

CHƯƠNG VI: KỸ THUẬT AN TOÀN VỀ ĐIỆN

§6.1 NGUYÊN NHÂN VÀ TÁC HẠI CỦA TAI NẠN ĐIỆN

1.1-Tác dụng của dòng điện đối với cơ thể con người:

- Khi người tiếp xúc với điện sẽ có 1 dòng điện chạy qua người và con người sẽ chịu tác dụng của dòng điện đó.
- Tác hại của dòng điện đối với cơ thể con người có nhiều dạng: gây bỏng, phá vỡ các mô, làm gãy xương, gây tổn thương mắt, phá huỷ máu, làm liệt hệ thống thần kinh,...
- Tai nạn điện giết có thể phân thành 2 mức là chấn thương điện (tổn thương bên ngoài các mô) và sốc điện (tổn thương nội tại cơ thể).

1.1.1-Chấn thương điện:

- Là các tổn thương cục bộ ở ngoài cơ thể dưới dạng: bỏng, dấu vết điện, kim loại hoá da. Chấn thương điện chỉ có thể gây ra 1 dòng điện mạnh và thường để lại dấu vết bên ngoài.

1.1.1.1-Bỏng điện:

- Do các tia hồ quang điện gây ra khi bị đoản mạch, nhìn bề ngoài không khác gì các loại bỏng thông thường. Nó gây chết người khi quá 2/3 diện tích da của cơ thể bị bỏng. Nguy hiểm hơn cả là bỏng nội tạng cơ thể dẫn đến chết người mặc dù phía ngoài chưa quá 2/3.

1.1.1.2-Dấu vết điện:

- Là 1 dạng tác hại riêng biệt trên da người do da bị ép chặt với phần kim loại dẫn điện đồng thời dưới tác dụng của nhiệt độ cao (khoảng 120°C).

1.1.1.3-Kim loại hoá da:

- Là sự xâm nhập của các mảnh kim loại rất nhỏ vào da do tác động của các tia hồ quang có bão hoà hơi kim loại (khi làm các công việc về hàn điện).

1.1.2-Sốc điện:

- Là dạng tai nạn nguy hiểm nhất. Nó phá huỷ các quá trình sinh lý trong cơ thể con người và tác hại tới toàn thân. Là sự phá huỷ các quá trình điện vốn có của vật chất sống, các quá trình này gắn liền với khả năng sống của tế bào.
- Khi bị sốc điện cơ thể ở trạng thái co giật, mê man bất tỉnh, tim phổi tê liệt. Nếu trong vòng 4-6s, người bị nạn không được tách khỏi kịp thời dòng điện có thể dẫn đến chết người.
- Với dòng điện rất nhỏ từ 25-100mA chạy qua cơ thể cũng đủ gây sốc điện. Bị sốc điện nhẹ có thể gây ra kinh hoàng, ngón tay tê đau và co lại; còn nặng có thể làm chết người vì tê liệt hô hấp và tuần hoàn.
- Một đặc điểm khi bị sốc điện là không thấy rõ chỗ dòng điện vào người và người tai nạn không có thương tích.

1.2-Các nhân tố ảnh hưởng tới mức độ trầm trọng khi bị điện giết:

1.2.1-Cường độ dòng điện đi qua cơ thể:

-Là nhân tố chính ảnh hưởng tới điện giật. Trị số dòng điện qua người phụ thuộc vào điện áp đặt vào người và điện trở của người, được tính theo công thức:

$$I_{ng} = \frac{U}{R_{ng}} \quad (6.1)$$

Trong đó:

+U: điện áp đặt vào người (V).

+R_{ng}: điện trở của người (Ω).

-Như vậy cùng chạm vào 1 nguồn điện, người nào có điện trở nhỏ sẽ bị giật mạnh hơn. Con người có cảm giác dòng điện qua người khi cường độ dòng điện khoảng 0.6-1.5mA đối với điện xoay chiều (ứng tần số f=50Hz) và 5-7mA đối với điện 1 chiều.

-Cường độ dòng điện xoay chiều có trị số từ 8mA trở xuống có thể coi là an toàn. Cường độ dòng điện 1 chiều được coi là an toàn là dưới 70mA và dòng điện 1 chiều không gây ra co rút bắp thịt mạnh. Nó tác dụng lên cơ thể dưới dạng nhiệt.

1.2.2-Thời gian tác dụng lên cơ thể:

-Thời gian dòng điện đi qua cơ thể càng lâu càng nguy hiểm bởi vì điện trở cơ thể khi bị tác dụng lâu sẽ giảm xuống do lớp da sừng bị nung nóng và bị chọc thủng làm dòng điện qua người tăng lên.

-Ngoài ra bị tác dụng lâu, dòng điện sẽ phá huỷ sự làm việc của dòng điện sinh vật trong các cơ của tim. Nếu thời gian tác dụng không lâu quá 0.1-0.2s thì không nguy hiểm.

1.2.3-Con đường dòng điện qua người:

-Tuỳ theo con đường dòng điện qua người mà mức độ nguy hiểm có thể khác nhau. Người ta nghiên cứu tổn thất của trái tim khi dòng điện đi qua bằng những con đường khác nhau vào cơ thể như sau:

- Dòng điện đi từ chân qua chân thì phân lượng dòng điện qua tim là 0.4% dòng điện qua người.
- Dòng điện đi tay qua tay thì phân lượng dòng điện qua tim là 3.3% dòng điện qua người.
- Dòng điện đi từ tay trái qua chân thì phân lượng dòng điện qua tim là 3.7% dòng điện qua người.
- Dòng điện đi từ tay phải qua chân thì phân lượng dòng điện qua tim là 6.7% dòng điện qua người.

→ trường hợp đầu là ít nguy hiểm nhất nhưng nếu không bình tĩnh, người bị ngã sẽ rất dễ chuyển thành các trường hợp nguy hiểm hơn.

1.2.4-Tần số dòng điện:

-Khi cùng cường độ, tuỳ theo tần số mà dòng điện có thể là nguy hiểm hoặc an toàn:

- Nguy hiểm nhất về mặt điện giật là dòng điện xoay chiều dùng trong công nghiệp có tần số từ 40-60 Hz.
- Khi tần số tăng lên hay giảm xuống thì độ nguy hiểm giảm, dòng điện có tần số 3.10^6 - 5.10^5 Hz hoặc cao hơn nữa thì dù cường độ lớn bao nhiêu cũng không giật nhưng có thể bị bỏng.

1.2.5-Điện trở của con người:

-Điện trở của người có ảnh hưởng hết sức quan trọng. Điện trở của cơ thể con người khi có dòng điện chạy qua khác với vật dẫn là nó không cố định mà biến thiên trong phạm vi từ $400-500\Omega$ và lớn hơn:

- Lớp da và đặc biệt là lớp sừng có trở điện trở lớn nhất bởi vì trên lớp da này không có mạch máu và tế bào thần kinh:
 - ✚ Điện trở của da người giảm không tỉ lệ với sự tăng điện áp. Khi điện áp là 36V thì sự huỷ hoại lớp da xảy ra chậm, còn khi điện áp là 380V thì sự huỷ hoại da xảy ra đột ngột.
 - ✚ Khi lớp da khô và sạch, lớp sừng không bị phá hoại, điện trở vào khoảng $8.10^4-40.10^4 \Omega/\text{cm}^2$; khi da ướt có mồ hôi thì giảm xuống còn $1000\Omega/\text{cm}^2$ và ít hơn.
- Điện trở các tổ chức bên trong của cơ thể phụ thuộc vào trị số điện áp, lấy trung bình vào khoảng 1000Ω . Đại lượng này được sử dụng khi phân tích các trường hợp tai nạn điện để xác định gần đúng trị số dòng điện đi qua cơ thể con người trong thời gian tiếp xúc, tức là trong tính toán lấy điện trở của người là 1000Ω (không lấy điện trở của lớp da ngoài để tính toán).

