) như các thiết bị ở mạng điện 3-35kV thì quy định điện trở nối đất tiêu chuẩn tại thời điểm bất kỳ trong năm như sau:

* Khi hệ thống nối đất chỉ dùng cho các thiết bị có điện áp >1000V:

$$R_d \leq \frac{250V}{I_d} \quad (\text{nhưng phải thỏa mãn } R_d \leq 10\Omega)$$

* Khi hệ thống nối đất dùng cho cả thiết bị có điện áp <1000V:

$$R_d \leq \frac{125V}{I_d} \quad (R_d \leq 10\Omega)$$

Trong mạng có dòng chạm đất bé (mạng có trung tính cách điện) khi có 1 pha chạm đất, các thiết bị rơle bảo vệ thường không cắt phần sự cố. Vì vậy chạm đất 1 pha có thể bị kéo dài làm tăng xác suất người tiếp xúc với điện áp nguy hiểm. Do đó người ta mới qui định điện áp lớn nhất cho phép trên hệ thống nối đất là 250V (khi điện áp > 1000V) và 125V (khi điện áp <1000V) với dòng chạm đất là I_d .

③ Đối với các thiết bị điện trong các mạng có điện áp $< 1000V$ có trung tính cách điện thì điện trở nối đất tại mọi thời điểm trong năm **không quá 4Ω** .

Riêng với các thiết bị nhỏ mà công suất tổng của máy phát điện hoặc máy biến áp có công suất không quá $100KVA$ thì cho phép: **$R_d \leq 10\Omega$**

Đối với các thiết bị có điện áp $> 1000V$ có dòng chạm đất bé và các thiết bị có điện áp $< 1000V$ có trung tính cách điện nên sử dụng nối đất tự nhiên có sẵn. Nếu trị số của điện trở nối đất tự nhiên nhỏ hơn trị số của điện trở nối đất tiêu chuẩn mà qui phạm đã qui định thì cho phép không cần phải thực hiện nối đất nhân tạo.

Chú ý trong các trường hợp có nhiều thiết bị điện có điện áp khác nhau nên thực hiện nối đất chung. Trị số điện trở nối đất chung cần phải thỏa mãn yêu cầu của hệ thống nối đất nào đòi hỏi điện trở nối đất có giá trị nhỏ nhất.

④ Đối với đường dây tải điện trên không:

Với các đường dây tải điện trên không ta phân biệt các trường hợp sau:

* Khi điện áp của mạng điện $U \geq 110KV$. Trong trường hợp này thì nối đất ở các cột điện chỉ để chống sét và qui phạm không yêu cầu nối đất bảo vệ các cột điện ở các mạng có dòng chạm đất lớn này vì:

- Trong các mạng điện này (có $U \geq 110KV$) khi có sự chạm đất thì role bảo vệ tác động cắt nhanh sự cố với thời gian từ $0.12-0,8$ sec nên xác suất người bị điện giật do điện áp tiếp xúc là rất bé.

- Vì dòng điện chạm đất trong mạng này rất lớn nên điện áp xuất hiện trên hệ thống cột nối đất cũng rất lớn, do vậy việc thực hiện nối đất cho các cột điện rất phức tạp và tốn kém

Ví dụ: Với dòng điện chạm đất từ $1,5-2KA$ và giả sử điện trở nối đất an toàn của cột là 10Ω thì điện áp trên hệ thống nối đất của cột sẽ có trị số là:

$$U = I_d . R_d = 15-20KV.$$

* Với các mạng điện có dòng chạm đất bé (mạng $3-35KV$ có trung tính cách điện).

Trong mạng này vì dòng chạm đất có trị số bé (thường từ $10-30A$) nên điện áp trên hệ thống nối đất cột sẽ có trị số bé do đó có thể bảo đảm an toàn cho người bằng cách nối đất các cột điện (ví dụ: nếu điện trở nối đất của cột điện là 10Ω . thì điện áp xuất hiện trên hệ thống nối đất là khoảng $100-300V$).

Như vậy nối đất cột điện ở mạng có dòng chạm đất bé có thể vừa chống sét, vừa bảo vệ an toàn và qui định như sau:

Phải thực hiện nối đất các cột của đường dây $35KV$. Với các đường dây từ $3-22KV$ cho phép chỉ nối đất các cột trong vùng có dân cư và nối đất các cột các thiết bị chống sét hay thiết bị thao tác đo lường.

Điện trở nối đất của các cột điện qui định ở bảng 4-2

* Trong các mạng điện, điện áp $< 1000V$ có trung tính cách điện, các cột thép và bê tông cốt thép phải có điện trở nối đất **không quá 50Ω** .

Bảng 4-2. Điện trở nối đất của cột đường dây cao áp.

Điện trở suất của đất $\Omega \cdot \text{cm}$	Trị số cực đại của điện trở nối đất
Dưới 10^4	10
Từ $10^4 - 5 \cdot 10^4$	15
Từ $5 \cdot 10^4 - 10 \cdot 10^4$	20
Trên $10 \cdot 10^4$	30

4.7. TÍNH TOÁN HỆ THỐNG NỐI ĐẤT:

4.7.1. Cách thực hiện nối đất:

Trước hết cần phải phân biệt nối đất tự nhiên và nối đất nhân tạo.

Nối đất tự nhiên là sử dụng các ống dẫn nước, các cọc sắt, các sàn sắt có sẵn trong đất. Hay sử dụng các kết cấu nhà cửa, các công trình có nối đất, các vỏ cáp trong đất ... làm điện cực nối đất.

Khi xây dựng vật nối đất cần phải sử dụng, tận dụng các vật nối đất tự nhiên có sẵn. Điện trở nối đất của các vật nối đất tự nhiên được xác định bằng cách đo tại chỗ hay có thể lấy theo các sách tham khảo.

Nối đất nhân tạo thường được thực hiện bằng các cọc thép tròn, thép góc, thép ống, thép dẹt ... dài 2 - 5m chôn sâu xuống đất sao cho đầu trên cùng của chúng cách mặt đất 0,5 - 0,8m.

Kinh nghiệm cũng như tính toán cho thấy rằng điện trở nối đất giảm xuống khi tăng độ dài chôn sâu của vật nối đất (vì giảm ảnh hưởng của thời tiết) nhưng lúc chiều dài các cọc vượt quá 5m thì điện trở nối đất giảm xuống không rõ rệt. Đường kính hay bề dày của vật nối đất ảnh hưởng rất ít đến trị số điện trở của vật nối đất. Vì vậy các ống thép đặt trong đất phải có bề dày không được nhỏ hơn 3,5mm, các thanh thép dẹt không được nhỏ hơn 4mm và tiết diện nhỏ nhất không được bé hơn 48mm^2 để đảm bảo độ bền cơ học. Các cọc thép chôn thẳng đứng được nối với nhau bằng thanh thép nằm ngang (thường bằng thép dẹt).

Dây nối đất (hay nối đất trung tính) phải có tiết diện thỏa mãn độ bền cơ khí và ổn định nhiệt, chịu được dòng điện cho phép lâu dài.

Khi thực hiện bảo vệ nối đất thì tất cả các phần kim loại của các thiết bị điện, của các kết cấu kim loại (vỏ thiết bị, khung, bệ của các thiết bị phân phối điện ...) mà có thể xuất hiện điện áp khi cách điện bị hư hỏng phải được nối một cách chắc chắn với hệ thống nối đất. Các mối nối của hệ thống nối đất tốt nhất nên thực hiện bằng cách hàn (có thể cho phép nối bằng bulông), mỗi thiết bị điện phải có một dây nối đất riêng, không cho phép dùng một dây nối đất chung cho nhiều thiết bị.

Khi thực hiện nối đất mà có sử dụng nối đất tự nhiên nếu trị số điện trở nối đất tự nhiên (R_m) lớn hơn trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn (R_d) thì trị số điện trở nối đất nhân tạo là:

$$R_{nt} = \frac{R_d \cdot R_{tn}}{R_{tn} - R_d}$$

Mặt khác điện trở nổi đất nhân tạo là gồm hệ thống các điện cực (cọc) chôn thẳng đứng có điện trở là R_c và thanh nối ngang nối giữa các cọc có điện trở R_n

$$R_{nt} = \frac{R_c \cdot R_n}{R_c + R_n}$$

Trong thực tế người ta sử dụng nhiều loại vật nổi đất có hình dáng và cách lắp đặt khác nhau với những công thức nổi đất tính điện trở khác nhau. Sau đây ta xét một số trường hợp thường dùng nhất.

❶ Vật nổi đất là thép tròn, thép ống chôn sát mặt đất như hình 4-5 thì điện trở nổi đất của một cọc là:

$$R_{lc} = \frac{\rho_{tt}}{2 \cdot l \cdot \pi} \cdot \ln \frac{4l}{d}$$

Trong đó:

$\rho_{tt} = \rho$ ($\Omega \cdot m$) là điện trở suất tính toán của đất

d : là đường kính ngoài của cọc nổi đất, nếu dùng thép góc thì đường kính đương trị là: $d = 0,95 \cdot b$ (b : là chiều rộng của thép góc)

❷ Vật nổi đất cũng là thép tròn, thép ống nhưng được đóng sâu xuống sao cho đầu trên cùng của chúng cách mặt đất 1 khoảng nào đó (Hình 4.6).

Lúc này điện trở nổi đất của cọc là:

$$R_{lc} = \frac{\rho_{tt}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

Trong đó:

t : khoảng cách từ mặt đất đến điểm giữa của cọc.

❸ Vật nổi đất là thép dẹt, thép tròn chôn nằm ngang trong đất (hình 4.7) thì

điện trở nổi đất là:

$$R_{tt} = \frac{\rho_{tt}}{2\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2l^2}{b \cdot t}$$

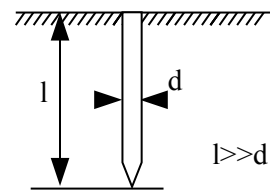
Trong đó :

b : là chiều rộng của thanh thép, nếu dùng thép tròn thì thay $b=2d$

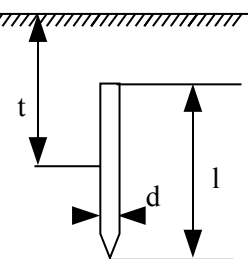
d : là đường kính

Một điều cần chú ý khi xác định điện trở nổi đất cần phải xét đến ảnh hưởng của nhau giữa các điện cực khi tản dòng điện vào đất. Quá trình tản dòng điện trong đất ở điện cực nào đó sẽ bị hạn chế bởi quá trình tản dòng điện cực từ các điện cực lân cận, do đó làm tăng chỉ số điện trở nổi đất ảnh hưởng này được tính bằng việc đưa vào công thức xác định điện trở nổi đất một hệ số gọi là hệ số sử dụng.

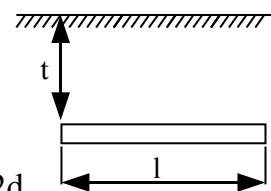
Vì vậy điện trở nổi đất của n cọc (đóng thẳng đứng) có xét đến hệ số sử dụng:



Hình 4.5



Hình 4.6



Hình 4.7

$$R_c = \frac{R_{1c}}{n \cdot \mu_c}$$

Trong đó:

R_{1c} : là trị số điện trở nổi đất của một cọc.

μ_c : là hệ số sử dụng của các cọc.

Hệ số μ_c này phụ thuộc vào số cọc n và tỉ số a/l .

Trong đó:

a : là khoảng cách giữa các cọc chôn thẳng đứng

l : là chiều dài giữa các cọc.

Thông thường $a/l = 1, 2, 3$

Tương tự điện trở nổi đất của các thanh ngang khi có tính đến hệ số sử dụng:

$$R_n = \frac{R'_n}{\mu_n}$$

Trong đó :

R'_n : là điện trở nổi đất của các thanh ngang khi chưa tính đến hệ số sử dụng của các thanh ngang μ_n

μ_n cũng phụ thuộc vào n và a/l .

Hệ số μ_n cũng như μ_c thường cho trong các sổ tay. Rõ ràng μ_n hay μ_c luôn luôn nhỏ hơn 1.

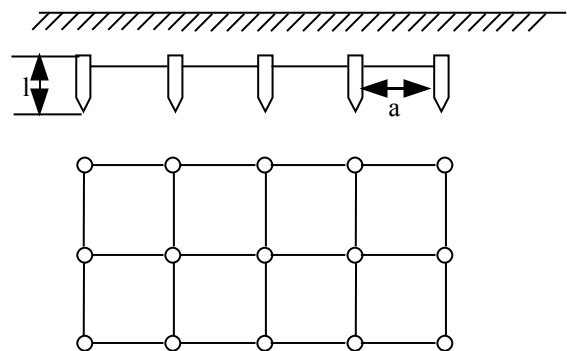
4.7.2. Các bước tính toán nổi đất:

Mục đích tính toán nổi đất là xác định hình thức nổi đất thích hợp (nổi đất tập trung hay mạch vòng), xác định các thông số chủ yếu của hệ thống nổi đất (như số lượng, hình dáng cọc, các thanh) xuất phát từ trị số điện trở nổi đất tiêu chuẩn và các điều kiện cụ thể nơi cần lắp đặt.

