

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

HOÀNG CÔNG CẦN
PHAN HỒNG SÁNG

BÀI GIẢNG
AN TOÀN LAO ĐỘNG
TRONG XÂY DỰNG

Đà Nẵng - 2006

CHƯƠNG 4

AN TOÀN KHI ĐÀO ĐẤT ĐÁ VÀ LÀM VIỆC TRÊN CAO

4.1. Phân tích nguyên nhân tai nạn khi thi công đất đá, đào hố sâu:

Trong xây dựng cơ bản thi công đất đá là loại công việc thường có khối lượng lớn, tốn nhiều công sức; nhất là với các công trình thuỷ lợi, thuỷ điện, giao thông và sản xuất vật liệu xây dựng (đất, đá để làm gạch . . .) dạng công tác đất cũng phức tạp (đào hào, hố sâu, khoan đường hầm, nạo vét, đắp đê đập ...) nên dễ xảy ra tai nạn lao động và có khi là những tai nạn trầm trọng.

4.1.1. Nguyên nhân gây tai nạn:

Các trường hợp chấn thương, tai nạn xảy ra khi thi công đất (chủ yếu khi đào hố, hào sâu) và khai thác đá ở các mỏ là do những nguyên nhân chủ yếu sau đây gây nên:

- Sụp đổ đất lúc đào hào, hố sâu khi:
 - + Chiều sâu đào thẳng đứng vượt quá giới hạn cho phép mà không gia cố hoặc đào với mái dốc không đủ ổn định.
 - + Gia cố chống đỡ thành hào hố không đúng kỹ thuật, không đảm bảo ổn định.
 - + Vi phạm quy tắc an toàn khi tháo dỡ hệ thống chống đỡ.
- Đất đá lăn rơi từ trên bờ xuống hố hoặc đá lăn theo vách núi xuống người làm việc phía trước.
- Người bị trượt ngã khi:
 - + Làm việc ở mái dốc quá đứng do không đeo dây an toàn
 - + Nhảy qua hào, hố rộng hoặc leo trèo để lên xuống hào, hố sâu.
 - + Đi lại ngang tắc trên sườn núi, sườn đồi không theo đường quy định hoặc không có biện pháp đảm bảo an toàn.
- Theo dõi không đầy đủ về tình trạng an toàn của hố đào do nhìn không thấy rõ lúc trời tối, sương mù và ban đêm.
- Bị nhiễm hơn khí độc như khí cacbonic, amôniac, metan (CO_2 , NH_3 , CH_4) xuất hiện bất ngờ khi thi công ở các hố sâu, đường ngầm).
- Bị chấn thương do sức ép hoặc đất đá văng vào người khi thi công bằng chất nổ.
- Các phương tiện thi công đất (xe vận chuyển, máy đào, máy ủi, máy đầm ...) cũng có thể gây ra tai nạn khi không tuân thủ đầy đủ các quy định an toàn như đường đi lại, vị trí đứng làm việc, chiếu sáng, tín hiệu . . .
- Một nguyên nhân khác là việc đánh giá không hoàn toàn đầy đủ về khảo sát, thăm dò và thiết kế. Bởi vì hiện nay các tính chất cơ học của đất vẫn chưa được thể hiện hoàn toàn trong cơ học đất và đất cũng không phải là một thể tĩnh định theo thời gian. Sự thay đổi tác động của nước ngầm, cấu tạo hợp thành của đất, sự ảnh hưởng biến đổi của nhiệt độ, điều kiện

thi công, tác dụng tương hỗ giữa các công trình đã có và công trình đang xây dựng mà trong quá trình thi công tính chất cơ lý của đất có thể sai khác so với khi khảo sát, thiết kế.

4.1.2. Phân tích nguyên nhân làm sụt lở mái dốc ở khối đào:

4.1.2.1. Điều kiện cân bằng ổn định của mái dốc khối đào:

Sự sụp đổ mái dốc ở hố, hào xảy ra là do các điều kiện cân bằng của khối đất lăng trụ ABC (hoặc khối hình học khác) bị phá hoại (hình 4-1). Khối đất này được giữ bởi lực ma sát và lực dính tác dụng lên mặt phẳng trượt (AC).

Khi mái dốc ổn định tức là khi khối lăng trụ ABC còn ở trạng thái cân bằng giới hạn theo lực ma sát và lực dính; ở dạng chung có thể biểu thị bằng quan hệ:

$$T = N \tan \varphi + C \quad (\text{AC}) \quad \text{tấn} \quad (4-1)$$

Trong đó: T - lực trượt gây ra do trọng lượng khối lăng trụ ABC, $T = Q \sin \theta$

N - lực ma sát; $N \tan \varphi = Q \cos \theta \tan \varphi$

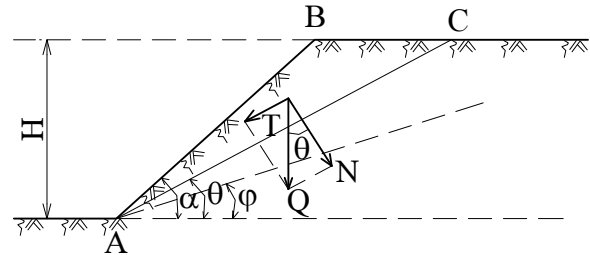
$$\text{Do đó có phương trình cân bằng là: } Q \sin \theta = Q \cos \theta \tan \varphi + C \quad (\text{AC}) \quad (4-2)$$

Ở đây: Q - trọng lượng khối lăng trụ ABC; tấn

θ - góc giữa mặt phẳng trượt (AC) và mặt phẳng ngang

φ - góc mái dốc tự nhiên của đất (góc nội ma sát)

C - lực dính: T/m^2



Hình 4-1. Sơ đồ tính toán điều kiện cân bằng ổn định mức dốc khối đào.

4.1.2.2. Nguyên nhân phá hoại sự cân bằng ổn định:

Khi độ ẩm của đất tăng thì trị số của lực dính và lực ma sát sẽ bị giảm đi. nếu tổng các lực này trở lên nhỏ hơn lực trượt, điều kiện cân bằng của khối lăng trụ ABC sẽ bị phá hoại; tức là khi $Q \sin \theta > Q \cos \theta \tan \varphi + C \quad (\text{AC})$ thì mái dốc hố đào bị sụt lở. Do đó sự ổn định của các mái dốc hố đào không được gia cố cũng chỉ giữ được tạm thời cho đến khi các tính chất cơ lý của đất thay đổi do nước ngấm hoặc mưa lũ làm cho đất ẩm ướt.

Chính vì lý do trên để bảo đảm an toàn lao động và các lý do về mặt kinh tế cần phải thi công đào hào, hố trong một thời gian ngắn về mùa khô. Tuy nhiên trong thực tế thời gian thi công và tồn tại của nhiều hào, hố thường bị kéo dài tới khi mái dốc không còn giữ được ổn định nữa sẽ dẫn tới sụt lở khối đào gây ra tai nạn.

Vì vậy, để loại trừ các nguyên nhân làm sụt lở đất đá trong quá trình thi công đào móng, đào hào, hố sâu, kênh mương thì khi thiết kế quy trình công nghệ hoặc sơ đồ thi công cần phải xét các yếu tố sau đây:

- Đặc trưng cụ thể của đất (tính chất cơ lý, thành phần hạt . . .)
- Độ sâu, chiều rộng của khối đào và thời hạn thi công.
- Sự dao động của mực nước ngầm và sự thay đổi nhiệt độ của đất trong suốt thời kỳ thi công khối đào.
- Hệ thống đường ngầm có sẵn và vị trí phân bố của chúng.

- Điều kiện thi công (cơ giới, thủ công . . .)

Trong quy trình công nghệ và sơ đồ thi công đất cần phải chỉ rõ phương pháp thi công và biện pháp ngăn ngừa sụt lở, bảo đảm sự ổn định của khối đào và an toàn thi công.

4.2. Các biện pháp đề phòng tai nạn khi thi công đào đất đá:

Để đề phòng chấn thương, ngăn ngừa tai nạn khi khai thác đất đá, đào các hố sâu, đường hào, kênh mương có thể dụng các biện pháp an toàn sau đây.

4.2.1. Đảm bảo ổn định của hố đào:

4.2.1.1. Đào hào, hố với thành thẳng đứng:

Khi đào hố móng đường hào không có mái dốc cần phải xác định đến một độ sâu trong điều kiện đã cho có thể đào với thành thẳng đứng không gia cố. Xác định độ sâu đào tối hạn có thể dựa vào quy phạm hoặc tính theo công thức.

- Căn cứ theo quy phạm: Đối với đất có độ ẩm tự nhiên, kết cấu không bị phá hoại và khi không có nước ngầm chỉ cho phép đào thẳng đứng mà không cần gia cố với chiều sâu hạn chế do quy phạm quy định như sau:

* Đất cát và sỏi - không quá 1 m

* Đất á cát - không quá 1,25m

* Đất á sét và sét - không quá 1,5m

* Đất cứng (dùng xà beng cuốc chìm) - không quá 2 m

- Tính theo công thức: Chiều sâu đào tối hạn H_{th} có thể xác định theo một số công thức trong các tài liệu cơ học đất.

* Công thức Xôkhôlop -ski:

$$H_{th} = \frac{2 \cos \varphi}{\gamma(1 - \sin \varphi)}; m \quad (4 - 3)$$

Trong đó: C - lực dính của đất; tấn/m²
 γ - dung trọng của đất; tấn /m³
 φ - góc ma sát trong của đất; độ

Khi xác định độ sâu tối hạn của hố móng hoặc đường hào với thành thẳng đứng nên đưa vào hệ số dự trữ lớn hơn 1. Thông thường hệ số này lấy bằng 1,25; lúc này có độ sâu đào cực hạn H_{ch} :

$$H_{ch} = \frac{H_{th}}{1,25} \quad (4 - 4)$$

* Công thức Trư-tô víc:

$$H_{ch} = \frac{4C}{\gamma}; m \quad (4 - 5)$$

Trong đó: C, α - như trên

M - hệ số ổn định (hệ số an toàn); lấy $m = 1,5 \sim 3,0$

Khi đào hào, hố sâu hơn độ sâu H_{ch} thì phải gia cố thành hào, hố hoặc đào thành đứng đặt cấp.

4.2.1.2. Đào hào, hố có mái dốc:

Mái dốc có thể lấy theo quy phạm hoặc tính theo công thức.

- Khi đào hào, hố có mái dốc với đất có độ ẩm tự nhiên, không có nước ngầm, chiều sâu không quá 5m thì góc mái dốc thành hào, hố có thể lấy theo quy phạm (bảng 4 - 1)

Bảng 4 -1: Góc mái dốc của khối đào tương ứng theo loại đất và trạng thái đất

Loại đất	Trạng thái đất					
	Ít ẩm		Ẩm		Uớt	
	A	B	A	B	A	B
- Sỏi, đá dăm	40	1:1,20	40	1:1,20	35	1:1,45
- Cát hạt to	30	1:1,75	32	1:1,60	25	1:2,15
- Cát hạt trung bình	28	1:1,90	35	1:1,45	25	1:2,15
- Cát hạt nhỏ	25	1:2,15	30	1:2,75	20	1:2,77
- Sét pha	50	1:0,84	40	1:1,20	30	1:1,75
- Đất hữu cơ	40	1:1,20	35	1:1,45	25	1:2,15
- Đất mục không có rễ cây	40	1:1,20	25	1:2,15	15	1:3,75

Chú thích: A - góc giữa mái dốc và đường nằm ngang; độ

B - tỷ số giữa chiều cao của mái dốc và hình chiếu trên mặt phẳng

- Khi đào sâu hơn 5m thì cần phải tính toán để xác định góc mái dốc. Tính góc mái dốc ở những hố, hào sâu, ở mỏ khai thác đá có thể tiến hành theo phương pháp của N.N. Mátslốp với hai giả thiết sau:

1 - Góc mái dốc ổn định đối với bất kỳ loại đất nào là góc chống trượt Ψ_t của nó.

2 - Ứng suất cực hạn ở trong chiều dày lớp đất được xác định bằng đẳng thức bởi hai ứng suất chính do trọng lượng của cột đất có chiều cao bằng khoảng cách từ mốc đang xét (điểm chịu tải) đến mặt đất nằm ngang.

Hệ số chống trượt F_t thể hiện bằng đẳng thức: $F_t = \operatorname{tg} \varphi + \frac{C}{P_{tn}}$ (4 - 6)

Trong đó: φ - góc ma sát trong của đất

C - lực dính của đất; T/m²

P_{tn} - tải trọng tự nhiên (áp lực thẳng đứng) ở chiều sâu H; $P_{tn} = H \cdot \gamma$; T/m² (ở đây γ là dung trọng của đất; t/m² và H là chiều cao cột đất; m).

Đại lượng F_t xác định tang của góc chống trượt của đất khi hệ số an toàn ổn định $n = 1$; tức là $\operatorname{tg} \Psi_t = F_t$; do đó góc mái dốc α được xác định theo hệ số an toàn ổn định n bằng

đẳng thức: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \Psi_t}{n}$ (4 - 7)

Hệ số an toàn ổn định n được lựa chọn xuất phát từ thời hạn tồn tại của khối đào hoặc mỏ khai thác. Nếu thời hạn đó trên 10 năm thì lấy $n = 1,5 \sim 1,8$, khi đó sự ổn định của mái dốc sẽ được đảm bảo ngay cả lúc chịu tác dụng của mưa lũ.

- Phòng ngừa mái dốc sụt lổ: khi khai thác đất đá và đào hào, hố sâu 20 ~ 30m điều nguy hiểm đặc biệt đối với công nhân là sụt lổ, trượt và xô đổ núi dốc, có thể làm lấp phần hố

ở phía dưới cùng với máy móc, thiết bị và người làm việc. Hiện tượng trượt đất thường xảy ra nhiều về mùa lũ. Để phòng ngừa trượt đất và sụt lở khi đào có thể thực hiện các biện pháp sau:

- * Gia cố góc mái dốc bằng cách đóng cọc bố trí theo hình bàn cờ
- * Làm tường chắn bằng loại đá rắn và vữa bảo đảm độ bền chịu lực
- * Giảm dốc mái dốc bằng cách chia góc mái dốc ra nhiều bậc cấp hoặc chia bậc cấp lớn thành bậc cấp nhỏ và có bờ thêm trung gian.

4.2.1.3. Hào, hố đào theo giạt cấp:

Đối với hào, hố rộng, chiều sâu lớn (trong thi công thuỷ lợi, trong khai thác đất đá) khi thi công thường tiến hành đào giạt cấp thành thẳng đứng hoặc giạt cấp mái dốc.

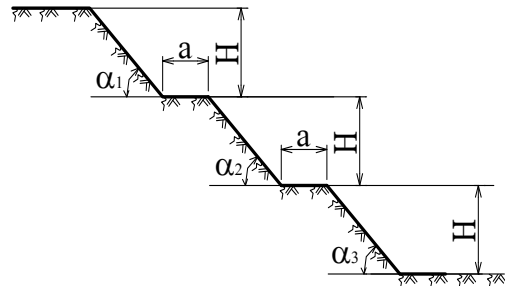
- Chiều cao mỗi đợt giạt cấp thành đứng không được vượt quá chiều cao cho phép theo quy định an toàn ở trường hợp đào với thành thẳng đứng (mục 4.2.1.1.)

- Khi giạt cấp để thao mái dốc thì góc mái dốc ở mỗi dốc phải tuân theo điều kiện đảm bảo ổn định (mục 4.2.1.2.).

- Giữa các đợt giạt cấp có chừa lại cơ trung gian (bờ triền thêm). Căn cứ vào chiều rộng cần thiết khi thi công mà chia ra cơ để làm việc, cơ để vận chuyển và cơ bảo vệ.

* Cơ để làm việc và cơ để vận chuyển đất được xác định xuất phát từ điều kiện kỹ thuật đào, cần có nền ổn định và có đủ độ rộng để hoàn thành các thao tác làm việc một cách bình thường. Chiều rộng cơ để vận chuyển đất lấy như sau:

- Khi vận chuyển thủ công lấy rộng 3~3,5m.
- Khi vận chuyển bằng xe xúc vật kéo lấy 5m
- Khi vận chuyển bằng cơ giới lấy rộng 7m



Hình 4-2. Bờ thêm trung gian giữa các đợt giạt cấp mái dốc.

* Nếu trường hợp không có yêu cầu làm việc và vận chuyển thì trên mỗi đợt giạt cấp phải để lại cơ bảo vệ (hình 4 - 2): khi tuân theo dốc tự nhiên của đất, chiều rộng cơ có thể xác định theo điều kiện:

$$a \geq 0,1H \quad (4 - 8)$$

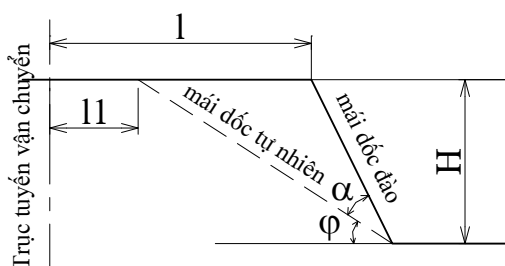
Trong đó: a - chiều rộng của cơ trung gian; m

H - Chiều cao của giạt cấp; m

Theo kinh nghiệm thực tế ở các mỏ đá sâu cứ 20 ~ 30m lại để chừa cơ trung gian có độ rộng 6m.

4.2.1.4. Bố trí tuyến vận chuyển trên mép khối đào:

Thi công công tác đất trên công trường và khai thác mỏ có liên quan đến việc sử dụng máy móc và công cụ vận chuyển cũng như việc bố trí đúng đắn đường vận chuyển ở gần hố đào ngoài phạm vi sụp đổ của khối đất lăng trụ (hình 4 - 3) để bảo đảm không gây chấn động làm sụp đổ thành hố đào.



Khoảng cách l từ mép khối đào đến tuyến vận chuyển có thể xác định theo công thức:

$$l = l_1 + H \left[\frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} - \frac{1}{\operatorname{tg}(\varphi + \alpha)} \right]; \text{ m} \quad (4 - 9)$$

Trong đó: l_1 = khoảng cách từ tuyến vận chuyển đến chỗ giao nhau với đường được tạo bởi mái dốc tự nhiên của đất; m

H - chiều sâu hố đào; m

φ - góc mái dốc tự nhiên của đất; độ.

α - góc kẹp giữa mái dốc đào thực tế và mái dốc tự nhiên; độ

Hình 4 - 3. Sơ đồ tính toán khoảng cách từ mép mái đào đến trục tuyến vận chuyển

4.2.2. Một số quy định về biện pháp an toàn khi thi công đào hào, hố sâu:

4.2.2.1. Biện pháp ngăn ngừa đất đá lẫn rơi:

- Nếu trên thành hào, hố khi đào ngẫu nhiên xuất hiện các ụ đất đá trôi ra thì phải đình chỉ công việc ở dưới và phá đi từ phía trên sau khi đã chuyển người và máy móc ra nơi an toàn.

- Đất đá đào lên phải đổ xa cách mép hào, hố ít nhất 0,5m. Chừa bờ bảo vệ để ngăn giữ đất đá lẫn từ phía trên xuống. Để bảo đảm tốt hơn, ở mép bờ cần đóng các tấm ván thành bảo vệ cao 15cm.

- Khi đào đất bằng thủ công tuyệt đối không đào theo kiểu hãm ếch. Nếu đào đất bằng máy đào gầu, phải đào theo góc độ quy định của thiết kế khoang đào.

- Trong quá trình đào hào, hố, người đào phải thường xuyên xem xét vách đá và mạch đất phía trên, nếu thấy có kẻ nứt hoặc hiện tượng sụp đổ đe dọa thì phải ngừng thi công ngay. Cán bộ kỹ thuật phải tiến hành nghiên cứu để đề ra biện pháp giải quyết thích hợp và kịp thời. Đặc biệt sau mỗi trận mưa phải kiểm tra vách đào trước khi để công nhân xuống hố đào tiếp.

- Không được bố trí người vừa làm việc dưới hố, vừa làm việc trên hố ở cùng một vị trí.

4.2.2.2. Biện pháp ngăn ngừa trượt ngã:

- Công nhân lên xuống hào, hố sâu phải có thang chắc chắn, cầm leo trèo lên xuống theo các văng chống.

- Công nhân phải đeo dây an toàn và dây phải buộc vào chỗ thật chắc chắn trong trường hợp:

* Khi làm việc trên mái dốc có chiều cao hơn 3m và độ dốc hơn 45⁰

* Khi bề mặt mái dốc trơn trượt, ẩm ướt và độ dốc hơn 30⁰

- Hố đào ở trên đường đi lại phải có rào chắn, ban đêm phải có đèn báo hiệu nguy hiểm.

- Tuyệt đối cấm đứng ngồi trên mép hoặc sát dưới chân thành hào, hố có vách thẳng đứng đang đào dở để nghỉ giải lao hoặc chờ đợi công việc. Trường hợp dưới chân thành hào, hố có khoảng đất rộng thì có thể đứng hoặc ngồi cách chân thành hào, hố một khoảng cách lớn hơn chiều cao thành hào, hố từ 1,0m trở lên.

- Để đi qua hào, hố phải bắc cầu nhỏ, cầu phải có tay vịn chắc chắn cao 1,0m. Ban đêm có đèn thấp sáng ở khu vực cầu.

4.2.2.3. Biện pháp đề phòng nhiễm độc:

- Trước khi công nhân xuống làm việc ở các hố sâu, giếng khoan, đường hầm phải kiểm tra không khí bằng đèn thỏ mỏ. Nếu có khí độc phải làm thoát đi bằng bơm không khí nén. Thường gặp khí CO₂ thì đèn lập lòe và tắt, nếu có khí cháy như mêtan (CH₄) thì đèn sẽ cháy sáng. Cũng có thể thả xúc vật xuống xem, nếu xúc vật bình thường thì không có khí độc.

- Khi đào sâu xuống lòng đất, phát hiện có hơi hoặc khói khó ngửi thì phải ngừng ngay công việc, công nhân tản ra xa để tránh nhiễm khí độc, phải tìm nguyên nhân và áp dụng các phương pháp triệt nguồn phát sinh, giải toả khí độc bằng máy nén không khí, quạt... Chỉ khi nào xử lý xong, đảm bảo không còn khí độc hoặc nồng độ khí độc rất nhỏ không nguy hiểm đến sức khỏe thì mới cho tiếp tục thi công.

- Khi đào đất ở trong hầm, dưới hố móng có các loại ống dẫn hơi xăng dầu hoặc có thể có khí độc, khí mêtan dễ cháy, dễ nổ thì không được dùng đèn đốt dầu thường để soi rọi, không được dùng lửa và hút thuốc.

- Nếu cần phải làm việc dưới hố, giếng khoan, đường hầm có hơi khí độc công nhân phải được trang bị mặt nạ phòng độc, bình thở và phải có người ở trên theo dõi, hỗ trợ.

4.2.3. Phòng ngừa chấn thương khi nổ mìn:

Khi khai thác đá, thi công đào đất cứng, đào khối ngầm thường phải cho nổ mìn để làm tơi, phá sập hoặc văng đất đá đi xa, do đó dễ gây ra tai nạn.

4.2.3.1. Những quy định bảo đảm an toàn khi nổ mìn:

- Trước khi nổ mìn cần thiết tiến hành một số công việc như:

* Mọi người trên công trường phải rời khỏi khu vực nguy hiểm, tránh đất đá văng làm sát thương. Thiết bị, xe máy cần phải chuyển đi hoặc che đậy chu đáo.

* Nhà ở, phòng làm việc trong phạm vi ảnh hưởng của sóng xung kích đều phải mở cửa; các công trình chịu tác dụng địa chấn khi nổ mìn cũng phải được gia cố.

* Xung quanh vùng nguy hiểm phải rào ngăn cho người cảnh giới, còn lại tất cả các ngã đường và lối đi đến chỗ nổ phải có biển báo đề phòng.

- Khi nổ mìn phải sử dụng loại thuốc nào ít nguy hiểm nhất và kinh tế nhất đã được cơ quan nhà nước có thẩm quyền cho phép dùng đối với mỗi công việc. Trường hợp phải dự trữ thuốc quá một ngày đêm thì phải bảo đảm thuốc nổ ở kho chuyên dùng, được sự đồng ý của cơ quan công an địa phương nhằm hạn chế lượng thuốc và bảo đảm an toàn.

- Kho thuốc nổ cần phải:

* Bố trí xa nơi người ở, khu vực sản xuất và các công trình quan trọng nhưng tiện lợi về giao thông và có rào bảo vệ xung quanh cách kho ít nhất 40m.

* Đảm bảo nhiệt độ trong kho không quá 30°C. Nếu có điều kiện thì làm nhà kho chìm xuống đất hoặc đắp đất bao quanh. Kho cần thiết có thiết bị chống sét.

* Trong kho phải có sàn để phòng ẩm, sàn cao ít nhất 30cm, sàn làm bằng gạch, bê tông hoặc gỗ; yêu cầu bằng phẳng và kín. Không dùng vôi để hút ẩm trong kho, nhất là vôi cục.

- Nếu thi công nổ mìn vào lúc tối trời thì chỗ làm việc phải được chiếu sáng đầy đủ và phải tăng cường bảo vệ vùng nguy hiểm.

- Công nhân thi công ở hiện trường không được cho thuốc nổ và kíp nổ vào trong túi quần áo. Nếu cần mang cả thuốc và kíp thì phải để vào từng túi riêng và không được mang nhiều, nhất là những nơi đi lại khó khăn. Nhận xong vật liệu nổ phải đi thẳng đến nơi nổ phá, không dừng lại dọc đường, không bàn giao cho người không có trách nhiệm.

- Trường hợp nổ mìn bằng dây cháy chậm mà công nhân không chạy ra được vùng an toàn kíp thời thì phải dùng phương pháp gây nổ bằng điện điều khiển từ xa hoặc cho nổ bằng dây dẫn nổ.

- Sau khi nổ phá phải quan sát vùng nổ, kiểm tra phát hiện thấy mìn câm hoặc nghi ngờ có mìn sót phải đánh dấu, cấm biển báo không cho người vào và tìm cách xử lý. Trong mọi trường hợp không nên rút dây để lấy kíp nổ từ trong lỗ mìn ra, cấm đục hay khoan tiếp vào lỗ mìn bị phụt mặc dù chưa biết lỗ có còn thuốc hay không. Phải đợi sau 30 phút cho lỗ mìn hết nóng mới nạp thuốc để nổ lại.

4.2.3.2. Xác định khoảng cách an toàn:

Khoảng cách an toàn là khoảng cách tính từ chỗ nổ mà ngoài phạm vi đó sóng xung kích trong không khí, địa chấn và đất đá văng không còn khả năng gây tác hại, nguy hiểm cho con người và các công trình trên mặt đất.

- Khoảng cách an toàn do địa chấn R_c đối với nhà cửa công trình được tính theo công thức: $R_c = K_c \alpha \sqrt[3]{Q}$; m (4 - 10)

trong đó:

K_c - hệ số phụ thuộc vào tính chất của đất ở nền móng công trình cần bảo vệ.

α - hệ số phụ thuộc vào chỉ số tác dụng nổ phá n , đối với nổ phá ngầm:

* khi $n \leq 0,5$ lấy $\alpha = 1,2$

* khi $n = 1$ lấy $\alpha = 1,0$

* khi $n = 2$ lấy $\alpha = 0,8$

* khi $n = 3$ lấy $\alpha = 0,7$

Khi nổ ở trên mặt đất tác dụng chấn động không đáng kể.

Q - trọng lượng của khối thuốc nổ; kg

- Khoảng cách an toàn theo tác dụng sóng xung kích trong không khí R_s xác định theo công thức: $R_s = K_s \sqrt{Q}$; m (4 - 11)

Trong đó: K_s - hệ số phụ thuộc vào điều kiện và đặc tính công phá của quả mìn, mức độ hư hại của công trình.

Vùng an toàn theo tác dụng sóng xung kích không khí đối với con người với bán kính R_{smin} có thể tính theo công thức:

$$R_{\min} = 15 \sqrt{Q} ; m \quad (4 - 12)$$

- Khoảng cách an toàn của những hòn đất văng xa cá biệt có thể tính như sau:

* Trường hợp văng theo đường cản ngắn nhất:

$$L_1 = 60n^2WK; m \quad (4 - 13a)$$

* Trường hợp văng theo các phương khác:

$$L_2 = 40n^2WK; m \quad (4 - 13b)$$

Trong đó: L_1, L_2 khoảng cách văng xa của những hòn đá cá biệt theo phương đường cản ngắn nhất và theo các phương khác; m

n - chỉ số tác dụng nổ phá của khối thuốc nổ lớn nhất

W - đường cản ngắn nhất của khối thuốc nổ lớn nhất; m

K - hệ số an toàn, thường dùng 1,5 ~ 2,0

Theo công thức (4 - 13a) và (4 - 13b) tính toán cụ lý để phòng tránh những kết quả không được nhỏ hơn các trị số sau:

1 - Đối với nổ mìn ốp là 380m

2 - Đối với nổ mìn lỗ sâu, nổ mìn hầm, nổ mìn bầu là 200m

3 - Phá đá quá cỡ là 400m

4.3. Tính toán hệ gia cố tường hào, hố đào thẳng đứng:

Khi đào hào, hố với thành thẳng đứng sau hơn chiều sâu tới hạn (hoặc chiều sâu cực hạn) thì phải chống đỡ vách đất hố đào bằng hệ thống gai cố (ván lát ngang, ván lát đứng, ván cừ gỗ hoặc thép) và phải tiến hành tính toán cho trường hợp gia cố đơn giản của hệ thống chống đỡ cách đất bằng ván lát ngang.

4.3.1. Xác định sơ đồ tính toán:

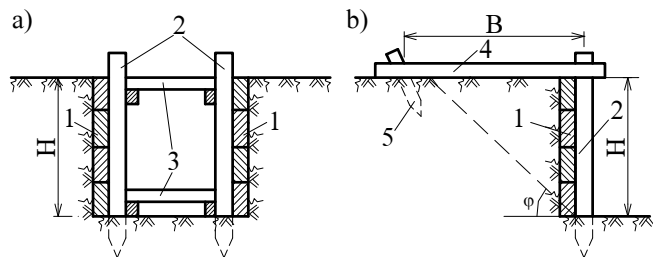
4.3.1.1. Các bộ phận của hệ thống chống đỡ văng ván lát ngang: (hình 4 - 4) chủ yếu gồm có:

* Các cọc đứng để giữ các tấm ván lát ngang riêng lẻ hoặc ghép lại thành mảnh lớn trực tiếp chịu áp lực đất.

