

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 huỷ 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.

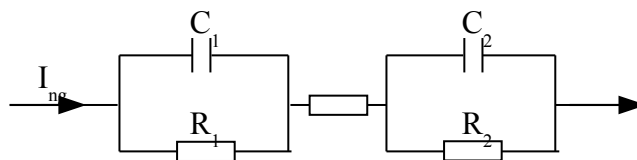
Do có nhiều quan điểm khác nhau như vậy nên hiện nay trong việc cứu chữa nạn nhân bị điện giật người ta khuyên nên áp dụng tất cả các biện pháp để vừa phục hồi hệ thống hô hấp (thực hiện hô hấp nhân tạo) vừa phục hồi hệ thống tuần hoàn (xoay bóp tim)

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

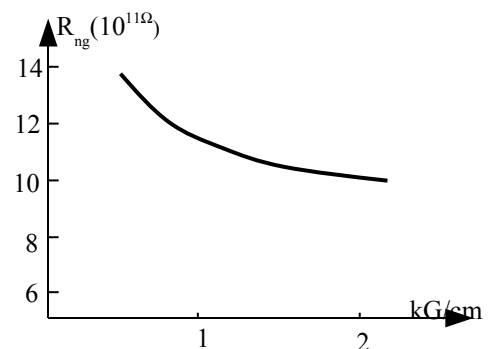
R_2 : điện trở của tổng các bộ phận bên trong cơ thể người

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).



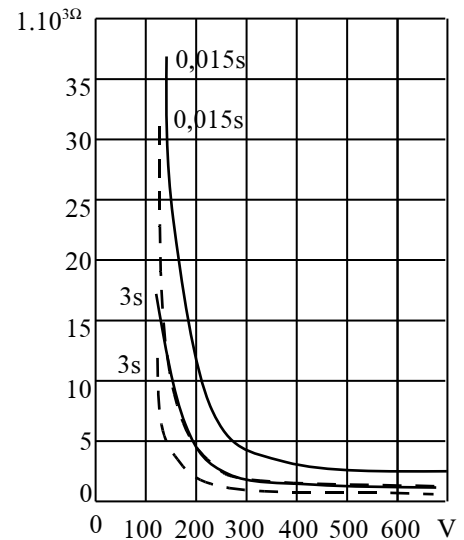
Hình 2.1: Sự phụ thuộc của điện trở người vào áp lực tiếp xúc

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

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:

- 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:

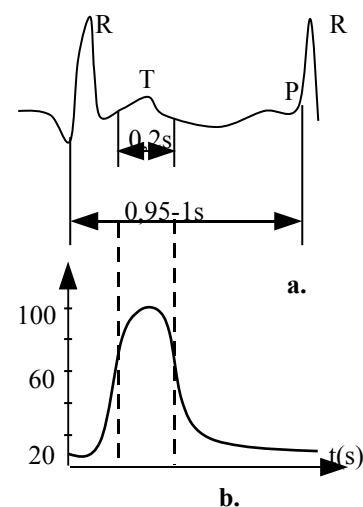
- Dòng đi từ tay qua tay có 3.3% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ tay trái qua chân có 3.7% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ tay phải qua chân có 6.7% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ chân qua chân có 0.4% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi từ đầu qua tay có 7% dòng điện tổng qua tim
- Dòng đi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

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 :

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

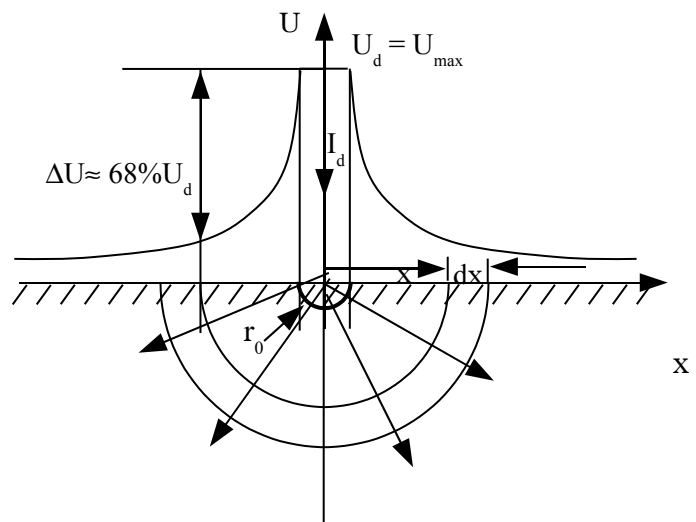
Hay :