Trong các điều kiện cho phép cần thực hiện nổi đất theo nổi đất mạch vòng. Tuy vậy trong các mạng có dòng chạm đất bé nếu điều kiện lắp đặt mặt bằng bị hạn chế thì có thể cho phép nổi đất tập trung. Với các mạng có dòng chạm đất lớn bắt buộc phải thực hiện nổi đất mạch vòng. Ngoài ra phải thực hiện cân bằng thế (để giảm điện áp tiếp xúc và điện áp bước) trong các mạng điện có dòng chạm đất lớn này người ta thường đặt thêm các thanh nối ngang ở ngay phía dưới các thiết bị có độ sâu từ 0,5-0,7m dưới dạng mặt lưới (hình 4.8)

Sau khi đã được các số liệu cần thiết ban đầu (như mặt bằng, hình dạng,

kích thước vật nổi đất, chế độ làm việc của điểm trung tính, điện trở nổi đất tự nhiên,



Hình 4.8

điện trở suất của đất...)

Các bước tính toán hệ thống nối đất được tính như sau:

- ❶ Xác định điện trở nối đất yêu cầu R_d .
- ❷ Xác định điện trở nối đất nhân tạo. Nếu có sử dụng điện trở nối đất tự nhiên với trị số là R_{tn} thì điện trở nối đất nhân tạo cần thiết là:

$$R_{nt} = \frac{R_d \cdot R_{tn}}{R_{tn} - R_d}$$

- ❸ Xác định điện trở suất tính toán của đất:

Ở đây cần chú ý là vì các cọc chôn thẳng đứng và các thanh nối ngang có độ chôn sâu khác nhau nên chúng có điện trở suất tính khác nhau.

Cụ thể:

- + Với các cọc $\rho_{ttc} = K_{mc} \cdot \rho$
- + Với các thanh nối ngang: $\rho_{ttn} = K_{mn} \cdot \rho$

Trong đó:

- K_{mc} : là hệ số mùa của các cọc.
- K_{mn} : là hệ số mùa các thanh ngang.

❹ Theo địa hình thực tế mà bố trí hệ thống nối đất mà từ đó xác định gần đúng số lượng cọc ban đầu và chiều dài tổng của các thanh nối ngang (n_{bd} và l_n). Ở đây cần lưu ý là khoảng cách giữa các cọc không được bé hơn chiều dài các cọc ($\frac{a}{l} \geq 1$).

Cũng theo điều kiện và yêu cầu thực tế mà chọn cách lắp đặt, kích thước, hình dạng của vật nối đất... rồi từ đó xác định được điện trở nối đất của một cọc (R_{1c}) theo công thức đã biết.

- ❺ Xác định số lượng cọc cần dùng:

$$n_{sb} = \frac{R_{1c}}{R_{nt} \cdot \mu_c}$$

Trong đó:

μ_c : là hệ số sử dụng của các cọc phụ thuộc vào số lượng cọc ban đầu (n_{bd}) và tỉ số a/l .

R_{nt} : là điện trở suất nhân tạo yêu cầu khi đã tính đến điện trở nối đất tự nhiên (nếu có).

Nếu không có sử dụng nối đất tự nhiên thì R_{nt} bằng trị số nối đất tiêu chuẩn yêu cầu: $R_{nt} = R_d$.

❻ Xác định điện trở nối đất của các thanh ngang nối đất giữa các cọc theo công thức đã biết có tính đến hệ số sử dụng của các thanh ngang:

$$R_{nt} = \frac{\rho_{ttn}}{2\pi \cdot \mu_n \cdot l_n} \cdot \frac{2 \cdot l_n^2}{b \cdot t}$$

Trong đó:

μ_n : là hệ số sử dụng của các thanh ngang phụ thuộc vào nbđ và a/l.

l_n : tổng chiều dài của các thanh ngang nối giữa các cọc ở đây ta coi đó là một thanh ngang duy nhất.

⑦ Xác định trị số điện trở nối đất yêu cầu của cọc khi có xét đến điện trở nối đất của các thanh ngang:

$$R_c = \frac{R_n \cdot R_{nt}}{R_n - R_{nt}} \quad \text{Chú ý có bất đẳng thức: } R_d \leq R_{nt} < R_c$$

⑧ Xác định chính xác số cọc cần dùng:

$$n_c = \frac{R_{lc}}{R_c \cdot \mu_c'}$$

Trong đó: μ_c : hệ số sử dụng của các cọc khi đã biết số cọc sơ bộ n_{sb} .

Lưu ý là số cọc dùng trong nối đất không được nhỏ hơn 2.

Phương pháp tính toán hệ thống nối đất ở trên là phương pháp tính toán dựa theo điện trở nối đất tiêu chuẩn (R_d) với giả thiết là đất thuần nhất có điện trở suất không đổi là ρ nên có sai số nhất định vì trong thực tế điện trở suất của đất thay đổi theo sự thay đổi độ sâu. Vì vậy ngoài phương pháp coi điện trở suất của đất là một số không đổi còn có những phương pháp tính toán nối đất chính xác hơn, trong đó có tính đến sự thay đổi điện trở suất của đất phụ thuộc vào độ sâu của đất.

Mặt khác, nhằm mục đích tiết kiệm và giảm bớt phức tạp tốn kém khi xây dựng hệ thống nối đất cho các thiết bị có dòng chạm đất lớn. Hiện nay, trong một số trường hợp người ta có thể tính toán hệ thống nối đất theo trị số điện áp tiếp xúc cho phép mà không phải theo trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn như đã trình bày ở trên.

Ví dụ tính toán hệ thống nối đất:

Hãy tính toán hệ thống nối đất của trạm biến áp 35/6KV. Lưới 35 và 6KV có trung tính cách điện đối với đất. Phía 35KV có dòng chạm đất 1 pha là: $I_d = 8A$, phía 6KV là: $I_d = 25A$ tự dùng của trạm được cung cấp bằng máy biến áp 6/0,4KV có trung tính nối đất trực tiếp ở phía hạ áp. Điện trở suất của đất đo được là $86\Omega.m$. Thiết bị của trạm chiếm diện tích $(18 \times 8)m^2$. Biết không có sử dụng điện trở nối đất tự nhiên và cho hệ số mùa của các cọc $K_{mc} = 2$, của các thanh ngang $K_{mn} = 3$.

Giải:

Ta tính theo các bước sau:

1.Xác định điện trở nối đất tiêu chuẩn theo yêu cầu của hệ thống nối đất:

Giả sử ở đây ta dùng hệ thống nối đất chung cho các thiết bị cao áp và thiết bị

hạ áp.

- Điện trở nối đất cần thiết của các thiết bị cao áp 35KV là:

$$R_{d1} \leq \frac{250}{I_d} = \frac{250}{8} = 31,4\Omega$$

- Điện trở nối đất cần thiết phía 6KV là:

$$R_{d2} \leq \frac{250}{I_d} = \frac{250}{25} = 10\Omega$$

- Khi dùng cho cả thiết bị cao áp và hạ áp :

$$R_{d3} \leq \frac{250}{I_d} = \frac{125}{25} = 5\Omega$$

Điện trở nối đất của trung tính máy biến áp tự dùng 6/0,4KV qui định là $\leq 4\Omega$.
Như vậy điện trở nối đất chung cho toàn trạm lấy theo trị số bé nhất là 4Ω .

$$R_{\text{điện}} = 4\Omega$$

2. Xác định điện trở nối đất nhân tạo:

Ở đây vì không có sử dụng nối đất tự nhiên nên ta có điện trở nối đất nhân tạo bằng trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn:

$$R_{nt} = R_d = 4\Omega$$

3. Xác định điện trở suất tính toán của đất:

Với các cọc : $\rho_{ttc} = K_{mc} \cdot \rho = 2.86 = 172 \Omega.m$

Với các thanh ngang: $\rho_{ttn} = K_{mn} \cdot \rho = 3.86 = 258 \Omega.m$

4. Dự định:

Hệ thống nối đất, trạm dùng cho các cọc thép tròn đường kính 3 12mm, dài 5m đóng cách nhau 5m và các thanh nối ngang nối các cọc đặt ở độ sâu 0,7m.

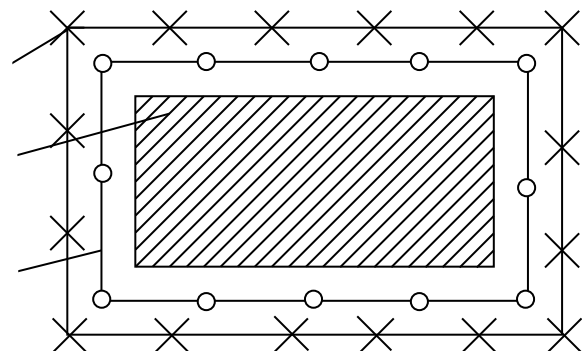
Dự kiến mạch vòng nối đất là:

$$2 \cdot (20 + 10) = 60m$$

Như vậy chiều dài của thanh nối ngang là:

$L_n = 60m$, tỉ số $a/l = 1$ và số lượng cọc ban đầu là: $n_{bd} = 60/5 = 12$.

Điện trở nối đất của 1 cọc nối đất thẳng đứng theo cách lắp đặt trên là:



Hình 4.9: Mặt bằng hệ thống nối đất

1. Diện tích đặt thiết bị ($18 \times 8m^2$)

2. mạch vòng nối đất

3. Hàng rào

$$R_{lc} = \frac{\rho_{ttc}}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right)$$

$$\rho_{ttc} = 172 \Omega \cdot m$$

$$t = 0,7 + \frac{5}{2} = 3,2 m$$

$$R_{lc} = \frac{172}{2\pi \cdot 5} \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{12 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,2 + 5}{4 \cdot 3,2 - 5} \right) = 38,8 \Omega$$

5. Xác định số lượng cọc:

$$n_{sb} = \frac{R_{lc}}{R_{nt} \cdot \mu_c}$$

Trong đó: $R_{nt} = R_d = 4 \Omega$; μ_c tra bảng theo $n_{sb} = 12$ và $a/l = 1$.

$$n_{bd} = \frac{38,8}{4 \cdot 0,57} = 17,1 \text{ cọc}$$

6. Xác định điện trở nối đất của các thanh ngang:

$$R_n = \frac{\rho_{ttn}}{2\pi \cdot \mu_n \cdot l_n} \cdot \frac{l_n^2 \cdot 2}{b \cdot t}$$

Ta có: $n = 60m$; $b = 40 \cdot 10^{-3}m$; trung tính $= 0,7m$.

$\mu_n = 0,326$ tra bảng theo $n = 17$ và $a/l = 1$.

$$R_n = \frac{258}{2\pi \cdot 60 \cdot 0,326} \cdot \ln \frac{2 \cdot 60^2}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7} = 25,8 \Omega$$

7. Xác định điện trở nối đất yêu cầu của các cọc sau khi xét tới điện trở nối đất của các thanh nối ngang:

$$R_c = \frac{R_n \cdot R_t}{R_n - R_t} = \frac{26,8 \cdot 4}{26,8 - 4} = 4,7 \Omega$$

Để dàng ta thấy: $R_d = R_{tn} = 4 < R_c = 4,7 \Omega$

8. Xác định số lượng cọc cần thiết:

$$n_c = \frac{R_{lc}}{R_c \cdot \mu_c'}$$

Ở đây $\mu_c = 0,52$ tra bảng theo $n = 17$ và $a/l = 1$.

$$\text{Vậy } n_c = \frac{38,8}{4,7 \cdot 0,52} = 15,8$$

Kết quả ta lấy $n = 16$ cọc.

Như vậy so với dự kiến ban đầu ta phải đóng thêm 4 cọc nữa.

CHƯƠNG 5

BẢO VỆ NỔ DÂY TRUNG TÍNH

5.1. KHÁI NIỆM CHUNG:

Trong mạng điện 3 pha 4 dây điện áp nhỏ hơn 1000V có trung tính trực tiếp nối đất người ta không áp dụng hình thức bảo vệ nối đất mà thay nó bằng hình thức bảo vệ nối dây trung tính. Trong bảo vệ nối dây trung tính người ta nối các phần kim loại của thiết bị điện hoặc các kết cấu kim loại mà những bộ phận đó có thể xuất hiện điện áp khi cách điện bị hư hỏng với dây trung tính.

5.2. MỤC ĐÍCH VÀ Ý NGHĨA CỦA BẢO VỆ NỔ DÂY TRUNG TÍNH:

5.2.1. Mục đích:

Bảo vệ nối dây trung tính nhằm bảo đảm an toàn cho người khi có sự chạm vỏ của 1 pha nào đó bằng cách nhanh chóng cắt phần điện có sự chạm vỏ .

5.2.2. Ý nghĩa:

Bảo vệ nối dây trung tính dùng để thay thế cho bảo vệ nối đất trong các mạng điện 3 pha 4 dây điện áp nhỏ hơn 1000 V có trung tính trực tiếp nối đất như ở mạng điện 380/ 220 V, 220/ 127 V...