* Các cọc đứng để giữ các tấm ván lát ngang theo mặt phẳng đứng

* Văng chống ngang (hình 4-4a) hoặc chống xiên để giữ cọc đứng. Khi những văng chống ngang gây trở ngại cho các công

việc khác (đổ bê tông móng, đặt đường ống . . .) hoặc hố đào quá rộng thì có thể thay thế các văng chống ngang bằng cách giằng các đầu cọc đứng với cọc neo ở trên bờ hố đào (hình 4 - 4b).



Hình 4 - 4. Gia cố thành hố đứng bằng ván lát ngang

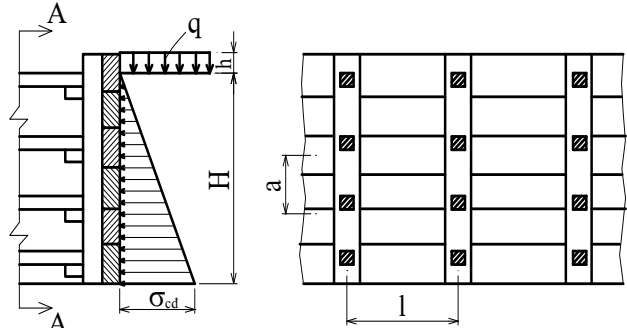
a) Đối với hố đào hẹp; b) Đối với hố đào rộng

4.3.1.2. Sơ đồ tính toán:

Tấm ván lát ngang xem như một dầm đơn giản hoặc liên tục tùy theo số lượng cọc đứng. Cọc coi là dầm liên tục (hình 4 - 5) hoặc dầm đơn giản (hình 4 - 4) hay dầm công xon thanh văng chống ngang chịu nén, thanh giằng đầu cọc đứng chịu kéo (hình 4 - 4b).

Hình 4-5. Sơ đồ tính toán các bộ phận của hệ gia cố thành đứng hồ đào bằng ván lát ngang.

Hệ thống gia cố được tính với áp lực chủ động của đất và các tải trọng phụ thêm tác dụng lên khối lăng trụ sụp đổ.



- Trị số áp lực chủ động lớn nhất σ_{cd} tại chiều sâu H của hố đào xác định theo công thức cơ học như sau:

$$* \text{ Trong đất không dính: } \sigma_{cd} = \gamma H \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}); \quad T/m^2 (4 - 14a)$$

Trong đó: H - chiều sâu hào, hố đào; m

α - dung trọng của đất; t/m^3

γ - góc ma sát trong của đất (góc mái dốc tự nhiên); độ

C - lực dính của đất: T/m^2

Trị số trung bình của lực dính C đối với một số loại đất lấy như sau:

$$\text{Cát: } C = 0,2 \text{ T/m}^2 \quad \text{Đất á cát: } C = 1,5 \text{ T/m}^2 \quad \text{Đất á sét: } C = 50 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Đất sét: } C = 8,2 \text{ T/m}^2 \quad \text{Đất có lẫn thực vật: } C = 0,5 \text{ T/m}^2$$

- Tải trọng phụ thêm trên mặt đất được tính toán bằng cách cho tải trọng phụ phân bố đều lên khối lăng trụ đất sụp đổ với dung trọng α của đất lèn chặt (tấy tải trọng phụ thêm bằng lớp đất có chiều cao là h trên mặt đất của khối lăng trụ sụp đổ với tải trọng phân bố q).

Như vậy chiều cao thu được của tải trọng phụ là: $h = \frac{\gamma}{q}$ đưa thêm vào chiều sâu hố đào ($H + h$)

để xác định trị số áp lực chủ động của đất. Lực này các công thức (4 - 14a) và (4 - 14b) sẽ là:

$$* \text{ Đối với đất không dính: } \delta_{cd} = \gamma(H + h) \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \quad (4 - 15a)$$

* Đối với đất dính:

$$\delta_{cd} = \gamma(H + h) \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) - 2C \tan(45^\circ - \frac{\phi}{2}) \quad (4 - 15b)$$

4.3.2. Nội dung tính toán:

Việc tính toán đảm bảo độ bền và ổn định của hệ thống chống đỡ dựa vào kiến thức có trọng tải liệu cơ học kết cấu hoặc kết cấu gỗ.

4.3.2.1. Xác định khoảng cách l giữa các cọc đứng:

- Khi số cọc đứng lớn hơn 2 trên chiều dài liên tục của tấm ván lát ngang (ván dọc tường) với các gốc tựa là cọc thì tấm ván dọc được coi như dầm liên tục, mômen uốn cực đại

$$M_{\max} \text{ xác định theo công thức: } M_{\max} = \frac{ql^2}{2}$$

Đối với những tấm ván lát ngang đã chọn, mômen chống uốn W sẽ là:

$$W = \frac{bh^2}{6} \text{ . Theo điều kiện sức bền sẽ có:}$$

$$W = \frac{\delta_{\max}}{[\delta]} ; \text{ tức là: } \frac{bh^2}{6} = \frac{qh^2}{12[\delta]} \quad (4 - 16)$$

Trong đó: b - chiều rộng của tấm ván lát ngang (ván dọc tường); m

h - chiều dày của tấm ván lát ngang; cm

q - tải trọng theo chiều dài cho 1cm ván dọc khi chiều rộng của nó là b ;

tính theo: $q = \sigma_{cd} \cdot B$; kG/cm.

Từ công thức (4 - 16) có thể xác định được khoảng cách l giữa các cọc đứng là:

Công thức:

$$l = h \sqrt{\frac{2[\delta] \cdot 0,75}{\delta_{cd}}} = h \sqrt{\frac{1,5[\delta]}{\delta_{cd}}} \quad (4 - 17)$$

- Khi số cọc đứng bằng hai trên chiều dài liên tục của ván dọc thì ván dọc được

xem như dầm đơn giản đặt trên hai gốc tựa là cọc, mômen uốn lúc này sẽ là: $M_{\max} = \frac{ql^2}{8}$

Như vậy đối với trường hợp này thì điều kiện sức bền của tấm ván lát ngang là:

$$\frac{bh^2}{6} = \frac{ql^2}{8[\delta]} \quad (4 - 18)$$

Từ đó xác định khoảng cách l giữa hai cọc đứng là:

$$l = h \sqrt{\frac{4[\delta] \cdot 0,75}{3\delta_{cd}}} = h \sqrt{\frac{[\delta]}{\delta_{cd}}} \quad (4-19)$$

Trong đó: $[\sigma]$ - ứng suất cho phép của gỗ, phải nhân với hệ số điều kiện làm việc 0,75; kG/cm².

4.3.2.2. Tính ván lát ngang:

Từ công thức (4 - 16) đối với ván dọc là dầm liên tục hoặc công thức (4 - 18) đối với ván dọc là dầm đơn giản có thể dễ dàng xác định độ dày h cần thiết của ván lát ngang khi biết trước chiều rộng b của tấm ván.

4.3.2.3. Tính cọc đứng:

Tùy theo cách chống đỡ cọc đứng mà sự làm việc chịu lực của nó sẽ khác nhau.

* Nếu cọc đứng được chống giữ nổi các văng chống ngang (hình 4 - 5), có thể coi cọc làm việc như dầm liên tục.

* Nếu chân cọc được đóng sâu xuống đất, đầu cọc để tự do không có văng chống ngang hoặc neo giằng đầu cọc, có thể coi cọc làm việc như dầm công xon một đầu ngấn.

* Nếu chỉ dưới chân cọc và trên đầu cọc có văng chống ngang, có thể xem cọc làm việc như dầm tỳ lên hai gối tựa (hình 4 - 4a).

Cách tính toán cho 3 trường hợp trên tương tự như nhau; ở đây chỉ xét cụ thể cho trường hợp thứ hai (hình 4 - 6).

Cọc cá chân ngàm trong đất thì mômen cực đại của nó khi bị uốn là:

$$M_{\max} = \frac{P.H}{3} \quad ; \quad T.m \quad (4-20)$$

Trong đó: H - chiều cao của mặt đứng kể từ mặt đáy hồ đào; m

P - áp lực đất lên cọc đứng; $P = Ql$; tấn
Ở đây: Q - áp lực chủ động toàn phần (đất không dính) trên 1m chiều rộng của tường ván gia cố có chiều cao H, được tính theo công thức:

$$Q = \frac{1}{2} \gamma H^2 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad ; \quad T/m \quad (4-21)$$

l - khoảng cách giữa các cọc đứng; m

Mômen chống uốn của cọc đứng là:

$$W = \frac{M_{\max}}{R_u} \quad ; \quad cm^2 \quad (4-22)$$

Trong đó: R_u - cường độ chịu uốn của gỗ làm cọc đứng; kg/cm^2

Tùy theo tiết diện cọc lựa chọn là chữ nhật, vuông hay tròn àm xác định được kích thước tiết diện của cọc đứng từ trị số W tính theo công thức (4 - 22); chẳng hạn đường với cọc đứng tiết diện tròn thì mômen chống uốn $W = \frac{\pi.d^3}{32}$ từ đó tính được đường kính của cọc là:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32.W}{T.C}} \quad ; \quad cm$$

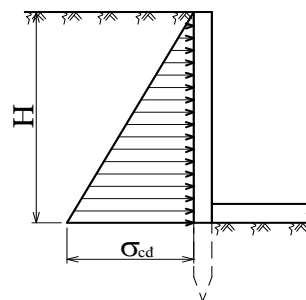
Kích thước tiết diện cọc xác định được bằng tính toán như trên nếu vì một lý do nào đó thì có thể thay đổi khoảng cách l giữa các cọc đứng (thu hẹp khoảng cách) và tiến hành tính lại.

4.3.2.4. Tính văng chống ngang:

Những thanh văng chống đặt giữa các hàng cọc đứng cách nhau một khoảng là a (hình 4 - 5). Văng chống ngang sẽ chịu tải trọng đất ép vào, xác định như phản lực của gối tựa ở giữa giằng hai nhịp là:

$$N = \sigma_{cd}.l.a \quad ; \quad kg \quad (4-23)$$

Trong đó: l - khoảng cách giữa các cọc đứng; cm



Hình 4-6. Sơ đồ tính toán khi đầu cọc để tự do, chân cọc chôn trong đất.

a - khoảng cách giữa các thanh văng; cm

Tiết diện văng chống ngang được xác định theo công thức sau:

$$* \text{ Theo điều kiện bền: } \frac{N}{F} \leq R_n \quad (4 - 24a)$$

$$* \text{ Theo điều kiện ổn định: } \frac{N}{f.F_{tt}} \leq R_n \quad (4 - 24b)$$

Trong đó: N - tải trọng tác dụng vào thanh văng; kG

F - diện tích làm việc của tiết diện ngang thanh văng; cm²

F_{tt} - diện tích tính toán của tiết diện ngang thanh văng; cm²

R_n - cường độ chịu nén của gỗ dọc thớ, kG/cm²

f - hệ số uốn dọc.

4.3.2.5. Tính giằng treo đầu cọc đứng:

Tương tự như cách tính toán thanh văng, thang giằng treo được coi là cấu kiện chịu kéo, cho nên tiết diện ngang của nó được xác định dựa vào công thức sau:

$$\frac{N}{F_{tt}} \leq R_k \quad (4 - 25)$$

Trong đó: R_k - cường độ chịu kéo của gỗ; kG.cm²

Khi giằng đầu cọc đứng phải chịu bảo đảm cọc néo đóng sâu trong phạm vi của góc nội ma sát γ của đất (hình 4-4b), tức là bảo đảm điều kiện:

$$B > \frac{H}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (4 - 26)$$

Trong đó: B - khoảng cách từ cọc đứng đến cọc néo; m

H - chiều sâu cầu hố đào; m

4.4. Kỹ thuật an toàn khi làm việc trên cao:

Khi thi công xây dựng các công trình cao, xu hướng càng lên cao tai nạn xảy ra càng nhiều. Theo số liệu thống kê phân tích tai nạn lao động trong xây dựng cơ bản thì tai nạn khi làm việc trên cao không những chiếm tỷ lệ cao nhất so với các loại tai nạn khác mà hậu quả gây trầm trọng hoặc chết người cũng chiếm tỷ lệ cao nhất (tai nạn do ngã cao, sập đổ bộ phận công trình, sập đổ hệ thống dàn giáo, ván khuôn . . .) thống kê cho biết; tai nạn xảy ra ở các độ cao khác nhau phân bố như sau: dưới 5 m là 23,4%; từ 5 đến 10m là 25,8%; trên 10m là 51,6%.

Tai nạn ngã cao không những chỉ xảy ra ở những công trình lớn, công trình cao, thi công tập trung mà còn ở cả các công trường nhỏ, thấp tầng, thi công phân tán.

4.4.1. Những nguyên nhân gây tai nạn khi làm việc trên cao:

Người ngã từ trên cao xuống khi làm việc; vật liệu, dụng cụ rơi từ trên cao xuống người ở phía dưới là hai tai nạn phổ biến mà nguyên nhân có thể là:

4.4.1.1. Nguyên nhân về tổ chức: Gồm những nguyên nhân chính sau:

- Bố trí công nhân không đủ điều kiện để làm các công việc trên cao, sức khỏe không bảo đảm (phụ nữ có thai, người có bệnh tim mạch, huyết áp; thích lực hoặc thị lực kém, công nhân chưa được huấn luyện về chuyên môn và an toàn lao động dẫn đến vi phạm quy trình kỹ thuật, kỹ thuật lao động và nội quy an toàn lao động.

- Thiếu kiểm tra giám sát thường xuyên để phát hiện ngăn chặn và khắc phục kịp thời các hiện tượng thiếu an toàn khi làm việc trên cao.

- Thiếu các phương tiện bảo vệ cá nhân về an toàn lao động như giày chống trượt, Dây an toàn . . .

- Bố trí dây chuyền sản xuất không hợp lý như cùng làm việc trên hai sàn thao tác cầu dàn giáo liền kề nhau theo đường thẳng đứng.

- Vi phạm quy định an toàn khi đi lại làm việc trên cao như leo trèo trên tường, trên kết cấu lắp ghép, trên dàn giáo, trên khung ván, cốt thép để lên xuống; đi trên đỉnh dầm, đỉnh tường, trèo qua cửa sổ, làm việc ở vị trí chênh vênh, nguy hiểm không đeo dây an toàn.

- Tổ chức vận chuyển vật liệu đến chỗ làm việc hoặc vật liệu phé thải thừa không đúng quy định như ném vật liệu từ trên cao xuống, chất xếp vật liệu trên thang lên xuống của dàn giáo . . .

4.4.1.2. Nguyên nhân về kỹ thuật: Gồm hai nguyên nhân chính là:

- Không sử dụng các phương tiện làm việc trên cao như các loại dàn giáo, thang, lưới (giáo định hình, giáo ghề, giáo treo, nôi treo . . .) để tạo ra chỗ làm việc và đi lại an toàn cho công nhân trong quá trình thi công ở trên cao.

- Sử dụng các phương tiện làm việc trên cao không đảm bảo các yêu cầu về an toàn gây ra sự cố tai nạn, do những sai sót đã vi phạm mang tính riêng biệt hoặc trùng hợp của bốn khâu: Thiết kế, chế tạo, dựng nấp và tháo dỡ, sử dụng (đặc biệt đối với hệ thống dàn giáo).

1. Nguyên nhân thuộc về thiết kế:

* Lập sơ đồ tính toán và xác định tải trọng tác dụng không đúng với điều kiện làm việc thực tế của phương tiện, tính toán sai sót.

* Các chi tiết cấu tạo và liên kết các bộ phận hợp thành phương tiện làm việc trên cao không phù hợp với khả năng và điều kiện gia công, chế tạo.

2. Nguyên nhân do gia công, chế tạo:

* Vật liệu sử dụng kém chất lượng (mộc nát, cong vênh, mọt rỉ . . .)

* Chuẩn bị và gia công các bộ phận kết cấu của phương tiện không đúng kích thước theo thiết kế.

* Liên kết hàn, buộc các mối nối kèm chất lượng, không đủ bền chắc:

3. Nguyên nhân khi dựng lắp và tháo dỡ:

* Thay đổi tùy tiện các kích thước thiết kế của sơ đồ khung không gian (khoảng cách giữa các cột theo hai phương dọc, ngang, chiều cao giữa các tầng).

* Đặt các cột dàn giáo nghiêng lệch so với phương thẳng đứng làm lệch tâm các lực tác dụng gây ra quá ứng suất.

* Không bố trí đủ và đúng vị trí các điểm neo dàn giáo vào công trình đang thi công, thiếu các thanh giằng chéo làm cho kết cấu không đủ độ cứng; biến hình.

* Dàn giáo đặt trên nền đất yếu gây ra lún, mất ổn định.

* Vi phạm trình tự lắp đặt và tháo dỡ: khi dựng lắp dàn giáo công nhân bị trượt ngã do không có thiết bị phòng hộ (thiếu hoặc không dùng).

4. Nguyên nhân trong quá trình sử dụng:

* Dàn giáo bị quá tải so với tính toán do chất chứa vật liệu quá nhiều hoặc tập trung đông người trên sàn thao tác.

* Không thường xuyên kiểm tra tình trạng của phương tiện dàn giáo để sửa chữa thay thế kịp thời các bộ phận đa bị hư hỏng (hệ gia cố với công trình bị nổi lổ, chân cột dàn giáo bị công cụ vận chuyển va chạm, nền đất không thoát nước . . .)

* Làm dàn giáo có khe hở lớn làm vật liệu, công cụ rơi từ trên cao xuống.

* Làm thao tác không có lan can, không có cầu thang lên xuống giữa các tầng dàn giáo gây nguy cơ ngã cao.

4.4.2. các biện pháp an toàn chủ yếu khi làm việc trên cao:

Để ngăn ngừa và hạn chế tai nạn khi làm việc trên cao, tùy theo tính chất và đặc điểm của công trình xây dựng, theo tình hình điều kiện và khả năng cụ thể của công trình, có thể nghiên cứu và áp dụng nhiều biện pháp tổ chức và công nghệ xây dựng khác nhau. Từ việc phân tích các nguyên nhân gây tai nạn ở trên kết hợp với những kinh nghiệm thực tế, cho phép hạn chế khả năng gây tai nạn khi thực hiện theo hai phương hướng sau:

1 - Hạn chế giảm công việc phải tiến hành ở trên cao. Để thực hiện phương hướng này cần nghiên cứu thay đổi các biện pháp công nghệ và tổ chức xây dựng đối với những công việc làm ở trên cao có thể thực hiện được ở dưới thấp.

2 - Thực hiện các biện pháp bảo đảm an toàn khi làm việc ở trên cao. Các biện pháp này phải được đề ra và thực hiện gắn liền với biện pháp thi công.

4.4.2.1. Biện pháp tổ chức: Bảo đảm một số quy định sau:

- Yêu cầu đối với người làm việc trên cao: Công nhân làm việc trên cao phải đáp ứng đầy đủ các yêu cầu sau:

* Tuổi từ 18 trở lên, đúng trình độ nghiệp vụ, có đầy đủ điều kiện với sức khỏe (cso xác nhận của cơ quan y tế về kiểm tra sức khỏe định kỳ hàng năm). Phụ nữ có thai, người có bệnh tim mạch, huyết áp, động kinh, thính lực. Thị lực kém không được làm việc trên cao.

* Đã học tập và kiểm tra đạt yêu cầu về an toàn khi làm việc trên cao (có giấy chứng nhận của giám đốc đơn vị).

* Được trang bị đầy đủ các phương tiện phòng hộ cá nhân phù hợp với điều kiện làm việc theo chế độ quy định (dây an toàn, mũ bảo hộ, , giày chống trượt, quần áo bảo hộ, . . .).

* Công nhân phải tuyệt đối chấp hành kỷ luật lao động và nội quy an toàn khi làm việc trên cao như:

1 - Nhất thiết phải đeo dây an toàn, móc khoá và dây đúng vị trí quy định.

2 - Việc đi lại di chuyển chỗ làm việc phải thực hiện đúng nơi, đúng tuyến. Cấm đi lại trên tường, dầm, dàn và các kết cấu lắp ghép khác. Không được lên xuống bằng các phương tiện vận chuyển vật liệu (cần trục, vận thăng . . .). Cấm đi qua lại những nơi đang tiến hành công việc ở phần trên mà không có che chắn bảo vệ. Không leo trèo qua lan can, thành chắn.

3 - Không được đi dép lê (không có quai hậu), đi guốc.

4 - Trước và trong quá trình làm việc không được uống rượu, bia, hút thuốc

5 - Phải có túi cá nhân đựng dụng cụ, đồ nghề. Cấm ném vứt dụng cụ, đồ nghề, vật liệu hoặc bất cứ vật gì từ trên cao xuống.

6 - Không được làm việc trên dàn giáo cao, ống khói, đài nước, cột thép, trụ hoặc dầm cầu, mái nhà hai tầng trở lên lúc trời tối, mưa to, giông bão hoặc có gió mạnh từ cấp 5 trở lên.

- Giám sát, kiểm tra an toàn khi làm việc trên cao: Cần thực hiện một số biện pháp như:

* Cán bộ chỉ đạo thi công, đội trưởng sản xuất, cán bộ chuyên trách an toàn lao động có trách nhiệm thường xuyên giám sát, kiểm tra tình hình an toàn lao động đối với những công nhân làm việc trên cao để phát hiện, ngăn chặn kịp thời những hiện tượng thiếu an toàn.

* Hằng ngày trước khi làm việc phải kiểm tra an toàn vị trí làm việc của công nhân. Kiểm tra tình trạng an toàn của dàn giáo, sàn thao tác, thang, lan can và các phương tiện làm việc trên cao khác. Kiểm tra việc sử dụng đúng đắn các phương tiện bảo vệ cá nhân như dây an toàn, giày, mũ và quần áo bảo hộ lao động. Khi kiểm tra hoặc trong quá trình làm việc phát hiện thấy có tình trạng hư hỏng có thể gây tai nạn thì phải cho ngừng công việc và tiến hành sửa chữa ngay, sau đó mới cho tiếp tục làm việc khi đã thấy bảo đảm an toàn.

* Luôn theo dõi và nhắc nhở công nhân chấp hành đúng đắn kỷ luật lao động và nội quy an toàn lao động làm việc trên cao. Trong trường hợp đã được nhắc nhở mà công nhân vẫn tiếp tục vi phạm thì phải cho học tập và sát hạch lại về an toàn lao động hoặc xử lý kỷ luật như phê bình cảnh cáo, chuyển sang làm công việc lao động giản đơn ở dưới thấp.

4.4.2.2. Biện pháp kỹ thuật: gồm một số yêu cầu sau:

- Biện pháp chung khi làm việc trên cao: Khi lập biện pháp thi công trên cao, đồng thời phải lập biện pháp bảo đảm an toàn theo yêu cầu:

* Tạo ra một không gian làm việc an toàn ở trên cao bằng việc sử dụng các loại dàn giáo. Tùy theo dạng công việc (xây, trát, trang trí, lắp ghép . . .) và độ cao mà chọn loại dàn giáo cho thích hợp.

* Ở những vị trí làm việc mà không sử dụng được dàn giáo, sàn thao tác hoặc trên sàn không có lan can an toàn thì công nhân phải được trang bị dây an toàn, có chỗ để neo dây chắc chắn. Dây an toàn cũng như các loại dây để nối dài thêm phải chịu được tải trọng 300daN trong thời gian 5 phút. Định kỳ 6 tháng 1 lần hoặc nghi ngờ về phẩm chất phải thử nghiệm lại với tải trọng trên.

* Tất cả các lỗ trống trên sàn công trình, trên sàn thao tác phải có tấm dè hoặc lan can chắn xung quanh.

* Tất cả các lỗ trống trên sàn công trình, trên sàn thao tác phải có tấm đầy hoặc lan can chắn xung quanh.

* Việc đi lại, lên xuống giữa các tầng nhà, giữa các tầng trên dàn giáo phải có cầu thang hoặc phải bắc thang tạm vững chắc, cần công nhân leo trèo để lên xuống các tầng.

* Tuyệt đối không được bắt sàn thao tác lên các bộ phận kê đỡ tạm (thùng phuy, chông gạch . . .) hoặc gá đặt lên các bộ phận công trình không vững chắc.

* Ban đêm, lúc tối trời chỗ làm việc và lối đi lại phải đảm bảo chiếu sáng đầy đủ.

- Yêu cầu đối với các phương tiện làm việc trên cao: Biện pháp cơ bản nhất để phòng ngừa tai nạn khi làm việc trên cao là phải trang bị dàn giáo (thang, giáo cao, giáo ghé, giáo kê, chòi nâng, sàn treo . . .) và các phương tiện khác nhằm tạo ra chỗ làm việc cho công nhân thao tác và đi lại ở trên cao bảo đảm thuận tiện và an toàn.

Dàn giáo và các phương tiện làm việc trên cao cần phải đáp ứng một số yêu cầu sau đây:

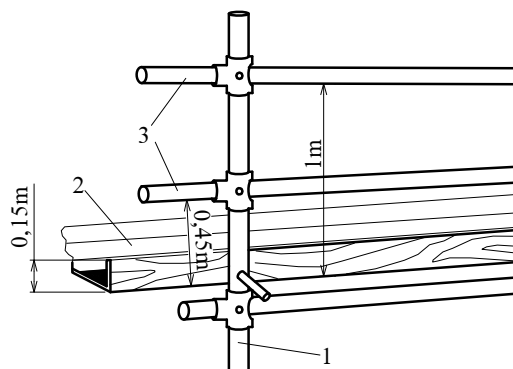
* Về mặt kết cấu phải đảm bảo độ bền cứng và ổn định, không biến dạng, sụp đổ trong quá trình dựng lắp và sử dụng. Các bộ phận riêng lẻ (khung, cột, dây treo, đà ngang, đà dọc, giằng liên kết, sàn thao tác, lan can) và các chỗ liên kết phải bền chắc.

* Sàn thao tác phải vững chắc, không trơn trượt; nếu mặt sàn là kim loại (thép, tôn) thì phải có gân tạo nhám. Mặt sàn công tác phải bằng phẳng, không có lỗ hổng, không để hụt ván, khe hở giữa các ván sàn không được rộng quá 10mm, nếu là ván gỗ phải dày ít nhất 3cm, không mục mọt, nứt gãy.

* Sàn thao tác cao từ 1,5m trở lên so với sàn hoặc nền phải có lan can an toàn. Lan can phải có chiều cao tối thiểu 1m so với mặt sàn; có ít nhất hai thanh ngang để phòng ngừa người ngã (hình 4 - 7) và phải giữ một lực đẩy ngang của một công nhân bằng một tải trọng tập trung là 25kG. Sàn thao tác trên dàn giáo công xon cũng phải có thành chắn vững chắc cao 1m.

Hình 4-7. Lan can dàn giáo 1m, ít nhất phải có hai thanh ngang.

1- Cột dàn giáo; 2 - Sàn thao tác; 3 - Thanh ngang lan can.

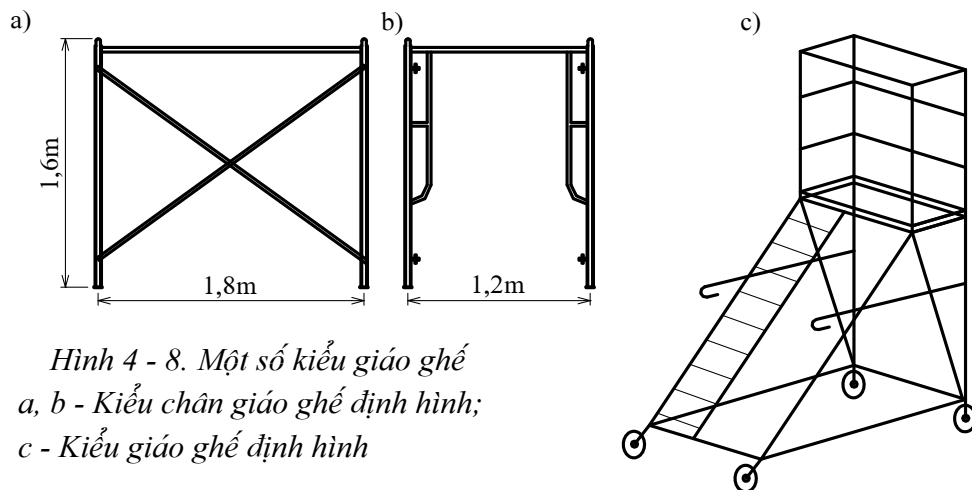


* Có thanh lên xuống giữa các tầng (đối với giáo cao, giáo treo). Dàn giáo cao dưới 12m có thể dùng thang tựa hoặc thang treo, dàn giáo cao trên 12m phải có luồng cầu thang riêng.

* Có hệ thống chống sét phù hợp với các quy định về chống sét đối với dàn giáo cao. Dàn giáo làm bằng kim loại nhất thiết phải có hệ thống chống sét riêng.

* Dàn giáo ở cạnh đường đi có nhiều người và xe cộ qua lại phải có biện pháp bảo vệ chu đáo (rào hoặc đóng cọc chương ngại) để khỏi va chạm làm gãy đổ các cột dàn giáo.

* Nên sử dụng các loại dàn giáo đã chế tạo sẵn theo thiết kế điển hình (hình 4-8) để bảo đảm an toàn và tiết kiệm vật liệu.



Hình 4 - 8. Một số kiểu giáo ghế
a, b - Kiểu chân giáo ghế định hình;
c - Kiểu giáo ghế định hình

- An toàn khi dựng lắp và tháo dỡ các phương tiện: Bảo đảm các yêu cầu sau:

* Mặt đất để dựng lắp dàn giáo phải bằng phẳng, đầm chặt để chống lún và thoát nước tốt, đầm chặt để thoát nước và chống lún tốt.

* Dựng đặt các cột hoặc khung dàn giáo phải bảo đảm thẳng đứng và có đủ các thanh giằng néo theo yêu cầu thiết kế. Dưới chân các cột phải kê ván lót chống lún mà không được kê lót bằng gạch đá hoặc các mẫu gỗ vụn.

* Giáo cao, giáo treo phải được neo chặt vào tường cấu công trình đã có hoặc đang thi công. Vị trí và số lượng móc neo hoặc dây chằng phải theo đúng chỉ dẫn của thiết kế. Không được neo vào các bộ phận kết cấu kém ổn định (lan can, ban công, mái đua, ống thoát nước . . .). Dàn giáo đứng độc lập hoặc dùng để chống đỡ các kết cấu công trình phải có hệ giằng hoặc dây neo bảo đảm ổn định theo yêu cầu của thiết kế.