1.2.6-Đặc điểm riêng của từng người:

-Cùng chạm vào 1 điện áp như nhau, người bị bệnh tim, thần kinh, người sức khoẻ yếu sẽ nguy hiểm hơn vì hệ thống thần kinh chóng tê liệt. Họ rất khó tự giải phóng ra khỏi nguồn điện.

1.2.7-Môi trường xung quanh:

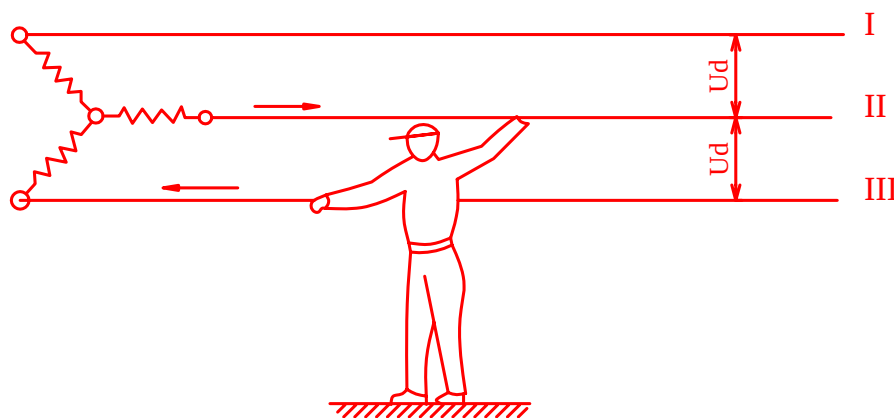
-Môi trường xung quanh có bụi dẫn điện, có nhiệt độ cao và đặc biệt là độ ẩm cao sẽ làm điện trở của người và các vật cách điện giảm xuống, khi đó dòng điện đi qua người sẽ tăng lên.

1.3-Phân tích một số trường hợp tiếp xúc với mạng điện:

-Khi người tiếp xúc với mạng điện, mức độ nguy hiểm phụ thuộc vào sơ đồ nối mạch giữa người và mạng điện. Nói chung có thể phân ra 3 trường hợp phổ biến sau đây:

1.3.1-Chạm đồng thời vào hai pha khác nhau của mạng điện:

-Trường hợp chạm vào 2 pha bất kỳ trong mạng 3 pha hoặc với dây trung hoà và 1 trong các pha sẽ tạo nên mạch kín trong đó nối tiếp với điện trở của người, không có điện trở phụ thêm nào khác.



Hình 6.1: Chạm vào 2 pha của mạng điện

-Khi đó điện áp tiếp xúc bằng điện áp trong mạng, còn dòng điện qua người nếu bỏ qua điện trở tiếp xúc được tính gần đúng theo công thức:

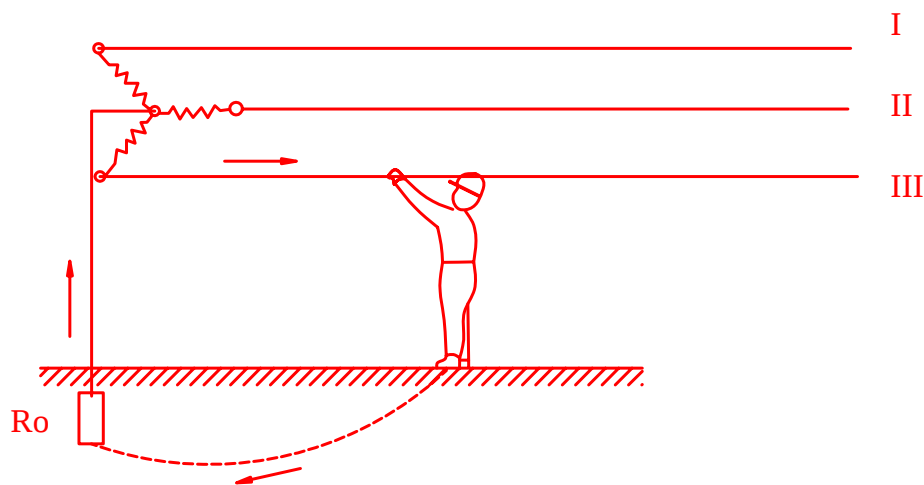
$$I_{ng} = \frac{U_d}{R_{ng}} \quad (6.2)$$

Trong đó:

+ U_d : điện áp mạng đóng kín bởi sự tiếp xúc với 2 pha của người (V).

-Chạm vào 2 pha của dòng điện là nguy hiểm nhất vì người bị đặt trực tiếp vào điện áp dây, ngoài điện trở của người không còn nối tiếp với một vật cách điện nào khác nên dòng điện đi qua người rất lớn. Khi đó dù có đi giày khô, ủng cách điện hay đứng trên ghế gỗ, thảm cách điện vẫn bị giật mạnh.

1.3.2-Chạm vào một pha của dòng điện ba pha có dây trung tính nối đất:



Hình 6.2: Chạm vào 1 pha của mạng điện có dây trung tính nối đất

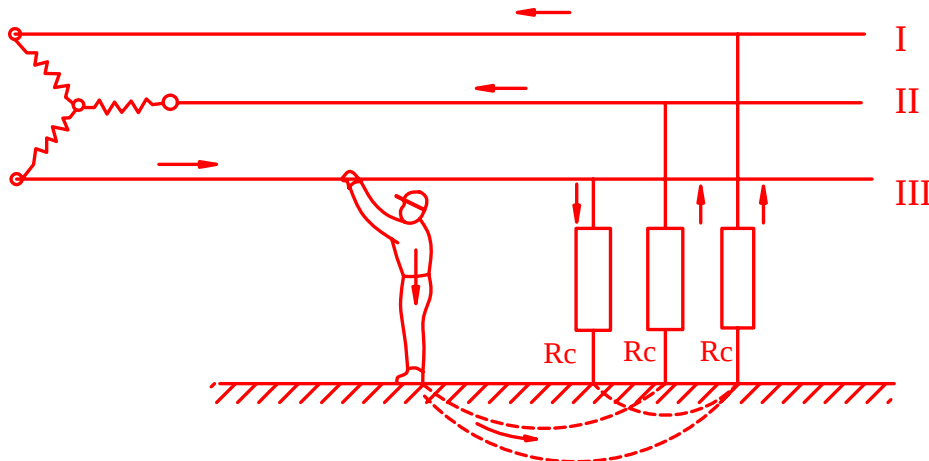
-Đây là trường hợp mạng điện 3 pha có điện áp $\leq 100V$. Trong trường hợp này, điện áp các dây pha so với đất bằng điện áp pha tức là người người đặt trực tiếp dưới điện áp pha U_p . Nếu bỏ qua điện trở nối đất R_0 thì dòng điện qua người được tính như sau:

$$I_{ng} = \frac{U_p}{R_{ng}} = \frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot R_{ng}} \quad (6.3)$$

Trong đó:

+ U_p : điện áp pha (V).