Ý nghĩa của việc thay thế này xuất phát từ thực tế là trong mạng điện 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất mà vẫn áp dụng hình thức bảo vệ nối đất thì không thể bảo đảm an toàn cho người. Điều này có thể giải thích bằng ví dụ sau:

* Giả sử ta có mạng điện 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất, điện áp nhỏ hơn 1000 V như hình 4-1 và giả thiết ta vẫn bảo vệ an toàn cho người là bảo vệ nối đất tức là nối vỏ thiết bị với hệ thống nối đất có điện trở nối đất là R_d .

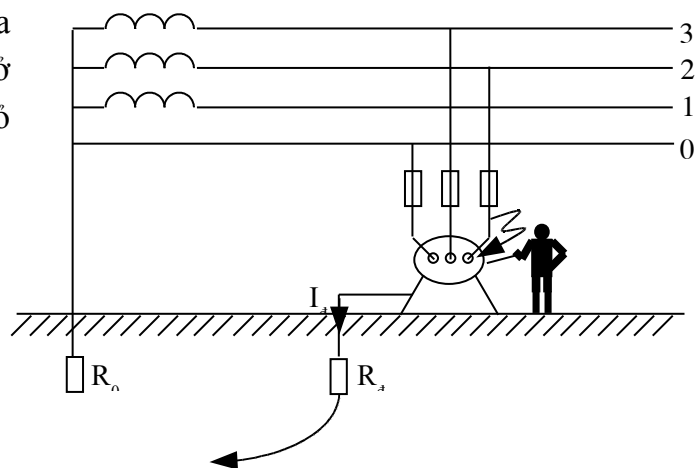
Khi có sự chạm vỏ của 1 pha do cách điện bị hư hỏng (pha ở trong h 5-1) sẽ có dòng điện qua vỏ thiết bị đi vào đất với trị số:

$$I_d = \frac{U_f}{R_0 + R_d}$$

Trong đó :

- U_f là điện áp pha của mạng điện.
- R_0, R_d là điện trở nối đất của trung tính và của thiết bị cần bảo vệ.

Trị số dòng điện I_d này lúc điện áp nhỏ hơn 1000 V không phải lúc nào cũng đủ lớn để làm cho các thiết bị bảo vệ (như cầu chì, áp tô mát ...) tác



Hình 5.1: Thiết bị bị chạm vỏ trong mạng điện có trung tính nối đất có điện áp dưới 1000V

Trang

động 1 cách chắc chắn và nhanh để cắt phần bị chạm vỏ ra, vì vậy trên vỏ thiết bị sẽ có một điện áp nguy hiểm tồn tại lâu dài là:

$$U_d = I_d \cdot R_d$$

Ví dụ: Mạng 380/220 V có trung tính trực tiếp nối đất với $R_0 = R_d = 4\Omega$ thì.

$$I_d = \frac{220}{4 + 4} = 27,5A$$

Dòng điện 27,5 A chỉ có thể làm cho cầu chì có dòng định mức của dây chảy có trị số khoảng 10A tác động. Thực tế dòng định mức của dây chảy có thể lớn hơn trị số 10 A trên nhiều (trị số đó phụ thuộc chủ yếu vào công suất và chế độ làm việc của các thiết bị điện). Lúc này các thiết bị bảo sẽ không tác động, và trên vỏ thiết sẽ có điện áp nguy hiểm là:

$$U_d = I_d \cdot R_d = 27,5 \cdot 4 = 110 V$$

Điện áp này có thể tồn tại lâu dài. Ở đây $R_d = R_0$ nên: $U_d = U_f / 2$.

Nếu $R_d > R_0$ thì U_d sẽ lớn hơn.

* Để có thể giảm U_d :

- Giảm R_d so với R_0 nhưng như vậy sẽ không kinh tế.
- Trong trường hợp trên nếu chúng ta bằng cách nào đó có thể tăng dòng chạm vỏ I_d đến một giá trị đủ lớn nào đó để các thiết bị bảo vệ có thể cắt nhanh chỗ bị sự cố chạm vỏ thì mới có thể bảo vệ an toàn được cho người. Biện pháp đơn giản nhất là dùng dây dẫn để nối vỏ thiết bị với dây trung tính .

Như vậy ý nghĩa của bảo vệ nối dây trung tính là biến sự chạm vỏ của thiết bị thành ngắn mạch một pha để các thiết bị bảo vệ cắt nhanh và chắc chắn phần bị chạm vỏ bảo đảm an toàn cho người.

Cần lưu ý rằng bảo vệ nối dây trung tính chỉ tác động tốt khi có sự chạm vỏ thiết bị còn khi có sự chạm đất thì bảo vệ nối dây trung tính sẽ không tác dụng bảo vệ vì lúc đó dòng chạm đất bé nên có thể các thiết bị bảo vệ không tác động vì vậy sự cố chạm đất này sẽ tồn tại lâu dài nguy hiểm (trong mạng trung tính trực tiếp nối đất điện áp nhỏ hơn 1000 V cần phân biệt hai khái niệm chạm đất và chạm vỏ).

5.3. PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA BẢO VỆ NỐI DÂY TRUNG TÍNH :

Nói chung, không phụ thuộc vào môi trường xung quanh trong các cơ sở sản xuất với các mạng điện 3 pha 4 dây điện áp nhỏ hơn 1000 V có trung tính trực tiếp nối đất phải luôn luôn thực hiện biện pháp bảo vệ nối dây trung tính. Tuy vậy cần lưu ý một số điểm sau:

❶. Với các mạng điện 3 pha 4 dây trung tính trực tiếp nối đất, điện áp 220/127 V cho phép chỉ thực hiện bảo vệ nối dây trung tính trong các trường hợp sau:

- a. Xưởng đặc biệt nguy hiểm về mặt an toàn .
- b. Các thiết bị đặt ngoài trời.

c. Các bộ phận bằng kim loại của các thiết bị điện mà người thường tiếp xúc như tay cầm, cần điều khiển...

②. Với các phòng làm việc, nhà ở có nền cao ráo thì với điện áp 380/220 V và 220/127 V (trong mạng có trung tính nối đất) cho phép không cần bảo vệ nối dây trung tính.

③. Trên các đường dây 3 pha 4 dây điện áp 380/ 220 V có trung tính trực tiếp nối đất các cột thép, xà thép phải được nối với dây trung tính.

5.4. NỐI ĐẤT LÀM VIỆC VÀ NỐI ĐẤT LẶP LẠI TRONG BẢO VỆ NỐI DÂY TRUNG TÍNH:

Khi thực hiện bảo vệ nối dây trung tính, dây trung tính sẽ được nối đất ở đầu nguồn (gọi là nối đất làm việc) và có thể được nối đất lặp lại trong từng đoạn của mạng điện gọi là nối đất lặp lại dây trung tính.

Nhiệm vụ của nối đất làm việc là tạo ra các điều kiện làm việc bình thường cho các thiết bị điện, ví dụ của nối đất làm việc là nối đất trung tính MBA, máy phát, cuộn dập hồ quang.

Quy phạm quy định điện trở nối đất làm việc đầu nguồn của mạng điện có trung tính trực tiếp nối đất không được quá 4 và 8 Ω tương ứng với mạng 380/220 V và 220/127 V (chỉ với các nguồn công suất bé 100 KVA ở mạng 380/220 V thì cho phép đến 10 Ω).

Sở dĩ có sự quy định như trên là để hạn chế điện áp của dây trung tính đối với đất lúc có sự xâm nhập điện áp cao sang phía điện áp thấp cũng như lúc xảy ra chạm đất của 1 pha nào đó ở phía hạ áp.

Nhiệm vụ của nối đất lặp lại dây trung tính là giảm điện áp trên vỏ thiết bị so với đất khi có sự chạm vỏ, nhất là trong trường hợp dây trung tính bị đứt. Ta hãy phân tích nhiệm vụ đó khi so sánh với trường hợp khi không có nối đất lặp lại.

A. Trường hợp không có nối đất lặp lại :

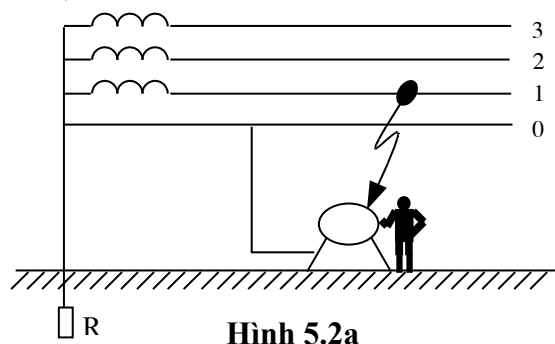
1. Khi dây trung tính không bị đứt (hình 5.2a):

Khi chạm vỏ thì trên vỏ thiết bị có điện áp:

$$U_1 = I_R \cdot Z_K < U_f$$

I_N : Dòng ngắn mạch 1 pha (dòng chạm vỏ).

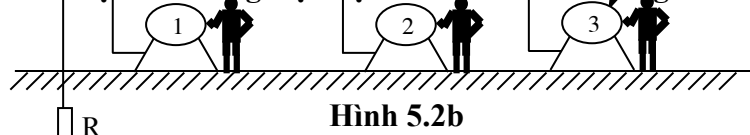
Z_K : Tổng trở ngắn mạch của dây trung tính tính từ nguồn đến điểm ngắn mạch.



Hình 5.2a

2. Khi đứt dây trung tính mà lại có sự chạm vỏ sau chỗ bị đứt (hình 5.2b):

Bộ môn Hệ thống điện - Khoa Điện - Trường Đại Học Bách Khoa Đà Nẵng



Hình 5.2b

Trang

Điện áp trên vỏ thiết bị trước chỗ đứt:

$$U_1 = 0$$

Điện áp trên vỏ thiết bị sau chỗ bị đứt:

$$U_2 = U_3 = U_f$$

B. Trường hợp có nối đất lặp lại dây trung tính:

1. Khi dây trung tính không bị đứt (hình 5.3a):

Khi có sự chạm vỏ thì trên thiết bị sẽ có điện áp:

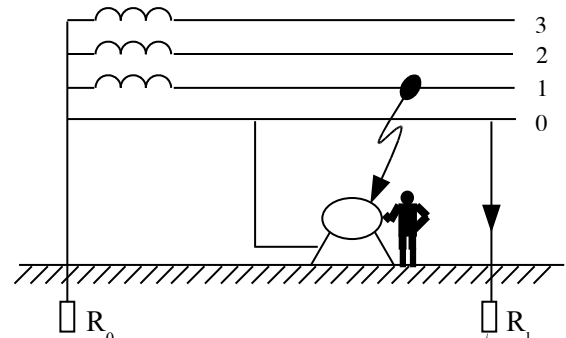
$$U_2 = I_d \cdot R_2 = \frac{I_N \cdot Z_K}{R_0 + R} \cdot R_2$$

$$U_2 < U_1$$

U_1 : Điện áp trên vỏ thiết bị khi không nối đất lặp lại

R_0 : Điện trở nối đất trung tính.

R_2 : Điện trở nối đất lặp lại.



Hình 5.3a

2. Khi đứt dây trung tính mà có sự chạm vỏ sau chỗ bị đứt (hình 5.3b):

Điện áp trên vỏ thiết bị trước chỗ bị đứt:

$$U_4 = I_d \cdot R_0 = \frac{U_f}{R_0 + R_2} R_0 < U_f$$

Điện áp trên vỏ thiết bị sau chỗ bị đứt:

$$U_5 = I_d \cdot R_2 = \frac{U_f}{R_0 + R_2} R_2 < U_f$$

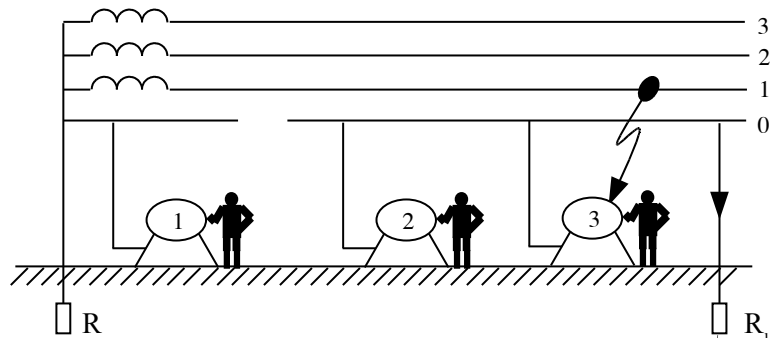
$$U_4 + U_5 = U_f ; \quad U_f - \text{Điện áp pha.}$$

Ta thấy khi có nối đất lặp lại dây trung tính thì sự phân bố điện áp trước và sau chỗ bị đứt được đều hơn (nếu $R_0 = R_2$ thì điện áp sẽ bằng $U_f / 2$).

Qua phân tích so sánh trên, rõ ràng ta thấy nối đất lặp lại dây trung tính sẽ giảm rất nhiều mức độ nguy hiểm cho người nhất là khi dây trung tính bị đứt.