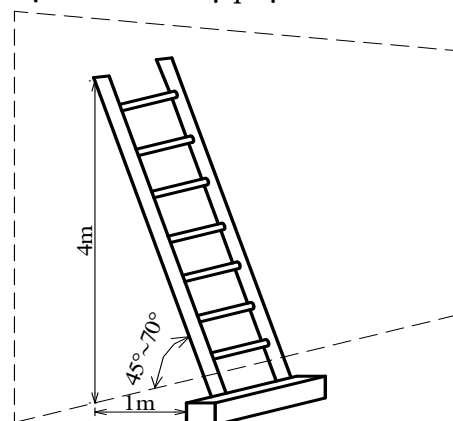
* Giữa sàn theo tác và công trình phải chứa khe hở không quá 5cm đối với công tác xây và 20cm đối với công tác hoàn thiện để tránh gạch và vật liệu, dụng cụ rơi xuống dưới.

* Giá treo và nôi treo phải dựng lắp cách các phần nhô ra của công trình một khoảng tối thiểu là 10cm. Dầm công xôn phải lắp đặt cố định vào các bộ phận kết cấu vững chắc của ngôi nhà hoặc công trình. Không được đặt dầm công xôn lên mái đua hoặc bờ mái.

* Khi dựng các thanh tựa cần chú ý nền hoặc sàn phải bằng phẳng ổn định, chân thang phải chèn giữ đảm bảo không trượt. Cầm tựa thang nghiêng so với mặt phẳng ngang lớn hơn 70% và nhỏ hơn 45°. Trường hợp đặt thang trái với quy định này phải có người giữ thang và chân thang phải chèn giữ chắc chắn (hình 4-9). Tổng chiều dài của thang tựa không quá 5m. Khi nối dài

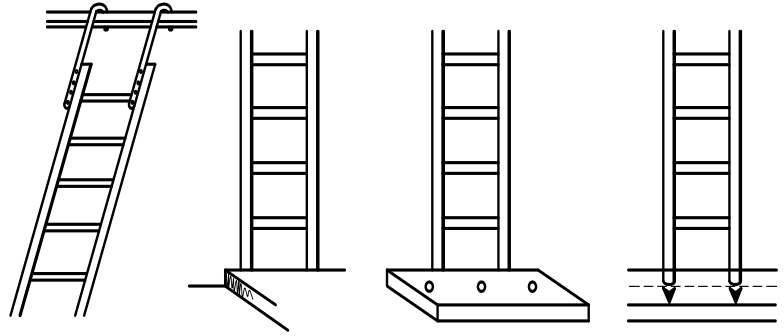
thang phải dùng dây buộc chắc chắn.

* Chân thang tựa phải có bộ phận chặn giữ với các dạng mẫu nhọn bằng kim loại, đế cao su và những bộ phận hãm giữ khác tùy theo



Hình 4 - 9. Không bắt thang nghiêng ngoài khoảng 45°~70°
1 - Thang; 2 - Vật chèn giữ

trạng thái và vật liệu của mặt nền, còn đầu trên của thang cần bắt chặt vào các kết cấu chắc chắn như dàn giáo, dầm, các bộ phận cấu khung nhà (hình 4 - 10).



Hình 4 - 10. Một số loại chân thang tựa

* Công việc dựng lắp và tháo dỡ dàn giáo phải có cán bộ kỹ thuật hoặc đội trưởng

hướng dẫn, giám sát. Công nhân lắp đặt và tháo dỡ dàn giáo phải có kinh nghiệm làm việc trên cao và được trang bị các phương tiện bảo vệ cá nhân khi làm việc trên cao (giày vải, dây an toàn), phải được hướng dẫn phương pháp và trình tự tiến hành dựng lắp và tháo dỡ.

* Tháo dỡ hệ thống dàn giáo luôn theo nguyên tắc: bộ phận không chịu lực tháo trước, chịu lực tháo sau; lắp sau tháo trước, lắp trước tháo sau. Khi tháo dỡ các bộ phận kết cấu dàn giáo không được phép lao từ trên xuống mà phải dùng cần trục hoặc các thiết bị cơ khí đơn giản (tời, ròng rọc . . .) để chuyển xuống đất.

* Trong khu vực tháo dỡ dàn giáo sau khi đã nghiệm thu. Trong quá trình sử dụng cần quy định việc theo dõi kiểm tra tình trạng an toàn của dàn giáo. Nội dung nghiệm thu và kiểm tra gồm các vấn đề như:

- 1 - Sơ đồ kích thước cấu dàn giáo theo đúng yêu cầu của thiết kế.
- 2 - Mức độ thẳng đứng của các cột và sự lắp đặt đầy đủ các tấm gỗ kê ở chân cột để phòng lún.
- 3 - Hệ giằng và những điểm neo dàn giáo với công trình đảm bảo yêu cầu độ vững chắc và ổn định của dàn giáo, sự chắc chắn của các mối nối liên kết.
- 4 - Lan can an toàn ở mép sàn thao tác, lỗ cửa, chiếu nghỉ cầu thang bảo đảm lắp đặt đầy đủ và đúng quy định.

* Tải trọng đặt trên sàn thao tác không được vượt quá tải trọng tính toán. Trong quá trình làm việc không được để người, vật liệu, thiết bị tập trung vào một chỗ vượt quá quy định. Hết ca làm việc phải thu dọn sạch vật liệu thừa, đồ nghề, dụng cụ trên mặt sàn thao tác.

* Dàn giáo cao hơn 6m phải có ít nhất 2 tầng sàn; sàn thao tác bên trên, sàn bảo vệ ở dưới. Cấm làm việc đồng thời trên hai sàn liền kề theo phương thẳng đứng mà ở giữa khoảng đó không có sàn bảo vệ.

* Không được để cho vật nâng (vật liệu, cấu kiện) va chạm vào dàn giáo khi dùng cần trục vận chuyển lên dàn giáo; không được vừa nâng vừa quay cần. Lúc vật nâng còn cách mặt sàn thao tác khoảng 1m thì phải hạ từ từ và đặt nhẹ nhàng lên mặt sàn.

* Chỉ được vận chuyển vật liệu bằng xe cút kít hoặc xe cải tiến khi dàn giáo đã được tính toán thiết kế với những tải trọng đó và phải lát ván trên sàn thao tác cho xe đi.

* Đối với dàn giáo di động, lúc đứng tại chỗ, các bánh xe phải được cố định chắc chắn. Đường di chuyển giáo ghé phải bằng phẳng, giáo ghé phải được di chuyển từ từ. Cấm di chuyển giáo ghé nếu trên đó có người, vật liệu, thùng đựng gạch . . .

4.5. Độ bền và độ ổn định của dàn giáo:

Dàn giáo là một loại phương tiện làm việc trên cao mà hầu hết trong tất cả các công việc xây dựng và lắp ghép, trang trí, sửa chữa . . . đều cần phải sử dụng như xây tường, lắp ráp cấu kiện, trát vữa, quét vôi . . . Cho nên để đề phòng tai nạn khi làm việc trên cao thì độ bền và ổn định của dàn giáo là những yếu tố cơ bản nhằm đảm bảo an toàn tránh sự cố gây đổ trong quá trình sử dụng dàn giáo. Tuy nhiên khi tính toán kết cấu dàn giáo thì hệ số an toàn độ bền và ổn định cũng không nên lấy lớn quá, vì nó là một loại kết cấu tạm thời, nhằm tránh lãng phí vật liệu làm giảm các chỉ tiêu kinh tế.

4.5.1. Độ bền kết cấu của dàn giáo:

Chỉ có thể giải quyết đúng đắn kết cấu dàn giáo theo độ bền bằng tính toán, mà cơ bản là phải xác định sơ đồ nguyên tắc phù hợp với điều kiện làm việc thực tế của dàn giáo dưới tải trọng sử dụng; tức là kết cấu phải chịu được trọng lượng bản thân dàn giáo, người làm việc và số lượng vật liệu, dụng cụ, thiết bị cần thiết.

- Thực chất việc tính toán độ bền làm việc của dàn giáo rất phức tạp. Vì vậy với mức độ chính xác tương đối có thể áp dụng cách tính dàn giáo dựa vào một số giả thiết có chú ý đến sự dự trữ cần thiết của độ bền. Các giả thiết đó là:

1 - Các cột dàn giáo liên tục theo chiều cao, những chỗ nối coi như cứng tuyệt đối.

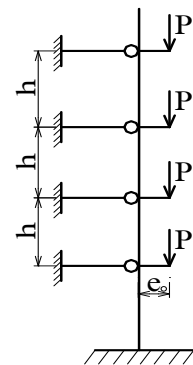
2 - Chiều cao của tất cả các tầng dàn giáo coi như bằng nhau.

3 - Tất cả các mối của khung không gian đều được gia cố vào phần đỡ hoặc xây cầu công trình, có đặt đủ số lượng các thanh giằng chéo để giữ khỏi chuyển vị theo mặt phẳng ngang.

4 - Liên kết giữa sàn chịu lực và cột bằng cốt thép đai đã tạo ra môment phụ thêm ở trong các cột ống do sự nén lệch tâm.

- Từ các giả thiết trên sẽ lập được sơ đồ tính toán cho cột dàn giáo (hình 4-11). Trong sơ đồ: P là lực tác dụng ở từng tầng (gồm kực vĩnh cửu, lực tạm thời...); kG : h là chiều cao của từng tầng dàn giáo; m , e_0 là độ lệch tâm giữa điểm đặt lực và các bộ phận liên kết; m .

Hình 4-11. Sơ đồ tính toán độ bền kết cấu



Lực tác dụng vào cột P_{tt} được xác định theo công thức sau:

$$P_{tt} = K [n(P_{tx} + P_g) + m P_s + s P_{tth}] ; kG \quad (4 - 27)$$

Trong đó: P_{tx} - tải trọng tác dụng thường xuyên lên cột (do trọng lượng bản thân ở mỗi tầng) kG

P_g - tải trọng gió; kG

P_s - tải trọng từ một sàn; kG

P_{tth} - tải trọng tạm thời trên một sàn thao tác, tùy thuộc vào loại công việc tiến hành trên đó; kG

K - hệ số an toàn, lấy $K = 2$

n - số tầng dàn giáo

m - tổng cộng số sàn

s - số các sàn thao tác

Tùy theo các điều kiện kỹ thuật, số sàn có thể đặt đồng thời trên dàn giáo như sau:

* Đối với công tác xây, công tác ốp đá là 2; một sàn công tác và một sàn bảo vệ.

Do vậy, công thức (4-27) có dạng cụ thể là:

$$P_{tt} = K [n(P_{tx} + P_g) + 2P_s + P_{th}] ; kG \quad (4 - 28a)$$

* Đối với công tác trang trí (trát, sơn) là 6ba sàn công tác và ba sàn bảo vệ. Cho nên công thức (4-27) có thể viết:

$$P_{tt} = K [n(P_{tx} + P_g) + 6P_s + 3P_{th}] ; kG \quad (4 - 28b)$$

Sau đó kiểm tra lực tác dụng tối hạn trong cột (đã chọn kích thước tiết diện) theo công thức ole P_E :

$$P_E = \frac{\pi^2 . E . J}{h^2} ; kg$$

Trong đó: Ê - môđun đàn hồi; kg/cách mạng

J - mômen quán tính của tiết diện cột; cm^4

Nếu $P_E < P_H$ thì chứng tỏ là cột đã chọn với tiết diện không đủ độ bền, do đó phải có các biện pháp cấu tạo để tăng độ bền kết cấu của dàn giáo.

4.5.2. Độ ổn định của dàn giáo:

- Sự ổn định của dàn giáo phụ thuộc vào các yếu tố:

* Trị số đặt các tải trọng đứng lên cột dàn giáo.

* Hệ thống liên kết cầu các đoạn dàn giáo với các bộ phận cấu công trình.

* Điều kiện làm việc của cột khi uốn dọc.

* Điều kiện cầu cột dàn giáo đặt trên nền đất; sức chịu tải của nền đất.

- Khi tính ổn định cầu dàn giáo coi rằng dàn giáo được lắp đặt trên nền đất chắc chắn, đồng chất, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và đảm bảo thoát nước tốt.

Như vậy những nguyên nhân cơ bản làm mất ổn định các bộ phận của đoạn dàn giáo có thể gây ra sự cố cho cả hệ thống dàn giáo và tai nạn được chia thành bốn loại chính là.

* Số lượng gia cố không đủ so với yêu cầu kỹ thuật làm cho chiều dài tính toán của cột tăng lên nhiều.

* Sự tăng giả tạo những trị số tính toán của các tải trọng tạm thời và thường xuyên lên cột khi tăng tùy tiện khoảng cách giữa các cột ở hai phương trái với quy định đối với dàn giáo đã cho làm cho cột bị quá tải.

* Sự lún của các chỗ tựa riêng biệt cũng gây quá tải ở các cột do sự phân bố lại tải trọng tạm thời.

* Gió bão.

Cuối cùng nguyên nhân sự cố dàn giáo có thể là sự tổ hợp bất kỳ nào trong bốn loại nguyên nhân trên. Do đó để đảm bảo độ ổn định cầu dàn giáo thì cần thiết tiến hành:

1 - Trước khi lắp dựng dàn giáo phải san nền cho phẳng, nếu độ dốc địa hình quá lớn thì phải làm bậc, đầm nện kỹ và phải có rãnh thoát nước tốt.

2 - Do đặc điểm thi công công trình, trong quá trình thi công không làm mất ổn định hệ thống ván khuôn, dàn giáo thường đứng tự do không néo với công trình; cho nên gia cố bằng các thanh giằng chéo để tăng độ cứng của dàn giáo. Khi đóng các thanh giằng chéo chú ý không làm cản trở nhiều đến thi công.

- Chiều cao của dàn giáo ứng với tiết diện đã chọn của cột không phải là vô hạn, bởi vì ứng suất pháp ở đoạn dưới của cột sẽ tăng lên khi tăng chiều cao của dàn giáo. Do đó chiều cao tối đa của dàn giáo được xác định theo điều kiện sao cho ứng suất pháp ở đoạn dưới của cột không vượt quá ứng suất cho phép; tức là lực tính toán cho phép P_{tt} ở đoạn dưới của cột sẽ là:

$$P_{tt} = F \cdot \varphi [\sigma] ; \text{ kG} \quad (4 - 29)$$

Trong đó: F - tiết diện đoạn cột ống; cm^2
 φ - hệ số uốn dọc
 $[\sigma]$ - ứng suất cho phép; kG/cm^2

Việc tính toán được thực hiện khi có cả tải trọng chính và tải trọng phụ, coi rằng trên tất cả các tầng đều có sàn, còn tải trọng gió ở mỗi tầng truyền lên cột là $P_g = 25\text{kg}$. Khi đó trị số tối đa của lực dọc P_{\max} ở đoạn dưới cột là:

$$P_{\max} = n (P_{tx} + P_g) + P_{tth} \quad (4 - 30)$$

Từ đó có số tầng dàn giáo n :

$$n = \frac{P_{\max} - P_{tth}}{P_{tx} + P_g} \quad (4 - 31)$$

Trong đó: P_{tx} - tải trọng thường xuyên do trọng lượng bản thân ở mỗi tầng; kG
 P_{tth} - tải trọng tạm thời trên sàn thao tác; kG

- Khi tính toán dàn giáo treo công xon về độ bền và ổn định có tính đến điều kiện cục bộ như: Sự cố định cứng công xon, điểm đặt tải trọng lệch tâm, . . . Thanh treo hoặc dây treo sẽ lựa chọn theo điều kiện làm việc chịu kéo dưới tác dụng của lực dọc tối đa; phải kiểm tra chỗ chịu lực kéo với hệ số an toàn bền bằng 8 lần ($K = 8$).

CHƯƠNG 5

KỸ THUẬT AN TOÀN ĐIỆN

5.1 Khái niệm cơ bản về an toàn điện

Trên các công trình xây dựng điện năng ngày càng được sử dụng rộng rãi, không những chỉ để chiếu sáng chỗ làm việc và đường đi lại mà còn được sử dụng để chạy các máy móc thi công, các thiết bị, các dụng cụ điện cầm tay, .. Điện năng cũng là nguồn nhiệt để làm kho nguồn đất, sấy bê tông, sưởi trát lán, ... trong các quá trình thi công công trình và trong sản xuất vật liệu xây dựng. Tai nạn điện trong thi công tuy chiếm tỷ lệ không cao trong tổng số tai nạn trên công trường, trong nhà xưởng sản xuất nhưng hậu quả thường là nghiêm trọng và phần lớn là tai nạn chết người. Vì vậy việc ngăn ngừa tai nạn do điện gây ra là một trong những vấn đề quan trọng nhất của công tác bảo hộ lao động. Nguy hiểm khi sử dụng nguồn điện và khai thác thiết bị điện là ở chỗ nó không có tín hiệu báo trước cho người ta nhận biết (nghe, nhìn) để phòng ngừa. Phản ứng chỉ xảy ra khi đã tiếp xúc với dòng điện lúc dòng điện chạy qua cơ thể. Do đó cần phải hiểu biết một số khái niệm cơ bản về an toàn điện, tăng theo nguyên tắc về kỹ thuật an toàn điện mới hạn chế được nhiều tai nạn do điện gây ra.

5.1.1 Tác dụng của dòng điện đối với cơ thể người:

Khi người tiếp xúc với mạng điện sẽ có một dòng điện chạy qua thân người và con người chịu tác dụng của dòng điện đó. Tác hại của dòng điện đối với cơ thể người có nhiều dạng như gây bỏng, làm tê liệt hệ thống thần kinh, điều khiển các giác quan bên trong của người, phá vỡ các mô, gây tổn thương mắt, sưng màng phổi, hủy hoại cơ quan hô hấp và tuần hoàn máu.

5.1.1.1 Tính chất tác động của dòng điện đối với cơ thể:

Tai nạn điện gây chết người là do tác động của dòng điện phần lớn làm hủy hoại bản năng làm việc của các cơ quan trong cơ thể hoặc làm ngừng thở hay do sự thay đổi những hiện tượng sinh hóa trong cơ thể người, cũng có thể do bị bỏng trầm trọng. Theo tính chất tác động của dòng điện có thể phân ra nhiều dạng sau đây:

- **Tác động về nhiệt:** Khi có va chạm vào các bộ phận mạng điện, ngay ở chỗ tiếp xúc dòng điện có thể gây bỏng, cháy. Đối với điện cao áp ngay cả khi chưa tiếp xúc, nếu người đến quá gần bộ phận có điện cũng có thể bị bỏng, cháy do phóng điện hồ quang.

- **Tác động về hóa:** Dòng điện truyền qua cơ thể gây tác động điện phân như phân hủy các chất lỏng trong cơ thể, đặc biệt là máu.

- **Tác động sinh học:** Dòng điện gây tác động kích thích các tế bào làm co giật các cơ bắp, đặc biệt là các cơ tim và phổi, có thể làm ngừng sự hoạt động của tim, phổi. Nếu dòng điện đi qua não sẽ phá hủy trực tiếp hệ thần kinh trung ương.

5.1.1.2 Các dạng tai nạn điện:

Được chia ra làm hai dạng là chấn thương điện (tổn thương bên ngoài các mô) và sốc điện (tổn thương nội tại cơ thể).

- **Chấn thương điện:** Là các tổn thương cục bộ các mô của cơ thể gây ra do một dòng điện mạnh (Thường là ở da, ở một số phần mềm khác hoặc ở xương) và thường để lại dấu vết ở bên ngoài. Các dạng của chấn thương điện là:

+ Bỏng điện: Do dòng điện đi qua cơ thể người hoặc do các tia hồ quang gây ra khi đoản mạch. Bỏng do hồ quang một phần là do tác động đốt nóng của tia hồ quang có nhiệt độ rất cao ($3.500^{\circ}\text{C} \div 15.000^{\circ}\text{C}$), một phần là do bột kim loại nóng bắn vào gây bỏng. Bỏng điện gây chết người khi qua 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 bỏng ngoài chưa quá 2/3.

+ Dấu vết điện: Là một dạng tác hại riêng biệt trên da người do da bị ép chặt với phần kim loại dẫn điện đồng thời dưới tác động của nhiệt độ cao (khoảng 120°C).

+ Kim loại hóa mặt da: Là sự xâm nhập của các mảnh kim loại rất nhỏ vào da tác động của các tia hồ quang có bão hòa hơi kim loại (khi làm các công việc hàn điện).

+ Viêm mắt do tác dụng của tia cực tím hoặc tia hồng ngoại của hồ quang điện.

- **Sốc điện (điện giật):** Là dạng tai nạn điện nguy hiểm nhất, nó phá hủy các quá trình sinh lý của con người và tác hại tới toàn thân. Nếu trong vòng $4 \div 6$ giây người bị nạn không được kịp thời tách khỏi dòng điện cơ thể dẫn đến chết người.

Với một dòng điện rất nhỏ ($25 \div 100\text{mA}$) chạy qua cơ thể cũng đủ gây ra sốc điện. Khi dòng điện qua cơ thể sẽ gây kích thích các mô kèm theo co giật ở các mức độ khác nhau:

+ Cơ bị co giật nhưng người không bị ngất.

+ Cơ bị co giật, người bị ngất nhưng vẫn duy trì được hô hấp và tuần hoàn.

+ Người bị mê man bất tỉnh, hoạt động của tim và hệ hô hấp bị rối loạn.

+ Chết lâm sàng, tim phổi bị tê liệt (không thở, hệ tuần hoàn không hoạt động).

Điện giật chiếm một tỷ lệ rất lớn khoảng 80% trong tổng số tai nạn điện và $85 \div 87\%$ số vụ tai nạn điện chết người là do điện giật. Một đặc điểm khi bị điện giật là không thấy rõ chỗ dòng điện vào người và bị nạn không có thương tích như trong trường hợp chấn thương điện.

5.1.2 Các nhân tố ảnh hưởng khi bị điện giật:

Những nhân tố chủ yếu ảnh hưởng tới mức độ trầm trọng khi bị tai nạn điện gồm có:

5.1.2.1 Cường độ dòng điện:

Là nhân tố chính ảnh hưởng đến điện giật. Sự tác dụng của trị số dòng điện đối với cơ thể người được thể hiện ở bảng 5.1 (qua kết quả thí nghiệm).

Bảng 5-1 Tác dụng của dòng điện lên cơ thể người.

Cường độ dòng điện; mA	Dòng điện xoay chiều tần số $50 \div 60 \text{ Hz}$	Dòng điện một chiều
0,6 ~ 1,5	Bắt đầu thấy tê ngón tay.	Không có cảm giác.

2 ~ 3	Ngón tay tê rất mạnh.	Không có cảm giác.
5 ~ 7	Bắp thịt tay 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, bàn tay cảm thấy đau.	Nóng tăng lên rất nhanh.
20~ 25	Tay không thể rời vật có điện, đau tăng lên, khó thở.	Nóng càng tăng lên và bắt đầu có hiện tượng co rút cơ.
51 ~ 80	Hô hấp bị tê liệt, tim đập mạnh.	Rất nóng, các bắp thịt co quắp, khó thở.
90 ~100	Hô hấp bị tê liệt, quá 3 giây thì tim bị tê liệt và ngừng đập.	Hô hấp bị tê liệt.

Từ phân tích số liệu ở bảng 5 - 1 có thể thấy mức độ trầm trọng của tai nạn điện như sau: - Người cảm thấy có dòng điện đi qua cơ thể khi cường độ dòng điện có trị số:

* Khoảng 0,6 ~ 1,5 mA đối với dòng điện xoay chiều

* Khoảng 5 ~ 7 mA đối với dòng điện một chiều

- Người bị nguy hiểm lúc nạn nhân khó tự giải phóng mình ra khỏi nguồn điện khi:

* Đối với dòng điện xoay chiều là 10 ~ 15mA

* Đối với dòng điện một chiều là 50 ~ 80mA

Vì vậy cường độ dòng điện xoay chiều có trị số từ 8mA trở xuống có thể coi là an toàn, còn trị số dòng điện một chiều có thể coi là an toàn trong khoảng từ 7mA trở xuống.

5.1.2.2 điện trở của người:

Điện trở của người có ảnh hưởng hết sức quan trọng tới mức độ nguy hiểm khi bị tai nạn điện. Điện trở của cơ thể người khi có dòng điện chạy qua khác với các vật dẫn ở chỗ là một đại lượng không cố định mà biến thiên trong phạm vi rất lớn từ 600 đến vài chục ngàn và lớn hơn, phụ thuộc vào tuổi tác, trạng thái sức khỏe của cơ thể từng lúc, môi trường xung quanh, điều kiện tổn thương, thời gian tác dụng của dòng điện, . . .

- Lớp da đặc biệt là lớp sừng có điện trở lớn nhất. Sở dĩ như vậy là vì trên lớp da này không có mạch máu và tế bào thần kinh. Điện trở da người luôn thay đổi trong một phạm vi rất lớn.

* Khi lớp da khô và sạch, lớp sừng không bị phá hoại, điện trở của nó khoảng $80.000 \sim 400.000 \Omega/\text{cm}^2$. Khi da ướt có mồ hôi thì giảm xuống còn $100 \Omega/\text{cm}^2$ và ít hơn. Khi bỏ lớp bề mặt da sừng, điện trở giảm xuống chỉ còn $600 \sim 100 \Omega/\text{cm}^2$

* Điện trở của da người giảm không tỷ lệ với sự tăng điện áp. Khi điện áp là 36V, sự hủy hoại lớp da xảy ra chậm, còn khi điện áp 380V sự hủy hoại xảy ra đột ngột.

* Nếu da người bị dí mạnh trên các cực điện thì điện trở của da cũng giảm đi. Mức độ điện tích tiếp xúc và áp lực các đầu tiếp xúc của các cực điện vào da người sẽ làm điện trở da thay đổi theo. Với điện áp bằng 50 ~ 60V có thể xem điện trở tỷ lệ nghịch với diện tích tiếp xúc. Khi áp lực tiếp xúc khoảng $1\text{kg}/\text{cm}^2$ trở lên thì điện trở cũng tỷ lệ nghịch với áp lực tiếp xúc.

- Điện trở của các tổ chức bên trong cơ thể phụ thuộc vào trị số điện áp, lấy trung bình khoảng $1000\ \Omega$ bằng điện trở trong củ người mà không lấy trị số điện trở của lớp da ngoài để tính toán. Vì khi lớp da bị phá hủy hoặc chảy mồ hôi, khi lớp sừng của da bị làm bắn bởi bụi dẫn điện, chất điện phân, nhũ tương, ... thì điện trở người sẽ giảm thấp rất nhiều.

5.1.2.3. Thời gian tác dụng lên cơ thể:

Thời gian tác động lên cơ thể càng lâu thì điện trở của cơ thể càng giảm xuống vì lớp da bị nóng dần lên và lớp sừng trên da bị chóc thủng càng trầm trọng, cho nên tác hại của dòng điện đối với cơ thể người cũng tăng lên. Ngoài ra khi tác dụng lâu, dòng điện sẽ phá hủy sự làm việc của dòng điện sinh vật trong các cơ của tim.

Khi dòng điện tác động trong thời gian ngắn thì tính chất nguy hiểm phụ thuộc vào nhịp đập của tim. Mỗi chu kỳ co và giãn của tim kéo dài độ 1 giây. Trong chu kỳ có khoảng 0,1 giây tim nghỉ làm việc (giữa trạng thái co và giãn) và ở thời điểm này tim rất nhạy cảm với dòng điện đi qua nó. Thí nghiệm cho thấy: Dù có dòng điện lớn (gần bằng 10mA) đi qua người mà không gặp thời điểm nghỉ của tim thì cũng không có nguy hiểm gì. Nếu thười gian dòng điện qua người lớn hơn 1 giây thế nào cũng trùng với thời điểm nghỉ của tim; cho nên thời gian tác dụng không lâu quá 0,1 ~ 0,2 sec thì không nguy hiểm.

5.1.2.4. Đường đi của dòng điện qua người:

Tuỳ theo con đường dòng điện đi qua người mà mức độ nguy hiểm có thể khác nhau. Căn cứ vào tỷ lệ phần trăm của dòng điện tổng qua cơ quan hô hấp và tim để đánh giá mức độ nguy hiểm, theo nghiên cứu và thí nghiệm nhiều lần cho kết quả như sau:

- Dòng điện đi từ chân qua chân sẽ có 0,4 % của dòng điện tổng đi qua tim.
- Dòng điện đi từ tay qua tay sẽ có 3,3% của dòng điện tổng đi qua tim.
- Dòng điện đi từ tay qua chân sẽ có 3,7% của dòng điện tổng đi qua tim.
- Dòng điện đi từ tay phải qua chân sẽ có 6,7% của dòng điện tổng đi qua tim.

* Như vậy:

- Nguy hiểm ít nhất là dòng điện đi từ tay phải qua chân với phân lượng qua tim nhiều nhất vì phần lớn dòng điện qua tim theo trục dọc mà trục này nằm trên đường từ tay phải đến chân.

- Ít nguy hiểm nhất là dòng điện đi từ chân qua chân (điện áp bước) vì nó đi qua cơ quan hô hấp, tuần hoàn; nhưng không bình tĩnh người bị ngã thì lúc đó sơ đồ nối điện sẽ khác đi (khi bị điện áp bước các cơ quan chân sẽ co rút lại làm người ngã) chuyển thành nguy hiểm hơn.

5.1.2.5. Tần số dòng điện:

Kho cường độ tỳ theo tần số mà dòng điện có thể là nguy hiểm hay a toàn. Nguy hiểm nhất về tai nạn điện giật là dòng điện xoay chiều dùng trong công nghiệp có tần số trong khoảng 40~60Hz. Khi tần số tăng lên hoặc giảm đi thì mức độ nguy hiểm giảm. Dòng điện có tần số 300.000 ~ 500.000Hz hoặc cao hơn nữa, dù cường độ lớn bao nhiêu cũng không gây ra điện giật mà chỉ gây bỏng.

5.1.2.6. Đặc điểm riêng của từng người:

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

5.1.2.7. Môi trường xung quanh:

Môi trường xung quanh có bụi dẫn điện, nhiệt độ cao, đặc biệt là có độ ẩm cao sẽ làm giảm điện tử của người và các vật cách điện (trong thiết bị điện). Do đó làm dòng điện qua người tăng lên.