1.3.3-Chạm vào một pha của mạng điện với dây trung tính cách điện không nối đất:



Hình 6.3: Chạm vào 1 pha của mạng điện có dây trung tính không nối đất

-Người chạm vào 1 pha coi như mắc vào mạng điện song song với điện trở cách điện của pha đó và nối tiếp với các điện trở cầu 2 pha khác.

-Trị số dòng điện qua người phụ thuộc vào điện áp pha, điện trở của người và điện trở của cách điện được tính theo công thức:

$$I_{ng} = \frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot R_{ng} + \frac{R_c}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_d}{3 \cdot R_{ng} + R_c} \quad (6.4)$$

Trong đó:

+ U_d : điện áp dây trong mạng 3 pha (V).

+ R_c : điện trở của cách điện (Ω).

→ Ta thấy rõ ràng dòng điện qua người trong trường hợp này là nhỏ nhất vì thế ít nguy hiểm nhất.

1.4-Những nguyên nhân gây ra tai nạn điện:

-Tai nạn điện có thể chia làm 3 hình thức:

- Do tiếp xúc trực tiếp với dây dẫn hoặc bộ phận thiết bị có dòng điện đi qua.
- Do tiếp xúc bộ phận kết cấu kim loại của thiết bị điện hoặc thân của máy có chất cách điện bị hỏng.
- Tai nạn gây ra do điện áp ở chỗ dòng điện rò trong đất.

→ Ngoài ra, còn 1 hình thức nữa là do sự làm việc sai lầm của người sửa chữa như bất ngờ đóng điện vào thiết bị ở đó có người đang làm việc.

-Những nguyên nhân làm cho người bị tai nạn điện:

- Sự hư hỏng của thiết bị, dây dẫn điện và các thiết bị mở máy.
- Sử dụng không đúng các dụng cụ nối điện thế trong các phòng bị ẩm ướt.
- Thiếu các thiết bị và cầu chì bảo vệ hoặc có nhưng không đáp ứng với yêu cầu.
- Tiếp xúc phải các vật dẫn điện không có tiếp đất, dịch thể dẫn điện, tay quay hoặc các phần khác của thiết bị điện.
- Bố trí không đầy đủ các vật che chắn, rào lưới ngăn ngừa việc tiếp xúc bất ngờ với bộ phận dẫn điện, dây dẫn điện của các trang thiết bị.
- Thiếu hoặc sử dụng không đúng các dụng cụ bảo vệ cá nhân: ủng, găng, tay cách điện, thảm cao su, giá cách điện.
- Thiết bị điện sử dụng không phù hợp với điều kiện sản xuất.

§6.2 CÁC BIỆN PHÁP CHUNG AN TOÀN VỀ ĐIỆN

2.1-Sử dụng điện thế an toàn:

-Tuỳ thuộc vào mức độ nguy hiểm về điện của các loại phòng sản xuất mà yêu cầu an toàn về điện có mức độ khác nhau. Một trong những biện pháp đó là việc sử dụng đúng mức điện áp đối với các thiết bị điện. Điện áp an toàn là điện áp không gây nguy hiểm đối với người khi chạm phải thiết bị mang điện.

1.2.1-Phân loại các nơi làm việc theo mức độ nguy hiểm về điện:

-Tất cả các phòng sản xuất tùy theo mức độ nguy hiểm về điện chia thành 3 nhóm:

1.2.1.1-Các phòng, các nơi ít nguy hiểm:

-Là các phòng khô ráo với quy định:

- Độ ẩm tương đối của không khí không quá 75%.
- Nhiệt độ trong khoảng 5-25°C (không quá 30°C).
- Sàn có điện trở lớn bằng vật liệu không dẫn điện (gỗ khô ráo, rải nhựa).
- Không có bụi dẫn điện.
- Con người không phải đồng thời tiếp xúc với cơ cấu kim loại có nối với đất và với vỏ kim loại của thiết bị điện.

1.2.1.2-Các phòng, các nơi nguy hiểm nhiều:

-Các phòng ẩm với:

- Độ ẩm tương đối luôn luôn trên 75%.
- Độ ẩm tương đối có thể nhất thời tăng đến bão hoà.
- Nhiệt độ trung bình tới 25°C.

-Các phòng khô không có hệ thống lò sưởi và có tầng mái.

-Các phòng có bụi dẫn điện.

-Các phòng nóng với nhiệt độ không khí lớn hơn 30°C, trong thời gian dài con người phải tiếp xúc đồng thời với vỏ kim loại của các thiết bị điện và với các cơ cấu kim loại công trình của dây chuyền công nghệ có nối đất.

-Các phòng có sàn là vật liệu dẫn điện (bằng kim loại, đất, bê tông, gỗ bị ẩm, gạch,...)

2.1.1.3-Các phòng, các nơi đặc biệt nguy hiểm:

-Rất ẩm ướt trong đó độ ẩm tương đối của không khí thường xấp xỉ 100% (trần, tường, sàn và các đồ đạc trong phòng có đọng hạt nước).

-Thường xuyên có hơi khí độc.

-Có ít nhất 2 trong những dấu hiệu của phòng hoặc nơi nguy hiểm nhiều (mục B).

-Nguy hiểm về mặt nổ (kho chứa chất nổ trên công trường).

2.1.2-Một số quy định an toàn:

-Đối với các phòng, các nơi không nguy hiểm mạng điện dùng để thấp sáng, dùng cho các dụng cụ cầm tay,... được sử dụng điện áp không quá 220V. Đối với các nơi nguy hiểm nhiều và đặc biệt nguy hiểm đèn thấp sáng tại chỗ cho phép sử dụng điện áp không quá 36V.

-Đối với đèn chiếu cầm tay và dụng cụ điện khí hoá:

- Trong các phòng đặc biệt ẩm, điện thế không cho phép quá 12V.
- Trong các phòng ẩm không quá 36V.

-Trong những trường hợp đặc biệt nguy hiểm cho người như khi làm việc trong lò, trong thùng bằng kim loại,...ở những nơi nguy hiểm và đặc biệt nguy hiểm chỉ được sử dụng điện áp không quá 12V.

-Đối với công tác hàn điện, người ta dùng điện thế không quá 70V. Khi hàn hồ quang điện nhất thiết là điện thế không được cao quá 12-24V.

2.2-Làm bộ phận che chắn và cách điện dây dẫn:

2.2.1-Làm bộ phận che chắn:

-Để bảo vệ dòng điện, người ta đặt những bộ phận che chắn ở gần các máy móc và thiết bị nguy hiểm hoặc tách các thiết bị đó ra với khoảng cách an toàn.

-Các loại che chắn đặc, lưới hay có lỗ được dùng trong các phòng khô khi điện thế lớn hơn 65V, ở trong các phòng ẩm khi điện thế lớn hơn 36V và trong các phòng đặc biệt ẩm điện thế lớn hơn 12V.

-Ở các phòng sản xuất trong đó có các thiết bị làm việc với điện thế 1000V, người ta làm những bộ phận che chắn đặc (không phụ thuộc vào chất cách điện hay không) và chỉ có thể lấy che chắn đó ra khi đã ngắt dòng điện.

2.2.2-Cách điện dây dẫn:

-Dây dẫn có thể không làm cách điện nếu dây được treo cao trên 3.5m so với sàn; ở trên các đường vận chuyển ô tô, cần trục đi qua dây dẫn phải treo cao 6m.

-Nếu khi làm việc có thể đụng chạm vào dây dẫn thì dây dẫn phải có cao su bao bọc, không được dùng dây trần.