Quy phạm quy định điện trở nối đất lặp lại dây trung tính trong mạng 380/220 V không được vượt quá **10 Ω**

Cũng cần lưu ý rằng nối đất lặp lại dây trung tính chỉ có tác dụng làm giảm mức độ nguy hiểm cho người nhất là khi dây trung tính bị đứt mà có sự chạm vỏ phía sau chỗ bị đứt (vì lúc đó sự cố đó có thể tồn tại lâu dài) nó không thể đảm bảo an toàn



Hình 5.3b

tuyệt đối cho người được vì vậy trong mọi trường hợp cần tránh xa dây đứt trung tính vì bất cứ lý do nào.

Các quy định liên quan đến việc nôi đất lặp lại dây trung tính :

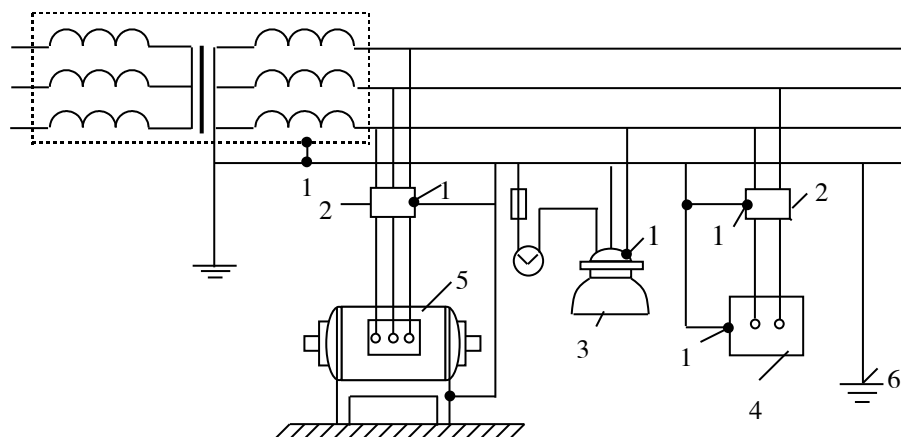
❶. Không có nối đất lặp lại: Quy phạm cho phép không dùng nối đất lặp lại cho các mạng điện dùng dây cáp. Với các mạng cáp này thường dùng một lõi riêng (cáp 4 lõi) hay dùng ngay vỏ kim loại của cáp để làm dây trung tính vì vậy xác suất đứt rất nhỏ.

❷. Nối đất lặp lại bố trí tập trung: Quy định dùng cho các mạng đường dây trên không để phòng trường hợp dây trung tính bị đứt. Quy phạm quy định phải nối đất lặp lại dây trung tính tại đầu cuối của đường dây trên không có chiều dài lớn hơn 200m và cả tại điểm giữa của của đường dây có chiều dài khoảng 500 m.

❸. Nối đất lặp lại bố trí theo chu vi mạch vòng: Không phụ thuộc vào kết cấu của mạng điện (đường dây trên không hay dây cáp) đối với các thiết bị cố định (trong các phân xưởng, nhà máy sản xuất cố định...) phải dùng nối đất lặp lại dây trung tính bố trí theo chu vi mạch vòng.

5.5. CÁCH THỨC HIỆN BẢO VỆ NÓI DÂY TRUNG TÍNH:

Khi thực hiện bảo vệ nổi dây trung tính thì tất cả các phần kim loại của các thiết bị điện, của các kết cấu kim loại (như vỏ thiết bị, khung bệ của thiết bị phân phối điện, vỏ kim loại của cáp...) mà có thể xuất hiện điện áp khi có sự cố chạm vỏ đều phải được nối một cách chắc chắn với dây trung tính. Trên hình 4.4 cho ta một cách thực hiện bảo vệ nổi dây trung tính:



Hình 5-4: Ví dụ về nối dây trung tính các thiết bị

- 1 - Điểm nối vỏ thiết bị với dây trung tính.

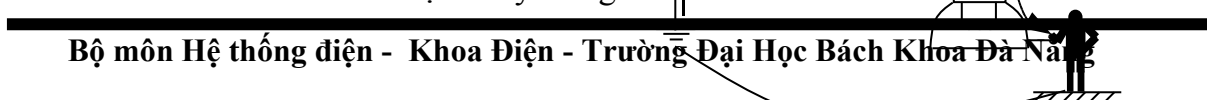
- 2 - Thiết bị đóng cắt bảo vệ (cầu dao, áp tô mát...)

- 3 - Đèn chiếu sáng. 4 - Thiết bị 2 pha.

- 5 - Thiết bị 3 pha. 6 - Nối đất lặp lại dây trung

- * Khi thực hiện bảo vệ nổi dây trung tính cần lưu ý một số điểm sau:**

- ### ❶. Để tránh làm hỏng mạch dây trung



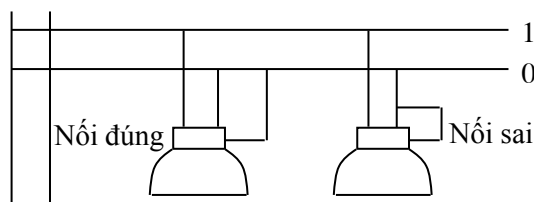
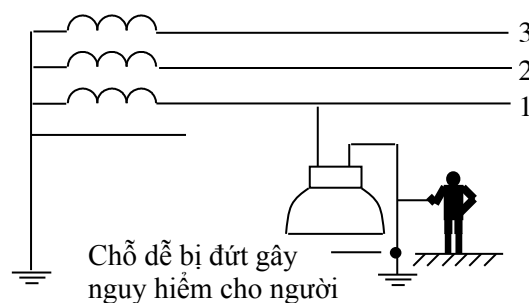
Hình 5-5: Sự nguy hiểm khi hở mạch dây trung tính

Trang

tính người ta quy định rằng dây trung tính không được đặt cầu chì, cầu dao hoặc các thiết bị đóng cắt khác (trừ trường hợp đặc biệt khi cắt đồng thời các dây pha và dây trung tính). Ví dụ như ở hình 5.5 nếu đặt cầu dao K ở mạch dây trung tính, thì lúc hở mạch (cầu dao K hở) mà người chạm vào vỏ thiết bị có nối dây trung tính sẽ có dòng điện nguy hiểm qua người ngay cả khi cách điện tốt.

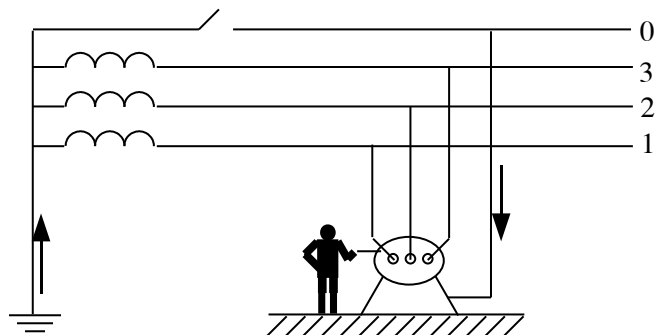
❷. Quy định rằng dây nối trung tính bảo vệ phải dùng một dây riêng, dây này không được đồng thời dùng làm dây dẫn điện, như hình 5.6:

❸. Trong mạng có trung tính trực tiếp nối đất, nếu vì một nguyên nhân nào đó mà bị mất trung tính, người ta không cho phép dùng đất như một dây dẫn (hình 5.7).

**Hình 5.6****Hình 5.7**

❹. Khi xây dựng đường dây hạ áp phải chú ý bố trí dây trung tính nằm dưới dây pha, vì nếu bố trí trên dây pha có thể gây nguy hiểm. Hình 5.8:

❺. Các dây nối bảo vệ (nối từ dây trung tính đến vỏ thiết bị) theo độ bền cơ học và chống ăn mòn phải có kích thước tối thiểu

**Hình 5.8:****Bảng 5.1**

Tiết diện tối thiểu (mm^2) của dây nối bảo vệ bằng đồng và nhôm trong các thiết bị có điện áp nhỏ hơn 1000 V.

Loại dây nối bảo vệ	Đồng	Nhôm
1. Dây trần khi đặt hở	4	6
2. Dây bọc cách điện	1,5	2,5
3. Lõi cáp hoặc dây dẫn nhiều sợi trong cùng một vỏ chung	1	1,5

❻. Trong việc sử dụng vỏ kim loại của cáp vào mục đích bảo vệ nối đất và bảo vệ nối dây trung tính cần chú ý:

Qua tính toán người ta nhận thấy rằng vỏ nhôm của cáp có thể sử dụng làm dây trung tính và dây nối bảo vệ vì nó có đủ độ dẫn điện cần thiết còn vỏ chì của cáp thường có độ dẫn điện kém hơn nên không được sử dụng làm dây trung tính hoặc dây nối bảo vệ. Ngược lại vỏ nhôm của cáp lại không được sử dụng như một điện cực nối đất (khi nó đặt trong đất) vì bên ngoài vỏ nhôm của cáp thường có lớp phủ cách điện bên ngoài (để bảo vệ nhôm chống sự ăn mòn) còn vỏ chì của cáp lại có thể sử dụng được như một điện cực nối đất khi có cáp đặt trong đất không nhỏ hơn 2.

5.6. TÍNH TOÁN BẢO VỆ NỐI DÂY TRUNG TÍNH:

Trong bảo vệ nối dây trung tính, để các thiết bị bảo vệ (như cầu chì, áp tô mát...) có thể cắt nhanh và chắc chắn phần bị chạm vỏ nguy hiểm cho người thì trị số dòng ngắn mạch (dòng chạm vỏ) phải đủ lớn, cũng như dòng điện định mức của các thiết bị bảo vệ phải chọn thích hợp. Nếu do dòng chạm vỏ bé hay dòng định mức của các thiết bị bảo vệ chọn không đúng (quá lớn) thì các thiết bị bảo vệ có thể không tác động hoặc tác động chậm gây nguy hiểm cho người vì lúc đó trên vỏ thiết bị sẽ có điện áp :

$$U = I_N \cdot Z_K$$

I_N : Dòng điện chạm vỏ (ngắn mạch) .

Z_K : Tổng trở của dây trung tính từ nguồn đến điểm ngắn mạch.

Muốn tăng dòng điện chạm vỏ I_N lên đến một giá trị đủ lớn để các thiết bị bảo vệ cắt nhanh và chắc chắn thì phải tìm cách giảm hợp lý tổng trở của mạch ngắn mạch pha- trung tính. Tổng trở của mạch pha trung tính này bao gồm tổng trở của dây pha, dây trung tính, và cả tổng trở của máy biến áp nguồn. Trong đó, tổng trở của máy biến áp đối với dòng ngắn mạch 1 pha này là gồm cả tổng trở mạch từ của nó chứ không phải chỉ là tổng trở của cuộn dây.

Tổng trở của máy biến áp đối với dòng ngắn mạch 1 pha có ảnh hưởng lớn đến trị số của dòng ngắn mạch, mà tổng trở của máy biến áp lại phụ thuộc vào tổ nối dây của máy biến áp. Nhận thấy rằng tổng trở của máy biến áp 3 pha đối với dòng ngắn mạch 1 pha sẽ lớn nhất khi các cuộn dây của nó nối Y/Δ , còn sẽ nhỏ hơn nhiều khi nối Δ/Y vì vậy muốn tăng dòng I_N thì nên dùng sơ đồ Δ/Y_0 .

Ví dụ máy biến áp Liên Xô có công suất định mức 400 KVA nên nối Y/Y_0 thì tổng trở đối với dòng ngắn mạch một pha là: $Z_B = 0,065 \Omega$, còn cũng với máy biến áp đó nếu nối Δ/Y thì Z_B chỉ bằng $0,022 \Omega$

Ngoài ra cũng có thể tăng dòng ngắn mạch bằng cách tăng hợp lý độ dẫn điện của dây trung tính (tức là giảm điện trở của dây trung tính) vì vậy người ta quy định rằng : trong bảo vệ nối dây trung tính thì độ dẫn điện của dây trung tính không được nhỏ hơn 50% độ dẫn điện của dây pha.

Xác định dòng điện ngắn mạch 1 pha: Trong mạng điện 3 pha 4 dây có trung tính trực tiếp nối đất có điện áp nhỏ hơn 1000 V thì dòng điện ngắn mạch 1 pha có

Trang

thể xác định gần đúng như sau:

$$I_N = \frac{U_f}{Z_d + \frac{Z_B}{3}}$$

Trong đó: U_f : Là điện áp pha (V).

Z_B : Là tổng trở của máy biến áp đối với dòng ngắn mạch 1 pha.

Z_d : Là tổng trở của mạch pha trung tính. Đối với các máy biến áp có công suất lớn hơn 630 KVA có thể lấy $Z_B = 0$.

Tổng trở Z_d của mạng có thể xác định như sau:

$$Z_d = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

R_d : Điện trở tác dụng của mạch pha - trung tính (gồm dây pha và dây trung tính).

$$R_d = R_f + R_{tt}$$

R_f : Điện trở dây pha.

R_{tt} : Điện trở dây trung tính.

X_d : Cảm kháng của mạch pha - trung tính.

Trong nhiều sổ tay về điện người ta thường cho chung một trị số Z_d ứng với từng loại mạng cụ thể.