5.1.3. Phân loại nơi làm việc, sản xuất theo mức độ nguy hiểm về điện.

Yêu cầu đối với an toàn điện tại nơi làm việc, sản xuất phụ thuộc vào đặc trưng của môi trường xung quanh. Do đó để đánh giá. Xác định điều kiện môi trường khi lắp đặt và sử dụng thiết bị điện phải tuân theo quy định về phân loại nơi làm việc, sản xuất theo mức độ nguy hiểm. Theo tiêu chuẩn hiện hành thì nơi làm việc, sản xuất được chia thành 3 nhóm theo mức độ nguy hiểm về điện như sau:

5.1.3.1. Ít nguy hiểm: Nơi khô ráo với các yếu tố:

- Độ ẩm tương đối của không khí không quá 75%, nhiệt độ không quá 30°C, không có bụi dẫn điện.
- Nền sàn có điện trở lớn làm bằng vật liệu không dẫn điện (gỗ khô ráo, rây nhựa).

5.1.3.2. Nguy hiểm: Nơi ẩm trong thời gian dài với 1 trong những yếu tố:

- Độ ẩm không khí trên 75%, nhất thời độ ẩm tương đối có thể bão hòa (khi thoát 1 lượng hơi lớn trong các khâu sấy vữa trát, gia công nhiệt các bộ phận kết cấu trong xưởng tạo hình cấu kiện bê tông cốt thép đúc sẵn).
- Nhiệt độ vượt quá 35°C theo chu kỳ:
- Có bụi dẫn điện.
- Nền sàn dẫn điện (bằng kim loại, đất, bê tông, gỗ bị ẩm, gạch, ..)

5.1.3.3. Đặc biệt nguy hiểm: Nơi có 1 trong những yếu tố sau:

- Rất ẩm, độ ẩm tương đối của không khí thường xấp xỉ 100% (trần, tường, sàn và các đồ vật trong phòng có đọng hạt nước).
- Môi trường có hoạt tính hóa học (có chứa hơi, khí, chất lỏng trong thời gian dài có thể phá hủy chất cách điện và các bộ phận mang điện).
- Có đồng thời ít nhất hai trong những yếu tố của nơi nguy hiểm (các phòng ẩm lại có sàn dẫn điện).
- Có nguy hiểm về mặt nổ (kho chứa chấ nổ trên công trường).

5.1.4. Những nguyên nhân gây ra tai nạn điện:

5.1.4.1. Chạm phải vật dẫn có mang điện áp:

Như dây điện trần không có vỏ bọc cách điện bị hư hỏng, mối nối dây điện bị hở, cầu dao hoặc các bộ phận dẫn điện của thiết bị để hở,... Nguyên nhân do:

- Các thiết bị không có vỏ bao che, không bảo đảm khoảng cách an toàn, không có sàn lưới ngăn ngừa

- Lớp vỏ bọc cách điện của dây điện, dây cáp đặt trên mặt đất, sàn nhà bị hư hỏng khi người và phương tiện vận chuyển qua lại dẫm đạp lên.

- Sử dụng không đúng điện áp an toàn theo quy định ở những nơi nguy hiểm về điện.

- Sự làm việc sai lầm của người sửa chữa như bắt ngò đóng điện vào thiết bị ở đó đang có người làm việc; cho người đến làm việc ở phần dẫn đã ngắt điện mà không kiểm tra đã ngắt điện chưa; không có biển báo, biển cấm.

5.1.4.2. Tiếp xúc với bộ phận kim loại hoặc vỏ thiết bị có mang điện áp và bị hỏng cách điện (thiết bị, vỏ máy lúc bình thường không có điện); nguyên nhân là:

- Máy bị chạm mát (điện rò ra vỏ máy) do cách điện bị hư hỏng.

- Không thực hiện nối đất, nối không bảo vệ các thiết bị điện hoặc có nhưng không đáp ứng yêu cầu an toàn; thiếu cầu chì bảo vệ,...

5.1.4.3. Do điện áp bước xuất hiện ở chỗ bị hư hỏng cách điện hay do đoạn mạch của các dây dẫn xuống đất (khi đứt dây điện) sẽ có dòng điện rò vào trong đất gây ra nguy hiểm cho người khi đi vào trong vùng có dòng điện đó.

5.1.4.4. Do bị phóng điện hồ quang: Đối với điện cao áp (trên 100V), sự nguy hiểm không chỉ tiếp xúc với nguồn điện mà khi một bộ phận nào đó của cơ thể người hoặc máy móc ở sát gần đường dây hay trạm biến áp có thể bị phóng điện hồ quang gây bỏng cháy. Ở điều kiện môi trường bình thường khoảng cách phóng điện là 30kV/cách mạng, như vậy với cấp điện áp 3,5 kV nếu đưa tay đến gần dây dẫn khoảng 1 cách mạng thì có sự phóng điện gây cháy tay.

5.1.4.5. Thiếu hoặc không sử dụng đúng các dụng cụ bảo hộ: như ủng, găng tay cách điện, thảm cao su, giá cách điện,.... và các phương tiện bảo vệ khác.

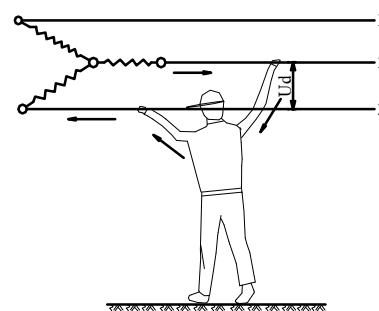
5.2. Phân tích một số trường hợp tiếp xúc với mạng điện:

Khi người trực tiếp tiếp xúc với mạng điện, mức độ nguy hiểm phụ thuộc vào sơ đồ nối mạch giữa người và mạng điện. Xét mạng điện phổ biến hơn cả là mạng điện ba pha dòng điện xoay chiều.

5.2.1. Chạm đồng thời vào hai pha khác nhau của mạng điện.

Trường hợp chạm vào hai pha bất kỳ trong mạng điện hoặc với dây trung hòa và một trong các pha sẽ tạo nên mạch kín trong đó nối tiếp với điện trở của người không còn một điện trở phụ thêm nào khác (hình 5-1).

Hình 5-1: Trường hợp chạm đồng thời hai pha của mạng điện.



Lúc này điện áp đặt vào người có trị số lớn nhất (ứng với điện áp dây nhất định); còn cường độ dòng điện qua người I_{ng} nếu bỏ qua điện trở tiếp xúc gần đúng theo công thức:

$$I_{ng} = \frac{U_d}{R_{ng}} = \frac{\sqrt{3} U_p}{R_{ng}} ; \Delta \quad (5 - 1)$$

Trong đó: U_p : Điện áp pha của mạng điện; V

U_d : Điện áp của mạng đóng kín bởi sự tiếp xúc hai pha của người; V

R_{ng} : Điện áp của người; Ω

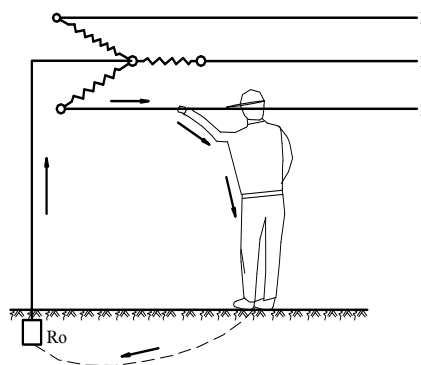
Trường hợp này thường xảy ra khi sửa chữa không cắt điện, người thợ làm việc trực tiếp ở bộ phận có điện áp, một tay đang làm việc trên một cực còn tay kia (hoặc đầu, vai) chạm phải cực khác. Cũng có trường hợp do nối dây điện, đấu điện vào cầu dao mà không cắt điện.

Chạm vào hai pha của dòng điện là nguy hiểm nhất vì người 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 qua người rất lớn. Khi đó dù người có đi giày khô, cũng cách điện hay đứng trên ghế gỗ, thảm cách điện cũng không có tác dụng giảm được điện qua người, song trên thực tế trường hợp này rất hiếm; hầu hết các tai nạn xảy ra là do chạm một pha (80~83%).

5.2.2. Chạm vào một pha của mạng điện có trung tính nối đất.

Với đất trung tính nhằm mục đích giảm bớt sự nguy hiểm chạm đất gây nên giữ không cho điện áp của dây pha đối với đất tăng lên lúc xảy ra chạm đất. Đây là trường hợp mạng điện ba pha có điện áp dưới 1000 V. sự tiếp xúc của người với một pha trong mạng ba pha có dây trung tính nối đất sẽ tạo ra mạng trong đó điện trở của người mắc nối tiếp với điện trở nối đất của dây trung tính (hình 5-2).

Hình 5-2 - Trường hợp chạm một pha của mạng ba pha với trung tính nối đất.



Trong trường hợp này điện áp của các dây pha so với đất khi chế độ làm việc của mạng đối xứng bằng điện áp pha, tức là người đặt trực tiếp dưới điện áp pha U_p và trị số dòng điện đi qua người tương đối lớn.

$$I_{ng} = \frac{U_p}{R_{ng} + R_0} ; A \quad (5 - 2a)$$

Nếu bỏ qua điện trở nối đất R_0 thì dòng điện qua người sẽ là:

$$I_{ng} = \frac{U_p}{R_{ng}} = \frac{U_d}{\sqrt{3} R_{ng}} ; A \quad (5-2b)$$

Trong đó: R_0 - điện trở tính toán của cực nối đất sẽ lấy bằng 4Ω trong mạng điện có điện áp dưới 100 V.

$$U_p - \text{điện áp pha}; U_p = \frac{U_2}{\sqrt{3}} ; V$$

5.2.3. Chạm vào một pha của mạng có trung tính cách điện:

Người chạm vào một pha coi như mắc vào mạng song song với điện trở cách điện của pha đó và nối tiếp với các điện trở cách điện của hai pha khác (hình 5-3).

Trị số dòng điện qua người I_{ng} trong trường hợp này phụ thuộc vào điện áp pha,

Hình 5-3 - Trường hợp chạm một pha của mạng điện có trung tính cách điện

điện trở của người và điện trở cách điện của mạng điện đối với đất, tức là:

$$I_{ng} = \frac{\sqrt{3}U_p}{3R_{ng} + R_c} = \frac{U_d}{\sqrt{3}R_{ng} + \frac{R_c}{\sqrt{3}}} \quad ; A \quad (5-3)$$

Trong đó: U_d - Điện áp dây trong mạch ba pha; V

U_p - Điện áp pha; V

R_c - Điện trở của cách điện, Ω

Nếu điện trở cách điện R_c đủ lớn thì I_{ng} có thể giảm đến mức an toàn.

5.2.4. Sự chạm một pha của mạng điện xuống đất - Điện áp bước.

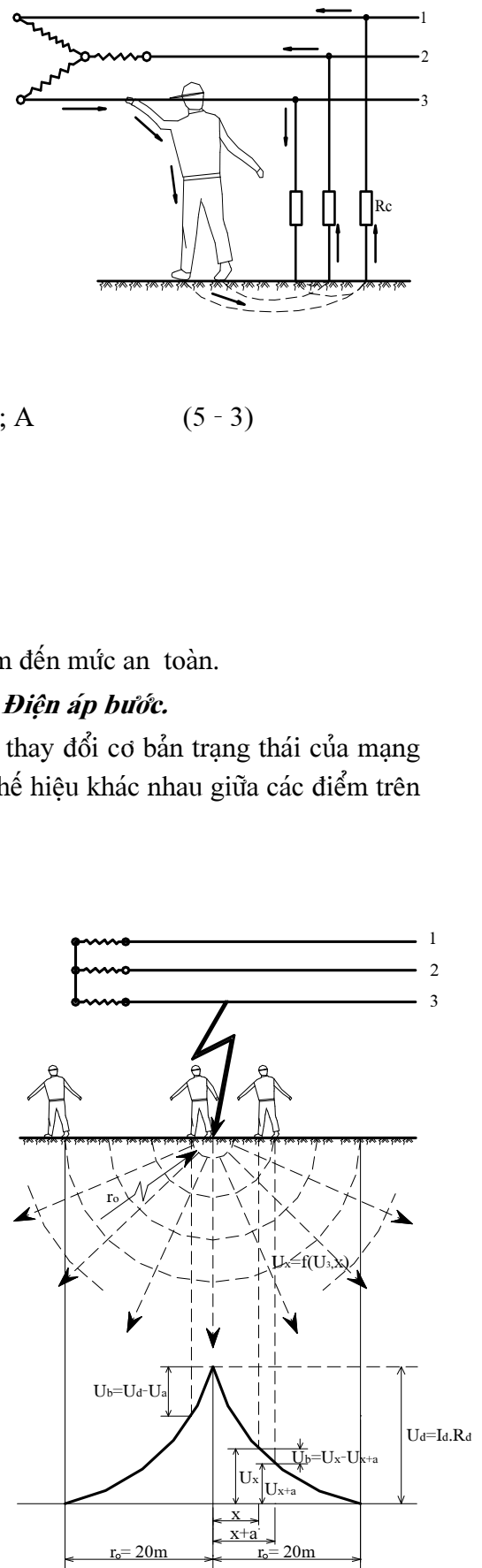
Về phương tiện an toàn, dòng điện chạm đất làm thay đổi cơ bản trạng thái của mạng điện (điện áp giữ dây dẫn và đất thay đổi, xuất hiện các thế hiệu khác nhau giữa các điểm trên mặt đất gần chỗ chạm đất).

5.2.4.1. Trường hợp của dòng điện đi trong đất:

Sự chạm một pha của mạng điện xuống đất (khi đứt dây điện một đầu dây rơi chạm đất, khi cách điện của thiết bị điện bị chọc thủng chỗ chôn vật nổi đất) sẽ có một dòng điện tản vào trong đất tạo ra một "trường điện rò". Bất kỳ một điểm nào đó của đất trong vùng trường điện rò sẽ xuất hiện điện áp. Ở ngay chỗ tiếp xúc của đất với dây pha hỏng, thế năng trên mặt đất là lớn nhất; dòng điện tiếp xúc với đất tại đó sẽ có trị số lớn nhất của dòng điện rò.

Dòng điện rò đi vào đất theo hướng nửa hình cầu bán kính x có diện tích là $S = 2\pi x^2$ và xem diện tích tiết diện đất của hình bán cầu như là vật dẫn điện mà điện áp trong vùng này phân bố theo một quy luật nhất định. Dòng điện rò trong đất tản đi từ tâm hình bán cầu tỏa ra theo đồng bán kính x (hình 5-4).

Hình 5-4: Phân bố điện áp của các điểm trên bề mặt đất lúc có chạm đất.



Khi điện trở suất ρ của đất không đổi, trị số dòng điện rò I_x qua một diện tích nhỏ của bán cầu cách điểm chạm đất một khoảng x sẽ là:

$$I_x = \frac{I_d}{2\pi x^2} \quad (5 - 4)$$

Trong đó: I_d : Trị số dòng điện chạm đất; Δ

X : Khoảng cách từ điểm dòng điện chạm đất đến điểm xét; m

Từ đó thấy rằng, khi bán kính x của bán cầu càng tăng, tức là càng xa điểm dòng điện chạm đất khi trị số dòng điện càng giảm và do đó điện áp ở trên bề mặt đất cũng giảm theo quy luật đường cong Hypecbol. Điện áp tại một điểm nào đó trên bề mặt đất là hiệu số điện áp giữa điểm đó và điểm vô cùng xa (điện áp của điểm vô cùng xa có thể xem như bằng không) bằng:

$$U_x = \int_x^\infty \frac{I_x}{2\pi x^2} dx = \frac{I_d}{2\pi x} \quad (5 - 5)$$

Trong đó: U_x : Trị số điện áp tại một điểm cách chỗ chạm đất một khoảng x ; v

\int : Điện trở suất của đất; Ω cách mạng

Ở ngay tại chỗ chạm đất sẽ có điện áp cao nhất đối với đất U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_d = \frac{I_d \zeta}{2\pi r_0}; V \quad (5 - 6)$$

Trong đó: R_d : Điện trở của đất; Ω

r_0 : Bán kính cầu hình bán cầu (xem hình 5-4); m

5.2.4.2. Điện áp bước:

Khi người đi vào vùng trường điện rò thì giữa hai chân người sẽ có sự chênh lệch điện áp, dòng điện sẽ truyền qua người từ chân này qua chân kia. Do đó người đứng hai chân trên hai điểm có điện áp khác nhau sẽ chịu tác động của một hiệu điện áp gọi là "*điện áp bước*". Như vậy điện áp bước là một hiệu số điện áp của các điểm trên mặt đất cách nhau một khoảng bằng chân người; độ lớn của bước chân người khi tính toán lấy bằng 0,8m.

Điện áp bước U_p xác định bằng biểu thức sau:

$$U_B = U_x - U_{x+a} = \frac{I_d \zeta}{2\pi} \int_x^{x+a} \frac{dx}{x^2} = \frac{I_d \zeta a}{2\pi x(x+a)} \quad (5 - 7)$$

Trong đó: U_x : Điện áp tại bước chân cách điểm chạm đất một khoảng x ; v .

U_{x+a} : Điện áp tại bước chân cách điểm chạm đất một khoảng $x+a$; v

a : Độ dài của khoảng cách bước chân; m

Từ biểu thức (5 - 7) thấy rằng:

- Càng đứng xa chỗ dòng điện chạm đất trị số điện áp bước U_b càng giảm.
- Ngoài khoảng cách xa chỗ chạm đất 20m có thể xem điện áp bước bằng

không.

- Ở ngay sát chỗ chạm đất, điện áp bước U_b cũng có thể bằng không nếu hai chân người đều đặt trên một vòng tròn đẳng điện áp (điểm A và B trên hình 5-4).

Giới hạn cho phép của trị số U_b không qui định ở các qui phạm hiện hành vì các trị số U_b lớn thường do các dòng điện ngắn mạch chạm đất lớn gây ra và nó sẽ bị cắt ngay tức thời bởi các thiết bị bảo vệ. Các trị số U_b nhỏ không gây nguy hiểm cho người do dòng điện từ chân qua chân. Tuy vậy với trị số điện áp $U_b = 100 \sim 250V$ chân có thể bị co rút và người bị ngã xuống đất. Lúc này điện áp đặt vào người tăng lên vì dòng điện đi theo mạch chính "tay-chân", nếu thiết bị bảo vệ không cắt được dòng điện ngắn mạch chạm đất thì có thể gây ra tai nạn.

5.3. Các biện pháp phòng ngừa tai nạn điện.

5.3.1. Biện pháp để phòng tiếp xúc và chạm vào các bộ phận mạng điện.

5.3.1.1. Đảm bảo tốt cách điện của thiết bị điện và dây dẫn:

- Các thiết bị điện, đường dây dẫn phải bảo đảm cách điện tốt, không để xuất hiện dòng điện rò. Trị số dòng điện rò qui định không được lớn hơn 0,001A, tức là điện trở cách điện không được nhỏ hơn $1000\Omega/V$. Ví dụ khi sử dụng điện áp 380V thì điện trở cách điện tối thiểu là $380 \times 100 = 380.000\Omega$.

- Phải định kỳ kiểm tra và thay đổi sửa chữa đúng lúc chất cách điện luôn bảo đảm đúng với yêu cầu. Trong điều kiện sản xuất bình thường ít nhất mỗi năm phải kiểm tra 1 lần; nơi ẩm ướt có hơi khí xâm thực phải kiểm tra hai lần. Bởi vì chất cách điện lâu ngày sẽ bị giảm yếu dần do bị quá nóng, nhiệt độ thay đổi quá nhiều, do cọ xát sinh rạn nứt, do môi trường ẩm ướt, xâm thực,... cho nên khả năng cách điện mất dần tác dụng; dòng điện có thể rò ở vỏ kim loại của thiết bị hoặc dây dẫn gây tai nạn.

5.3.1.2. Bảo đảm khoảng cách an toàn, bao che các bộ phận mạng điện:

Các bộ phận mạng điện như cầu dao, các thiết bị đóng cắt, các đầu nối dây, .. cần phải được che chắn, nếu không thì phải rào ngăn với khoảng cách an toàn để người không va chạm tiếp xúc gây nguy hiểm như:

- Rào quanh khu vực trạm đóng ngắt, trạm phân phối điện, máy biến áp, máy phát điện.... Trạm biến áp đặt ngoài trời phải được bảo vệ với chiều cao tối thiểu 2,5m, rào chắn trạm biến áp nên đặt ra ngoài chỗ nối đất là 2m

- Vỏ bao che chắn của những trang thiết bị điện có điện áp trên 1000V phải có khoá liên động để loại trừ khả năng mở được khi chưa cắt điện (điện áp trên 1000 V có thể xảy ra tai nạn điện khi chỉ mới đến gần các bộ phận mang điện).

- Các đường dây trần phải được treo cao 3,5 m trở lên so với nền, sàn hoặc trên đường có người qua lại và 6m trên đường có xe máy đi qua lại phía dưới.

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

- Không đặt dây điện, dây cáp trên mặt đất, sàn nhà; phải treo trên các giá, cọc đỡ để tránh cho người và phương tiện qua lại không dẫm đè lên gây nguy hiểm.

5.3.1.3. Sử dụng điện thế an toàn:

Ở những nơi nguy hiểm về điện phải sử dụng điện áp thấp để hạn chế mức nguy hiểm nếu người va chạm phải thì dòng điện qua người cũng nhỏ. Phải sử dụng đúng mức điện áp đối với các thiết bị điện tùy thuộc vào mức độ nguy hiểm về điện ở nơi làm việc, sản xuất. Theo tiêu chuẩn an toàn quy định thì:

- Đối với những nơi ít nguy hiểm, mạng điện dùng để thắp sáng, dùng cho các dụng cụ cầm tay, được sử dụng điện áp không quá 220V; những nơi nguy hiểm không được quá 36V và những nơi đặc biệt nguy hiểm không quá 12V.
- Đèn chiếu sáng cố định ở độ cao dưới 2,5m điện áp không quá 36V.
- Đối với công tác hàn điện, điện thế không quá 70 V; hàn hồ quang điện không quá 12~24V.

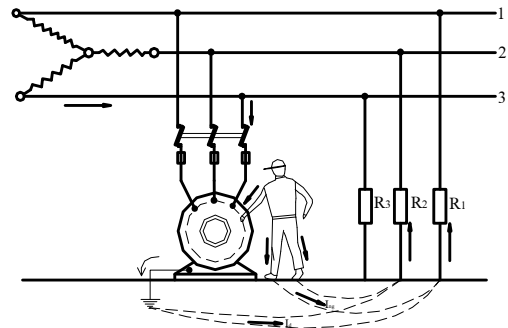
5.3.2. Biện pháp để phòng tai nạn điện khi chạm vào vỏ máy có dòng điện rò (bộ chạm mát).

Các bộ phận kim loại của vỏ máy, thiết bị bình thường không có điện, nhưng nếu cách điện bị hỏng sẽ có dòng điện rò ra vỏ máy thì trên các bộ phận này xuất hiện điện áp và khi đó người tiếp xúc vào sẽ có thể bị giết nguy hiểm. Để đề phòng tai nạn điện trong trường hợp này thì có thể dùng dây dẫn nối vỏ của thiết bị với đất hoặc với dây trung tính hay dùng bộ phận cắt điện bảo vệ.

5.3.2.1. Nối đất bảo vệ:

Là biện pháp phổ biến, an toàn và hữu hiệu để phòng chống tai nạn do dòng điện rò ra vỏ máy. Hệ thống nối đất bao gồm các thanh nối đất và dây dẫn để nối đất.

- Nối đất đơn giản: Dùng dây dẫn điện nối bộ phận kim loại trên thanh máy (Vỏ thiết bị) lúc bình thường không có điện với thanh nối đất bằng sắt thép chôn dưới đất và điện trở cách điện ở các pha không bị hư hỏng khác (Hình 5-5).



Hình 5-5. Sơ đồ nối đất đơn giản bảo vệ

Hệ thống tiếp đất phải có điện trở đủ nhỏ để sao cho người khi tiếp xúc vào vỏ thiết bị có điện áp thì dòng điện chạy qua cơ thể không đến trị số có thể gây nguy hiểm cho người (coi như người mắc song song với thanh nối đất). Hình thức này áp dụng cho mạng điện ba pha có trung tính cách điện. Trong trường hợp tiếp xúc như vậy, theo quy luật phân bố dòng điện sẽ có:

$$I_{ng}R_{ng} = I_d R_{nd} \text{ hay } I_{ng} = I_d \frac{R_{nd}}{R_{ng}} \quad (5 - 8)$$

Trong đó: I_{ng} : Dòng điện đi qua người; A

I_d : Dòng điện rò; A

R_{ng} : Điện trở tính toán của người; Ω

R_{nd} : Điện trở của hệ thống nối đất; Ω

Như vậy bằng cách giảm điện trở nối đất có thể giảm được dòng điện qua người tới trị số không nguy hiểm cho người. Trong mạng điện có trung tính cách điện với điện áp dưới 1000V thì dòng điện rò không lớn quá 10A (thường là 4~6A) nếu cực nối đất có điện trở tính toán nhỏ (4Ω) để bảo đảm hạ được điện áp tiếp xúc đến trị số an toàn ($U = I_d \cdot R_{nd} = 10 \times 4 = 40V$).

- San bằng điện áp: Là biện pháp nhằm làm tăng hiệu quả nối đất với mục đích làm giảm điện áp tiếp xúc với thân máy khi bị mất điện và điện áp bước đến trị số an toàn. Ở các thiết bị cao áp với điện áp trên 100V có dòng điện rò xuống đất rất lớn nếu dùng cực nối đất đơn hoặc tăng số thanh nối đất đóng thành nhóm tập trung vẫn không thể làm giảm điện áp tiếp xúc (U_{tx}) đến trị số cho phép. Lúc này việc giảm điện áp tiếp xúc và điện áp bước (U_b) ở trong vùng được bảo vệ chỉ thực hiện được bằng cách nối đất vòng (Hình 5-6).

Với đất vòng tức là bố trí các thanh nối đất đơn thành một vài hàng và nối lại với nhau. Trường hợp chạm pha trên thanh máy, dòng điện rò sẽ phân bố đều trên tất cả các thanh nối đất vòng. Khi có dòng điện rò từ mỗi thanh nối đất, trên bề mặt đất sẽ xảy ra sự phân bố điện áp theo định luật Hypecbol từ các thanh nối đất ở cạnh nhau sẽ có sự cân bằng tương đối điện áp trong vùng bảo vệ; nhờ đó độ chênh lệch điện áp trong các trường hợp điện áp tiếp xúc và điện áp bước rất nhỏ, có nghĩa là làm giảm điện áp tiếp xúc và điện áp bước đến trị số an toàn.

5.3.2.2. Nối không bảo vệ:

Áp dụng trong mạng điện có điện áp dưới 1000V ba pha bốn dây với dây thứ tư là dây trung tính (dây không) đã nối đất bằng cách dùng dây dẫn nối thân kim loại của máy vào dây trung tính (Hình 5-7) Bảo vệ nối dây trung tính thay cho bảo vệ nối đất trực tiếp trong các lưới điện hạ áp 380/220V và 220/127V sẽ đảm bảo an toàn khi chạm đất một pha.

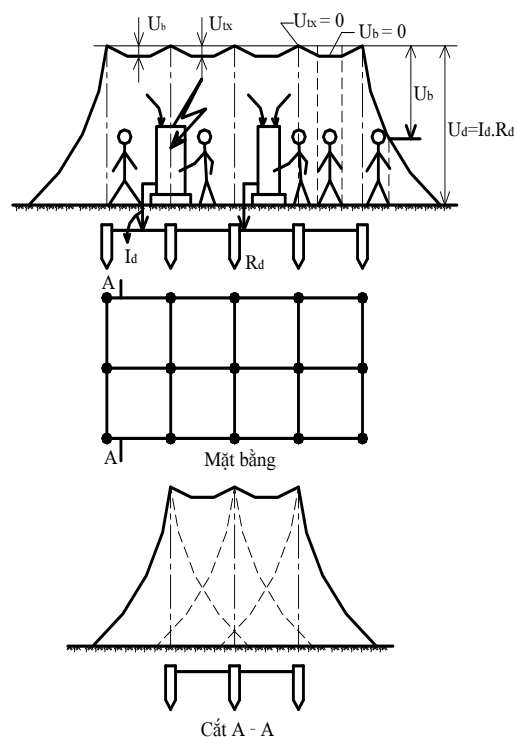
Khi có sự cố (cách điện của thiết bị bị chọc thủng) sẽ xuất hiện dòng điện trên thanh máy thì lập tức một trong các pha gây ra đoản mạch và trị số của dòng điện ngắn mạch sẽ là:

$$I_{nm} = \frac{U_p}{R_d + R_0} ; A \quad (5 -$$

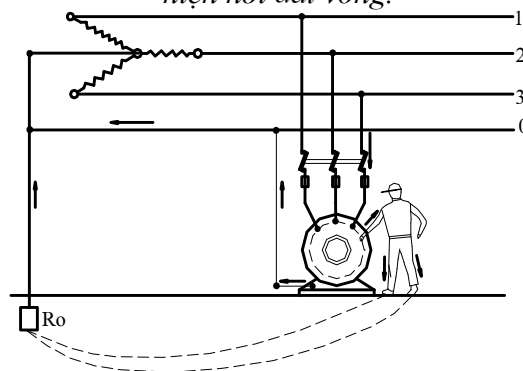
9)

Trong đó: U_p : Điện áp pha của mạng điện; V

R_d : Điện trở đất; Ω



Hình 5-6. Điện áp tiếp xúc U_{tx} và điện áp bước U_b khi thực hiện nối đất vòng.



Hình 5 - 7.: Sơ đồ nối không bảo vệ.

R_0 : Điện trở của cực nối đất; Ω

Do điện áp của mạng điện hạ áp không lớn nên trị số của dòng điện I_{nm} cũng không đủ lớn để cho cầu chì bị chảy hoặc các cơ cấu bảo vệ khác hoạt động được, tình trạng chạm đất có thể kéo dài, trên vỏ thiết bị sẽ tồn tại lâu dài một điện áp với trị số:

$$U_d = R_d I_{nm} = \frac{U_p R_d}{R_d + R_0}; V \quad (5 - 10)$$

Trị số điện áp này có thể đạt đến mức nguy hiểm. Vì vậy để cầu chì và các bộ phận bảo vệ khác cắt nhanh chỗ sự cố của mạng điện thì dùng dây dẫn nối vỏ thiết bị với dây trung tính là biện pháp đơn giản nhất. Việc nối trực tiếp vỏ máy với dây không là nhằm mục đích tăng trị số dòng điện ngắn mạch I_{nm} để cho cầu chì và cơ cấu cắt điện cắt nhanh dòng điện chạm vỏ thiết bị.