-Dây cáp điện cao thế qua chỗ người qua lại phải có lưới giăng trên không phòng khi dây bị đứt.

-Phải rào quanh khu vực đặt máy phát điện hoặc máy biến thế.

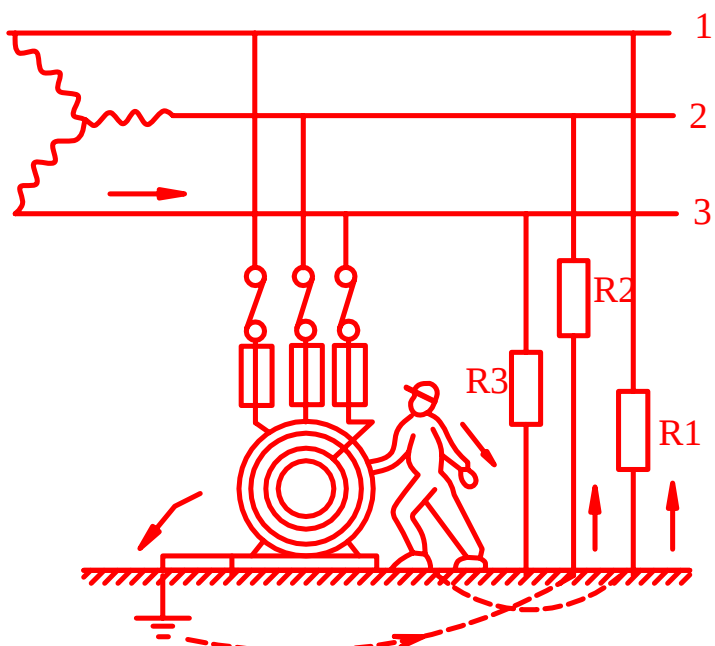
2.3-Làm tiếp đất bảo vệ:

-Các bộ phận của vỏ máy, thiết bị bình thường không có điện nhưng nếu cách điện hỏng, bị chạm mát thì trên các bộ phận này xuất hiện điện áp và khi đó người tiếp xúc vào có thể bị giật nguy hiểm.

-Để đề phòng trường hợp nguy hiểm này, người ta có thể dùng dây dẫn nối vỏ của thiết bị điện với đất hoặc với dây trung tính hay dùng bộ phận cắt điện bảo vệ.

2.3.1-Nối đất bảo vệ trực tiếp:

-Dùng dây kim loại nối bộ phận trên thân máy với cực nối đất bằng sắt, thép chôn dưới đất có điện trở nhỏ với dòng điện rò qua đất và điện trở cách điện ở các pha không bị hư hỏng khác.



Hình 6.4: Nối đất bảo vệ trực tiếp

-Hệ thống tiếp đất phải có điện trở đủ nhỏ để sao cho người khi tiếp xúc vào vỏ của thiết bị có điện áp rò rỉ (coi như người mắc song song với mạch tiếp đất) thì dòng điện chạy qua cơ thể không đến trị số có thể gây nguy hiểm cho sức khỏe và sự sống. Hình thức này áp dụng ở mạng 3 pha có trung hoà cách điện.

-Theo quy định hiện hành thì:

- Đối với thiết bị điện có điện áp đến 1000V trong các lưới điện có trung tính đặt cách điện đối với mặt đất, trị số điện trở nối đất phải không lớn hơn 4Ω .
- Đối với thiết bị điện có công suất nguồn nhỏ hơn 100KVA cho phép điện trở nối đất tới 10Ω .

-Trong trường hợp tiếp xúc như trên, người được coi là mắc vào dòng điện rò song song với cực nối đất. Theo định luật phân bố dòng điện, ta có:

$$I_n \cdot R_n = I_d \cdot R_{nd} \quad (6.5)$$

$$\text{hay} \quad I_n = I_d \cdot \frac{R_{nd}}{R_n}$$

Trong đó:

+ I_n : cường độ dòng điện qua người (A).

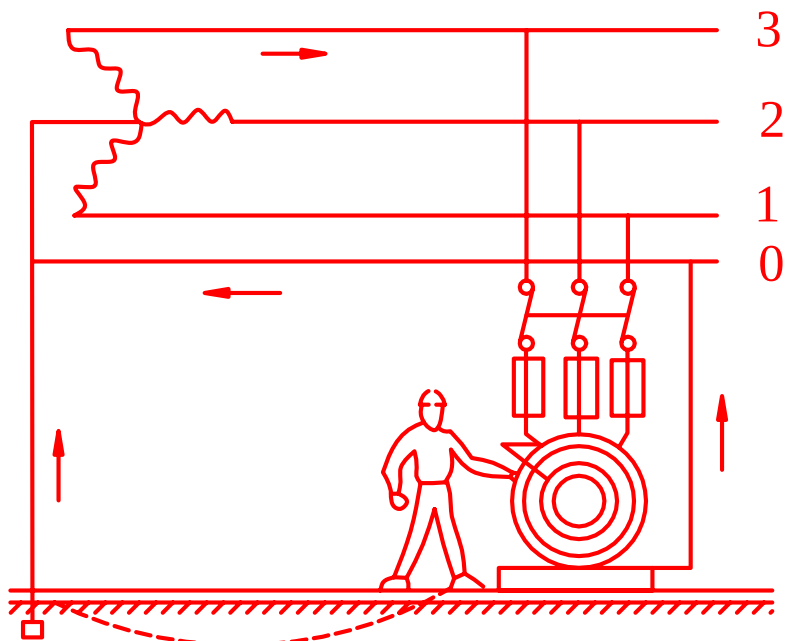
+ I_d : cường độ dòng điện rò (A). Trong các mạng với trung hoà cách điện có điện áp dưới 1000V $\rightarrow I_d$ không lớn quá 10A (thường 4-6A).

+ R_n : điện trở tính toán của người (Ω).

+ R_{nd} : điện trở cực nối đất (Ω).

$\Rightarrow$ Khi trị số dòng điện rò nhỏ hơn và điện trở người lớn hơn, dòng điện đi qua người sẽ còn nhỏ nữa, bảo đảm an toàn cho người.

2.3.2-Nối đất bảo vệ qua dây trung hoà:



Hình 6.5: Nối đất bảo vệ qua dây trung hoà

-Dùng dây dẫn nối với thân kim loại của máy vào dây trung hoà được áp dụng trong mạng có điện áp dưới 1000V, 3 pha 4 dây có dây trung tính nối đất, nối đất bảo vệ trực tiếp như trên sẽ không đảm bảo an toàn khi chạm đất 1 pha. Bởi vì:

- Khi có sự cố (cách điện của thiết bị điện hỏng) sẽ xuất hiện dòng điện trên thân máy thì lập tức 1 trong các pha sẽ gây ra đoản mạch và trị số của dòng điện mạch sẽ là:

$$I_{nm} = \frac{U}{R_d + R_o} \quad (6.6)$$

Trong đó:

+U: điện áp của mạng (V).

+ R_d : điện trở đất (Ω).

+ R_o : điện trở của nối đất (Ω).