Để các thiết bị bảo vệ cắt nhanh và chắc chắn khi có sự chạm vỏ bảo đảm an toàn cho người thì dòng ngắn mạch 1 pha phải thỏa mãn bất đẳng thức sau:

$$I_N \geq K_{BV} \cdot I_{dm}$$

K_{BV} : Hệ số bảo vệ, là tỉ số yêu cầu giữa dòng ngắn mạch so với dòng định mức của thiết bị bảo vệ.

I_{dm} : Dòng định mức của thiết bị bảo vệ (cầu chì, áp tô mát) cụ thể đó là :

- Dòng điện định mức của dây chảy cầu chì nếu bảo vệ bằng cầu chì.
- Dòng điện định mức của bộ phận cắt của bảo vệ bằng áp tô mát có bộ phận cắt hỗn hợp (quá tải và ngắn mạch) hay áp tô mát chỉ có bộ phận cắt quá tải (cắt nhiệt).
- Dòng điện tác động tức thời của áp tô mát chỉ có bộ phận cắt điện từ (cắt ngắn mạch).

Quy định:

- $K_{BV} \geq 3$ nếu bảo vệ bằng cầu chì hoặc áp tô mát có bộ phận cắt quá tải.
- $K_{BV} = 1,4$ nếu bảo vệ bằng áp tô mát có bộ phận cắt điện từ khi dòng điện định mức của áp tô mát $\leq 100A$ và $K_{BV} = 1.25$ khi dòng định mức của áp tô mát $> 100A$.

Trong các xưởng có nguy cơ cháy nổ thì :

- $K_{BV} \geq 4$ nếu bảo vệ bằng cầu chì .
- $K_{BV} \geq 6$ nếu bảo vệ bằng áp tô mát có bộ phận cắt quá tải.

Các trường hợp còn lại không thay đổi.

Trang

Ví dụ: Một đường dây cáp nhôm 4 ruột đặt trong ống thép nhận điện từ tủ phân phối điện áp 380/220 V, với máy biến áp công suất 1000 KVA có trung tính trực tiếp nối đất. Hãy kiểm tra lại sự làm việc của các thiết bị bảo vệ khi có ngắn mạch một pha (có chạm vỏ) tại điểm xa nhất của mạng điểm C nếu:

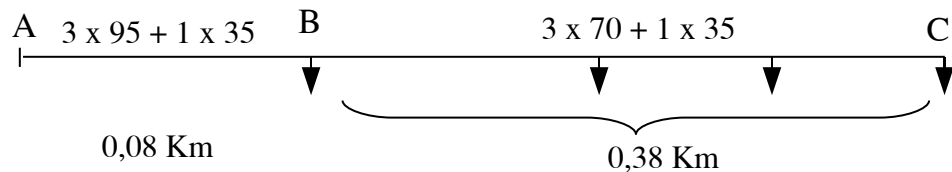
1. Mạng được bảo vệ bằng cầu chì với dòng điện định mức của dây chảy bằng 100 A : $I_{do} = 100$ A.

2. Mạng điện được bảo vệ bằng áp tô mát có bộ phận cắt hỗn hợp với dòng định mức của bộ phận cắt bằng 80 A.

3. Mạng được bảo vệ bằng áp tô mát chỉ có bộ phận cắt điện từ (ngắn mạch) với dòng điện tác động tức thời bằng 200 A.

Cho biết các loại áp tô mát trên đều có dòng định mức lớn hơn 100 A.

Sơ đồ mạng:

**GIẢI:**

Ta có điều kiện để kiểm tra là :

$$I_N \geq K_{BV} \cdot I_{dm}$$

Trước hết ta xác định dòng ngắn mạch I_N khi có ngắn mạch tại điểm xa nhất, điểm C là:

Với cáp : 3 x 95 + 1 x 35 có $Z_{do1} = 1,45 \Omega/\text{Km}$.

Với cáp : 3 x 70 + 1 x 35 có $Z_{do2} = 1,59 \Omega/\text{Km}$.

Vì ở đây công suất định mức của máy biến áp $S_{dm} = 1000$ KVA nên một cách gần đúng ta có thể lấy $Z_B = 0$.

Tổng trở của mạch pha - trung tính tính từ nguồn (máy biến áp) đến điểm xa nhất C là:

$$Z_d = 1,45 \cdot 0,08 + 1,59 \cdot 0,38 = 0,72 \Omega$$

Vậy:
$$I_N = \frac{U_f}{Z_d + Z_B / 3} = \frac{229}{0,72} = 306 \text{ A}.$$

Bây giờ ta tiến hành kiểm tra sự làm việc của các thiết bị bảo vệ trong 3 trường hợp đã cho.

*** Trường hợp 1:**

Khi dùng cầu chì bảo vệ ta có : $K_{BV} = 3$; $I_{dm} = I_{do} = 100$ A.

$$I_{dm} \cdot K_{BV} = 3 \cdot 100 = 300 \text{ A} < I_N = 306 \text{ A}.$$

Vậy nếu dùng cầu chì để bảo vệ với $I_{do} = 100$ A thì bảo đảm cắt chắc chắn khi có

Trang

sự ngắn mạch (chạm vỏ) bảo vệ an toàn cho người .

*** Trường hợp 2:**

Khi dùng áp tô mát có bộ phận cắt hỗn hợp (có bộ phận cắt nhiệt) ta có :

$$K_{BV} = 3 \quad , \quad I_{dm} = I_0 = 80 \text{ A.}$$

$$\text{Vậy:} \quad K_{BV} \cdot I_{dm} = 3 \cdot 80 = 240 \text{ A} < I_N = 306 \text{ A} .$$

Do đó bảo vệ cũng sẽ tác động tốt.

*** Trường hợp 3:**

Khi dùng áp tô mát chỉ có bộ phận cắt điện từ, ta có:

$$I_{dm} = 200 \text{ A} \quad , \quad K_{BV} = 1,25$$

$$\text{Vậy :} \quad I_{dm} \cdot K_{BV} = 200 \cdot 1,25 = 250 \text{ A} < I_N = 306 \text{ A}.$$

Do đó bảo vệ cũng sẽ tác động tốt.

Tóm lại: Dùng 1 trong 3 phương án trên để bảo vệ sẽ bảo đảm tác động tốt khi xảy ra ngắn mạch (chạm vỏ) một pha, vì vậy bảo vệ an toàn cho người

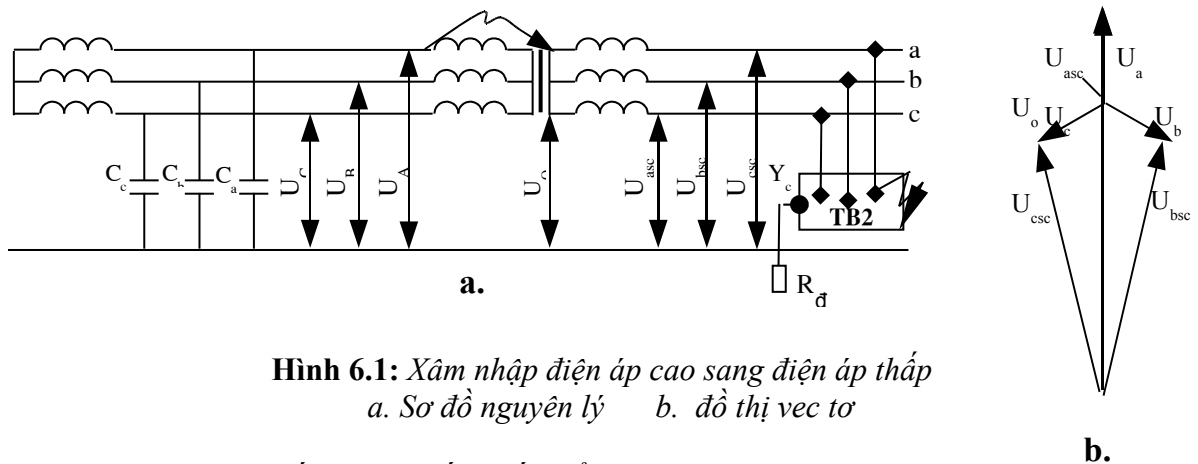
CHƯƠNG 6

BẢO VỆ CHỐNG SỰ XÂM NHẬP ĐIỆN ÁP CAO SANG ĐIỆN ÁP THẤP

6.1. Sự nguy hiểm khi có sự xâm nhập từ điện áp cao sang điện áp thấp

Khi cách điện của máy biến áp bị hư hỏng thì không những có thể xảy ra hiện tượng chạm vỏ mà còn có thể có sự xâm nhập từ điện áp phía cao (sơ cấp) sang phía thấp (thứ cấp). Lúc này phía thứ cấp có điện áp cao rất nguy hiểm không những cho người mà còn cho các thiết bị. Ta lần lượt xét các trường hợp sau:

6.1.1. Mạng điện phía sơ cấp và thứ cấp đều có trung tính cách điện:



Hình 6.1: Xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp
a. Sơ đồ nguyên lý b. đồ thị vectơ

Giả sử máy biến áp có cấp biến đổi điện áp là 6000/380V và phía sơ và thứ cấp đều trung tính cách điện đối với đất. Cũng giả thiết rằng điện trở cách điện và điện dung của các pha trong mạng điện là như nhau thì:

$$U_A = U_B = U_C = \frac{6000}{\sqrt{3}} = 3460V$$

Khi có sự xâm nhập điện áp cao từ phía sơ cấp sang phía thứ cấp thì trung tính phía điện áp 380 sẽ nối điện với phía điện áp cao do đó nó cũng có điện áp bằng 3460V. Nếu tổ nối dây của máy biến áp là Y/Y₀ thì trung tính hạ áp sẽ có điện áp trùng với điện áp pha A của phía cao áp

Do vậy từ đồ thị vectơ ta có:

Điện áp pha a phía sơ cấp so với đất:

$$U_{asc} = 3460 + 220 = 3680 V$$

Điện áp pha b,c so với đất:

$$U_{bsc} = U_{csc} = |3460 + a^2 \cdot 220| = |3460 + a \cdot 220| = 3350V$$

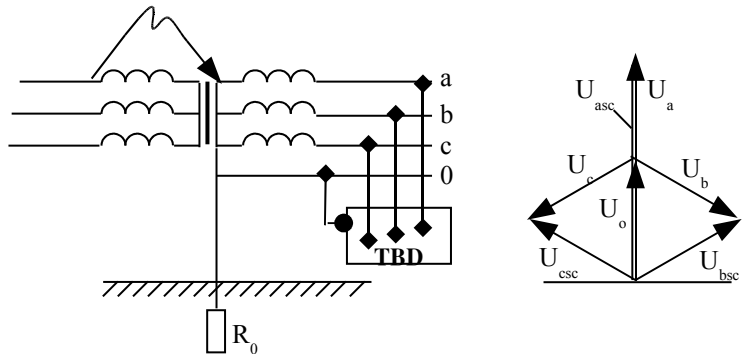
Như vậy khi có sự xâm nhập điện áp từ phía cao sang phía thấp thì điện áp các pha ở phía thứ cấp sẽ tăng lên rất cao. Vì cách điện của thiết bị điện và lưới điện phía hạ áp không được tính toán với giá trị điện áp cao (khi có sự xâm nhập điện áp) nên sự xâm nhập điện áp này rất nguy hiểm vì nó sẽ phá hỏng cách điện của các thiết bị điện hạ áp, kết quả là sẽ xuất hiện dòng chạm đất từ mạng hạ áp qua điện trở nối đất của các thiết bị hạ áp (thường có trị số không quá 4Ω) về nguồn cao áp, đây chính là dòng chạm đất trong mạng có trung tính cách điện có trị số không lớn ($5\div 30A$). Lúc này điện áp trên vỏ thiết bị hạ áp sẽ là $U=I_d.R_d$ vẫn có thể gây nguy hiểm cho người. (ví dụ nếu $I_d=20A$, $R_d=10$ thì $U=20.10=200V$ - nguy hiểm).

Tóm lại khi có sự xâm nhập điện áp cao từ mạng sơ cấp (có trung tính cách điện) sang mạng thứ cấp (hạ áp- cũng có trung tính cách điện) thì sẽ nguy hiểm không những cho người mà cả cho các thiết bị điện hạ áp.

6.1.2. Mạng điện sơ cấp có trung tính cách điện còn phía hạ áp có trung tính trực tiếp nối đất:

Lúc này nếu có sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp thì sẽ có sự chạm đất một pha của mạng cao áp và dòng điện này (dòng điện dung) có thể xác định theo công thức:

$$I_d = \frac{U.(35.l_c + l_d)}{350} \quad (A)$$



Hình 6.2

Trong đó: U : điện áp dây của mạng cao áp.

l_c, l_d : chiều dài của các mạng điện cáp và mạng đường dây trên không có sự liên hệ về điện với nhau (km).

Từ đồ thị vectơ ta có điện áp các dây pha so với đất sẽ bằng:

Pha a: $U_{asc} = I_d.R_0 + 220 = U_0 + 220$

R_0 : điện trở nối đất của trung tính nguồn.