5.3.2.3. Cắt điện bảo vệ:

Là biện pháp bảo vệ nhằm bảo đảm an toàn cho người bằng cách cắt nhanh trong thời gian từ 0,1~0,2 giây đoạn sự cố hoặc toàn bộ mạng điện khi có ngắn mạch chạm vỏ hoặc ngắn mạch chạm đất cũng như khi chạm vào các bộ phận mang điện lúc xuất hiện điện áp trên vỏ thiết bị đến trị số qui định.

- Cơ cấu cắt điện bảo vệ được sử dụng ở cả mạng ba pha có trung tính cách điện và mạng điện có trung tính nối đất. Đối với mạng điện ba pha cơ cấu này được mắc nối tiếp và dây dẫn nối thân máy với thanh nối đất hoặc với dây trung tính và sẽ hoạt động dưới tác động của dòng điện rò I_d hoặc dòng điện ngắn mạch I_{nm} trong thời gian mất điện ra thân máy và sẽ cắt điện khỏi máy. Có nhiều loại cơ cấu cắt điện bảo vệ đơn giản (hình 5 - 8).

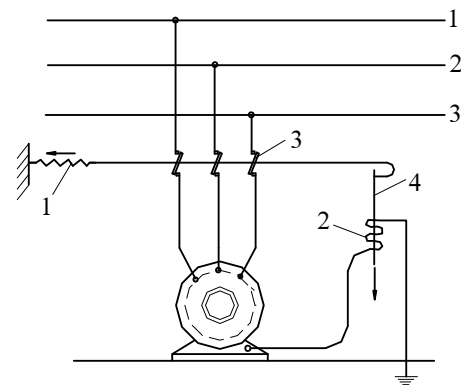
- Nguyên lý làm việc của cơ cấu cắt điện bảo vệ như sau:

+ 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 bị chọc thủng, một pha chạm vỏ động cơ thì lập tức có điện áp xuất hiện; khi điện áp đến mức qui định sẽ có một dòng điện đủ lớn chạy trong cuộn dây rút lõi sắt xuống.

Hình 5-8. Sơ đồ nguyên tắc cắt điện bảo vệ.

1- Lò xo; 2- Cuộn dây; 3- Cầu dao; 4- Lõi sắt phía dưới, lò xo kéo cầu dao cắt điện nguồn cung cấp cho động cơ.



- So với nối đất bảo vệ và nối không bảo vệ thì cơ cấu cắt điện bảo vệ có ưu điểm là:

+ Điện áp xuất hiện trên đối tượng bảo vệ không thể vượt quá trị số điện áp qui định nên bảo đảm an toàn tuyệt đối.

+ Điện trở nối đất của cơ cấu không yêu cầu quá nhỏ (4Ω) mà có thể tới 100~500 Ω , do đó dễ dàng bố trí và chế tạo hệ thống nối đất của cơ cấu này.

5.3.3. Sử dụng các phương tiện bảo vệ và dụng cụ phòng hộ:

5.3.3.1. Các phương tiện cách ly bảo vệ:

Tùy theo điện áp của mạng điện, các phương tiện bảo vệ chia ra dưới 1000V và loại trên 1000V. Trong mỗi loại lại phân biệt loại bảo vệ chính và loại bảo vệ phụ trợ.

- Loại sụng cụ bảo vệ chính là loại chịu được điện áp khi tiếp xúc với những phần dẫn điện trong một thời gian lâu.

- Loại dụng cụ phụ trợ là 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 mức độ an toàn.

- + 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, giày và găng tay cách điện.

- Bọc cách điện là loại dụng cụ phụ trợ dùng để phục vụ các thiết bị điện có điện áp bất kỳ, thường có kích thước 75x75cm, hoặc 75x40cm, có chân sứ cách điện.

- Thảm cách điện là loại dụng cụ phụ trợ dùng để phục vụ các thiết bị điện có điện áp từ 1000V trở xuống, thường có kích thước 75x75cm, dày từ 0,4~1cm.

- Găng tay dùng cho điện áp dưới 1000V đối với dụng cụ bảo vệ chính và điện áp trên 1000V đối với dụng cụ phụ trợ.

- Ủng và giày là loại dụng cụ phụ trợ. Ủng cách điện dùng với điện áp trên 1000V, còn giày cách điện dùng với điện áp dưới 1000V.

- + Các dụng cụ bảo vệ khi làm việc dưới điện áp gồm có 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, dùng cho điện áp trên 1000V, là loại dụng cụ bảo vệ chính.

- Kìm cách điện là loại dụng cụ bảo vệ chính dùng để tháo lắp cầu chì ống, để thao tác trên những thiết bị điện có điện áp đến 35.000V.

- Để kiểm tra xem có điện hay không đối với điện áp trên 1000 V thì sử dụng đồng hồ đo điện áp hoặc kìm (cặp) đo điện; đối với thiết bị có điện áp dưới 500V thì dùng bút thử điện, đèn ắc quy (công suất không quá 25 W).

5.3.3.2. Phương tiện bảo vệ để làm việc ở các trang thiết bị đã cắt điện:

Phương tiện bảo vệ chắc chắn để loại trừ sự xuất hiện điện áp bất ngờ trong trường hợp đóng nhầm thiết bị đã cắt điện là bộ nối đất tạm thời, di động. Bộ nối đất gồm có dây dẫn để nối kết các pha, dây dẫn để nối đất và các cực nối dây với thanh dẫn.

- Dây dẫn để nối thiết bị điện với thiết bị nối đất dùng dây đồng mềm, tiết diện phải đủ đảm bảo ổn định nhiệt khi có ngắn mạch nhưng không nhỏ hơn 25mm².

- Cực nối dây phải có cấu tạo sao cho có thể dùng sào cách điện để đấu và tháo dây khỏi thanh dẫn.

5.3.3.3. Các loại dụng cụ bảo vệ khác, gồm có:

- * Các loại phương tiện dùng 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 gá, chòi ống lồng, ...

- Dây đeo an toàn phải được thử lại kho có nghi ngờ về chất lượng, thử với trọng lượng 225kg trong 5 phút và định kỳ ít nhất 6tháng/lần.

- Chòi ống lồng tự nâng dùng để lắp và sửa chữa đường dây, đèn. Việc sử dụng phải tuân theo các yêu cầu đặc biệt về kỹ thuật an toàn do nhà máy đề ra.

- Thang xếp bảo đảm cho người làm việc an toàn ở trên cao khi lắp ráp các thiết bị cao cách mặt đất tới 3,5m. Thang xếp được thử định kỳ 1năm/1 lần với tải trọng 200 kg trong 5 phút.

5.3.3.4. Các biển báo phòng ngừa:

Dùng để bao và ngăn không cho người tới gần các trang thiết bị đang có điện, ngăn không cho thao tác các khóa, cầu dao có thể phóng điện vào nơi đang sửa chữa hoặc làm việc. Theo mục đích sử dụng các loại biển báo có thể phân thành 4 nhóm là:

- Biển phòng ngừa thường ghi: "Cấm sờ mó- chết người"; "Có điện - nguy hiểm - chết người"; "Đứng lại - điện cao áp",...

- Biển cấm ghi: "*Không đóng điện - có người làm việc, Không đóng điện - làm việc trên đường dây*", ...

- Biển cho phép thường ghi: "*Làm việc tại đây*" để chỉ chỗ làm việc cho công nhân.

- Biển nhắc nhở: Để nhắc nhở về các biện pháp cần thiết như ghi: "*Nối đất*".

Các loại biển báo di động dùng trong các trang thiết bị có điện áp trên và dưới 100V cần làm bằng vật liệu cách điện hoặc dẫn điện xấu (Chất dẻo hoặc bì cứng cách điện); cấm dùng tôn, thép làm biển báo. Phía trên biển báo phải có lỗ hoặc móc để treo.

5.3.4. Sơ cứu người bị tai nạn điện.

Trên công trường thi công sử dụng phổ biến nhất là mạng điện ba pha 380/220V có trung tính trực tiếp nối đất. Số liệu thống kê cho biết loại điện áp này thường dễ gây ra tai nạn điện chết người (khoảng 65% tổng số các tai nạn điện) vì người dễ chủ quan coi thường điện áp thấp (dưới 1000V).

Khi người bị tai nạn điện ở mức nguy hiểm thì phải được cấp cứu ngay. Cấp cứu chia làm hai giai đoạn là: Tách người ra khỏi nguồn điện và thực hiện hô hấp nhân tạo.

5.3.4.1. Cứu người bị nạn ra khỏi nguồn điện: Có thể dùng các biện pháp sau:

* Cắt dòng điện: Lập tức ngắt điện ở bộ phận nạn nhân chạm phải bằng cách mở cầu dao, cầu chì, công tắc.

- Nếu không thực hiện được bằng cách trên thì dùng đai rìu chuôi cán gỗ chặt đứt dây điện. Khi tiến hành phải đeo găng tay cách điện, chân đi ủng cách điện và lần lượt chặt đứt từng dây một.

- Cũng có thể làm ngắn mạch bằng cách quăng lên trên dây dẫn một đoạn kim loại hoặc dây dẫn dẹt làm cháy cầu chì; phải chú ý đề phòng có thể bị ngã hoặc bị thương.

* Trường hợp không cắt điện được thì tách nạn nhân ra khỏi thiết bị bằng sức người thật nhanh chóng bằng cách:

- Trùm vào quần áo khô hoặc quần vải hay chần vào người bị nạn lôi ra khỏi vật mang điện.

- Nếu nạn nhân bị dây điện quấn vào người thì có thể dùng sào, gậy bằng gỗ khô, tre khô để hắt dây điện ra.

Cần chú ý để khỏi bị điện giật lây, đòi hỏi người cứu phải khô ráo, đứng trên tấm ván, ghế khô, đi guốc, dép cao su và cũng cần có biện pháp tránh cho nạn nhân không bị ngã rơi từ trên cao xuống.

* Sau khi được tách khỏi mạng điện cần tiến hành:

- Nếu nạn nhân còn thở, tim còn đập, chỉ bị ngất thì cần để người bị nạn nằm ở nơi yên tĩnh, thoáng khí, nới rộng quần áo để thở và mạch máu lưu thông dễ dàng, phải giữ ấm, không để bị cảm lạnh, cho người còn amoni clorua (NH_4Cl).

- Nếu nạn nhân đặc thở mạnh và ngất quăng hoặc đã bị ngừng thở, tim ngừng đập thì phải khẩn trương làm hô hấp nhân tạo khi bác sĩ chưa đến và làm ngay gần nơi bị tai nạn. Trước khi làm hô hấp phải nới rộng quần áo của nạn nhân, cạy miệng ra khi miệng cắn chặt.

5.3.4.2. Sơ cứu làm hô hấp nhân tạo:

Làm hô hấp nhân tạo phải liên tục, kiên trì cho đến khi bộ phận y tế 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 người bị nạn võ sọ hoặc cháy đen. Hô hấp nhân tạo có các phương pháp là:

- Xoa bóp bên ngoài lồng ngực: Nạn nhân để nằm ngửa, người cứu quỳ bên cạnh đặt một bàn tay lên trên phần tim, bàn tay còn lại đặt chéo lên trên, dùng sức người để ấn cho lồng ngực bị nén xuống rồi lại nới tay ra, làm như vậy theo nhịp từ 60~80 lần/ phút.

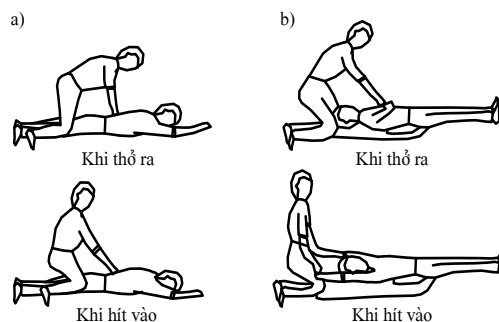
- Hô hấp nhân tạo ấn ngực: Đặt nạn nhân nằm sấp, đầu quay nghiêng gối lên tay phải gấp lại cho dễ thở. Lúc thở ra thì người cứu phải ngã người về phía trước, đứng lên một chút cho có sức đè xuống, lấy hai bàn tay đè ấn xuống lưng, lúc hít vào phải từ từ hạ người xuống và hai tay buông lỏng ra (Hình -9a).

- Hô hấp nhân tạo co duỗi tay: Nạn nhân đặt nằm ngửa, dùng gối hoặc quần áo kê ở lưng, đầu ngửa ra phía sau. Người cứu uỳ phía trước, khi hít vào kéo hai tay người bị nạn lên quá đầu, khi hít ra đẩy hai tay nạn nhân ép vào cạnh sườn, đồng thời nhấc người lên một tý cho có sức đè xuống (hình 5~9b).

Hình 5 - 9. Một số phương pháp hô hấp nhân tạo .

a) Hô hấp nhân tạo ấn ngực;

b) Hô hấp nhân tạo co duỗi tay.



- Hà hơi thổi ngạt: Trước khi thổi nạt cần móc hết đàm rãi và lấy các di vật như răng giả, thức ăn, ..., kiểm tra xem khí quản có thông suốt không. Đặt nạn nhân nằm ngửa, đầu hơi

ngửa ra phía sau, người làm cấp cứu hít một hơi dài, tay bịt kín mũi nạn nhân và thổi thật mạnh qua mồm hoặc bịt kín mồm thổi qua mũi theo nhịp thở bình thường từ 13 ~ 16 lần/phút.

5.4. Bảo vệ chống sét.

5.4.1. Sét và tác hại của nó.

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

5.4.1.1. Khái niệm về dòng điện sét:

Khi hơi nước và các hạt nước di chuyển trong không khí do ma sát giữa chúng và các lớp không khí, chúng sẽ tích điện tạo thành đám mây mang điện tích đó. Theo định luật khí động học các hạt nước nhỏ mang điện âm sẽ tụ lại và tạo thành đám mây mang điện âm; các hạt nước lớn sẽ lắng xuống dưới và 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 một tụ điện đặc biệt với lớp không khí ở giữa các bề mặt tụ điện đạt tới trị số cực hạn (khoảng 20~30Kv/cách mạng) sẽ xuất hiện sự phóng điện trong không trung, phát ra tia chớp sáng chói và tiếng nổ dữ dội.

Khi phóng điện, điện áp giữa đám mây dông và mặt đất có thể đạt đến hàng chục, thậm chí hàng trăm triệu vôn; cường độ dòng điện sét đạt đến 200~300KA, nhiệt độ tia chớp từ 6.000~10.000°C. Vì thế dòng điện sét gây tác hại rất lớn cho sinh vật, con người, công trình, thiết bị .. trên mặt đất. Số ngày có dông sét và mật độ sét ở nước ta như sau:

- Số ngày dông trung bình (ngày/năm) là 44~61,6
- Mật độ sét trung bình (lần/km²/năm) là 3,3~6,47

Những vùng có sét, hoạt động mạnh là đồng bằng và ven biển miền Bắc, miền núi và trung du miền Bắc, tiếp đến là đồng bằng miền Nam, ven biển và cao nguyên miền Trung.

5.4.1.2. Tác hại của sét:

Dòng điện sét gây ra tác dụng và hậu quả như sau:

* Tác dụng trực tiếp: Sét đánh thẳng trực tiếp vào công trình, nhà cửa, con người, .. là nguy hiểm nhất; dẫn đến các hậu quả là:

- Sét nguy hiểm trước hết như một nguồn điện áp cao và dòng lớn đối với người và súc vật; khi sét đánh trực tiếp thường bị chết ngay.

- Dòng sét có nhiệt độ rất lớn có thể gây nên đám cháy lớn rất nguy hiểm đối với các kho nhiên liệu, vật liệu dễ cháy nổ.

- Sét còn phá hủy về mặt cơ học, có thể làm nổ tung trụ tháp, ống khói cao, phá hủy đường ray, ống nước; làm gãy đổ cây cối.

* Tác dụng gián tiếp: Nếu sét đánh ở gần nhà cửa, công trình, kho tàng, ... sẽ gây ra các hiện tượng:

- Cảm ứng tĩnh điện: Do các đám mây dông mang điện đến gần các công trình làm cho công trình tích điện trái dấu với điện đám mây. Điện tích của đám mây sẽ giảm đi, nhưng lại xuất hiện sự tích lũy điện tích trên những phần kim loại cách ly với đất của công

trình (như mai tôn,...) tạo thành thế hiệu rất lớn (có thể đạt đến hàng chục vạn vôn) so với đất và các vật bằng kim loại nổi đất có khả năng phát sinh phóng điện kèm theo tia lửa gây ra cháy nổ.

- Cảm ứng điện từ: Khi sét đánh thẳng vào kim thu sét, dây dẫn sét (thu lôi) hoặc đường ống, dây điện trên công trình hay gần công trình được bảo vệ sẽ gây ra một điện từ trường lớn làm cho các vật bằng kim loại bên trong công trình sinh ra một sức điện động cảm ứng có khả năng xuất hiện sự phóng điện phát ra tia lửa (tại chỗ hở của các phần kim loại không nối liền nhau) gây cháy nổ.

- Sự xâm nhập điện thế cao: Ngoài những tác dụng trực tiếp và gián tiếp của sét; đối với các vật dẫn điện kéo dài như dây điện, dây điện thoại, đường ray, ống nước, .. có thể mang điện thế cao từ xa đến khi bị sét đánh thâm nhập vào trong công trình gây nguy hiểm cho người và gây cháy nổ thiết bị,... Khả năng công trình trên mặt đất bị sét đánh trực tiếp càng lớn nếu công trình càng cao vì do khoảng cách giữa điểm cao nhất của công trình đến đám mây mang điện càng gần. Ngoài ra khả năng bị sét đánh trực tiếp còn phụ thuộc vào địa chất cũng như các yếu tố khí quyển, Nhiều khi sét không phóng trực tiếp cũng gây ra nguy hiểm; khi dòng điện sét đi qua một vật tiếp đất sẽ gây nên tại vùng đất đó một điện trường, người và vật đi vào sẽ bị nguy hiểm do điện áp bước.

5.4.2. Biện pháp bảo vệ chống sét.

Bảo vệ chống sét dựa vào nguyên lý cơ bản là: dùng thanh (kim) thu sét để trên cao có dây kim loại dẫn xuống đất và nối vào vật nổi đất. Mục đích là dùng các vật thu ở vị trí cao để khi xuất hiện mây dông các vật thu này sẽ tập trung điện tích từ mặt đất tạo nên điện trường có cường độ lớn ở giữa vật thu sét và mây. Vì vậy vật thu sét sẽ định hướng phóng điện sét về mình và tạo nên không gian an toàn cho công trình, nhà cửa, kho tàng, thiết bị,....

Nội dung chống sét phải bao gồm bảo vệ chống sét đánh trực tiếp, bảo vệ chống sét cảm ứng và bảo vệ chống sét lam truyền.

5.4.2.1. Bảo vệ chống sét đánh thẳng:

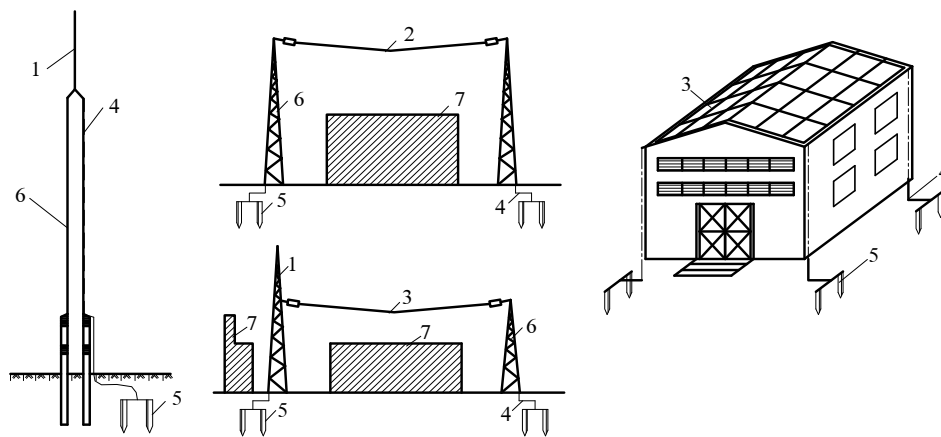
Biện pháp bảo vệ chống sét đánh trực tiếp vào công trình là làm thu lôi chống sét, thu lôi gồm có các bộ phận là: vật thu sét, dây dẫn sét và bộ phận tiếp đất (hình 5-10).

* Vật thu sét có các dạng là thanh (kim) thu sét, dây thu sét và lưới thu sét.

- Thanh và dây thu sét có thể đặt trên các cột đứng độc lập hoặc lên các trụ liên kết với kết cấu của công trình.

- Lưới thu sét được đặt và treo lên mái công trình cần bảo vệ và phải nối với các cực tiếp đất qua dây dẫn sét ít nhất ở hai chỗ. Lưới làm từ dây sắt đường kính 6~10mm với ô lưới 5x5m.

- Trong trường hợp cá biệt có thể kết hợp một số dạng thu lôi (loại dây kết hợp với thanh, (hình 5-10d).



Hình 5 - 10. Sơ đồ bố trí thu lôi chống sét

a) Loại thanh; b) Loại dây; c) Loại lưới; d) Loại dây kết hợp với thanh.

1- Kim thu sét; 2- Dây thu sét; 3- Lưới thu sét; 4- Dây dẫn sét; 5- Vật tiếp đất;

6- Cột trụ; 7- Công trình.

- Dây dẫn sét đảm bảo cho dòng sét đi theo nó xuống nối đất. Dây dẫn sét làm từ các thanh hoặc dây tiết diện không nhỏ hơn 100mm^2 và nối hàn với phần thu sét và bộ phận tiếp đất. Nếu là hai dây dẫn sét thì tiết diện mỗi dây không nhỏ hơn 50mm^2 .

- Bộ phận tiếp đất: Nhằm đảm bảo sự tiếp xúc phân bố trực tiếp với đất của dòng điện sét trên một diện tích lớn. Mỗi thu lôi có bộ phận tiếp đất riêng, có thể dùng thép tròn, thép ống và thép góc; điện trở chung không quá 10Ω .

5.4.2.2 Bảo vệ chống sét cảm ứng:

* Chống cảm ứng tĩnh điện bằng các biện pháp như:

- Tiếp đất tất cả các vật và kết cấu kim loại (vỏ thiết bị, bộ máy) có công trình.
- Đặt lưới kim loại trên mái nhà thành những ô cạnh dài không quá 10m bằng dây sắt đường kính 5~6 mm và nối xuống đất. Trường hợp công trình, nhà kho mái lợp bằng tôn thì không phải làm lưới mà chỉ cần tiếp đất cho mái.

Các dây tiếp đất phải nằm ngoài nhà cách từ 15~25m. Bộ phận nối đất nên chôn thành một vòng xung quanh công trình, cách móng tường từ 0,1~1m, sâu 0,8m và cách xa bộ phận nối đất của thu lôi ít nhất 3m. Điện trở nối đất cho phép từ 5~10 Ω ; để giảm điện trở có thể nối dây tiếp đất với các đường ống chôn dưới đất (như ống nước,....)

* Chống cảm ứng điện từ: Dùng biện pháp nối các vật kim loại có trong công trình tạo thành mạch kín như ống dẫn, vỏ cáp điện bọc sắt, Nếu chúng đặt song song với nhau thì cứ cách 15~20m làm một mối nối bằng thanh nối ngang bằng kim loại. Nếu chúng đặt chéo nhau thì phải làm cầu nối bằng kim loại ở chỗ gần nhau nhất; cầu nối phải làm bằng đồng hoặc thép có tiết diện 16~25 mm^2 .

5.4.2.3. Bảo vệ sét lan truyền:

Đề phòng sét lan truyền do sự thâm nhập điện thế cao thường dùng các giải pháp như sau:

- Các đường dây điện, cáp điện, đường ống dẫn vào công trình phải đặt dưới đất.
- Không được bắt đường dây dẫn trên không vào công trình; trường hợp cần thiết thì có thể đưa các đường dây trên không vào công trình bằng cách dùng một đoạn dây cáp ngầm chôn trong đất chiều dài không được quá 50m nối thêm vào và làm bộ phận tiếp đất ở chỗ nối dây dẫn trên không với đoạn cáp ngầm.

5.4.3. Phạm vi bảo vệ chống sét đánh thẳng của thu lôi.

Vùng bảo vệ của thu lôi là khoảng không gian dưới thanh (kim) hay dây sét mà khi công trình, nhà cửa, kho tàng,... bố trí trong đó được bảo vệ với một xác suất nào đó (từ 95~95,5% và cao hơn) khỏi tác dụng cuat sét đánh trực tiếp.

5.4.3.1. Vùng bảo vệ của một thu lôi đơn (hình 5-11):

Khi bảo vệ chống sét cho công trình bằng một thu lôi đơn thì phạm vi bảo vệ của nó là một hình nón xoáy với đáy bảo vệ trên mặt đất là đường tròn bán kính $r = 1,6h$ và đường sinh theo công thức:

$$r_x = 1,6h \frac{h - h_x}{h + h_x} \cdot p \quad (5 - 11)$$

Trong đó: h : Độ cao cột thu lôi; m

h_x : Độ cao công trình cần bảo vệ; m

r_x : Bán kính bảo vệ ở độ cao công trình h_x ; m

p : Hệ số hiệu chỉnh theo độ cao của ột thu lôi, được tính theo: $p = 1$, nếu $h \leq 30m$ và $p = \frac{5,5}{\sqrt{h}}$, nếu $h > 30m$

Để đơn giản hơn khi sử dụng, thường thay thế đường cong bậc hai $r_x(h_x)$ bằng đường sin là đường gãy khúc giới hạn bởi hai khối hình nón giao nhau (một khối nón có chiều cao h và đáy $r/2 = 0,75h$; một khối nón có chiều cao $0,8h$ và đáy $r = 1,5h$; hình 5-11b) với các phương trình đơn giản sau:

$$\text{- Khi: } 0 \leq h_x \leq 2/3h \text{ thì: } r_x = 1,5h(1 - \frac{h_x}{0,8h}) \quad (5 - 12)$$

$$\text{- Khi: } 2/3h < h_x < h \text{ thì: } r_x = 0,75h(1 - \frac{h_x}{h}) \quad (5 - 13)$$

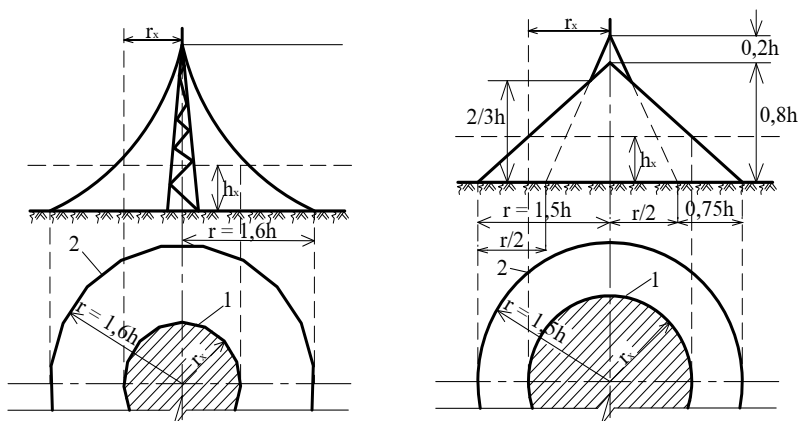
Hình 5 - 11. Vùng bảo vệ của thu lôi đơn.

a) Với đường sinh là đường cong bậc hai.

b) Với đường sinh là đường gãy khúc.

1- Biên giới vùng bảo

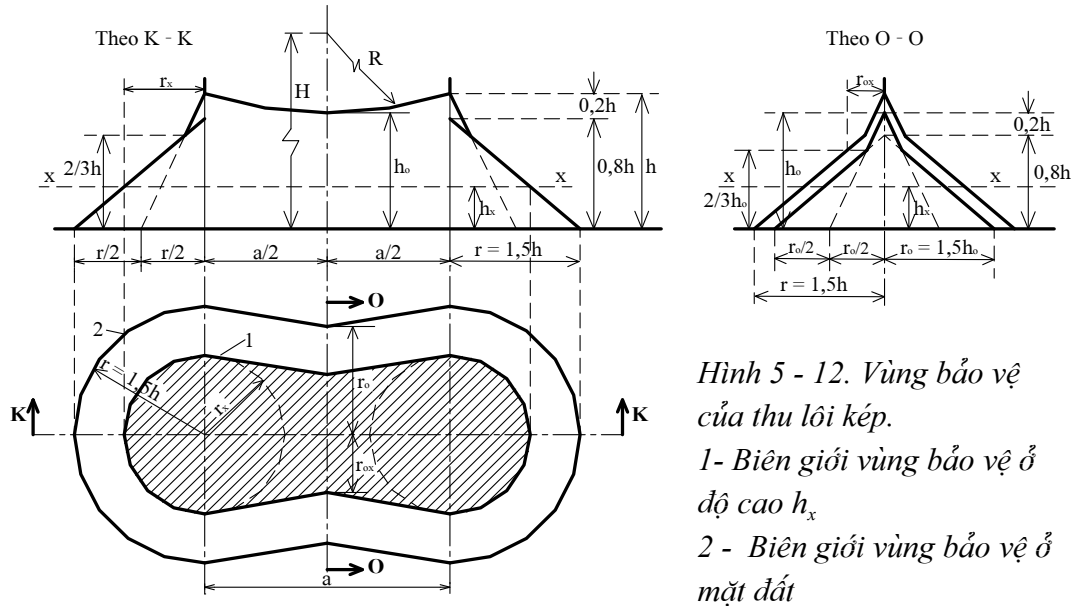
vệ ở độ cao h_x . 2- Biên giới vùng bảo vệ trên mặt đất.



5.4.3.2. Vùng bảo vệ của thu lôi thép:

Thực tế cho thấy nên dùng nhiề cột thu lôi với độ cao không lớn thay cho một thu lôi đơn với độ cao quá lớn để bảo vệ công trình có mặt bằng và chiều cao lớn. Sau đây sẽ xem xét phạm vi bảo vệ của hai cột thu lôi (thu lôi kép).

Thu lôi gồm hai thu lôi đơn có cùng chiều cao h không quá 60m với khoảng cách là $a \leq 5h$ (hình 5 - 12).



Hình 5 - 12. Vùng bảo vệ của thu lôi kép.

1- Biên giới vùng bảo vệ ở độ cao h_x

2 - Biên giới vùng bảo vệ ở mặt đất

* Biên giới vùng bảo vệ của thu lôi kép gồm:

- Phần trên của vùng bảo vệ giữa hai cột thu lôi giới hạn bởi một cung của đường tròn đi qua các đỉnh của hai thu lôi được vạch ra bởi bán kính R từ tâm điểm O nằm trên đường thẳng trung trực của khoảng cách a giữa hai thu lôi ở độ cao cách mặt đất $H = 4h$.