- Do điện áp không lớn nên trị số dòng điện I_{nm} cũng không lớn và cầu chì có thể không cháy, tình trạng chạm đất sẽ kéo dài, trên vỏ thiết bị sẽ tồn tại lâu dài 1 điện áp với trị số:

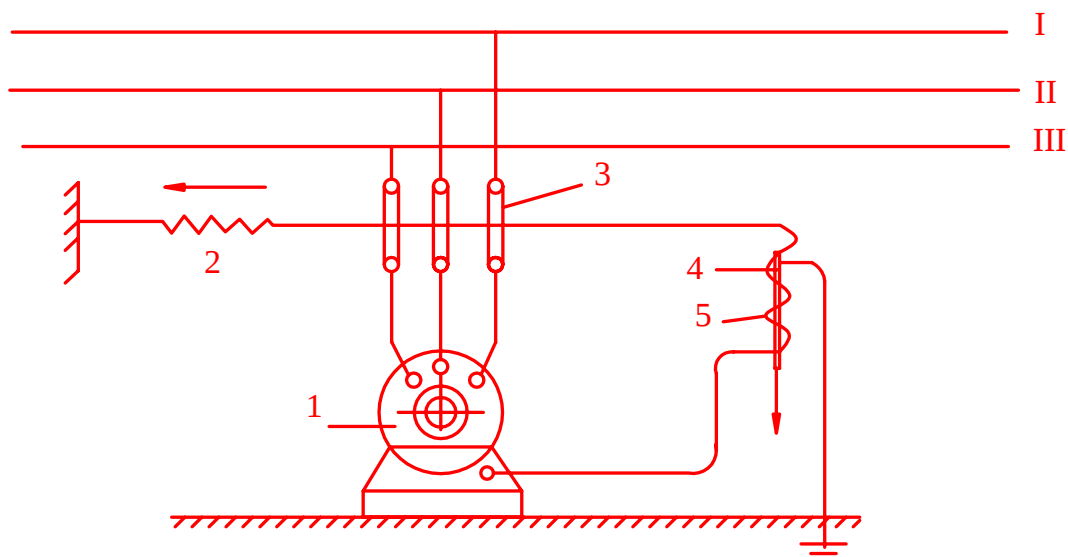
$$U_d = R_d \cdot I_{nm} = \frac{U_d}{R_d + R_o} \quad (6.7)$$

-Rõ ràng điện áp này có thể đạt đến mức độ nguy hiểm. Vì vậy để cầu chì và bảo vệ khác cắt mạch thì phải nối trực tiếp vỏ thiết bị với dây trung tính và phải tính toán sao cho dòng điện ngắn mạch I_{nm} với điều kiện:

- Lớn hơn 3 lần dòng điện định mức của cầu chì gần nhất I_{cc} : $\frac{I_{nm}}{I_{cc}} \geq 3$
- Hoặc lớn hơn 1.5 lần dòng điện cần thiết để cơ cấu tự động cắt điện gần nhất I_a : $\frac{I_{nm}}{I_a} \geq 1.5$.

-Việc nối trực tiếp vỏ thiết bị điện với dây trung tính là nhằm mục đích tăng trị số dòng điện ngắn mạch I_{nm} để cho cầu chì và các bảo vệ khác cắt được mạch điện.

2.3.3-Cắt điện bảo vệ tự động:



-Dùng trong trường hợp khi 2 phương án trên không đạt yêu cầu an toàn. Cơ cấu này có thể sử dụng cả ở mạng 3 pha cách điện đối với đất, lẫn ở mạng có trung tính nối đất.

-Đặc điểm cơ bản của nó là có thể cắt điện nhanh trong khoảng thời gian 0.1-0.2s khi xuất hiện điện áp trên vỏ thiết bị đến trị số quy định.

-Đối với mạng 3 pha, cơ cấu này được mắc nối tiếp vào dây nối thân động cơ điện với cực nối đất hoặc với dây trung hoà và sẽ hoạt động dưới tác dụng của dòng điện rò hoặc dòng điện ngắn mạch trong thời gian điện mất ra thân máy và sẽ cắt điện khỏi máy.

-Nguyên lý làm việc của cơ cấu cắt điện bảo vệ tự động như sau:

- Khi trên vỏ động cơ không có điện áp, đóng cầu dao, lò xo bị kéo căng và lõi sắt giữ cầu dao ở tư thế đó, động cơ có điện làm việc.
- Nếu cách điện của động cơ hỏng, 1 pha chạm vỏ động cơ thì điện áp xuất hiện, 1 dòng điện chạy trong cuộn dây rút lõi sắt xuống phía dưới, lò xo kéo cầu dao cắt điện nguồn cung cấp.

-So với tiếp đất bảo vệ và nối dây trung tính thì cắt điện bảo vệ có những ưu điểm sau:

- Điện áp xuất hiện trên đối tượng bảo vệ không thể quá điện áp quy định nên bảo đảm điều kiện tuyệt đối an toàn.
- Điện trở nối đất của cơ cấu không yêu cầu quá nhỏ mà có thể tới 100-500Ω. Do đó dễ dàng bố trí và chế tạo hệ thống nối đất của cơ cấu máy.

2.4-Dùng các dụng cụ phòng hộ:

-Để bảo vệ người khỏi tai nạn điện khi sử dụng các thiết bị điện thì phải dùng các loại thiết bị và dụng cụ bảo vệ.

2.4.1-Tuỳ theo điện áp của mạng điện:

-Các phương tiện bảo vệ chia ra loại dưới 1000V và loại trên 1000V. Trong mỗi loại lại phân biệt loại dụng cụ bảo vệ chính và loại dụng cụ bảo vệ phụ trợ.

-Các dụng cụ bảo vệ chính là loại chịu được điện áp khi tiếp xúc với phần dẫn điện trong 1 thời gian dài lâu.

-Các dụng cụ phụ trợ là các loại bản thân không đảm bảo an toàn khỏi điện áp tiếp xúc nên phải dùng kết hợp với dụng cụ chính để tăng cường an toàn hơn.

2.4.2-Tuỳ theo chức năng của phương tiện bảo vệ:

2.4.2.1-Các dụng cụ kỹ thuật điện:

-Bảo vệ người khỏi các phần dẫn điện của thiết bị và đất là bọc cách điện, thảm cách điện, ủng và găng tay cách điện.

-Bọc cách điện dùng để phục vụ các thiết bị điện có điện áp bất kỳ, thường có kích thước 75*75cm hoặc 75*40cm, có chân sứ cách điện.

-Thảm cách điện dùng để phục vụ các thiết bị điện có điện áp từ 1000V trở xuống, thường có kích thước 75*75cm, dày 0.4-1cm.

-Găng tay cách điện dùng cho để phục vụ các thiết bị điện có điện áp dưới 1000V đối với dụng cụ bảo vệ chính và điện áp trên 1000V đối với dụng cụ phụ trợ. Ủng, giày

cách điện là loại dụng cụ bảo vệ phụ trợ, ứng cách điện dung với điện áp trên 1000V, còn giày cách điện dùng điện áp dưới 1000V.

2.4.2.1-Các dụng cụ bảo vệ khi làm việc dưới điện thế:

- Người ta dùng sào cách điện, kìm cách điện và các dụng cụ thợ điện khác.
- Sào cách điện dùng để đóng mở cầu dao cách ly và đặt thiết bị nối đất. Nó có phần móc chắc chắn trên đầu, phần cách điện và cán để cầm (dài hơn 10cm làm bằng vật liệu cách điện như ebonit, tectonit,...).
- Kìm cách điện dùng để tháo lắp cầu chì ống, để thao tác trên những thiết bị điện có điện áp trên 35000V. Kìm cách điện cũng phải có tay cầm dài hơn 10cm và làm bằng vật liệu cách điện.
- Các loại dụng cụ thợ điện khác dùng để kiểm tra xem có điện hay không, có thể sử dụng các loại sau:
 - Với thiết bị có điện áp trên 1000V thì sử dụng đồng hồ đo điện áp hoặc kìm đo điện.
 - Với các thiết bị có điện áp dưới 500V thì sử dụng bút thử điện, đèn ắc quy.