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

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 bán cực bán cầu

+ 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

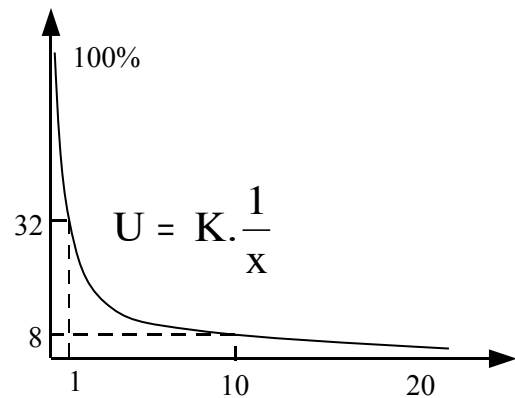
Những nhận xét trên đây cũng đúng với các loại điện cực khác, chỉ có hàm phân bố điện thế là khác (công thức khác)

2.8. ĐIỆN ÁP TIẾP XÚC VÀ ĐIỆN ÁP BƯỚC

2.8.1. Điện áp tiếp xúc

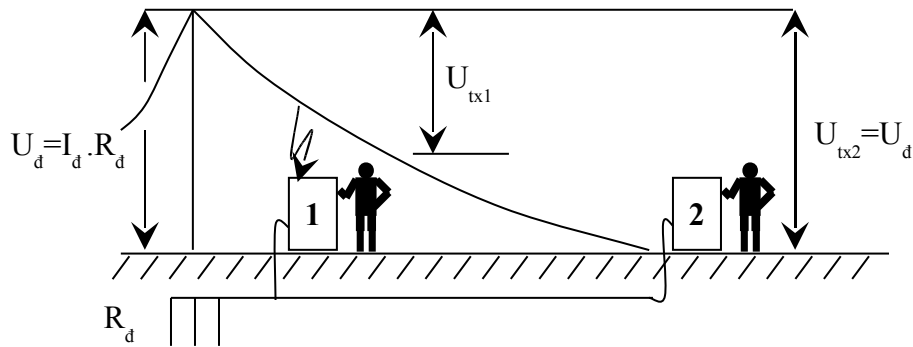
Trong quá trình tiếp xúc với thiết bị điện, nếu có mạch điện khép kín qua người thì điện áp giáng lên người lớn hay nhỏ là tùy thuộc vào điện trở khác mắc nối tiếp với người.

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 hay cách điện một pha của thiết bị điện bị chọc thủng...)

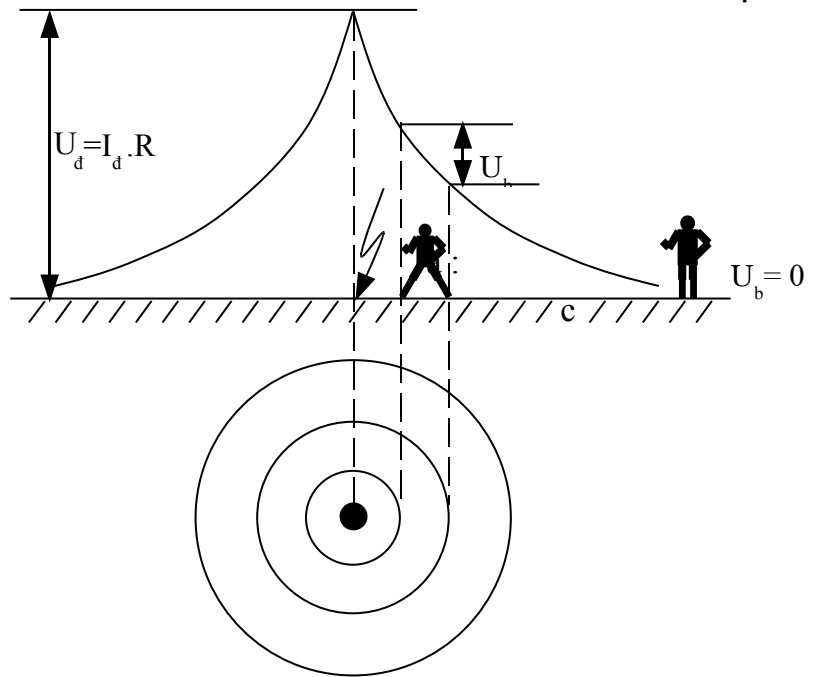
Ta biết điện áp đối với đất ở chỗ trực tiếp chạm đất là :

+ 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

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 :



Hình 2.7: Phân bố thế của các điểm trên mặt đất

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

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 $a = 0,8$ 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 $I_d = 100A$ 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 :

$$U_b = \frac{100 \cdot 80 \cdot 10^4}{2\pi \cdot 220 \cdot 300} = 193V \quad \text{ở đây ta lấy } a = 80\text{cm.}$$

+ 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:

- 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.
-