Giả sử $R_0 = 4\Omega$ và $I_d = 30A$:

Pha a: $U_{asc} = 4.30 + 220 = 340V$

Pha b,c: $U_{bsc} = U_{csc} = |120 + a.220| = |120 + a^2.220| = 190V$

Trong trường hợp này điện áp lớn nhất trên dây trung tính (cũng chính là điện áp trên vỏ các thiết bị điện hạ áp) cũng có thể có giá trị tương đối cao và bằng :

$$U_0 = I_d.R_0$$

Với trị số dòng chạm đất trong mạng này (cao áp có trung tính cách điện) thường không lớn (khoảng 5-30A) thì nếu R_0 lớn thì U_0 có thể sẽ nguy hiểm cho người. Trị

Trang

số điện áp này phụ thuộc vào điện trở nối đất của trung tính R_0 , nếu R_0 lớn thì điện áp sẽ lớn và ngược lại. Tuy nhiên với các thiết bị hạ áp, khi có xâm nhập điện áp cao sang thấp thì điện áp của các pha so với vỏ thiết bị (đã được nối với dây trung tính) vẫn không thay đổi và bằng điện áp pha nên không nguy hiểm cho thiết bị hạ áp.

6.2. Các biện pháp bảo vệ chống xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp:

6.2.1. Mạng điện có trung tính cách điện phía sơ cấp (cao áp) và có trung tính trực tiếp nối đất phía hạ áp:

Các biện pháp bảo vệ chính là:

- Chế tạo, sử dụng các MBA có chất lượng tốt, lúc cần thiết có thể phải sử dụng loại MBA có thêm màn che giữa cuộn sơ và thứ cấp.

- Chọn giá trị nối đất cuộn hạ áp của MBA R_0 thích hợp. Qua phân tích trên ta thấy trong trường hợp này khi có sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp ta có thể giảm điện áp của các pha phía hạ áp so với đất bằng cách chọn giá trị điện trở nối đất trung tính R_0 một cách thích hợp.

Quy phạm quy trình chọn $R_0 \leq 4 \Omega$ (với mạng 380/220 V) là thỏa mãn

- Thực hiện nối đất lặp lại dây trung tính nhiều lần.

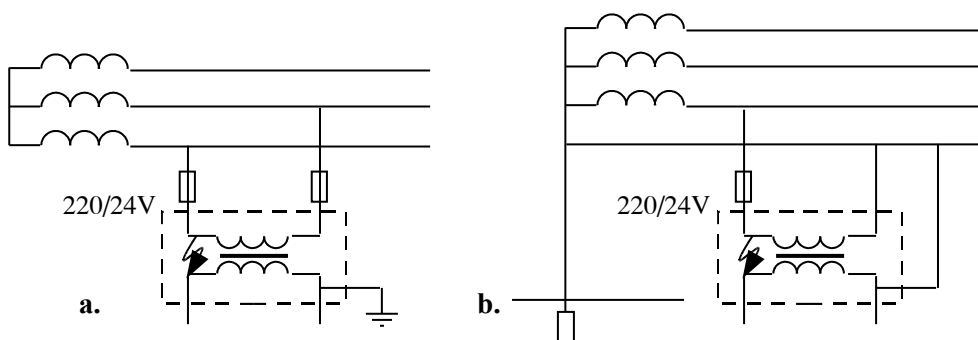
$$\text{Vì lúc này: } U = I_d \cdot R_{td} = I_d \cdot \frac{R_0 \cdot R_l}{R_0 + R_l} < I_d \cdot R_0$$

Trong đó: - R_{td} : điện trở tương đương của các điện trở nối đất lặp lại.

6.2.2. Mạng điện có trung tính cách điện phía sơ cấp (cao áp) và có trung tính cách điện phía hạ áp:

Trong trường hợp này, ngoài các biện pháp bảo vệ như ở mạng có trung tính cách điện ở phía cao áp (mục 5.2.1 ở trên), thì cần phải tính toán, chỉnh định bảo vệ rơ le để có thể cắt nhanh lưới cao áp (phía sơ cấp MBA) khi có xâm nhập điện áp cao sang thấp.

6.2.3. Bảo vệ chống sự xâm nhập điện áp cao sang điện áp thấp khi điện áp cuộn sơ cấp bé hơn 1000V.



Hình 6.3. Cách nối máy biến áp có điện áp phía sơ cấp nhỏ hơn 1000V

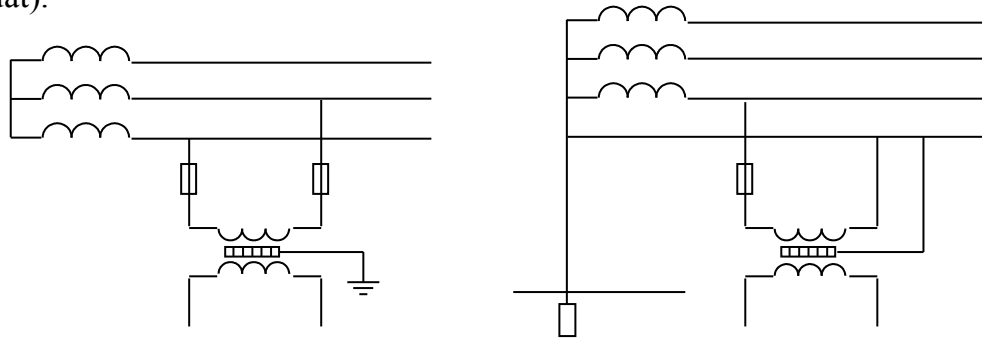
a. Mạng điện có trung tính cách điện

b. Mạng điện có trung tính nối đất

Trong

Trang

các trường hợp khi điện áp cuộn sơ cấp bé hơn 1000V, để chống sự xâm nhập điện áp từ phía cuộn sơ cấp sang phía thứ cấp người ta phải nối đầu dây của cuộn thứ cấp với đất (trong mạng có trung tính cách điện) hoặc với dây trung tính (trong mạng có trung tính nối đất).



Ngoài các biện pháp nối đất và nối dây trung tính như đã xét còn có thêm biện pháp nối đất phụ hoặc nối đất trung tính phụ tức là đặt thêm một cuộn chắn giữa cuộn sơ và cuộn thứ cấp của máy biến áp và cuộn phụ này lại được nối đất hoặc nối dây trung tính (phụ thuộc vào chế độ trung tính của mạng).

CHƯƠNG 7

ẢNH HƯỞNG CỦA TRƯỜNG ĐIỆN TỪ VÀ ĐỀ PHÒNG TÍNH ĐIỆN

7.1. TRƯỜNG ĐIỆN TỪ TẦN SỐ CAO VÀ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CON NGƯỜI

Hiện nay trong nhiều ngành kinh tế, quốc phòng, trong các phòng nghiên cứu chúng ta sử dụng nhiều thiết bị máy móc liên quan đến điện trường tần số cao như radar trong quốc phòng và các sân bay....

Ở nhiều ngành công nghiệp năng lượng của dòng điện tần số cao được dùng để đốt nóng kim loại như khi đúc, rèn nhiệt luyện, tán nổi và còn dùng để sấy, dán thiêu kết các chất phi kim loại.

Trường điện từ tần số cao thường là trường điện từ của các thiết bị công nghiệp có tần số trong khoảng từ $3 \cdot 10^4$ đến $3 \cdot 10^6$ Hz.

Ta nhận thấy rằng xung quanh dòng điện xuất hiện đồng thời điện trường và từ trường. Khi dòng điện là dòng xoay chiều thì điện trường và từ trường liên hệ với nhau coi chung thành một trường điện từ thống nhất.

Trường điện từ tần số cao có khả năng lan truyền trong không gian với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng, và khi lan truyền nó mang theo năng lượng

Trường điện từ có tác dụng bất lợi đến cơ thể con người và đáng ngại là cơ thể con người không có cảm giác gì khi có tác dụng của trường điện từ.

Tác hại của trường điện từ đến cơ thể con người:

Gần nguồn cao tần hình thành hai vùng cảm ứng và bức xạ

Cách nguồn với khoảng cách bằng $1/6$ bước sóng là vùng cảm ứng chiếm ưu thế. Ngoài vùng này là vùng bức xạ. Nếu ở trong vùng cảm ứng con người sẽ chịu tác dụng của trường từ và trường điện theo chu kỳ, còn ở vùng bức xạ thì con người chịu tác dụng một điện từ trường với các thành phần điện, từ bằng nhau đồng thời thay đổi.

Cường độ điện từ trường nơi làm việc có thể thay đổi phụ thuộc vào công suất máy phát sóng, khoảng cách tới nguồn và sự phản xạ các bề mặt bao quanh.

Mức độ tác dụng của điện từ trường lên cơ thể con người phụ thuộc vào độ dài bước sóng, chế độ làm việc của nguồn (xung hay liên tục), cường độ bức xạ, thời gian tác dụng, khoảng cách từ nguồn đến cơ thể và sự cảm thụ riêng của từng người.

Tần số càng cao (nghĩa là bước sóng càng ngắn), năng lượng điện từ mà cơ thể hấp thụ càng tăng:

- Tần số cao 20%
- Tần số siêu cao 25%
- Tần số cực cao 50%

Song tác hại của sóng điện từ không chỉ phụ thuộc vào năng lượng bức xạ bị hấp thụ, mà còn phụ thuộc vào độ thâm sâu của sóng bức xạ vào cơ thể. Độ thâm sâu càng cao thì tác hại càng nhiều. Độ thâm sâu cho trong bảng dưới đây và năng lượng hấp thụ nêu trên có thể làm rõ các đặc tính sau đây của sóng điện từ: sóng decimet gây biến đổi lớn nhất đối với cơ thể so với sóng centimet và sóng met. Sóng milimet gây tác dụng bệnh lý rất ít so với sóng centimet và decimet.

Bước sóng	Độ thâm sâu
Loại milimet	Bề mặt lớp da
Loại centimet	Da và các tổ chức dưới da
Loại decimet	Vào sâu trong các tổ chức khoảng 10-15cm
Loại met	Vào sâu hơn 15cm

Dưới tác dụng của trường điện từ tần số cao, các ion của các tổ chức cơ thể sẽ chuyển động, trong các tổ chức này sẽ xuất hiện một dòng điện cao tần do đó một phần năng lượng của trường bị thâm hút.

Trị số độ truyền dẫn của tổ chức cơ thể tỉ lệ với thành phần chất lỏng có trong tổ chức. Độ truyền dẫn mạnh nhất là ở máu và ở các bắp thịt, còn yếu nhất là trong các mô mỡ. Chiều dày lớp mỡ ở nơi bị bức xạ có ảnh hưởng đến mức độ phản xạ sóng bức xạ ra ngoài cơ thể. Đại não, tuỷ xương sống có lớp mô mỏng, còn mắt thì hoàn toàn không có nên các bộ phận này chịu tác dụng nhiều hơn cả.

Chịu tác dụng của trường điện từ có tần số khác nhau và cường độ lớn hơn cường độ giới hạn cho phép một cách có hệ thống và kéo dài sẽ dẫn đến sự thay đổi một số chức năng của cơ thể, trước hết là hệ thống thần kinh trung ương, mà chủ yếu là làm rối loạn hệ thần kinh thực vật và rối loạn hệ thống tim mạch. Sự thay đổi đó có thể làm nhức đầu, dễ mệt mỏi, khó ngủ hoặc buồn ngủ nhiều, suy yếu toàn thân, sinh ra nóng nảy và hàng loạt triệu chứng khác. Ngoài ra nó có thể làm chậm mạch, giảm áp lực máu, đau tim, khó thở, làm biến đổi gan và lá lách.

Tác dụng của năng lượng điện từ trường tần số siêu cao có thể làm biến đổi máu, giảm sự thính mũi, biến đổi nhân mắt.

Sóng vô tuyến còn có thể gây rối loạn kinh nguyệt của phụ nữ. Nói chung phụ nữ chịu tác hại của sóng điện từ nhiều hơn nam giới.

Căn cứ để đánh giá tác hại của trường điện từ có thể là cường độ tác dụng của trường biểu thị bằng vôn/met. Trị số giới hạn cho phép ở chỗ làm việc là 5V/m còn đối với các lò cảm ứng để tôi, đúc kim loại cho phép đến 10V/m do điều kiện không bao che được thiết bị.

Ngoài ra người ta còn dùng mật độ dòng công suất được xác định bằng năng lượng truyền qua diện tích 1cm² vuông góc với phương truyền sóng trong một giây. Đơn vị tính là $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, mW/cm^2 , W/cm^2 .

Trị số cường độ bức xạ giới hạn cho phép của trường điện từ tần số cao tại chỗ làm việc được xác định như sau: Khi chịu tác dụng cả ngày làm việc thì cường độ bức

xạ không lớn hơn $10\mu\text{W}/\text{cm}^2$, khi chịu tác dụng không quá 2h trong một ngày thì không lớn hơn $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$, khi chịu tác dụng không quá 15-20phút trong một ngày thì không lớn hơn $1\text{mW}/\text{cm}^2$ và khi đó nhất thiết phải đeo kính để bảo vệ mắt.