2.4.2.2-Các loại dụng cụ bảo vệ khác:

- Các loại phương tiện để tránh tác hại của hồ quang điện như kính bảo vệ mắt, quần áo không bắt cháy, bao tay vải bạt, mặt nạ phòng hơi độc,...
- Các loại phương tiện dùng để làm việc trên cao như thắt lưng bảo hiểm, móc chân có quai da, dây đeo, xích an toàn, thang xếp, thang nâng, thang giá, chòi ống lồng,...

2.4.3-Các biển báo phòng ngừa:

- Ngoài ra để đảm bảo an toàn cần có các biển báo phòng ngừa dùng để:
 - Báo và ngăn không cho người tới gần các trang thiết bị có điện.
 - Ngăn không thao tác các khoá, cầu dao có thể phòng điện vào nơi đang sửa chữa hoặc làm việc.
- Theo mục đích, các loại biển báo có thể chia làm 4 nhóm:
 - Biển báo ngăn ngừa: “Cấm sờ mó - chết người”, “Điện cao áp - nguy hiểm chết người”,...
 - Biển báo cấm: “Không đóng điện - có người làm việc”, “Không đóng điện - làm việc trên đường dây”,...
 - Biển báo loại cho phép: “Làm việc ở đây” để chỉ rõ chỗ làm việc cho công nhân,...
 - Biển báo loại nhắc nhở để nhắc nhở về các biện pháp cần thiết: “Nối đất”,...
- Các loại biển báo di động dùng trong các trang thiết bị có điện áp trên và dưới 1000V cần làm bằng vật liệu cách điện hoặc dẫn điện xấu (chất dẻo hoặc bìa cứng cách điện). Cấm dùng sắt tây làm biển báo. Phía trên biển báo phải có lỗ và móc để treo.

§6.3 CẤP CỨU NGƯỜI BỊ NẠN

- Khi người bị tai nạn điện ở mức độ nguy hiểm thì phải được cấp cứu ngay. Cấp cứu chia làm 2 giai đoạn:
 - Cứu người ra khỏi mạng điện.

- Sau đó là hô hấp nhân tạo hoặc thổi ngạt.

-Cấp cứu người bị điện giật rất quan trọng. Nạn nhân có thể sống hay chết là do cấp cứu có được nhanh chóng và đúng phương pháp hay không. Bất kỳ lúc nào cũng phải tiến hành khẩn trương và kiên trì. Bởi vì chỉ trễ 1 chút có thể dẫn đến hậu quả không cứu chữa được hoặc thiếu kiên trì hô hấp nhân tạo sẽ làm cho người bị nạn không hồi tỉnh được mặc dù mới ở mức độ có thể cứu chữa được.

3.1-Cứu người bị nạn khỏi nguồn điện:

-Lập tức cắt công tắc, cầu dao.

-Nếu không làm như vậy được thì dùng dụng cụ ngắt điện để cắt đứt mạch điện như dùng dao cắt có cán gỗ khô, đứng trên tấm gỗ khô và cắt lần lượt từng dây một.

-Cũng có thể làm ngắt mạch bằng cách quăng lên trên dây dẫn 1 đoạn kim loại hoặc dây dẫn để làm cháy cầu chì. Khi làm như vậy phải chú ý đề phòng người bị nạn có thể bị ngã hoặc chấn thương.

-Nếu không thể làm được bằng cách trên thì phải tách người bị nạn ra khỏi thiết bị bằng sức người thật nhanh chóng nhưng như vậy dễ nguy hiểm cho người cứu nên đòi hỏi người cứu phải khô ráo và chỉ cầm vào quần áo khô của người bị nạn mà giật.

-Đưa ngay người bị nạn ra nơi thoáng khí, đắp quần áo ấm và đi gọi bác sĩ. Nếu không kịp gọi bác sĩ thì phải tiến hành hô hấp nhân tạo.

3.2-Phương pháp hô hấp nhân tạo:

-Hô hấp nhân tạo cần phải được tiến hành ngay khi thầy thuốc chưa đến. Nên làm ngay tại chỗ bị nạn, không mang đi xa. Thời gian hô hấp cần phải kiên trì, có trường hợp phải hô hấp đến 24 giờ. Làm hô hấp nhân tạo phải liên tục cho đến khi bác sĩ đến.

-Mặc dù không còn dấu hiệu của sự sống cũng không được coi là nạn nhân đã chết. Chỉ được xem là chết nếu nạn nhân vỡ sọ hoặc cháy đen. Trước khi hô hấp cần phải cởi và nới quần áo của nạn nhân, cạy miệng ra khi miệng cắn chặt.

-Có 2 phương pháp hô hấp nhân tạo là hô hấp do 1 người và hô hấp do 2 người.

3.2.1-Phương pháp hô hấp do 1 người:

-Đặt nạn nhân nằm sấp, mặt nghiêng sang 1 bên và kê tay phải gấp lại cho dễ thở, tay trái duỗi thẳng về phía trước. Người cấp cứu quỳ sát đôi gối vào xương hông, để 2 tay lên sườn nạn nhân:

- Lúc bóp sườn (ấn vào phần dưới của lồng ngực 1 cách nhịp nhàng) phải ngã người về phía trước, đứng lên 1 tý cho có sức đè xuống. Đây là động tác thở ra, miệng đếm 1, 2, 3 và tay vẫn để như cũ.
- Khi làm động tác hít vào, phải từ từ hạ người xuống, thả tay ra và đếm 4, 5, 6.

-Phương pháp này có ưu điểm:

- Đờm rãi và những chất trong dạ dày không trôi lên họng.
- Lưỡi không tụt vào họng, do đó không làm cản không khí lướt qua.

3.2.2-Phương pháp hô hấp do 2 người:

-Nếu có 2 người cấp cứu thì 1 người chính và 1 người phụ:

- Nạn nhân đặt nằm ngửa, dùng gối hoặc quần áo kê ở lưng, đầu ngửa ra phía sau.
- Người phụ cầm lưỡi của nạn nhân khẽ kéo ấn xuống dưới cằm.

- Người chính quỳ phía trước kéo 2 tay nạn nhân giờ lên và đưa về phía trước đếm 1, 2, 3→ đây là động tác hít vào; còn động tác thở ra thì từ từ co tay nạn nhân lại cho cùi tay nạn nhân ép vào lồng ngực đồng thời hơi đứng đứng người lên 1 chút cho có sức đè xuống và đếm 4, 5, 6.

-Đặc điểm của phương pháp này là tạo cho nạn nhân thở ra hít vào được nhiều không khí hơn nhưng phải theo dõi cuống họng vì đờm rãi và những chất trong dạ dày có thể làm cản trở không khí đi qua.

***/Chú ý: Cấp cứu phải đúng nhịp thở bình thường tức là với tốc độ 13-16 lần trong 1 phút.**

3.3-Phương pháp hà hơi thổi ngạt:

-Đây là phương pháp có hiệu quả và khoa học, tiện lợi và dễ làm.