- Những phần hai bên của vùng bảo vệ được thiết lập như vùng bảo vệ đối với trường hợp thu lôi đơn.

- Hình dạng tiết diện 0-0 của vùng bảo vệ ở giữa được xác định như một thu lôi đơn tương đương có chiều cao h_0 (khoảng cách nhỏ nhất từ mặt đất đến cung tròn), tức là thay h bằng $h_0 = H - R = 4h - R$.

Khi đã biết các trị số h và a thì chiều cao vùng bảo vệ h_0 tại tiết diện 0-0 ở giữa thu lôi kép sẽ là:

$$h_0 = 4h - \sqrt{9h^2 + 0,25a^2} \quad (5 - 14)$$

Lúc này bán kính vùng bảo vệ trên mặt đất là: $r_0 = 1,5h_0$

Vùng bảo vệ ở giữa thu lôi kép chỉ có tác dụng khi khoảng cách a giữa hai cột thu lôi phải theo điều kiện $a \leq 5h$; nếu $a > 5h$ thì R sẽ lớn hơn $4h$, do đó sẽ nhỏ hơn không ($h < 0$), tức là không còn vùng bảo vệ tương hỗ giữa hai cột thu lôi kép nữa mà trở về trường hợp thu lôi đơn.

5.5. Phòng chống tĩnh điện:

5.5.1. Hiện tượng của tĩnh điện:

Trong thi công, trong công nghiệp vật liệu xây dựng thường có các quá trình sản xuất, quá trình công nghệ liên quan với ma sát, nghiền, vận chuyển nguyên vật liệu có tính cách điện và một số chất lỏng thường tạo nên hiện tượng tích điện, tĩnh điện với điện thế lớn (đến hàng nghìn volt). Tĩnh điện phát sinh do ma sát, va đập giữa các chất cách điện (điện môi) với nhau hoặc giữa vật cách điện với vật dẫn điện.

5.5.1.1. Các trường hợp phát sinh của tĩnh điện:

Tĩnh điện phát sinh và tích lũy trong các điều kiện sản xuất khác nhau như:

- Khi vận chuyển các chất lỏng cách điện ở trong thùng chứa, trong đường ống không được nối đất, khi chất lỏng chảy tràn qua các bể chứa không được nối đất (do sự va đập, ma sát của chất lỏng với thành bể, thành ống dẫn) tạo nên hiện tượng tích điện. Trong các trường hợp phát sinh tĩnh điện như vậy thế hiệu thường đạt từ 20~50kV.

- Trong quá trình nghiền nhỏ hoặc vận chuyển các vật liệu hạt, vận chuyển bụi trong đường ống; khi các hạt bị va chạm nhiều lần và khi chúng ma sát với không khí hoặc với bề mặt các ống dẫn, hạt nhỏ sẽ tích điện.

- Khi vận chuyển vật liệu hạt rời bằng băng chuyền do ma sát giữa bề mặt băng cao su của băng chuyền với bề mặt trục lăn và ma sát giữa vật liệu được vận chuyển với bề mặt băng cao su làm xuất hiện tích điện tĩnh điện tương đối lớn.

- Điện tích tĩnh điện có thể tích lũy ngay trên cơ thể người nếu người cách ly với đất bằng giày và sàn cách điện được phát sinh khi người mặc quần áo bằng len tơ và sợi nhân tạo, đeo vòng nhẫn kim loại di chuyển trên sàn không dẫn điện và thao tác với các chất cách điện (thế hiệu có thể đạt tới 7kV và cao hơn).

5.5.1.2. Ảnh hưởng của sự xuất hiện tĩnh điện:

Điện thế của các trường hợp tích điện có thể đạt từ vài kV đến vài chục kV hoặc cao hơn. Do vậy sự xuất hiện tĩnh điện trên các thiết bị, trong một số quá trình thi công, vận chuyển có thể là nguyên nhân, cũng như ảnh hưởng xấu đến cơ thể người.

Tác động của tĩnh điện lên cơ thể thường xuất hiện dưới dạng phóng điện tĩnh điện qua cơ thể người dẫn đến cơ thể đột ngột có thể gây nguy hiểm (ngã từ trên cao xuống) hoặc gây cảm giác khó chịu. Nếu bị tác động thường xuyên của điện trường tĩnh điện có ảnh hưởng xấu đến sức khỏe cơ thể dẫn đến sự phá hoại hoạt động của hệ thần kinh trung ương và hệ tim mạch gây nên một số bệnh tật cho người.

5.5.2. Biện pháp để phòng tĩnh điện:

Để phòng tránh nguy hiểm của phóng điện do tĩnh điện có thể áp dụng một số biện pháp cơ bản là giảm sự tạo thành điện tích tĩnh điện, dẫn điện tích xuống đất hoặc trung hòa điện tích. Cụ thể như:

- Tăng độ ẩm của nguyên vật liệu và môi trường trong các nhà xưởng lên 70% thì khả năng tích điện sẽ giảm cơ bản (vì phần lớn các vụ nổ do tĩnh điện gây ra khi độ ẩm không khí thấp từ 30~40% và dẫn điện kém).

- Hạ điện áp của điện tích tĩnh điện bằng cách nối đất cho các thiết bị công nghệ, băng tải chạy trên các con lăn, ống dẫn, bể chứa, đồ đựng rót xăng dầu, nối dây xích sắt từ xi dec chỗ xăng dầu cho quét đất.

- Phun hay bôi một số chất để tăng độ dẫn điện của nguyên vật liệu. Với dây cua roa truyền động (coi như máy phát điện tĩnh điện vĩnh cửu với điện áp rất cao) tốt nhất là phải nối đất các phần kim loại, còn đai da thì bôi trơn lớp dầu dẫn điện đặc biệt (graphít) lên bề mặt ngoài lúc máy nghỉ.

- Để tiếp đất cho thiết bị không làm bằng kim loại như khi dùng ống cao su để chuyển sữa lên các tầng nhà bằng máy bơm vữa thì các ống cao su phải quấn lớp dây kim loại dẫn điện và gán một đầu vào vòi phun, đầu kia vào thân máy bơm.

- Để truyền khỏi tĩnh điện tích lũy trên người thì thực hiện bằng các cách sau:

+ Làm sàn dẫn điện hoặc tạo ra một vùng điện tích hoặc cầu có nối đất; nối đất quả đấm tay mở cửa, tay vịn cầu thang, tay quay các thiết bị máy móc.

+ Sử dụng giày dẫn điện, để có đóng đinh nhưng không bị tóe lửa khi ma sát, va đập với sàn nhà.

* Cầm mặc quần áo có khả năng nhiễm điện (len, tơ, sợi nhân tạo); đeo nhẫn, vòng kim loại.

- Dùng thiết bị phát ra các ion để trung hoà về điện tích tĩnh điện trên nguyên vật liệu (dùng tia cực tím, tia rơnghen, phóng xạ điện trường)

- Để giảm sự tạo thành tĩnh điện khi tháo chất lỏng không nên rót chất lỏng dưới dạng dòng chảy rơi tự do.

CHƯƠNG 6

KHÁI NIỆM AN TOÀN VỀ CHÁY, NỔ

6.1 Bản chất của sự cháy.

6.1.1. Định nghĩa quá trình cháy.

Cháy là một quá trình hoá lý phức tạp của sự tác động tương hỗ giữa chất cháy (than, củi, sản phẩm dầu, các loại khí tự nhiên và nhân tạo,...) với chất Ôxi hoá (không khí, oxy,...) có kèm theo hiệu ứng toả nhiệt và bức xạ ánh sáng.

- Trong điều kiện bình thường, sự cháy là phản ứng tương hỗ của chất cháy với ôxi trong không khí. Nó xuất hiện và tiếp diễn trong một tổ hợp gồm chất cháy, không khí và nguồn gây lửa; trong đó chất cháy và không khí tạo thành hệ thống cháy, còn nguồn gây lửa là xung lượng gây ra trong hệ thống phản ứng cháy. Hệ thống chỉ có thể cháy được với một tỉ lệ nhất định giữa chất cháy và không khí (hệ thống chỉ gồm có hơi xăng và không khí chỉ cháy được khi hơi xăng chứa từ 0,67~ 5,4% theo thể tích). Tuy nhiên phản ứng hoá học không chỉ xảy ra giữa ôxi và chất cháy mà sự cháy cũng có thể xảy ra trong môi trường không có ôxi như hydro và nhiều kim loại còn có thể cháy trong khí clo; đồng cháy trong hơi lưu huỳnh, manhêdi cháy trong khí cacbonic,...

- Về thực chất quá trình cháy có thể coi là quá trình ôxi hóa khử. Các chất cháy đóng vai trò chất khử, còn chất ôxi hoá thì tùy phản ứng mà có thể rất khác nhau như:

+ Than cháy trong không khí thì than đóng vai trò là chất khử, ôxi của không khí đóng vai trò là chất ôxi hóa.

+ Hydro cháy trong khí clo thì hydro là chất khử, còn clo là chất ôxi hoá.

+ Các hợp chất amin cháy trong axit nitric đậm đặc thì hợp chất amin là chất khử còn axit nitric là chất ôxi hoá.

Chất khử và chất ôxi hoá rất đa dạng nhưng phần lớn các quá trình cháy trong sản xuất và sinh hoạt đều dùng chất khử là các chất cháy như than, củi, các sản phẩm dầu mỏ, các loại khí tự nhiên và các loại khí nhân tạo, còn chất ôxi hoá là ôxi của không khí.

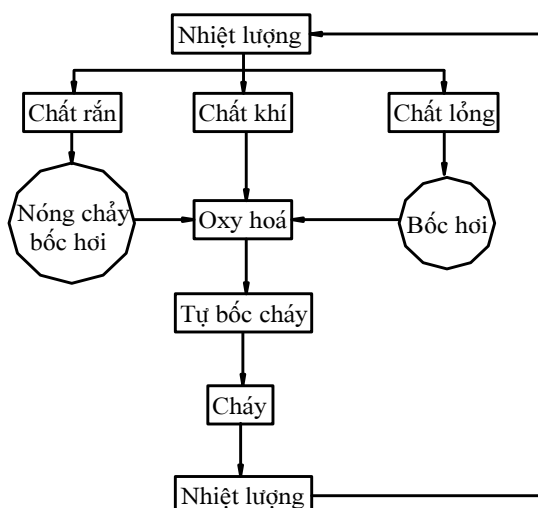
- Trong một số điều kiện nhất định khi không có ôxi, các chất axetylen, clorua, nitơ và các chất khác khi bị nén mạnh có thể gây nổ. Nếu nén khí axetylen đến áp suất và nhiệt độ nhất định thì phản ứng phân huỷ axetylen sẽ được tiến hành rất nhanh nên phản ứng không những sinh hiện tượng toả nhiệt và ánh sáng mà còn có tiếng nổ. Các phản ứng cháy có kèm theo tiếng nổ đặc biệt có tác hại lớn vì ngoài nhiệt lượng và ngọn lửa trần được tạo ra còn có

sóng áp suất do nổ sẽ làm phá huỷ các thiết bị và các công trình xung quanh khu vực có đám cháy.

6.1.2. Sự lưu diễn của quá trình cháy.

Quá trình cháy của chất rắn, chất lỏng và chất khí xảy ra tương đối giống nhau đều gồm có những giai đoạn là ôxi hoá, tự bốc cháy và cháy (hình 6-1). Tùy theo mức độ tích lũy nhiệt lượng do kết quả của phản ứng ôxi hoá làm cho tốc độ phản ứng tăng lên chuyển sang giai đoạn tự bốc cháy và xuất hiện ngọn lửa.

Hình 6-1. Sơ đồ biểu diễn quá trình cháy



Sự thay đổi nhiệt độ của chất cháy theo thời gian trong quá trình cháy diễn biến như đồ thị hình 6 - 2.

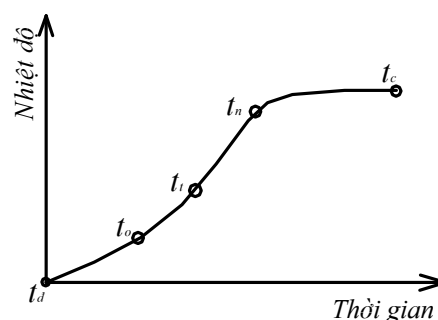
- Trong giai đoạn đầu nhiệt độ tăng chậm từ t_2 đến t_0 vì nhiệt lượng phải tiêu hao để đốt nóng và phân tích vật chất.

- Khi đạt đến nhiệt độ bắt đầu ôxi hoá t_0 thì nhiệt độ tăng nhanh vì ngoài nhiệt lượng do gia nhiệt từ bên ngoài truyền vào còn có nhiệt lượng tạo ra do phản ứng ôxi hoá. Nếu lúc này ngừng cung cấp nhiệt lượng cho chất cháy và nhiệt lượng sinh ra do phản ứng ôxi hoá không lớn hơn nhiệt lượng truyền ra môi trường ngoài thì tốc độ ôxi hoá sẽ giảm và không thể dẫn đến giai đoạn tự bốc cháy; tức là tốc độ phản ứng ôxi hoá phụ thuộc vào sự gia nhiệt độ từ bên ngoài.

Hình 6-2. Diễn biến nhiệt độ trong quá trình cháy

- Nếu tiếp tục gia nhiệt cho hỗn hợp đến khi nhiệt lượng toả ra do phản ứng ôxi hoá bằng nhiệt lượng toả ra môi trường ngoài thì tốc độ phản ứng có thể tự tăng nhanh và đạt đến nhiệt độ tự bốc cháy t_1 . Nhiệt độ tự bốc cháy t_1 của một số chất như trong bảng 6-1.

- Ở nhiệt độ tự bốc cháy t_1 ngọn lửa vẫn chưa xuất hiện chỉ đến lúc nhiệt độ tăng nhanh đến trị số t_n thì mới xuất hiện ngọn lửa. Nhiệt độ này xấp xỉ với nhiệt độ cháy t_c .



Bảng 6-1. Nhiệt độ tự bốc cháy t_1 của một số chất cháy

Tên chất cháy	Nhiệt độ t_1 ; °C	Tên chất cháy	Nhiệt độ t_1 ; °C
Gỗ	250 ~ 350	Dầu hoả	230 ~ 500
Than bùn	225 ~ 280	Xăng	240 ~ 500
Than non	250 ~ 450	Nhựa thông	253 ~ 275

Than gỗ	350 ~ 600	Cồn êtylen	400 ~ 600
Than đá	400 ~ 500	Axetôn	500 ~ 700

6.1.3. Sự bùng cháy, bốc cháy, tự bốc cháy và tự cháy.

6.1.3.1. Sự bùng cháy:

Lấy một chất cháy ở trạng thái lỏng, ví dụ như rượu hoặc cồn đổ đầy vào một cốc kim loại (ống bơ, tôn, sắt thép). Nếu đưa ngọn lửa trần tới gần miệng cốc thì rượu sẽ bốc lửa, khi đưa ngọn lửa ra xa sau một thời gian ngắn ngọn lửa rượu sẽ tắt. Hiện tượng này gọi là sự bùng cháy của rượu. Sở dĩ có hiện tượng trên là vì ở nhiệt độ không khí bình thường hơi rượu bốc lên hỗn hợp với không khí tạo thành hệ thống cháy, khi có ngọn lửa trần thì hỗn hợp bắt lửa với ngọn lửa xanh, yếu và tắt nhanh. Ở nhiệt độ này chỉ cháy hỗn hợp hơi rượu và không khí, bản thân rượu không cháy. Sau khi đưa ngọn lửa ra xa và hỗn hợp đã cháy hết, rượu chưa kịp bốc hơi để tạo với không khí thành hỗn hợp cháy mới nên ngọn lửa tắt. Vậy nhiệt độ bùng cháy là nhiệt độ tối thiểu tại đó ngọn lửa xuất hiện do hơi rượu tạo ra trên bề mặt của hỗn hợp chất cháy với không khí khi tiếp xúc với ngọn lửa trần sau đó lại tắt ngay.

6.1.3.2. Sự bốc cháy và sự tự bốc cháy:

- Sự bốc cháy: Nếu tiếp tục đun nóng nâng cao nhiệt độ của rượu trong cốc rượu được bốc hơi liên tục luôn tạo thành hỗn hợp cháy; sau khi đưa ngọn lửa trần tới miệng cốc quá trình cháy xuất hiện và rượu tiếp tục cháy cho đến hết. Do đó nhiệt độ cháy là nhiệt độ tối thiểu tại đó chất cháy bị bắt lửa và tiếp tục cháy mà không bị dập tắt khi đã bỏ mồi lửa đi.

- Sự tự bốc cháy: là sự cháy xuất hiện do đốt nóng hỗn hợp chất khử (chất cháy) và sự ôxi hoá (ví dụ mêtan và không khí được giữ trong một bình kín) khi không có tác dụng trực tiếp của ngọn lửa trần hoặc tàn lửa đỏ. Vì do sự đốt nóng tốc độ phản ứng ôxi hoá tăng nhanh đến khi nhiệt lượng toả ra trong một thời gian vượt quá tốc độ truyền đi sẽ dẫn đến hỗn hợp tự bốc cháy. Do đó nhiệt độ tối thiểu tại đó hỗn hợp khí tự bốc cháy mà không cần tiếp xúc với ngọn lửa trần gọi là nhiệt độ tự bốc cháy của nó.

- Sự khác nhau giữa bốc cháy và sự tự bốc cháy: quá trình bốc cháy và tự bốc cháy đều bắt nguồn từ sự tăng nhanh của phản ứng ôxi hoá chỉ khác nhau cơ bản là quá trình bốc cháy bị hạn chế một phần thể tích của hỗn hợp cháy còn quá trình tự bốc cháy xảy ra trên toàn bộ thể tích của hỗn hợp cháy.

6.1.3.3. Sự tự cháy:

Có những trường hợp như đồng than to để lâu ngày tự nhiên bốc cháy, giẻ lau chùi dầu mỡ đắp đồng để ngoài trời nắng cũng có lúc tự cháy mà không cần có ngọn lửa trần hay mồi gây cháy nào tác động. Như vậy tự cháy là sự cháy xuất hiện khi không cần có nhiệt lượng từ bên ngoài mà do nhiệt lượng của các quá trình hoá học (ôxi hoá), lý học (hấp thụ ôxi), sinh học (sự hoạt động của tế bào vi khuẩn) diễn biến ngay trong chất đó. Cho nên quá trình gia nhiệt của vật chất dẫn đến sự phát sinh cháy gọi là sự tự cháy. Nhiệt độ tương ứng tại đó vật chất bị cháy gọi là nhiệt độ tự cháy. Nhiệt độ tự cháy càng thấp, chất đó càng dễ cháy. Sự cháy khác với sự tự bốc cháy ở chỗ là nó có thể bắt đầu ngay cả với nhiệt độ bình thường (10 ~ 20°C).

6.1.4. Giải thích quá trình cháy:

Có nhiều công trình nghiên cứu của các nhà khoa học để giải thích quá trình cháy, chẳng hạn như hai cách giải thích sau đây:

6.1.4.1. Quá trình cháy theo lý thuyết tự bốc cháy nhiệt :

Theo quan điểm của lý thuyết này thì điều kiện để xuất hiện quá trình cháy là tốc độ toả nhiệt của phản ứng cháy phải vượt quá hoặc bằng tốc độ truyền nhiệt từ vùng phản ứng ra ngoài (nhiệt mất ra môi trường xung quanh). Vì nhiệt lượng mất đi nên một phần nhiệt lượng toả ra sẽ tồn tại trong vật chất đang tham gia vào quá trình cháy làm cho nhiệt độ của nó tăng lên. Do quá trình tích lũy nhiệt lượng cứ tiếp tục mà hỗn hợp được gia nhiệt thêm cho đến khi đạt được một nhiệt độ tối thiểu (nhiệt độ tự bốc cháy) thì quá trình tự bốc cháy xảy ra. Vậy nguyên nhân dẫn đến quá trình tự bốc cháy theo lý thuyết này là sự tích lũy nhiệt lượng trong hỗn hợp tham gia vào quá trình cháy.

Nhiệt độ tự bốc cháy của hỗn hợp chất cháy và chất ôxi hoá không phải là một hằng số hoá lý cố định mà phụ thuộc vào nhiều yếu tố cụ thể của quá trình cháy như bản chất của chất cháy và chất ôxi hoá, các yếu tố về tốc độ phản ứng cháy, các yếu tố về truyền nhiệt của phản ứng cháy với môi trường xung quanh, các yếu tố về khuếch tán khí (khuếch tán ôxi vào phản ứng, khuếch tán sản phẩm cháy ra ngoài); nhiệt độ nung nóng ban đầu, áp suất; tỷ lệ pha trộn giữa chất cháy và chất ôxi,...

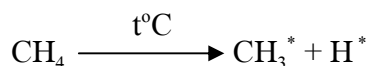
Cơ chế quá trình cháy theo lý thuyết tự bốc cháy nhiệt đã giải thích được nhiều hiện tượng xảy ra trong thực tế và ứng dụng vào các biện pháp phòng cháy chữa cháy có hiệu quả. Tuy nhiên có những quá trình cháy mà lý thuyết này vẫn chưa giải thích được như:

- * Tác dụng của các chất xúc tác và ức chế phản ứng cháy
- * Ảnh hưởng của áp suất chung của hỗn hợp khí đến giới hạn tự bốc cháy...

6.1.4.2. Quá trình cháy theo lý thuyết tự bốc cháy chuỗi:

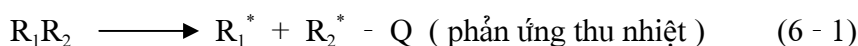
Lý thuyết tự bốc cháy chuỗi có thể giải quyết một cách dễ dàng các hiện tượng mà theo lý thuyết tự bốc cháy nhiệt chưa giải thích được ở một số trường hợp như trên.

Theo định nghĩa, phản ứng chuỗi là phản ứng bắt buộc phải có sự tham gia của các phân tử mang hoá trị tự do. Phân tử mang hoá trị tự do thường là gốc tự do mang hoá trị hay nguyên tử tự do; ví dụ ở nhiệt độ thích hợp từ một phân tử bão hoà hoá trị là CH_4 (phân tử metan) có thể phân ly ra một gốc tự do là CH_3^* và một nguyên tử H^* theo phản ứng :



Để tiện lợi về mặt danh pháp, các gốc tự do hay nguyên tử tự do gọi chung là các tâm hoạt động. Thực chất của tự bốc cháy chuỗi được giải thích như sau:

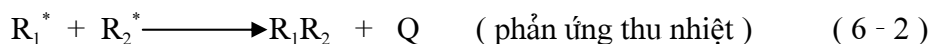
Sự cháy bắt đầu bằng những phân tử hoạt động nào đó trong hệ thống cháy và sẽ tạo ra các tâm hoạt động. Các trung tâm hoạt động đầu tiên xảy ra có thể là do sự phân ly của một phân tử bão hoà hoá trị cho ra hai tâm hoạt động mới, thể hiện dưới dạng công thức chung là:



Trong đó : R_1R_2 là phân tử bão hoà hoá trị

R_1^*, R_2^* là các tâm hoạt động

Khi đốt nóng hệ thống cháy sẽ tạo ra nhiều trung tâm hoạt động. Do kết quả phản ứng chuỗi các trung tâm hoạt động một phần nào đó lại tái phản ứng và lại cho các trung tâm hoạt động mới, số còn lại bị biến mất. Sự biến mất của các trung tâm hoạt động gọi là sự " đứt quãng chuỗi". Tỷ số giữa số bị đứt với tổng số các trung tâm hoạt động gọi là xác suất đứt quãng chuỗi. Nguyên nhân quan trọng của sự đứt quãng chuỗi là do sự kết hợp của hai tâm hoạt động tạo ra một phần tử bão hoà hoá trị mà công thức chung là:



Số tâm hoạt động không bị biến mất đi thì tham gia vào phản ứng chuỗi và tạo ra các tâm hoạt động mới. Nếu mỗi tâm hoạt động chỉ có thể tạo ra một tâm hoạt động mới thì tốc độ cháy không tăng. Trái lại nếu nó tạo ra hai hay nhiều tâm hoạt động mới thì một tâm hoạt động mới được coi là sự kế tục của chuỗi, còn tâm hoạt động khác là sự phân nhánh chuỗi ". Tỷ số giữa số phân nhánh chuỗi với tổng số trung tâm hoạt động gọi là xác suất phân nhánh chuỗi. Sự tăng nhanh phản ứng chuỗi có thể xảy ra nếu xác suất phân nhánh chuỗi vượt qua xác suất đứt quãng chuỗi.

Phản ứng chuỗi trong quá trình cháy chỉ là một trường hợp riêng biệt của phản ứng chuỗi trong hoá học. Lý thuyết tự bốc cháy chuỗi trong quá trình cháy có ý nghĩa thực tiễn lớn lao trong kỹ thuật phòng chống cháy nổ. Chẳng hạn để hạn chế một đám cháy tiến tới dập tắt hoàn toàn có thể đưa ra các chất làm giảm phản ứng cháy vào, khi đó số tâm hoạt động sẽ giảm đi nhanh chóng nên cường độ của đám cháy giảm rất mạnh và làm tắt đám cháy.

6.1.4.3. Sự khác nhau giữa hai lý thuyết tự bốc cháy nhiệt và tự bốc cháy chuỗi:

- Trong tự bốc cháy nhiệt thì :

* Nguyên nhân gây ra quá trình tự bốc cháy là do tốc độ phát nhiệt tăng nhanh hơn tốc độ truyền nhiệt .

* Dựa vào sự tích lũy nhiệt của phản ứng để giải thích quá trình cháy.

- Trong tự bốc cháy thì: nguyên nhân gây ra quá trình tự bốc cháy là do tốc độ phân nhánh chuỗi tăng nhanh hơn so với tốc độ đứt quãng chuỗi.

* Dựa vào sự tích lũy tâm hoạt động để giải thích quá trình cháy.

6.2. Điều kiện để cháy và hình thức cháy:

6.2.1. Điều kiện cần thiết cho quá trình cháy:

Để cho quá trình cháy xuất hiện và phát triển cần phải có ba yếu tố là chất cháy, chất ôxi hoá và chất môi gây cháy (nguồn nhiệt). Nếu thiếu một trong ba yếu tố trên thì sự cháy sẽ không tồn tại.

Than, củi, xăng, dầu để trong không khí không thể cháy được nếu không có môi gây cháy. Một đám cháy đang xảy ra nếu phun khí trơ hoặc khí cacbonic vào làm nồng độ ôxi trong không khí giảm mạnh thì sự cháy sẽ ngừng. Phun bột vào đám cháy của chất lỏng để hạn chế sự bay hơi và nồng độ chất cháy quá loãng, đám cháy sẽ bị dập tắt.

6.2.1.1. Chất cháy:

Hầu như tất cả các chất cháy ở dạng rắn, lỏng và khí đều là các hợp chất hữu cơ gồm các thành phần chính như các bon (C), khí hiđrô (H) và ôxi (O). Thành phần các chất và tỉ lệ của chúng trong hợp chất, trạng thái của chất cháy (rắn, lỏng, khí) có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình cháy (tốc độ cháy).

- Chất cháy ở thể rắn (dạng cục, dạng bột) thì bề mặt riêng của nó lớn nên tốc độ cháy tăng.

- Chất cháy ở thể lỏng thì điều kiện tiếp xúc với chất ôxi hoá thuận lợi hơn nên quá trình cháy xảy ra với tốc độ lớn. Nếu chất cháy ở trạng thái lỏng nhưng sự cháy lại xảy ra trong pha hơi cùng với cùng với chất ôxi hoá thì khả năng bay hơi của chất cháy càng cao, tốc độ cháy sẽ càng lớn.

- Nếu chất cháy và chất ôxi hoá đều ở thể khí thì sự trộn lẫn giữa chúng rất thuận lợi, tốc độ cháy sẽ rất cao.

Tất cả các chất cháy thể lỏng, thể khí và phần lớn các chất cháy ở thể rắn khi cháy thì bốc lửa, quá trình cháy thường tiếp tục ở dạng hơi khí. Khi cháy không phải là chính chất đó cháy mà là các sản phẩm dưới dạng hơi khí tự bốc cháy trong quá trình chất cháy bị phân tích dưới nhiệt độ cao.

Có một số chất cháy rắn như than cốc, than gỗ, mỏ hóng, kim cương trong quá trình cháy không bốc lửa vì khi bị đốt nóng các chất này không tạo ra hoặc tạo ra ít sản phẩm hơi, khí không đủ để bốc lửa. Các chất này khi đốt nóng thì không bị nóng chảy, không bị phân tích, chúng chỉ bị ôxi hoá trên bề mặt và sau đó bị rửa ra.

6.2.1.2. Chất ôxi hoá :

Chất ôxi hoá rất đa dạng (rắn, lỏng, khí) có thể là ôxi nguyên chất, không khí, clo, fluo, lưu huỳnh, các hợp chất chứa ôxi như kali pemanganat (KMnO_4), kali clorat (KClO_3), amôn nitrat (NH_4O_3), natri nitrat (NaNO_3), kali nitric (KNO_2), acid nitric (HNO_3) khi bị nung nóng sẽ phân huỷ và giải phóng ôxi tự do, ví dụ : $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

Sự cháy của chất cháy và không khí chỉ có thể bắt đầu khi chúng đạt được một nhiệt độ tối thiểu nào đó (nhiệt độ tự bốc cháy) trong điều kiện áp suất khí quyển, tốc độ cháy của ngọn lửa càng cao thì ôxi càng nguyên chất, tốc độ cháy càng giảm khi lượng ôxi trong không khí càng giảm. Nếu lượng ôxi trong không khí giảm đến 14 ~ 15% thì sự cháy sẽ bị ngừng.

Dù quá trình cháy xảy ra ở pha rắn, pha lỏng hay khí thì tỷ lệ pha trộn giữa chất cháy và chất ôxi hoá đều có ý nghĩa quan trọng vì rằng trong hệ thống cháy (hỗn hợp cháy) nếu chất cháy quá nghèo hoặc quá giàu đều không thể cháy được.

6.2.1.3. Môi gây cháy:

Môi gây cháy hay nguồn nhiệt có dạng phát sáng và dạng không phát sáng

- Dạng phát sáng như ngọn lửa trần, tia lửa điện, hồ quang điện, tia lửa sinh ra do ma sát và do va đập hay những hạt than cháy đỏ, những tàn lửa còn hồng là những môi lửa phát quang.