7.2. Các biện pháp phòng chống

Các cuộn cảm ứng là nguồn điện từ trường cao (cao tần). Trường bên trong ống nguy hiểm hơn trường bên ngoài ống dây cảm ứng. Đối với tụ điện tạo nguồn cao tần, để nung nóng các chất cách điện thì trường giữa hai tấm của tụ điện lớn hơn trường phía ngoài. Nguồn trường còn có thể là các phần tử riêng của máy phát các cuộn dây, tụ điện các dây dẫn.... tùy điều kiện công nghệ có thể đặt trong gian nhà sản xuất chung nhưng cần che phủ kín luồng công nghệ của nó; tốt nhất là đặt chúng trong các phòng riêng biệt.

Trong khi sử dụng các thiết bị cao tần cần chú ý đề phòng điện giật, tuân thủ các quy tắc an toàn. Phần kim loại của thiết bị phải được nối đất. Các dây nối đất phải ngắn và không cuộn tròn thành nguồn cảm ứng.

Các thiết bị cao tần cần được rào chắn, bao bọc để tránh tiếp xúc phải những phần có điện thế, cần có các panen và các bảng điều khiển, khi cần phải điều khiển từ xa.

Nước làm nguội thiết bị cũng có điện áp cần phải tìm cách nối đất.

Để bao vây vùng có điện từ trường, người ta dùng các màn chắn bằng những kim loại có độ dẫn điện cao, vỏ máy cũng cần nối đất.

Diện tích làm việc cho mỗi công nhân làm việc phải đủ rộng.

Trong phòng đặt các thiết bị cao tần không nên có những dụng cụ bằng kim loại nếu không cần thiết, vì sẽ tạo ra nguồn bức xạ điện từ thứ cấp.

Vấn đề thông gió cần được đặt ra theo yêu cầu về thông gió, chú ý là chụp hút đặt trên miệng lò không được làm bằng kim loại vì sẽ bị cảm ứng.

7.3. Ảnh hưởng trường điện từ tần số công nghiệp

Điện trường của đường dây và trạm điện cao thế (tần số 50Hz) đặc biệt là các đường dây và trạm 220kV đến 500kV thường có trị số khá cao. Khi làm việc, sống ở rất gần các đường dây, thiết bị của trạm thì cường độ điện trường rất lớn và gây nguy hiểm cho người

Khi thiết kế, xây lắp người ta đã tính đến mức độ an toàn cho dân cư nhưng nếu vi phạm quy định về khoảng cách an toàn thì sẽ bị ảnh hưởng nguy hiểm. Tiêu chuẩn hiện hành của ngành điện lực quy định:

- Khu dân cư, khu vực có người làm việc thường xuyên cường độ điện trường phải dưới $5\text{kV}/\text{m}$ (dưới $5\text{kV}/\text{m}$ là giới hạn an toàn).
- Cấm người đi vào trong vùng điện trường có cường độ trên $20\text{kV}/\text{m}$
- Khi công nhân làm việc trong vùng có cường độ điện trường lớn hơn $5\text{kV}/\text{m}$

thì phải có biện pháp bảo vệ hay phải giảm thời gian làm việc trong trường.

Để hạn chế tác hại của điện trường người ta phải áp dụng các biện pháp: mặc quần áo chắn đặc biệt, dùng các lưới chắn, lồng chắn ...để giảm cường độ điện trường tác dụng lên người. Ngoài ra các công trình khác ở gần các đường dây cao thế 220kV-500kV thì các bộ phận kim loại của công trình cần được nối đất.

7.4. Đề phòng tĩnh điện

7.4.1. Hiện tượng tĩnh điện

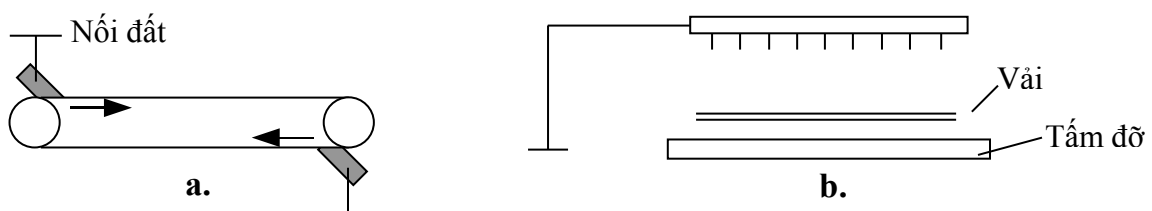
Trong quá trình sản xuất, ở một số dây chuyền công nghệ chúng ta thường gặp hiện tượng tích và phóng điện tĩnh điện như: dệt vải, len, cuộn sợi vải, giấy, sợi PVC, cán cao su, phủ sơn trên vải hay giấy, rót và vận chuyển dầu...Đó là hiện tượng tích điện ở một số loại nguyên vật liệu có tính cách điện, một số chất lỏng khi chúng chuyển động và cọ xát.

Khi đã tích điện đến điện thế cao, điện tích lớn thì sẽ xảy ra hiện tượng phóng điện. Điện thế tĩnh điện có trị số thay đổi phụ thuộc vào loại vật liệu, điều kiện môi trường, độ ẩm, vận tốc chuyển động và có thể từ vài KV đến vài chục KV hoặc cao hơn. Khi người công nhân chạm vào sợi, vào băng cao su, giấy, vải đang cuộn thường bị điện giật, có thể nguy hiểm cho người hoặc gây cảm giác khó chịu. Trong một số môi trường nó còn gây nên cháy nổ (khi có xăng dầu, khí dễ cháy, vật liệu nổ).

7.4.2. Các biện pháp phòng tránh ảnh hưởng của tĩnh điện

Để phòng tránh nguy hiểm của phóng điện do tĩnh điện người ta áp dụng nhiều biện pháp khác nhau hoặc không để xuất hiện sự tích điện, hoặc trung hoà điện tích, hoặc dẫn điện tích xuống đất. Có thể dẫn ra các biện pháp cơ bản sau:

- Làm tăng độ ẩm của nguyên vật liệu và môi trường (thường thì nếu độ ẩm nguyên vật liệu cao tức là độ ẩm trên 85% thì khả năng tích điện sẽ giảm cơ bản)
- Làm tăng điện dẫn của nguyên vật liệu (phải phun hay bôi một số chất để tăng độ dẫn điện của nguyên vật liệu)
- Dẫn điện tích xuống đất: như dùng lược hay bàn chải bằng kim loại được nối đất (răng lược, bàn chải chạm vào sợi vải, len, băng cao su)



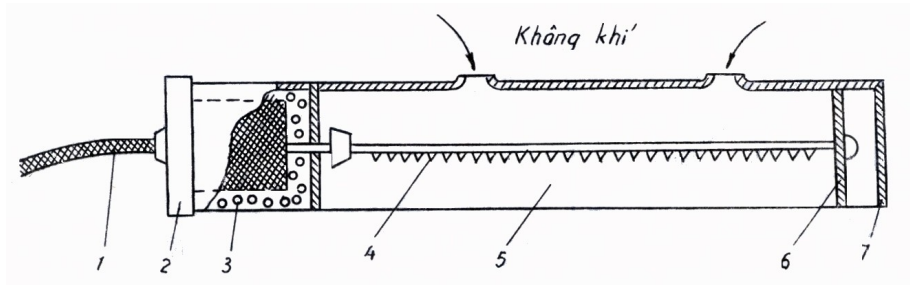
Hình 7.1: Khử tĩnh điện bằng chổi (a), lược (b)

- Trung hoà điện tích dùng thiết bị phát ra các ion trung hoà điện tích trên

Trang

nguyên vật liệu (dùng tia cực tím, tia roghen, phóng xạ, điện trường)

- Nối đất các rulô, trục kim loại trên dây chuyền hay các thùng, bể xitéc, đồ đựng, rót xăng dầu.



Hình 7.2: Sơ đồ thiết bị trung hoà loại ion hoá cao tần
1. Dây dẫn; 2. Nắp; 3. Biến áp; 4. Đầu phóng điện.
5. Tấm đồng; 6. Tấm cách điện.; 7. Nắp

CHƯƠNG 8

DỤNG CỤ, PHƯƠNG TIỆN CẦN THIẾT CHO AN TOÀN ĐIỆN. CẤP CỨU NGƯỜI KHI BỊ ĐIỆN GIẬT

8.1. CÁC BIỆN PHÁP BẢO VỆ AN TOÀN CHO NGƯỜI TRÁNH BỊ ĐIỆN GIẬT

8.1.1. Các quy tắc chung để đảm bảo an toàn điện

Để đảm bảo an toàn điện cần phải thực hiện đúng các quy định:

- ❶. Phải che chắn các thiết bị và bộ phận của mạng điện để tránh nguy hiểm khi tiếp xúc bất ngờ vào vật dẫn điện.
- ❷. Phải chịu đúng điện áp sử dụng và thực hiện nối đất hoặc nối dây trung tính các thiết bị điện cũng như thấp sáng theo đúng tiêu chuẩn.
- ❸. Nghiêm chỉnh sử dụng các thiết bị, dụng cụ an toàn và bảo vệ khi làm việc.
- ❹. Tổ chức kiểm tra, vận hành theo đúng các quy tắc an toàn.
- ❺. Phải thường xuyên kiểm tra cách điện của các thiết bị cũng như của hệ thống điện.

Qua thực tế cho thấy, hầu hết các trường hợp để xảy ra tai nạn điện giật thì nguyên nhân chính không phải là do thiết bị không hoàn chỉnh, cũng không phải là do thiết bị không hoàn chỉnh, cũng không phải do phương tiện bảo vệ an toàn chưa đảm bảo mà chính là do vận hành không đúng quy cách, trình độ vận hành kém, sức khỏe không đảm bảo. Để vận hành an toàn cần phải thường xuyên kiểm tra sửa chữa thiết bị, chọn cán bộ kỹ thuật, mở các lớp huấn luyện về chuyên môn...

Cần kiểm tra thiết bị thường xuyên, tu sửa thiết bị theo định kỳ, và theo đúng quy trình vận hành.

Để tránh tình trạng thao tác nhầm không đúng gây sự cố và nguy hiểm cho người thì cần phải vận hành thiết bị điện theo đúng quy trình với sơ đồ nối điện của đường dây bao gồm tình trạng thực tế của thiết bị điện và những điểm có nối đất. Các thao tác phải được tiến hành theo mệnh lệnh, trừ các trường hợp xảy ra tai nạn mới có quyền tự động thao tác rồi mới báo cáo sau.

8.1.2. Các biện pháp kỹ thuật an toàn điện

Để phòng ngừa, hạn chế tác hại do tai nạn điện, cần áp dụng các biện pháp kỹ thuật an toàn điện sau:

** Các biện pháp chủ động để phòng xuất hiện tình trạng nguy hiểm có thể gây tai nạn*

- Đảm bảo cách điện của thiết bị điện.
- Đảm bảo khoảng cách an toàn, bao che, rào chắn các bộ phận mang điện.

- Sử dụng điện áp thấp, máy biến áp cách ly.
- Sử dụng tín hiệu, biển báo, khoá liên động.

** Các biện pháp để ngăn ngừa, hạn chế tai nạn điện khi xuất hiện tình trạng nguy hiểm*

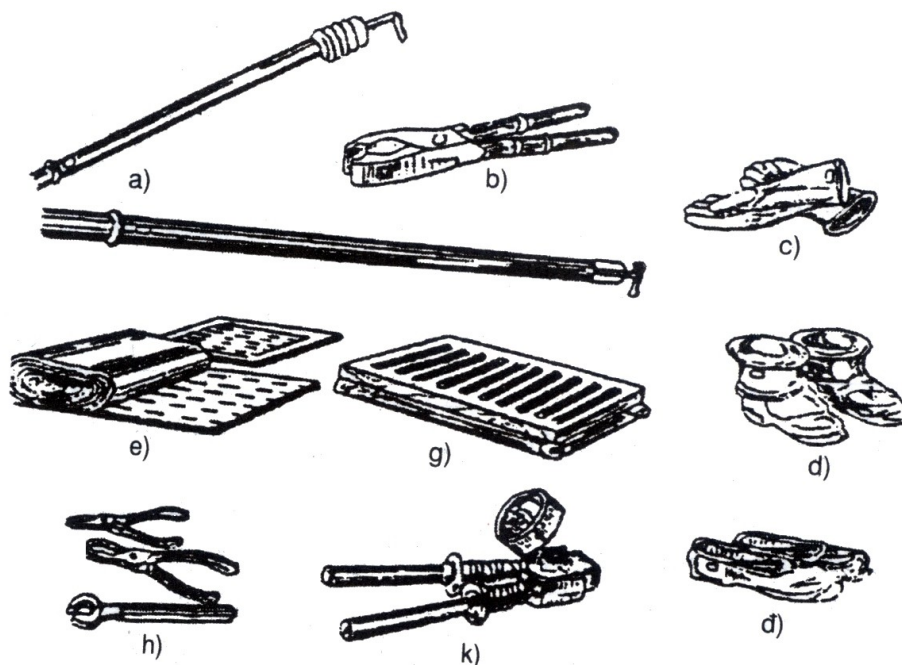
- Thực hiện nổi không bảo vệ.
- Thực hiện nổi đất bảo vệ, cân bằng thế.
- Sử dụng máy cắt điện an toàn.
- Sử dụng các phương tiện bảo vệ dụng cụ phòng hộ.