-Trình tự làm như sau:

- Trước khi thổi ngạt cần móc hết đờm rãi và lấy ra các dị vật như răng giả, thức ăn,...kiểm tra xem khí quản có thông suốt không.
- Người làm cấp cứu kéo ngửa mặt nạn nhân ra phía sau, cầm ngửa lên trên.
- Hít 1 hơi thật mạnh, tay bịt mũi nạn nhân, áp môi vào mồm của nạn nhân và thổi thật mạnh→ lúc này phổi nạn nhân đầy hơi.
- Người cấp cứu rời mồm nạn nhân để hít thật mạnh rồi lại thổi như cũ. Làm 10 lần liên tiếp đối với người lớn, 20 lần đối với trẻ em. Nhờ dưỡng khí thừa trong hơi thở của người cấp cứu mà hồng cầu có dưỡng khí, cơ quan hô hấp và tuần hoàn của người bị nạn có thể hồi phục lại.

-Nếu cấp cứu 2 người thì kết hợp 1 người thổi ngạt, 1 người xoa bóp tim ngoài lồng ngực.

§6.4 BẢO VỆ CHỐNG SÉT

4.1-Khái niệm về sét:

-Sét là hiện tượng phóng điện của tĩnh điện khí quyển giữa đám mây dông mang điện tích với mặt đất hoặc các đám mây dông mang điện tích trái dấu nhau.

-Tĩnh điện khí quyển xuất hiện là do sự ma sát của hơi nước và sau đó của các hạt nước với không khí ở trong lớp không khí ẩm dưới thấp cũng như ở trong đám mây trên cao. Khi các hạt nước trong đám mây chúng sẽ tích điện và đám mây sẽ trở thành vật mang những điện tích đó. Do kết quả tác động tương hỗ của các hạt nước mang điện tích với các luồng không khí sẽ có sự phân chia thành hạt lớn mang điện dương và hạt nhỏ mang điện âm. Theo định luật khí động học thì:

- Các hạt nước nhỏ mang điện âm sẽ tụ lại và tụ thành đám mây mang điện âm.
- Các hạt lớn sẽ lắng xuống dưới và sẽ tạo thành đám mây mang điện dương.

→ Khi đám mây mang điện dương di chuyển do hiện tượng cảm ứng tĩnh điện trên bề mặt đất sẽ xuất hiện điện tích âm. Như vậy sẽ tạo thành 1 tụ điện đặc biệt với lớp không khí ở giữa, các bề mặt tụ điện là mây và đất. Nếu thế hiệu đạt đến trị số cực hạn sẽ xuất hiện sự phóng tia lửa kèm theo tia chớp sáng chói và tiếng nổ dữ dội.

-Điện áp giữa đám mây dông và mặt đất có thể đạt tới trị số hàng chục, thậm chí hàng trăm triệu volt. Tác hại của nó là:

- Đối với người và súc vật, sét nguy hiểm trước hết như 1 nguồn có điện áp và dòng lớn.
- Dòng sét có nhiệt độ rất lớn có thể gây nên đám cháy rất nguy hiểm đối với các kho nhiên liệu và vật liệu dễ nổ.
- Sét có thể phá huỷ về mặt cơ học có thể làm nổ tung các tháp cao, cây cối, đường dây điện, đường ray, ống nước,...

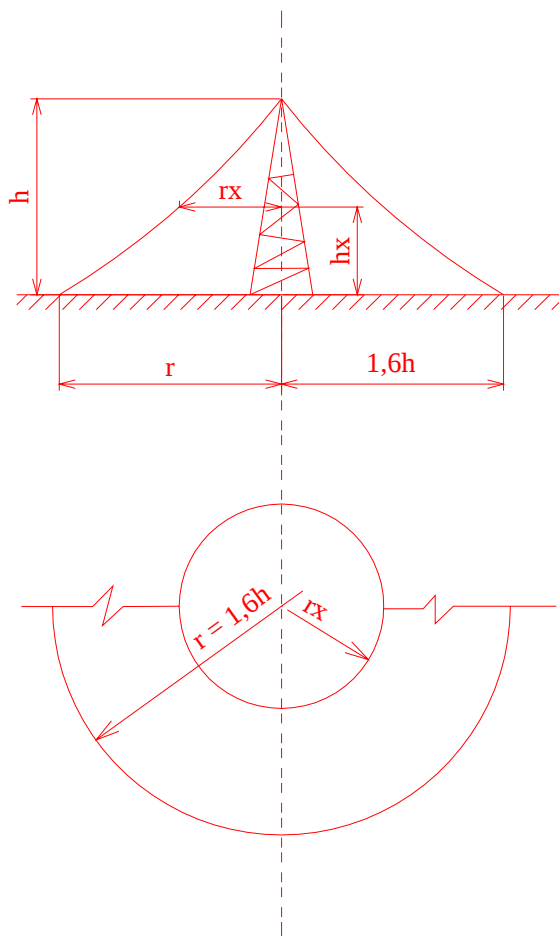
-Nguy hiểm là sét đánh trực tiếp, khi đó kênh tia chớp đi qua nhà và công trình:

- Cường độ ở kênh tia chớp đạt tới 200.000A, điện áp tới 150.000.000V.
- Chiều dài kênh tia chớp có thể đạt tới hàng trăm, hàng nghìn mét.
- Thời gian phóng điện của tia chớp từ 0.1-1s, nhiệt độ đạt tới 6.000-10.000°C.

-Khả năng các công trình trên mặt đất bị sét đánh trực tiếp càng lớn nếu công trình càng cao và do đó khoảng cách các điểm giữa cao nhất của công trình đến đám mây mang điện càng gần.

-Chống sét là biện pháp bảo vệ khỏi sự phóng điện của tĩnh điện khí quyển, đảm bảo an toàn cho người, nhà cửa, công trình, thiết bị và vật liệu khỏi bị cháy nổ và phá huỷ.

4.2-Cấu tạo cột thu lôi:



Hình 6.7: Cột thu lôi và phạm vi chống sét

-Để bảo vệ các công trình thường dùng cột chống sét còn gọi là cột thu lôi. Đây là cột thép có độ cao lớn hơn độ cao của công trình cần được bảo vệ. Trên đỉnh cột có gắn mũi

nhọn kim loại thu sét. Kim này được nối với dây dẫn sét xuống đất để đi vào vật nối đất. Dây dẫn sét đảm bảo cho dòng sét đi theo nó xuống nối đất và vật nối đất đảm bảo sự tiếp xúc phân bố trực tiếp với đất trên 1 diện tích lớn.

-Không gian xung quanh cột thu lôi được bảo vệ bằng cách thu sét vào cột gọi là phạm vi hoặc vùng bảo vệ.

-Cho đến nay chỉ có 1 cách duy nhất là xác định phạm vi bảo vệ bằng thực nghiệm trên mô hình; tuy còn nhiều nhược điểm nhưng đã qua 1 thời gian khá dài được kiểm nghiệm trong thực tế, kết quả nhận được với độ tin cậy lớn. Một cột thu lôi độc lập thì phạm vi bảo vệ của nó là 1 hình nón xoay với đường sinh theo công thức:

$$r_x = 1.6h \frac{h - h_x}{h + h_x} p \quad (6.8)$$

Trong đó:

+h: độ cao của cột thu lôi.