- Dạng không phát sáng như nhiệt tỏa ra do phản ứng hoá học, quá trình sinh hoá, do nén đoạn nhiệt, ma sát hoặc do tiếp xúc và nhận nhiệt từ bề mặt nóng của thiết bị ,... gọi là môi lửa ẩn.

Không phải bất kỳ một môi gây cháy nào cũng có thể gây cháy cho hỗn hợp chất cháy và chất ôxi hoá. Vì sự cháy của hỗn hợp chỉ có khả năng xảy ra khi lượng nhiệt cung cấp cho nó đủ để làm cho phản ứng cháy bắt đầu, tiếp tục và lan rộng ra. Cho nên môi gây cháy đòi hỏi phải có đủ dự trữ một năng lượng tối thiểu có khả năng gia nhiệt cho một thể tích tối thiểu hệ thống cháy lên tới nhiệt độ tự bốc cháy.

Những môi gây cháy khác nhau có nhiệt độ ngọn lửa cháy khác nhau như :

* Nhiệt độ của các ngọn lửa trần có nhiệt độ từ $750 \sim 1300^{\circ}\text{C}$ (ngọn lửa diêm là $750 \sim 860^{\circ}\text{C}$, đèn dầu hoả là $78 \sim 1030^{\circ}\text{C}$, mẫu thuốc lá cháy dở là $700 \sim 750^{\circ}\text{C}$,...). Nhiệt độ trên vượt quá nhiệt độ tự bốc cháy của đại đa số các hỗn hợp khí cháy ($200 \sim 700^{\circ}\text{C}$). Vì thế ngọn lửa trần và tàn lửa còn đỏ là những môi gây cháy nguy hiểm, là mối đe dọa thường xuyên về cháy nổ, nhất là đối với những hỗn hợp khí cháy.

* Tia lửa điện là môi gây cháy khá phổ biến trong mọi lĩnh vực sử dụng điện (do hồ quang điện, do chập mạch điện, do đóng cầu dao điện). Nhiệt lượng do tia lửa tạo ra có thể tới hàng chục ngàn độ và vượt xa nhiệt độ tự bốc cháy. Vì vậy đối với những cơ sở sản xuất có sử dụng chất cháy thì tia lửa điện luôn luôn là nguy cơ cháy nổ thường xuyên.

* Nhiệt độ của môi gây cháy do ma sát hay va đập ở phạm vi $600 \sim 700^{\circ}\text{C}$ nên ít nguy hiểm hơn, tuy nhiên vẫn có khả năng bắt cháy do một số hỗn hợp khí.

* Môi bắt cháy cũng có thể là vỏ các thiết bị, lò nung có nhiệt độ cao và có khả năng gây cháy các hỗn hợp gần đó, cho nên cần qui định nhiệt độ tối đa mặt ngoài của thiết bị nhiệt.

6.2.2. Hình thức cháy:

6.2.2.1. Cháy không hoàn toàn và cháy hoàn toàn:

Tuỳ theo lượng ôxi đưa vào để đốt cháy vật chất và căn cứ vào sản phẩm tạo ra khi cháy có thể phân chia thành cháy không hoàn toàn và cháy hoàn toàn.

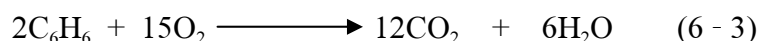
- Cháy không hoàn toàn xảy ra khi thiếu không khí. Trong sản phẩm cháy không hoàn toàn thường chứa nhiều hơi, khí cháy như CO, mêtan, axetôn, andêhit và các chất khác có tính độc, còn có khả năng tiếp tục cháy nổ.

- Cháy hoàn toàn diễn ra khi có đủ lượng ôxi trong không khí. Sản phẩm của quá trình cháy hoàn toàn là cacbonic (CO_2), hơi nước (H_2O), nitơ (N_2),...Khi cháy hoàn toàn ở trong khối cũng có các chất như trong sản phẩm của cháy không hoàn toàn nhưng với số lượng ít hơn, thường chung được tạo ra ở phía trước tuyến truyền lan của đám cháy, ở đây sẽ xảy ra sự phân tích vật chất bị đốt nóng nhưng nhiệt độ không đủ để phát sinh cháy các sản phẩm bị phân tích ra.

6.2.2.2. Cháy bốc lửa và cháy không bốc lửa:

- Cháy bốc lửa xảy ra đối với tất cả các chất ở thể lỏng, thể khí và phần lớn các chất thể rắn khi cháy. Quá trình cháy thường tiếp tục dưới dạng hơi và khí. Khi bốc cháy không

phải là chính chất đó cháy mà là các sản phẩm dưới dạng hơi hoặc khí tự bốc cháy trong quá trình vật chất bị phân tích dưới nhiệt độ cao, ví dụ như cháy benzen:



- Cháy không bốc lửa chỉ xảy ra đối với một số chất thể rắn như than cốc, than gỗ, mỏ hóng, kim cương, kim loại kim. Khi bị đốt nóng các chất này hoặc không tạo ra hoặc tạo ra rất ít các sản phẩm hơi và khí không đủ để bốc lửa. Các chất này khi bị đốt nóng không bị nóng chảy, không bị phân tích, chỉ bị ôxi hoá trên bề mặt và sau đó rửa ra.

6.2.2.3. Cháy thường và cháy nổ:

Tuỳ thuộc vào trạng thái của hệ thống cháy và các điều kiện của phản ứng xảy ra trong hệ thống mà phân ra cháy khuếch tán - cháy thường và cháy động lý học - cháy nổ.

- Cháy thường (cháy khuếch tán): là sự cháy mà tốc độ của nó phụ thuộc vào tốc độ khuếch tán của ôxi trong vùng cháy. Khi ôxi liên tục thâm nhập vào chất cháy đi qua sản phẩm cháy (hơi, khí cháy) tạo nên vùng cháy - ngọn lửa. Trong vùng cháy các chất tham gia phản ứng đạt đến nhiệt độ cháy, do nhiệt lượng của mình mà đốt cháy các phần tiếp theo của vật chất cháy còn chưa tham gia phản ứng, các phần này lại đi vào vùng cháy do khuếch tán (cháy của nến, của củi trong bếp,...)

- Cháy nổ (cháy động lý học): là sự cháy của hỗn hợp cháy đã được chuẩn bị trước, phản ứng giữa chất cháy và chất ôxi hoá mang đặc trưng thể tích (hỗn hợp hơi xăng và không khí trong xi lanh của động cơ đốt trong). Tốc độ phản ứng cháy của nó không phụ thuộc vào sự khuếch tán của ôxi trong vùng cháy mà quyết định ở tốc độ truyền nhiệt do tính dẫn nhiệt từ vùng cháy đến chỗ hỗn hợp chưa cháy và phụ thuộc vào nồng độ vật chất ban đầu và nhiệt độ. Nếu cháy như vậy xảy ra trong thể tích kín nó sẽ kèm theo sự tăng áp lực và gây nổ.

6.3. Khả năng cháy, nổ nguy hiểm của các chất.

Các chất rắn lỏng khí khi cháy đều trải qua ba giai đoạn chính là chuẩn bị (ôxi hoá), bốc cháy (hay tự bốc cháy), và cháy. Với chất rắn trong giai đoạn chuẩn bị xảy ra sự thoát ẩm, thoát chất bốc, gia nhiệt, đôi khi còn chảy lỏng hoặc phân huỷ. Với chất lỏng xảy ra sự hâm nóng, bốc hơi, phân huỷ. Với chất khí là hâm nóng và có thể là phân huỷ.

6.3.1. Cháy nổ của hỗn hợp hơi, khí với không khí.

Trong môi trường sản xuất và sinh hoạt, các loại hơi, khí có thể tạo ra các hỗn hợp cháy nổ nguy hiểm bởi vì chất cháy và không khí đều ở trạng thái khí nên sự trộn lẫn giữa chúng dễ đạt trạng thái lý tưởng dễ gây cháy nổ.

Sự cháy của hỗn hợp bao giờ cũng xuất phát từ một điểm r[if lan truyền ra xung quanh. lượng nhiệt toả ra do phản ứng cháy tại lớp khí đầu tiên sẽ truyền cho lớp khí chưa cháy bằng phương pháp dẫn nhiệt. Khi cháy lớp khí đầu tiên có thể tạo ra các tâm hoạt động, các tâm hoạt động này khuếch tán vào lớp khí chưa cháy và kích thích nó. Cứ như vậy quá trình cháy tiếp tục cho đến khi kết thúc.

Cháy nổ của hơi, khí với không khí không phải xảy ra trong bất kì tỉ lệ nào của hỗn hợp mà chỉ xảy ra trong những giới hạn nhất định, được gọi là nồng độ giới hạn cháy nổ (nổ). Nồng độ cực đại và cực tiểu của hơi khí trong không khí mà với các nồng độ đó hỗn hợp có

khả năng cháy nổ được gọi tương ứng là nồng độ giới hạn cháy (nổ) trên và nồng độ giới hạn cháy (nổ) dưới.

Nồng độ giới hạn cháy (nổ) của hỗn hợp khí với không khí không phải là đại lượng cố định mà nó thay đổi phụ thuộc vào áp suất ban đầu, nhiệt độ của hỗn hợp công suất của môi gây cháy, sự có mặt của các khí trơ,...

* Khi áp suất giảm thì giới hạn cháy (nổ) sẽ bị thu hẹp lại, trong một số trường hợp áp suất thấp thì sự cháy nói chung không thể xảy ra được.

* Trong nhiệt độ ban đầu của hỗn hợp sẽ làm tăng giới hạn cháy (nổ)

* Tăng kích thước hoặc nhiệt độ của môi gây cháy sẽ dẫn tới sự mở rộng giới hạn cháy (nổ)

* Nếu thêm tạp chất trơ vào hỗn hợp thì giới hạn cháy (nổ) sẽ bị thu hẹp.

Những đặc trưng cho khả năng cháy (nổ) của hỗn hợp hơi, khí là nhiệt độ tự bốc cháy và giới hạn cháy (nổ) ở áp suất khí quyển. Nhiệt độ tự bốc cháy của hơi, khí càng thấp thì càng nguy hiểm vì rằng trong trường hợp đó chỉ một nguồn gây cháy nhỏ cũng có thể gây nổ hỗn hợp của nó với không khí. Đặc trưng cháy (nổ) của một số chất trong điều kiện áp suất khí quyển như trong bảng 6-2.

Bảng 6 - 2 : . Đặc trưng cháy (nổ) của một số chất hơi, khí

Khí cháy	Nhiệt độ tự bốc cháy, °C	Giới hạn nổ			
		Dưới		Trên	
		% thể tích	mg/l	% thể tích	mg/l
Amôniac(NH_3)	651	16	111,2	27	187,7
Axetylen (C_2H_2)	335	3,5	37,2	82	870,0
Êtan (C_2H_6)	530	3,0	30,1	15	180,5
Êtylen (C_2H_4)	540	3,0	34,8	34	392,0
Mêtan (CH_4)	550	5,0	32,6	16	104,2
Hydrô (H_2)	530	4,15	3,45	75	62,5
Khí hơi nước	500 - 600	7,12	-	66 - 72	-
Khí thiên nhiên	550 - 750	3,8	-	13,2	-
Cácbon oxyt (CO)	610	12,8	145	75	890,0

Qua bảng 6 - 2 thấy được các chất H_2 và C_2H_2 có giới hạn nổ rất rộng nên nguy cơ cháy nổ cao.

Khi thay đổi áp suất hỗn hợp hơi, khí thì cả nhiệt độ tự bốc cháy và giới hạn cháy (nổ) đều thay đổi theo..

6.3.2. Cháy, nổ của chất lỏng trong không khí.

Các chất lỏng đều có khả năng bay hơi và mức độ bay hơi phụ thuộc vào nhiệt độ sôi của chúng. Sự cháy khi nào cũng xảy ra trong pha hơi và trên bề mặt thoáng của chất lỏng. Sau khi đã bay hơi thì sự cháy và các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình đều giống nhau như sự cháy của hơi, khí.

Đặc trưng cháy nguy hiểm của các chất lỏng là các thông số như nhiệt độ bùng cháy, nhiệt độ bốc cháy. Để cho chất lỏng bốc cháy cần phải đốt nóng nó lên đến nhiệt độ nhất định (nhiệt độ sôi - không thấp hơn nhiệt độ giới hạn dưới của sự bốc cháy). Sau khi bốc cháy, tốc độ bốc hơi của chất lỏng phải đủ để duy trì cháy ổn định. Nhiệt độ bốc cháy giới hạn của một số chất lỏng ở áp suất khí quyển như trong bảng 6 - 3; khi thay đổi áp suất thì các trị số trong bảng cũng thay đổi theo.

Bảng 6 - 3. Đặc trưng cháy của một số chất lỏng

Chất lỏng	Nhiệt độ bốc cháy giới hạn; °C		Giới hạn nổ; % thể tích	
	Dưới	Trên	Dưới	Trên
Axêton	-20	6	2,2	13
Benzen	-14	-	1,4	7,1
Xăng A-74	-36	-7	0,79	5,61
Dầu máy biến áp	122	163	-	-
Dầu hỏa thấp sáng	45	86	1,4	7,5
Rượu metylic	7	-	6	34,7
Glyxerin	158	-	3,3	-
Dầu sôla	116	147	-	-
Nhựa thông	32	53	0,8	-
Tôlayen	0	30	1,3	6,7

Nhiệt độ giới hạn dưới của sự bốc cháy gọi một cách khác là nhiệt độ bùng cháy; ở nhiệt độ đó trên bề mặt của chất lỏng được tạo nên hỗn hợp hơi không khí có thể tự bùng cháy do nguồn gây cháy ngoại lai. Trong trường hợp đó không thể có cháy ổn định. Chất lỏng càng dễ cháy thì nhiệt độ bùng cháy càng thấp và nhiệt độ bốc cháy càng gần nhiệt độ bùng cháy.

Theo nhiệt độ bùng cháy, các chất lỏng chia thành hai loại là :

- **Loại dễ cháy:** là chất lỏng có nhiệt độ bùng cháy dưới 45°C như xăng, benzen, ête, axeton,...Nhiệt độ bốc cháy của các chất dễ cháy thường cao hơn nhiệt độ bùng cháy từ 1~5°C.

- **Loại cháy được:** Có nhiệt độ bùng cháy trên 45°C như dầu mazút, glixerin,... Các chất cháy được thì sự chênh lệch nhiệt độ bốc cháy và bùng cháy có thể đạt tới 30 ~ 35°C hoặc nhiều hơn.

6.3.3. Cháy của chất rắn trong không khí.

Đặt điểm cháy của nhiều chất rắn là khi bị đốt nóng chúng tự phân giải từng phần và tạo thành hỗn hợp hơi khí cháy. Phần vật chất cháy ấy gọi là bay hơi. Để giải thích quá trình cháy của phần bay hơi, hoàn toàn áp dụng các quy luật đã được xem xét khi cháy của hơi và khí. Phần còn lại của chất rắn sau khi đốt ở dạng cứng gọi là phần còn lại dạng cốc. Quá trình cháy của phần còn lại dạng cốc có những hiện tượng khác biệt rất lớn so với cháy của hơi, khí nhưng có thể giải thích dựa trên cơ sở của lý thuyết tự bốc cháy nhiệt.

Các chất rắn có thành phần hoá học phức tạp thì khi cháy vừa tạo ngọn lửa vừa sinh khói. Tuy thuộc vào thành phần hoá học của chất cháy, tùy thuộc vào quá trình cháy hoàn toàn hay không hoàn toàn mà đám cháy có màu sắc và mùi cũng khác nhau. Ví dụ như cao su, chất dẻo, nhựa khi cháy tạo khói màu đen; gỗ cháy tạo khói màu đen phớt nhám; vải bông, vải len có khói màu phớt nhám; kim loại Al, P, K, Na tạo khói màu trắng.

Các kim loại kìm và kìm thổ chỉ bốc cháy sau khi chúng đã chảy lỏng sản phẩm cháy là các ôxyt kim loại, nằm lại trên kim loại nóng chảy; trên bề mặt kim loại cháy nhiệt độ thường quá 1500°C.

Đặc trưng cháy nguy hiểm của các chất rắn là nhiệt độ bốc cháy và nhiệt độ tự bốc cháy. Nhiệt độ tự bốc cháy của phần lớn các chất rắn cũng nằm trong các giới hạn như các chất khí; tuy nhiên có nhiều chất rắn có nhiệt độ tự bốc cháy dưới 50°C cho nên chúng thuộc loại chất tự cháy như phốt pho trắng, sunfua kim loại, bột kim loại, than đá,...

Nhiệt độ tự bốc cháy của một số chất rắn như trong bảng 6 - 4

Bảng 6 - 4. Đặc trưng cháy của một số chất rắn.

Chất rắn	Nhiệt độ tự bốc cháy; °C	Chất rắn	Nhiệt độ tự bốc cháy; °C
Phốt đùng trong xây dựng	287	Mùn cửa gỗ thông	214
Gỗ thông	236	Các tấm gỗ sợi	222
Vải sơn cao su	308	Than bùn	165
Vải sơn clovinin	380	Giấy dầu	303

Ngoài ra còn dùng một số thông số nữa gọi là chỉ số độ cháy K để đánh giá khả năng cháy của chất rắn. Chỉ số độ cháy được xác định bằng công thức sau:

$$K = \frac{Q_t}{Q_m} \quad (6 - 4)$$

Trong đó : Q_t - nhiệt lượng toả ra khi đốt mẫu trong calorimet ứng với một nhiệt độ nhất định của môi gây cháy.

Q_m - nhiệt lượng của môi gây cháy

Chất rắn có $K \geq 2$ là loại dễ cháy, $K \leq 0,5$ là loại khó cháy và $K = 0$ là loại không cháy.

6.3.4. Cháy nổ của bụi trong không khí.

Trong sản xuất, bụi của các chất cháy và bụi trong khói là rất nguy hiểm về cháy nổ. Bụi tồn tại ở nhiều dạng như :

- Bụi lắng trên các thiết bị máy móc, đường ống, công trình có thể cháy âm ỉ và bốc cháy.

- Bụi lơ lửng trong không khí có thể tạo thành các hợp chất cháy nổ nguy hiểm.

Đặt trưng cháy nổ nguy hiểm của bụi là nhiệt độ tự bốc cháy của bụi lắng và nồng độ giới hạn nổ dưới của bụi lơ lửng. Nồng độ giới hạn nổ dưới của đa số hỗn hợp bụi - không khí là $2,5 \sim 30 \text{ g/m}^3$. Còn nồng độ giới hạn nổ trên của hỗn hợp bụi - không khí thường rất cao, không thể có được trong thực tế như đối với bụi than là 2.200 g/m^3 , bụi than nâu là 4.500 g/m^3 , bột đường là 13.500 g/m^3 .

Xét về tính chất cháy nổ thì:

- * Loại bụi nào cũng có độ xốp, do đó nó có thể hấp phụ các khí cháy, hấp phụ ôxi của không khí và tạo điều kiện cho sự bắt cháy.

- * Bụi có kích thước nhỏ nên bề mặt riêng lớn, bề mặt tiếp xúc với không khí sẽ lớn, giới hạn nồng độ nổ càng rộng và tốc độ cháy càng cao. Chẳng hạn 500g than cháy trong không khí phải mất vài phút, nhưng 500g bụi than trong cùng điều kiện như nhau có thể nổ.

- * Bụi nào cũng có độ ẩm. Độ ẩm của bụi càng cao thì khả năng bắt cháy càng khó. Giữa độ ẩm của bụi và độ ẩm của môi trường có cân bằng động. Độ ẩm của không khí càng lớn thì nồng độ bụi trong không khí càng thấp, giảm khả năng bắt cháy của bụi.

- * Bụi nào cũng có tro; độ tro càng cao thì khả năng bắt cháy càng giảm.

Căn cứ vào tính chất nổ, bụi được phân thành các loại sau đây:

- Bụi lơ lửng gây nổ :

- * Cấp 1: Bụi dễ nổ, có nồng độ giới hạn nổ dưới nhỏ hơn 15 g/m^3 , như bụi lưu huỳnh, đường, tinh bột, nhựa thông,...

- * Cấp 2: Bụi nổ, có giới hạn nổ dưới từ $16 \sim 35 \text{ g/m}^3$, như bụi gỗ, bụi than bùn, thuốc nhuộm,...

- Bụi lắng gây cháy:

- * Cấp 3: Bụi dễ cháy, có nhiệt độ tự bốc cháy thấp hơn 250°C , như bụi than gỗ, bụi bông,...

- * Cấp 4: Bụi cháy, có nhiệt độ tự bốc cháy cao hơn 250°C như bụi gỗ, bụi thuốc lá, bụi than có hàm lượng tro từ $32 \sim 36\%$,...

Giới hạn nổ và nhiệt độ tự bốc cháy của bụi thay đổi và phụ thuộc vào nhiều yếu tố như áp suất, công suất và nhiệt độ của môi gây cháy,...

6.3.5. Một số dạng cháy của các chất tự cháy.

Dựa vào nguyên nhân toả nhiệt của, các chất tự cháy được chia thành ba dạng cháy là:

6.3.5.1. Các loại chất tự cháy trong không khí:

Nhiều chất rắn, đặc biệt là than có bề mặt riêng lớn nên có khả năng hấp phụ ôxi của không khí trên bề mặt chúng làm cho tốc độ phản ứng ôxi hoá tăng. Nếu lượng nhiệt sinh ra không thoát hết ra môi trường xung quanh mà tích lũy lại trong chất rắn, xốp sẽ làm tăng nhiệt độ và tăng tốc độ ôxi hoá. Quá trình tích lũy nhiệt này cứ tiếp tục mãi cho đến một nhiệt độ nhất định thì sự cháy sẽ xảy ra. Theo nguyên nhân này, các chất tự cháy trong không khí chia làm ba nhóm là:

- Nhóm 1: Các chất có nguồn gốc thực vật như rơm rạ, mùn cưa, các loại hạt. Với các loại vật liệu này ngay ở nhiệt độ thường đã có những phản ứng sinh học và toả nhiệt. Sự tích lũy nhiệt làm cho phản ứng ôxi hoá tăng dần và xem đó là tự cháy trong khí quyển.

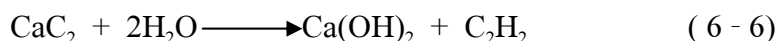
- Nhóm 2: Các loại than biến tính trung và thấp như than bùn, than nâu, than đá, than gỗ.

- Nhóm 3: Dầu mỡ thực động vật, đặc biệt khi chúng ngấm vào vật liệu xốp cháy được như vải, quần áo, giẻ lau,...thì càng dễ gây cháy vì các vật rắn này có bề mặt riêng lớn thúc đẩy quá trình toả nhiệt dẫn đến cháy.

- Nhóm 4: Các loại bụi kẽm, bụi nhôm, mủ hóng, các loại hợp chất kim loại hữu cơ, photpho trắng, sunfua kim loại,...tự cháy khi gặp không khí.

6.3.5.2. Các chất tự cháy khi tiếp xúc với nước.

Đó là kim loại kiềm (Natri, Kali,...) các bua của canxi và của các kim loại kiềm và kiềm thổ (CaC_2 , Na_2C_2 ,...). Các hợp chất này khi tác dụng với nước toả ra nhiệt và sinh ra các khí cháy được, ví dụ:



H_2 và C_2H_2 là các chất dễ cháy.

Các bua kim loại kiềm như Na_2C_2 , K_2C_2 khi gặp nước phản ứng mạnh hơn và nổ.

6.3.5.3. Các chất hoá học tự cháy khi trộn với nhau:

Trong đó có các chất ôxi hoá dưới dạng khí, lỏng hoặc rắn như: ôxi nén, halôit, acid nitric đậm đặc, peroxit Natri và Kali (Na_2C_2 , K_2C_2),... Các chất này ở nhiều trường hợp gây ra tự bốc cháy các chất hữu cơ khi tiếp xúc với chúng. Peroxit Natri và Kali (Na_2C_2 , K_2C_2) khi có mặt một ít nước sẽ cháy với bột nhôm, bột than hoặc bột lưu huỳnh.

CHƯƠNG 7

NGUYÊN NHÂN GÂY CHÁY VÀ BIỆN PHÁP PHÒNG CHỐNG CHÁY NỔ

7.1. Các kết cấu xây dựng và sự bảo vệ phòng chống cháy.

7.1.1. Tính bất cháy và độ chịu lửa của vật liệu, kết cấu xây dựng.

Khả năng an toàn chống cháy của nhà, công trình được xác định bởi mức độ chịu lửa của nó, mức độ chịu lửa phụ thuộc vào khả năng cháy của vật liệu xây dựng và độ chịu lửa của các bộ phận kết cấu chính của nhà, công trình.

7.1.1.1. Tính bất cháy của vật liệu xây dựng.

Khả năng có thể bất cháy (bốc lửa hay cháy âm ỉ) của vật liệu khi có mối lửa hoặc đưa mối lửa ra xa gọi là tính bất cháy. Tiêu chuẩn và qui tắc xây dựng (TCVN 5308 - 1991) phân chia tất cả vật liệu xây dựng và kết cấu theo khả năng bất cháy ra làm ba nhóm là không cháy khó cháy và cháy.

- Vật liệu không cháy là vật liệu không bốc lửa, không cháy âm ỉ, bề mặt không bị hoá than dưới tác động của ngọn lửa hoặc nhiệt độ cao. Thuộc nhóm vật liệu không cháy là các vật liệu vô cơ tự nhiên và nhân tạo, kim loại dùng trong xây dựng cũng như các cấu kiện chế tạo từ thạch cao có chứa một hàm lượng chất hữu cơ không quá 8% tính theo khối lượng; các tấm bông khoáng dùng keo và keo tổng hợp hay bitum với hàm lượng của keo dưới 6% tính theo khối lượng.

- Vật liệu khó cháy là vật liệu khó bốc lửa, khó cháy âm ỉ, bề mặt khó bị hoá than và chỉ tiếp tục cháy dưới tác động thường xuyên của nguồn lửa hay hay nhiệt độ cao. Sau khi cách li với nguồn lửa thì không cháy được nữa. Đó là các vật liệu hỗn hợp vô cơ và hữu cơ, các kết cấu làm từ vật liệu cháy nhưng đã được xử lý chống cháy như bê tông atphan, các sợi tổng hợp trong bùn sét, gỗ ngâm tẩm chống mối mọt, các tấm xi măng sợi hữu cơ, một vài vật liệu polyme,...

- Vật liệu cháy là vật liệu cháy thành ngọn lửa, cháy âm ỉ dưới tác động của ngọn lửa hay nhiệt độ cao. Sau khi cách ly nguồn lửa vẫn tiếp tục cháy hoặc cháy yếu. Vật liệu cháy là tất cả các chất hữu cơ.

7.1.1.2. Độ chịu lửa của kết cấu xây dựng.

Độ chịu lửa của kết cấu xây dựng là khả năng giữ được độ bền (chịu lực) và khả năng che chở (bao che) của chúng trong đám cháy (tức vẫn hoàn thành chức năng khai thác của kết cấu).

- Mất khả năng chịu lực khi cháy là khi kết cấu xây dựng bị phá hoại hoặc khi kết cấu bị biến dạng đến mức có thể gây nguy hiểm nếu tiếp tục sử dụng.

- Mất khả năng bao che của kết cấu khi cháy tức là khi kết cấu xuất hiện một trong các điều kiện sau:

* Nhiệt độ trung bình ở trên bề mặt phía đối diện (không bị đốt nóng) tăng lên 140°C, có thể gây cháy vật chất ở phòng bên cạnh.

* Tạo thành trong kết cấu vết nứt xuyên hay lỗ thủng mà qua đó các sản phẩm cháy (khói, hơi, khí độc,...) và ngọn lửa có thể đi lọt qua được.

Độ chịu lửa của kết cấu xây dựng đặc trưng bởi giới hạn chịu lửa. Giới hạn chịu lửa là thời gian qua đó kết cấu mất khả năng chịu lực hay bao che được đo bằng giờ hoặc phút (được xác định bằng thực nghiệm hoặc tính toán). Ví dụ : giới hạn chịu lửa của cột là 2 giờ có nghĩa là sau 2 giờ cột bắt đầu sụp đổ (mất khả năng chịu lực) trong các điều kiện cháy.

Những yêu cầu đối với độ chịu lửa của các kết cấu công trình được ghi trong các tiêu chuẩn và qui tắc xây dựng là dựa trên sự phân tích ứng xử của các kết cấu xây dựng trong các vụ cháy và thống kê kinh nghiệm về thiết kế xây dựng và khai thác các ngôi nhà với nhiều công dụng khác nhau. Mặt khác cùng với yêu cầu đảm bảo sự ổn định cực đại của công trình trong đám cháy cũng cần phải tính đến tính kinh tế - kỹ thuật của nó, phải chú ý đến xác suất bị phá hoại của các bộ phận kết cấu riêng biệt của công trình trong hoả hoạn.

7.1.1.3. Giới hạn của kết cấu công trình.

Ngôi nhà, công trình được cấu tạo từ các bộ phận kết cấu khác nhau (tường chịu lực, tường ngăn, cột, dầm, sàn, mái,...) chúng được làm từ các nhóm vật liệu khác nhau. Theo mức độ chịu lửa và giới hạn chịu lửa tối thiểu của các kết cấu chủ yếu, các ngôi nhà, các công trình được chia thành năm cấp độ chịu lửa là I, II, III, IV, V. Cấp I là cấp có độ chịu lửa cao nhất và giảm dần theo thứ tự chữ số, cấp V là cấp có độ chịu lửa thấp nhất.

Tuỳ theo chức năng của ngôi nhà(nhà ở, nhà làm việc, nhà công cộng, xưởng sản xuất, nhà công nghiệp...) diện tích, số tầng, mức độ nguy hiểm cháy nổ của hạng sản xuất, sự hiện có của trang thiết bị tự động (máy báo cháy tự động, thiết bị dập lửa tự động như dàn phun nước hoa sen, vòi phun,...) để các định độ chịu lửa cần thiết của ngôi nhà, công trình. Ngược lại căn cứ vào cấp độ chịu lửa của ngôi nhà để quy định các giải pháp, an toàn, phòng cháy, chữa cháy khi thiết kế xây dựng như số tầng, diện tích, chiều dài, số lượng và kích thước của các lối thoát nạn, chiều dài đường thoát nạn, khoảng cách ngăn cháy giữa các nhà, lưu lượng nước chữa cháy...

Giới hạn chịu lửa tối thiểu của các kết cấu chính của ngôi nhà, công trình theo tiêu chuẩn và quy tắc xây dựng như trong bảng 6-4.