8.2. Phương tiện bảo vệ và dụng cụ kiểm tra điện cho người khi làm việc

Để bảo vệ con người khi làm việc với các thiết bị điện khỏi bị tác dụng của dòng điện, hồ quang cần phải sử dụng các phương tiện bảo vệ cần thiết. Các phương tiện bảo vệ chia thành nhóm:

1. Phương tiện cách điện, tránh điện áp (bước, tiếp xúc, làm việc) gồm: sào cách điện, kim cách điện, dụng cụ có tay cầm cách điện, găng tay cao su, giày cao su, ủng cao su, đệm cách điện cao su.
2. Thiết bị thử điện di động, kim đo dòng điện.
3. Bảo vệ nổi đất di chuyển tạm thời, hàng rào, bảng báo hiệu.
4. Phương tiện bảo vệ tránh tác dụng của hồ quang, mảnh kim loại bị nung nóng, các hư hỏng cơ học: kính bảo vệ, găng tay bằng vải bạt, dụng cụ chống khí độc.

8.2.1. Cấu tạo một số phương tiện bảo vệ cách điện:



Hình 8.1: Phương tiện bảo vệ và dụng cụ

- a. Sào cách điện; b. Kim cách điện; c. Găng tay điện môi
d. Giày ủng; đ. Ủng điện môi; e. Đệm và thảm cao su; g. Bê cách điện
h. Những dụng cụ sửa chữa có tay cầm cách điện; k. Cái chỉ điện áp di động

Phương tiện bảo vệ cách điện chia làm hai loại chính và phụ. Phương tiện bảo vệ chính có cách điện đảm bảo không bị điện áp của thiết bị chọc thủng, có thể dùng chúng để sờ trực tiếp những phần mạng điện. Phương tiện bảo vệ phụ chỉ làm phương tiện phụ vào phương tiện chính bản thân chúng không thể bảo vệ.

Loại bảo vệ	Điện áp cao hơn 1000V	Điện áp thấp hơn 1000V
Chính	Sào, kìm	Sào, kìm, găng tay cách điện, dụng cụ của thợ điện có cán cách điện (10cm)
Phụ	Găng tay cách điện, đệm, bệ, giày ống ngắn và dài	Giày, đệm, bệ cách điện

a. Sào cách điện

Sào cách điện dùng trực tiếp để điều khiển dao cách li, đặt nối đất di động, thí nghiệm cao áp. Gồm 3 phần: phần cách điện, phần làm việc và phần cầm tay. Độ dài của sào phụ thuộc vào điện áp. Khi dùng sào cần đứng trên bệ cách điện, tay đeo găng cao su, chân mang giày cao su.

Điện thế định mức của thiết bị (KV)	Độ dài của phần cách điện (m)	Độ dài tay cầm (m)
Dưới 1kV	Không có tiêu chuẩn	Tuỳ theo sự liên hệ
Trên 1kV dưới 10kV	1,0	0,5
Trên 10kV dưới 35kV	1,5	0,7
Trên 35kV dưới 110kV	1,8	0,9
Trên 110kV dưới 220kV	3,0	1,0

b. Kìm cách điện

Kìm cách điện dùng để đặt và lấy cầu chì, đẩy các nắp cách điện bằng cao su. Kìm là phương tiện chính dùng với điện áp dưới 35kV. Gồm 3 phần: phần làm việc, phần cách điện, phần cầm tay.

Điện thế định mức của thiết bị (KV)	Độ dài của phần cách điện (m)	Độ dài tay cầm (m)
10	0,45	0,15
35	0,75	0,2

c. Găng tay điện môi, giày ống, đệm lót

Dùng với thiết bị điện, các dụng cụ này được sản xuất riêng với cấu tạo phù hợp với quy trình.

d. Bệ cách điện:

Bệ cách điện có kích thước khoảng 75 x 75 nhưng không quá 150 x 150cm, làm bằng gỗ tấm ghép. Khoảng cách giữa các tấm gỗ không quá 2,5cm. Chiều cao bệ

từ sàn gỗ đến nền nhà không nhỏ hơn 10cm.

8.2.2. Thiết bị thử điện di động

Thiết bị thử điện di động dùng để kiểm tra có điện áp hay không và để định pha. Dụng cụ có bóng đèn neon, đèn sáng khi có dòng điện dung đi qua. Kích thước thiết bị phụ thuộc vào điện áp, kích thước tối thiểu như sau:

Điện thế định mức của thiết bị (kV)	Độ dài giá đỡ (mm)	Độ dài tay cầm (mm)	Độ dài chung (mm)
10	320	110	680
10 ÷ 35	510	120	1060

Khi dùng thiết bị thử điện chỉ đưa vào thiết bị thử đến mức cần thiết để có thể thấy sáng. Chạm vào thiết bị chỉ cần khi vật được thử không có điện áp.

8.2.3. Thiết bị bảo vệ nối đất tạm thời di động

Bảo vệ nối đất tạm thời di động là phương tiện bảo vệ khi làm việc ở những chỗ đã ngắt mạch điện nhưng dễ có khả năng đưa điện áp nhầm vào hoặc dễ bị xuất hiện điện áp bất ngờ trên chúng.

Cấu tạo gồm những dây dẫn để ngắn mạch pha, cần nối đất với các chốt để nối vào phần mang điện. Chốt phải chịu được lực điện động khi có dòng ngắn mạch. Các dây dẫn làm bằng đồng tiết diện không bé hơn 25mm². Chốt phải có chỗ để tháo dây ngắn mạch bằng đòn.

Nối đất chỉ được thực hiện khi đã kiểm tra, không đóng điện vào bộ phận được nối đất. Đầu tiên nối đầu cuối của cái nối đất vào đất sau đó thử có điện áp hay không rồi nối dây vào vật mang điện. Khi tháo nối đất thì làm ngược lại.

8.2.4. Những cái chắn tạm thời di động, nắp đậy bằng cao su

Cái chắn tạm thời di động bảo vệ cho người thợ sửa chữa khỏi bị chạm vào điện áp. Những vật này làm bình phong để ngăn cách, chiều cao chừng 1,8m.

Vật lót cách điện đặt che vật mang điện phải làm bằng vật mềm, không cháy (cao su, tectolit, bakelit...). Có thể dùng chúng ở những thiết bị dưới 10 kV trong trường hợp không tiện dùng bình phong.

Bao đậy bằng cao su để cách điện dao cách ly phải chế tạo sao cho dễ đậy và tháo dễ dàng bằng kim.

8.2.5. Bảng báo hiệu

Cần có các bảng báo hiệu để báo trước sự nguy hiểm cho người đến gần vật mang điện, cấm thao tác những thiết bị gây ra tai nạn chết người, để nhắc nhở...

Các loại bảng báo hiệu sau:

❶. Bảng báo trước:

“Điện thế cao - nguy hiểm” “Đứng lại - điện thế cao”
“Không trèo - nguy hiểm chết người” “Không sờ vào - nguy hiểm chết người”

2. Bảng cấm:

“Không đóng điện - có người đang làm việc”
“Không đóng điện - đang làm việc trên đường dây”

3. Bảng cho phép:

“Làm việc tại chỗ này”

4. Bảng nhắc nhở:

“Nối đất”.

8.3. Cấp cứu người bị điện giật

Nguyên nhân chính làm chết người vì điện giật là do hiện tượng kích thích chứ không do bị chấn thương.

Khi có người bị tan nạn điện, việc tiến hành sơ cứu nhanh chóng, kịp thời và đúng phương pháp là các yếu tố quyết định để cứu sống nạn nhân. Các thí nghiệm và thực tế cho thấy rằng từ lúc bị điện giật đến một phút sau được cứu chữa thì 90% trường hợp cứu sống, đến 6 phút sau mới cứu chỉ có thể cứu sống 10%, nếu đến từ 10 phút mới cấp cứu thì rất ít trường hợp cứu sống được. Việc sơ cứu phải thực hiện đúng phương pháp mới có hiệu quả và tác dụng cao.

Khi sơ cứu người bị tai nạn cần thực hiện hai bước cơ bản sau:

- Tách nạn nhân ra khỏi nguồn điện.
- Làm hô hấp nhân tạo và xoa bóp tim ngoài lồng ngực.

1. Tách nạn nhân ra khỏi nguồn điện

* Nếu nạn nhân chạm vào điện hạ áp cần:

Nhanh chóng cắt nguồn điện (cầu dao, aptomat, cầu chì...); nếu không thể cắt nhanh nguồn điện thì phải dùng các vật cách điện khô như sào, gậy tre, gỗ khô để gạt dây điện ra khỏi nạn nhân, nếu nạn nhân nắm chặt vào dây điện cần phải đứng trên các vật cách điện khô (bệ gỗ) để kéo nạn nhân ra hoặc đi ủng hay dùng găng tay cách điện để gỡ nạn nhân ra; cũng có thể dùng dao rìu với cán gỗ khô, kim cách điện để chặt hoặc cắt đứt dây điện.

* Nếu nạn nhân bị chạm hoặc bị phóng điện từ thiết bị có điện áp cao

Không thể đến cứu ngay trực tiếp mà cần phải đi ủng, dùng gậy, sào cách điện để tách nạn nhân ra khỏi phạm vi có điện. Đồng thời báo cho người quản lý đến cắt điện trên đường dây. Nếu người bị nạn đang làm việc ở đường dây trên cao dùng dây nối đất làm ngắn mạch đường dây. Khi làm ngắn mạch và nối đất cần phải tiến hành nối đất trước, sau đó ném dây lên làm ngắn mạch đường dây. Dùng các biện pháp để đỡ chống rơi, ngã nếu người bị nạn ở trên cao.

2. Làm hô hấp nhân tạo

Thực hiện ngay sau khi tách người bị nạn ra khỏi bộ phận mang điện. Đặt nạn nhân ở chỗ thoáng khí, cởi các phần quần áo bó thân (cúc cổ, thắt lưng ...), lau sạch máu, nước bọt và các chất bẩn. Thao tác theo trình tự:

- Đặt nạn nhân nằm ngửa, kê gáy bằng vật mềm để đầu ngửa về phía sau. Kiểm tra khí quản có thông suốt không và lấy các dị vật ra. Nếu hàm bị co cứng phải mở miệng bằng cách để tay và phía dưới của góc hàm dưới, tỳ ngón tay cái vào mép hàm để đẩy hàm dưới ra.

- Kéo ngửa mặt nạn nhân về phía sau sao cho cằm và cổ trên một đường thẳng đảm bảo cho không khí vào dễ dàng. Đẩy hàm dưới về phía trước để phòng lưỡi rơi xuống đóng thanh quản.

- Mở miệng và bịt mũi nạn nhân. Người cấp cứu hít hơi và thổi mạnh vào miệng nạn nhân (đặt khăn trang hoặc khăn sạch lên miệng nạn nhân). Nếu không thể thổi vào miệng được thì có thể bịt kín miệng nạn nhân và thổi vào mũi.

- Lặp lại các thao tác trên nhiều lần. Việc thổi khí cần làm nhịp nhàng và liên tục 10-12 lần trong 1 phút với người lớn, 20 lần trong 1 phút với trẻ em.



Hình 7.2: Cấp cứu phương pháp hà hơi thổi ngạt

3. Xoa bóp tim ngoài lồng ngực

Nếu có hai người cấp cứu thì một người thổi ngạt còn một người xoa bóp tim. Người xoa bóp tim đặt hai tay chồng lên nhau và đặt ở 1/3 phần dưới xương ức của nạn nhân, ấn khoảng 4-6 lần thì dừng lại 2 giây để người thứ nhất thổi không khí vào phổi nạn nhân. Khi ép mạnh lồng ngực xuống khoảng 4-6cm, sau đó giữ tay lại khoảng 1/3s rồi mới rời tay khỏi lồng ngực cho trở về vị trí cũ.

Nếu có một người cấp cứu thì cứ sau hai ba lần thổi ngạt ấn vào lồng ngực nạn nhân như trên từ 4-6 lần.



Hình 8.3: Cấp cứu theo phương pháp ấn tim vào lồng ngực

Các thao tác phải được làm liên tục cho đến khi nạn nhân xuất hiện dấu hiệu sống trở lại, hệ hô hấp có thể tự hoạt động ổn định. Để kiểm tra nhịp tim nên ngừng xoa bóp khoảng 2-3s. Sau khi thấy khí sắc mặt trở lại hồng hào, đồng tử co giãn, tim phổi bắt đầu hoạt động nhẹ... cần tiếp tục cấp cứu khoảng 5-10 phút nữa để tiếp sức thêm cho nạn nhân. Sau đó kịp thời chuyển nạn nhân đến bệnh viện. Trong quá trình vận chuyển vẫn phải tiếp tục tiến hành công việc cấp cứu liên tục.