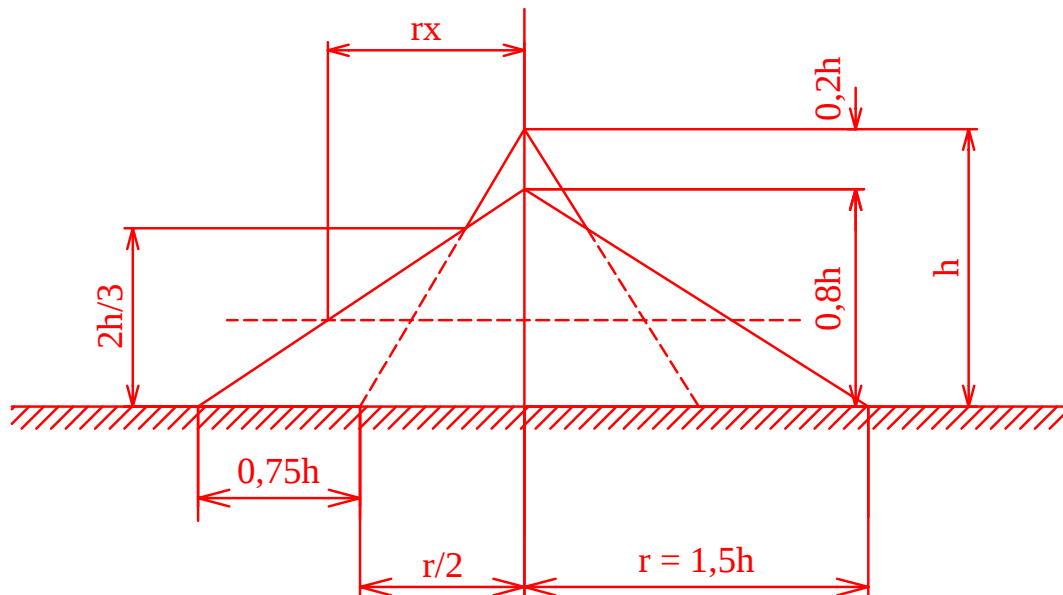
+ h_x : độ cao công trình cần bảo vệ.

+ r_x : bán kính được bảo vệ ở độ cao h_x .

+p: hệ số hiệu chỉnh theo độ cao của cột thu lôi được tính như sau:

$$\begin{cases} p = 1 \leftrightarrow h \leq 30m. \\ p = \frac{5.5}{\sqrt{h}} \leftrightarrow h > 30m \end{cases}$$

-Để đơn giản khi sử dụng, người ta thường thay thế đường cong bậc hai $r_x(h_x)$ bằng 1 đường gãy khúc theo hình vẽ sau:



Hình 6.8: Đường phạm vi chống sét dạng gãy khúc

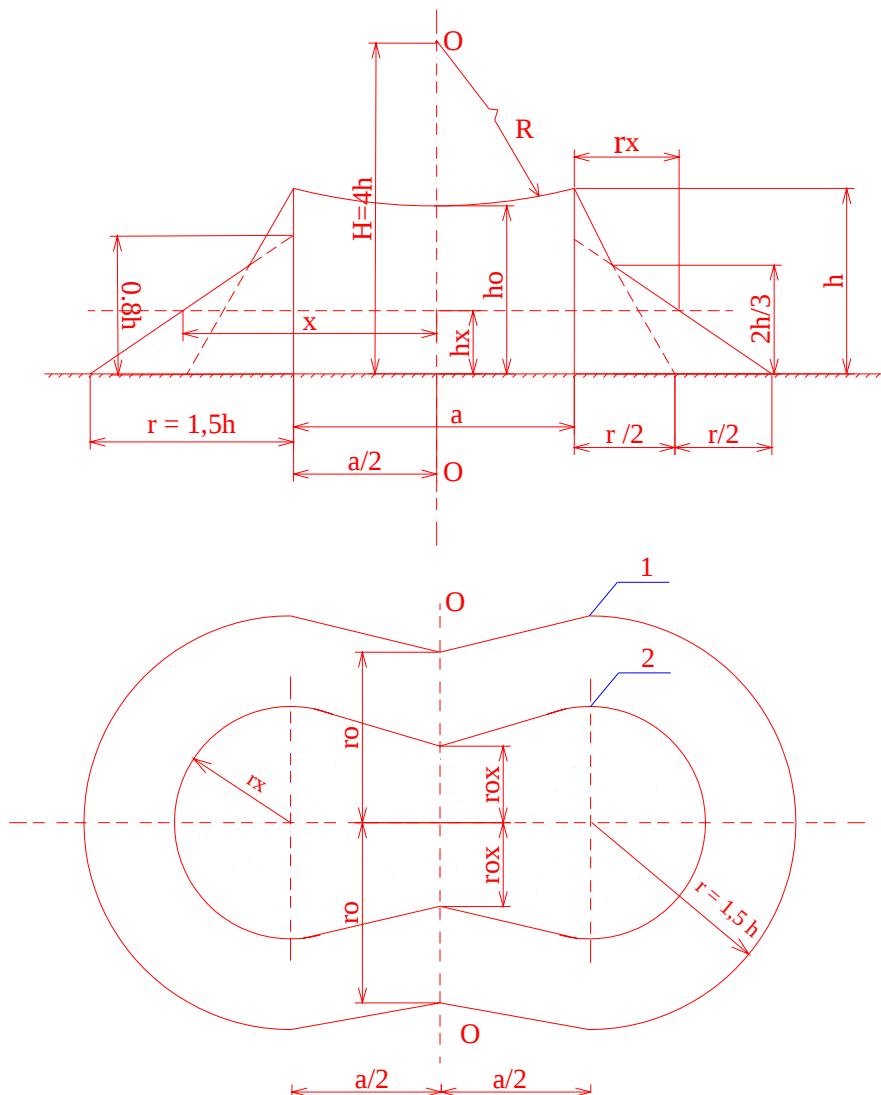
-Khi đó các đường gãy khúc với các phương trình đơn giản sau:

$$\begin{cases} r_x = 1.5h \left(1 - \frac{h_x}{0.8h} \right) = 1.5(h - 1.25h_x) \leftrightarrow 0 \leq h_x \leq \frac{2h}{3} \\ r_x = 0.75h \left(1 - \frac{h_x}{h} \right) = 0.75(h - h_x) \leftrightarrow \frac{2h}{3} \leq h_x \leq h \end{cases} \quad (6.9)$$

4.3-Thu lôi kép:

-Thực tế cho thấy nên dùng nhiều cột thu lôi với độ cao không lớn để bảo vệ thay cho 1 cột thu lôi độc lập với độ cao quá lớn. Vì vậy sẽ xét phạm vi bảo vệ của 2, 3 hay nhiều cột thu lôi.

-Thu lôi kép gồm từ 2 thanh thu lôi cao không quá 60m với khoảng cách $a \leq 5h$:



1.Biên giới vùng bảo vệ ở độ cao h_x 2.Biên giới vùng bảo vệ ở mặt đất

Hình 6.9: Phạm vi chống sét thu lôi kép

-Biên giới vùng bảo vệ cột thu lôi kép:

- Phần trên là đường cong được vạch ra bởi bán kính R từ điểm O nằm trung điểm của khoảng cách giữa 2 cột thu lôi trên độ cao $H=4h$.
- Những phần 2 bên của vùng bảo vệ sẽ thiết lập như vùng bảo vệ của cột thu lôi độc lập.

-Hình dáng vùng bảo vệ ở tiết diện O-O cũng được xác định như thế nhưng thay h bằng h_o , tức là:

$$h_o = 4h - R \quad (6.10)$$

-Khi đã biết các trị số h và a thì chiều cao vùng bảo vệ ở giữa thu lôi kép sẽ là:

$$h_o = 4h - \sqrt{9h^2 + 0.25a^2} \quad (6.11)$$

Trong đó:

+h: chiều cao cột thu lôi.

+a: khoảng cách giữa 2 cột thu lôi.