Bảng 6-4 Giới hạn chịu lửa tối thiểu của các kết cấu xây dựng; giờ:

Mức độ chịu lửa của nhà và kết cấu	Tường chịu lực, tường lồng cầu, thang, cột	Tường ngoài từ các tấm panel treo	Các tấm panel sàn và các kết cấu chịu lực khác của sàn	Tường chịu lực bên trong (tường ngăn)	Chiều nghỉ, cầu thang và các bậc
I	2,5	0,5	1,0	0,5	1,0
II	2,0	0,25	0,75	0,25	1,0
III	2,0	0,25	0,75	0,25	1,0
IV	0,5	0,25	0,25	0,25	1,0
V	--	--	--	--	0,25

7.1.2. Độ chịu lửa của kết cấu gạch đá, bê tông cốt thép.

7.1.2.1. Độ chịu lửa của kết cấu gạch đá:

Độ chịu lửa của kết cấu gạch đá phụ thuộc vào tiết diện, giải pháp kết cấu, tính chất nhiệt vật lý của vật liệu gạch, đá và phương pháp đốt nóng.

Kết cấu gạch đá (trong kết cấu của chúng không có sử dụng bất kì vật liệu nào khác) đều làm việc chịu nén và được chia ra kết cấu chịu lực và chịu lực bản thân. Nhờ khối lượng bản thân lớn và các tính chất nhiệt vật lý của vật liệu mà kết cấu gạch đá có được sự chịu đựng tác động của lửa đốt trong điều kiện hoả hạn.

- Kết cấu bằng gạch nung có giới hạn chịu lửa cao. Trong điều kiện cháy chịu được đốt nóng đến 700- 900°C, thực tế không giảm cường độ và không phát hiện dấu vết bị phá hoại. Khi đốt nóng đến 800°C chỉ thấy hư hại trên bề mặt của các khối xây dưới dạng các vết nứt nhỏ và bong ra những lớp mỏng.

- Gạch silicát (gạch không nung) dưới tác dụng của nhiệt độ cao thì sự thay đổi cường độ thua kém gạch nung. Khi đốt nóng gạch silicát đến 300°C, tiếp theo làm lạnh thì cường độ của nó tăng lên, nhưng nếu tiếp tục tăng nhiệt độ thì cường độ của gạch sẽ giảm. Gạch silicát được đốt nóng đến 700°C, sau khi nguội cường độ của nó giảm đi 50 - 60 %, lúc đó bề mặt của các khối xây xuất hiện các vết nứt.

- Đá vôi cũng có độ chịu lửa tương đối tốt. Kết quả thí nghiệm đá vôi đặc cho thấy rằng cùng với sự tăng nhiệt độ thì cường độ tăng và khi nhiệt độ đến 600°C nó đạt 134 %,

nhưng ở nhiệt độ 700°C nó chỉ đạt 104 % so với cường độ ban đầu. Sự phân giải đá vôi thành canxi oxit và cacbon đioxit được bắt đầu bằng 800°C

- Giới hạn chịu lửa của tường xây bằng gạch nung và gạch silicat dày 25 cm là 5 giờ, còn gạch có lỗ rỗng là 5m5 giờ. Giới hạn chịu lửa của tường xây bằng đá tự nhiên được coi như bằng của tường bê tông nhẹ, đá thạch cao và gạch đỏ nhẹ. Giới hạn chịu lửa của gạch của cột xây bằng gạch đá phụ thuộc vào kích thước mặt cắt của chúng.

7.1.2.2. Độ chịu lửa của kết cấu bê tông cốt thép:

Nhờ tính không cháy và khả năng dẫn nhiệt không lớn mà các kết cấu bê tông cốt thép khá bền vững đối với tác động của các yếu tố xâm thực của đám cháy, nhưng không thể bền vững vô hạn đối với lửa. Các kết cấu bê tông cốt thép hiện đại thường có thành mỏng không có liên kết toàn khối với các bộ phận khác của ngôi nhà, nên làm hạn chế khả năng hoàn thành chức năng chịu tải của chúng trong điều kiện cháy, thời gian chịu đựng của chúng thường chỉ đạt dưới 1 giờ và đôi khi còn thấp hơn. Giới hạn chịu lửa của kết cấu bê tông cốt thép phụ thuộc vào kết cấu tiết diện của nó, bề dày lớp bê tông bảo vệ, khối lượng và đường kính của cốt thép, mác của bê tông và loại cốt liệu, tải trọng tác dụng và sơ đồ làm việc của kết cấu.

- Các loại dầm, tấm, panel sàn chịu uốn một nhịp đặt tự do trên hai gối tựa dưới tác động của ngọn lửa sẽ bị phá hoại do cốt thép dọc chịu lực ở dưới bị đốt nóng đến nhiệt độ giới hạn nhất định. Giới hạn chịu đựng của chúng phụ thuộc vào độ dày của tấm bê tông bảo vệ, loại cốt thép trị số của tải trọng làm việc và độ dẫn nhiệt của bê tông ở các dầm độ chịu lửa phụ thuộc vào bề dày của tiết diện. Trong cùng các thông số kết cấu giới hạn chịu lửa của dầm kém hơn các tấm bởi vì trong khi hoả hoạn dầm bị đốt nóng từ ba phía (mặt dưới và hai mặt sườn) còn tấm chỉ bị đốt từ mặt dưới.

- Các bản tấm có bản kê bốn cạnh có giới hạn chịu lửa cao so với kết cấu chịu uốn đơn giản. Loại này có cốt thép chịu lực trong hai hướng vuông góc cho nên khả năng chịu lực của chúng còn phụ thuộc tỷ lệ cốt thép trong nhịp ngắn và dài. Trong các tấm hình vuông có tỷ lệ các cạnh bằng đơn vị thì nhiệt độ tới hạn khi xuất hiện giới hạn chịu lửa là 800°C. Khi tăng tỷ lệ các cạnh của tấm thì nhiệt độ tới hạn giảm, do đó giảm giới hạn chịu lửa. Với tỷ lệ các cạnh lớn hơn 4 thì giới hạn chịu lửa thực tế bằng giới hạn chịu lửa của các tấm tựa trên hai cạnh

- Các dầm và các tấm dạng dầm siêu tĩnh khi bị đốt nóng thường bị mất khả năng chịu lực do phá hoại trong các mặt cắt gần gối tựa và giữa nhịp. Các mặt cắt giữa nhịp bị phá hoại do giảm cường độ của cốt thép dọc chịu lực, còn các mặt cắt gần gối tựa là do tổn thất cường độ bê tông ở vùng chịu nén bên dưới bị đốt nóng đến nhiệt độ cao. Tốc độ đốt nóng của vùng này phụ thuộc vào kích thước của mặt cắt ngang. Cho nên độ chịu lửa của các tấm dạng siêu tĩnh phụ thuộc vào bề dày của chúng, còn của các dầm thì phụ thuộc vào bề rộng và chiều cao của mặt cắt.

- Giới hạn chịu lửa của kết cấu bê tông cốt thép chịu uốn ứng suất trước là thời gian đốt nóng cốt thép dọc đến nhiệt độ 200 ~ 300°C, nhỏ hơn nhiều so với thép cán nóng. Giới

hạn chịu lửa của các kết cấu ứng suất trước nhỏ hơn vài lần so với các kết cấu có cốt thép làm bằng thép cán nóng thường, thép sợi ít cacbon tốt nguội.

- Giới hạn chịu lửa của cột phụ thuộc vào sơ đồ gối tải của chúng (nén trung tâm hay lệch tâm), kích thước mặt cắt ngang, phần trăm cốt thép, loại cốt liệu lớn và bề dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép. Sự phá hoại của các cột khi đốt nóng thường xảy ra do giảm cường độ của cốt thép và bê tông. Nếu tải trọng đặt với độ lệch tâm lớn thì độ chịu lửa của cột sẽ phụ thuộc rất nhiều vào bề dày của lớp bê tông bảo vệ của cốt thép chịu kéo. Độ chịu lửa của các cột với độ lệch tâm nhỏ gần bằng độ chịu lửa của cột nén đúng tâm. Cột chế tạo từ bê tông với cốt liệu đá dăm granit có độ chịu lửa thấp (khoảng 20%) so với cột từ bê tông với cốt liệu là đá vôi, bởi vì thạch anh có trong thành phần của đá granit bị phá hoại ở nhiệt độ 573°C, còn đá vôi bắt đầu bị phân giải ở nhiệt độ nung đến 800°C.

- Các tấm tường thường bị đốt nóng từ một phía khi có hỏa hoạn, nên chúng có thể võng về phía có lửa hay về phía ngược lại. Tường từ kết cấu chịu nén đúng tâm trở thành kết cấu chịu nén lệch tâm với độ lệch tâm ngày càng tăng theo thời gian. Trong điều kiện đó độ chịu lửa của tường chịu lực phụ thuộc rất nhiều vào tải trọng và bề dày của chúng. Khi tăng tải trọng và giảm bề dày của tường thì độ chịu lửa của chúng giảm và ngược lại. Khi tường bị đốt nóng đồng thời từ hai phía (tăng ngăn giữa các phòng) ở chúng không có võng nhiệt, kết cấu vẫn làm việc với lực nén đúng tâm, do đó giới hạn chịu lửa không thấp hơn so với khi đốt nóng một phía.

7.1.3. Nâng cao độ chịu lửa của kết cấu thép.

7.1.3.1. Độ chịu lửa của kết cấu thép.

Trong xây dựng thường sử dụng các kết cấu kim loại được chế tạo từ thép, gang và các hợp kim nhôm, phổ biến hơn cả là các kết cấu chế tạo từ các loại thép khác nhau. So với kết cấu bê tông thì cùng một khả năng chịu lực thì các kết cấu thép tương đối nhẹ hơn và thuận tiện hơn trong lắp ghép, nhưng trong điều kiện hỏa hoạn, dưới tác dụng của nhiệt độ cao các kết cấu thép thường bị phá hoại. Qua thực tế cũng như thí nghiệm cho thấy độ chịu lửa của phần lớn các kết cấu thép bị biến dạng, mất ổn định và khả năng chịu lực sau 15 phút do tác động mạnh của ngọn lửa lên chúng. Các kết cấu thép dày, lớn và có hệ số an toàn cao thì chịu đựng được lâu hơn. Đặc biệt các cột, dầm và dàn thép không có bảo vệ đều bị phá hoại trong hỏa hoạn.

Đối với trường hợp khi thiết kế các ngôi nhà hay các công trình có nguy cơ phát sinh cháy kéo dài trong thời gian quá 15 phút và yêu cầu phải bảo toàn kết cấu của toàn bộ ngôi nhà thì cần phải bảo vệ các kết cấu ấy chống lại tác động của lửa.

7.1.3.2. Các phương pháp nâng cao độ chịu lửa của kết cấu thép.

Để bảo vệ các kết cấu thép nhằm nâng cao độ chịu lửa của chúng có thể dùng một số phương pháp sau:

- Ốp các bề của kết cấu bằng vật liệu khó cháy. Để ốp bảo vệ cốt thép thường dùng bê tông nhẹ, gạch đỏ, gạch xây nhiều lỗ rỗng, các tấm thạch cao và phibrôximang, vữa trát, các tấm sợi bông khoáng và bông thủy tinh. Hiệu quả của lớp ốp phụ thuộc vào tính chất hoá lý của vật liệu được sử dụng vào khả năng chống lại tác động của lửa sự nâng cao nhiệt độ mà

ở nhiệt độ đó xảy ra sự thay đổi cấu trúc của vật liệu làm mất cường độ của nó xuất hiện vết nứt.

* Lớp vữa trát dày 25mm được trát trên lưới thép làm tăng nhiệt độ chịu lửa của cột thép đến 50 phút. Tăng bề dày của lớp vữa đến 50mm sẽ tăng giới hạn chịu lửa của cột đến 2 giờ. Đối với loại bảo vệ này sự phá hoại của kết cấu xảy ra dưới nhiệt độ khá cao giá thành lớp ốp của cột thép bằng vữa trát trên lưới thép khoảng 20% giá thành cột.

* Ốp các cột thép với lớp ốp có bề dày bằng 1/2 viên gạch xây cho thấy lớp ốp vẫn nguyên vẹn và bảo vệ cột trong thời gian 5 giờ. Cột được ốp 1/4 viên gạch có giới hạn chịu lửa 2 giờ 10 phút. Giá thành lớp ốp của cột thép dày bằng 1/4 viên gạch khoảng 15% giá thành của cột.

* Bảo vệ cốt thép bằng các tấm thạch cao dày 30mm có thể làm tăng giới hạn giới hạn chịu lửa của cột lên 2 giờ, còn tăng bề dày của tấm thạch cao đến 60mm thì có thể tăng độ chịu lửa lên đến 4 giờ 30 phút. Nhược điểm của phương pháp bảo vệ này là sự co ngót của các tấm thạch cao và sau đó chúng bị lửa phá hoại.

* Các tấm bê tông kêrămdít dày 40mm với lớp vữa trát dày 20mm có thể bảo vệ được cột trong 2 giờ, còn tăng bề dày của các tấm thạch cao đến 65mm với lớp vữa trát cũng như thế làm tăng giới hạn chịu lửa của cột lên đến 3,5 giờ. Các tấm phibrôximăng dày 40mm với lớp vữa trát dày 20mm bảo vệ cột được trong 2 giờ.

Việc bảo vệ dầm, dàn thép khỏi tác động của ngọn lửa phức tạp hơn nhiều so với cột. Ốp các bề mặt của các kết cấu này bằng vật liệu dạng tấm thực tế không thực hiện được. Cũng rất khó khăn khi trát lớp vữa bảo vệ lên dầm, dàn; đặc biệt là các bộ phận của dàn thép, cho nên phương pháp này ít được sử dụng.

- Phun các loại vữa khác nhau có chứa vật liệu cách nhiệt có hiệu quả như amiăng, vécmiculít, peclít lên bề mặt kết cấu là một phương pháp đơn giản hơn để bảo vệ kết cấu thép khỏi tác động của ngọn lửa.

* Bảo vệ cột thép bằng lớp ốp chế tạo từ peclít, ximăng mác 500, amiăng và thủy tinh lỏng (cấp phối theo khối lượng 2 : 6 : 1 : 0,5) dày 60mm có giới hạn chịu lửa 3 giờ. Cũng đạt được giới hạn chịu lửa như vậy nếu bọc cột bằng lớp bảo vệ dày 55mm thay vì peclít bằng vécmiculít.

* Vật liệu chế tạo từ amiăng, peclít, vécmiculít và thạch cao xây dựng (cấp phối theo tỉ lệ khối lượng 2 : 1 : 2 : 3) cũng có tính chất chịu lửa cao. Cột thép được bảo vệ bằng lớp ốp cách nhiệt dày 40mm bằng vật liệu như thế có giới hạn chịu lửa 3 giờ.

- Bảo vệ các kết cấu thép bằng lớp bọc từ vật liệu nở phồng dưới nhiệt độ cao được coi là phương pháp có nhiều triển vọng. Vật liệu bọc này có màu trắng, có thể dùng trong các căn nhà kín với độ ẩm của không khí không quá 80%. Lớp bọc này được tráng lên bề mặt đã được làm sạch gỉ của kết cấu thép nhiều lần cho đến khi tạo thành lớp dày 2,5 ~ 3,0mm. Dưới tác động của lửa, bề dày của lớp bọc trên tăng lên đến 50 ~ 70mm do nở phồng, còn giới hạn chịu lửa của kết cấu thép tăng từ 25 đến 45 ~ 60 phút. Giá thành của lớp tráng bằng vật liệu nở phồng chiếm 20 ~ 25% giá thành của kết cấu.

- Hiện nay ở nhiều nước đã xây dựng các ngôi nhà với khung kim loại trong chúng chứa đầy nước để tăng giới hạn chịu lửa cho kết cấu. Dùng nước có phụ gia chống ăn mòn đổ đầy vào các cột của khung nhà, trong nhiều trường hợp còn đổ đầy trong các dầm mang sàn. Hệ thống cấp nước chứa đầy các kết cấu có thể không thường xuyên khi có hỏa hoạn, cũng có thể thường xuyên với hệ thống lưu thông tự nhiên hay cưỡng bức. Giới hạn chịu lửa của các kết cấu như vậy phụ thuộc vào độ dày của chúng và tốc độ chảy nước có thể đạt tới 2 giờ. Giá thành của việc bảo vệ kết cấu kiểu này chiếm từ 6 ~ 10% giá thành của kết cấu.

7.1.4. Bảo vệ các kết cấu gỗ khỏi cháy.

Kết cấu gỗ được sử dụng rộng rãi trong xây dựng, nhưng tính cháy là nhược điểm của chúng. Vì vậy để bảo vệ cho kết cấu gỗ khỏi cháy, trên thực tế đã dùng nhiều phương pháp chống cháy cho kết cấu gỗ như sau:

7.1.4.1. Sơn, trát và ốp bằng các vật liệu không cháy.

Là các biện pháp giữ cho gỗ không cháy trong khoảng 15 ~ 20 phút và làm trở ngại sự cháy lan theo kết cấu gỗ.

- Trong các loại trát thích hợp nhất là trát bằng vôi - xi măng hoặc các chất khác có tính chống nhiệt tương tự. Lớp vữa trát vôi - xi măng hoặc vôi - amiăng có thể bảo vệ kết cấu gỗ khỏi cháy trong thời gian từ 15 ~ 30 phút phụ thuộc vào bề dày của lớp vữa và phương pháp trát.

- Vật liệu ốp chống cháy thường dùng vữa thạch cao khô, các tấm thạch cao có sợi, các tấm xi măng amiăng. Dùng vữa thạch cao khô hay các tấm thạch cao có sợi thay cho vữa thường để hoàn thiện tường và cách ngăn ở bên trong căn nhà khô ráo. Hiệu quả của vữa thạch cao khô tương đối thấp, vì trong điều kiện của hỏa hoạn các tấm đó thường bị phá hoại sau 10 ~ 15 phút. Các tấm phibrôximăng phẳng hay gợn sóng dùng để làm lớp bảo vệ cho các mặt ngoài của tường các nhà và công trình bằng gỗ; chúng là các vật liệu không cháy nhưng về mặt hiệu quả phòng cháy thì thua kém các tấm thạch cao.

- Khi gia công bề mặt gỗ được phủ một lớp vữa chống cháy với lượng muối khô ít nhất là 100g cho 1m² bề mặt gia công hoặc bao phủ bề mặt các kết cấu gỗ bằng một lớp sơn bảo vệ. Các phương pháp bảo vệ phòng cháy này là để ngăn ngừa sự bắt lửa của các bề mặt kết cấu khi có tác động của nguồn nhiệt như lửa xuất hiện khi đoản mạch, của các đèn hàn,...

7.1.4.2. Ngâm, tẩm gỗ trong dung dịch của các chất chống cháy.

Là biện pháp bảo vệ các kết cấu gỗ khỏi cháy có hiệu quả cao nhất. Các chất chống cháy là các chất hoá học dùng để làm cho gỗ không bốc cháy. Các chất này dễ hoà tan trong nước và được dùng tẩm gỗ dưới dạng vữa. Hiệu quả lớn nhất có thể đạt được nếu gỗ tẩm được 75kg/m³ chất chống cháy và gỗ được coi là chất khó cháy. Hình thức này là tẩm sâu và thực hiện ở các thiết bị ngâm tẩm (các aptôcláp) dưới áp suất cao lên đến 10 ~ 15at trong khoảng 10 ~ 15 giờ, vữa chất chống cháy sẽ ngấm vào gỗ.

7.1.4.3. Giải pháp kết cấu.

Một trong các đặc điểm của kết cấu gỗ là các khe rỗng chứa lại trong tường và trong các vách ngăn để làm thông thoáng và chống mục cho gỗ. Trong rất nhiều trường hợp các lỗ rỗng đó được liên thông với nhau; do đó khi có hoả hoạn xảy ra thường tạo điều kiện thuận lợi cho lửa lan truyền nhanh chóng và cháy ngầm. Để hạ thấp cường độ cháy của gỗ trong đám cháy và hạn chế sự tự cháy lan nên cần nghiên cứu các giải pháp kết cấu gỗ. Một số trong giải pháp kết cấu đó là làm giảm số lượng vật liệu cháy ở trong kết cấu gỗ bằng cách dùng các chất không cháy thay cho các chất đệm (phụ gia) cháy được ở các lỗ hổng; hạn chế diện tích các lỗ hổng trong tường, vách ngăn và sàn nhà; tránh làm các lỗ hổng trên kết cấu gỗ, trường hợp không tránh được (vì lý do sử dụng hoặc kết cấu) thì phải làm màng che hay lớp ngăn cách bằng vật liệu không cháy.

7.2. Phòng ngừa hoả hoạn.

Phòng ngừa hoả hoạn trên công trường, ở cơ sở sản xuất, trong xí nghiệp là nhằm đề phòng không để cho đám cháy xảy ra, hạn chế phạm vi đám cháy lan rộng, tạo điều kiện cho đội chữa cháy dập tắt đám cháy được kịp thời, nghiên cứu biện pháp thoát người và tài sản trong thời gian cháy được an toàn.

Việc lựa chọn các biện pháp phòng cháy phụ thuộc vào các điều kiện như:

- Tính bắt cháy của vật liệu xây dựng và mức độ chịu lửa của kết cấu xây dựng
- Khả năng nguy hiểm khi cháy nổ của các quá trình công nghệ, các xí nghiệp sản xuất
- Sự bố trí quy hoạch kiến trúc nhà cửa và công trình, điều kiện địa hình,...

7.2.1. Mức độ nguy hiểm cháy nổ trong sản xuất.

Cơ sở của đám cháy là quá trình cháy. Để phát sinh ra cháy cần phải có chất cháy, chất ôxi hoá và nguồn nhiệt đủ công suất. Trong các công trình nhà ở và sản xuất luôn luôn có các chất cháy, ôxi trong không khí ở trạng thái tự do và các nguồn nhiệt, tuy nhiên chúng chỉ giới hạn ở tỷ lệ mà trong điều kiện bình thường không thể gây cháy. Những tỷ lệ đó khống chế các điều kiện an toàn, phòng cháy, vì phạm các điều kiện an toàn sẽ gây nên các đám cháy. Quy mô đám cháy phụ thuộc vào đặc trưng nguy hiểm cháy nổ của các quá trình công nghệ sản xuất và đặc điểm quy hoạch kết cấu của ngôi nhà. Và cơ bản xác suất xuất hiện cháy nổ được xác định bởi quá trình công nghệ, còn các giải pháp quy hoạch - kết cấu quyết định phạm vi lan truyền của đám cháy và hậu quả của nó.

Sự đánh giá mức độ nguy hiểm cháy nổ của các quá trình công nghệ trong sản xuất là cơ sở để thiết kế các giải pháp kỹ thuật xây dựng có liên quan tới việc phòng cháy và làm giảm thiệt hại do cháy gây ra.

Xuất phát từ các tính chất của vật liệu dùng trong sản xuất, điều kiện sử dụng và gia công chúng, tiêu chuẩn và qui tắc xây dựng; các ngành sản xuất được chia làm 6 hạng A, B, C, D, E, và F theo mức độ nguy hiểm cháy nổ. Những tiêu chuẩn chính để xác định các hạng sản xuất theo đặc trưng cháy nổ nguy hiểm là:

- * Nhiệt độ bùng cháy - đối với chất lỏng dễ bắt lửa
- * Nồng độ giới hạn cháy, nổ dưới - đối với khí và bụi cháy
- * Khả năng cháy (nhiệt độ bốc cháy) và điều kiện gia công, khả năng bắt lửa hay nổ khi có tác động tương hỗ với nước hay các chất ôxi hoá - đối với các chất rắn

* Số lượng các chất được tạo ra trong sản xuất và các điều kiện môi trường (như nhiệt độ, áp suất,...).

7.2.1.1. Nhóm sản xuất hạng A và B.(nguy hiểm cháy nổ) là nguy hiểm nhất, quá trình sản xuất có liên quan đến việc chế biến, sử dụng vận chuyển tàng trữ các chất lỏng cháy, các chất khí và bụi. Những ngành sản xuất thuộc các hạng này còn có thể phát sinh nổ (trạm nén khí amôniac, quá trình rửa các chi tiết trong dầu hỏa, quá trình sử dụng cacbonbisunfua, ête, axeton,...)

7.2.1.2. Nhóm sản xuất hạng C.(nguy hiểm cháy) liên quan đến việc sử dụng gia công các chất rắn, lỏng hay dạng khí được đốt nóng dưới dạng nhiên liệu với nhiệt độ bùng cháy cao hơn 120°C; sử dụng vật liệu không cháy ở trạng thái nóng, nung nóng hay nóng chảy, quá trình gia công chúng kèm theo toả nhiệt bức xạ, phát tia lửa hay lửa. Các ngành sản xuất thuộc hạng này chỉ có thể phát sinh cháy (gia công gỗ, nồi nấu hơi, các xưởng dệt, đúc, rèn,...)

7.2.1.3. Nhóm sản xuất hạng D và E.(không thể hiện đặc tính nguy hiểm của sản xuất) gồm các ngành sản xuất có liên quan đến việc sử dụng, gia công các chất không cháy. Nếu như các chất đó được gia công với nhiệt độ cao thì quá trình sản xuất đó thuộc hạng D (nấu chảy, nhóm lò, gia công nóng) còn gia công với nhiệt độ bình thường ở trạng thái nguội thì thuộc hạng E (nhà máy sản xuất vật liệu xây dựng, gia công nguội kim loại).

7.2.1.4. Nhóm sản xuất thuộc hạng F.(nguy hiểm nổ) là các ngành sản xuất dùng các khí cháy không có pha lỏng và bụi gây nổ với khối lượng mà chúng có thể tạo thành hỗn hợp gây nổ trong thể tích, ở đó theo điều kiện của quá trình công nghệ chỉ có thể tạo nên nổ (không kèm theo cháy); các chất chủ có khả năng gây nổ (không kèm theo cháy) khi tác dụng với nước, ôxi của không khí hay tác dụng với nhau (sản xuất kim loại sạch bằng phương pháp điện ly, phục hồi kim loại trong môi trường ôxi).

Các nhà ở và nhà công cộng không có sự phân loại theo mức độ nguy hiểm về cháy, nổ. Cơ sở để thiết kế các giải pháp kỹ thuật bảo đảm an toàn phòng cháy trong những trường hợp này là kích thước, số tầng, sức chứa của nhà.

7.2.2. Điều kiện an toàn phòng cháy.

Như đã biết; một đám cháy xuất hiện cần có 3 yếu tố là chất cháy, ôxi trong không khí và môi gây cháy. Trong sản xuất và sinh hoạt luôn luôn có các yếu tố trên, tuy nhiên khả năng cháy chỉ có thể xảy ra trong những điều kiện thích hợp.

Các điều kiện khi đó khả năng phát sinh ra đám cháy bị loại trừ được gọi là các điều kiện an toàn phòng cháy, tức là khi đó:

- Thiếu một trong những thành phần cần thiết cho sự phát sinh ra cháy.
- Tỷ lệ của chất cháy và ôxi không đủ để tạo ra hệ thống cháy.
- Môi gây cháy không đủ nhiệt lượng và thời gian tác động của nó không đủ để là hỗn hợp bốc cháy.

Vi phạm những điều kiện an toàn sẽ phát sinh những nguyên nhân gây ra đám cháy. Tuy nhiên nguyên nhân gây cháy, nổ lại đa dạng và rất nhiều so với các điều kiện an toàn chẳng hạn như:

* Trong sản xuất, sự xuất hiện hệ thống cháy là do một số nguyên nhân như các ống dẫn khí cháy, chất lỏng dễ bay hơi và dễ cháy nếu bị nứt, bị hở sẽ tạo với không khí một hỗn hợp nổ. Các bể chứa khí cháy trong công nghiệp do bị ăn mòn và thủng, khí cháy thoát ra ngoài tạo hỗn hợp nổ. Trong các bể chứa xăng dầu trên bề mặt chất lỏng bao giờ cũng là hỗn hợp hơi xăng dầu và không khí có thể tạo thành hệ thống cháy gây cháy, gây nổ khi nhiệt độ vượt quá nhiệt độ bùng cháy. Các thiết bị chứa chất cháy dạng khí và dạng lỏng (bình khí nén, bình chứa khí hoá lỏng, bể chứa xăng dầu, các đường ống,...) nếu trước khi sửa chữa mà không được làm sạch bằng hơi nước, nước hoặc khí trơ cũng dễ gây cháy nổ.

* Sự xuất hiện môi gây cháy trong thực tế lại rất phong phú như ngọn lửa trần (lửa nhóm lò, lửa diêm hoặc thuốc lá, tia lửa,...); môi gây cháy xuất hiện do cơ năng như va đập, ma sát; môi gây cháy xuất hiện từ tia lửa điện như chập mạch điện, dùng điện quá tải, do đóng cầu dao điện, do hồ quang điện,...; môi gây cháy xuất hiện do hoá năng như các phản ứng hoá học, toả nhiệt,...

Qua các ví dụ trên thấy rằng trên công trường, trong sản xuất và sinh hoạt có thể có nhiều nguyên nhân vi phạm các điều kiện an toàn phòng cháy, tức là có rất nhiều nguyên nhân gây ra đám cháy.

7.2.3. Nguyên nhân các đám cháy.

Nguyên nhân các đám cháy là do vi phạm qui định về an toàn phòng cháy trong các khâu thiết kế, lắp đặt, vận hành, sử dụng và bảo quản các thiết bị, máy móc, dây chuyền công nghệ, các hệ thống cung cấp năng lượng (điện, nhiệt, hơi, khí đốt), các hệ thống thiết bị vệ sinh (thông gió, chiếu sáng, điều hoà nhiệt độ, chống bụi,...), các loại nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu cháy nổ.

Sự xảy ra các đám cháy thường do những nguyên nhân sau đây gây nên

7.2.3.1. Không thận trọng và coi thường khi dùng lửa.

- Bố trí các quá trình sản xuất có lửa như hàn điện, hàn hơi, lò đốt, lò sấy, lò nung; nung, sấy, hấp vật liệu xây dựng; gia công chế biến gỗ, nhựa và các nguyên liệu hữu cơ khác ở môi trường dễ cháy, nổ hoặc ở gần nơi có chất cháy dưới khoảng cách an toàn phòng cháy.

- Dùng lửa để kiểm tra sự rò thoát hơi khí cháy hoặc xem xét chất lỏng cháy trong các thiết bị, đường ống, bình chứa như dùng diêm, bật lửa để soi rọi xăng trong bình xăng mô tô gây cháy, chết người.

- Không theo dõi bếp ga, bếp dầu, than củi, rơm rạ,...khi nấu nướng với ngọn lửa quá to làm tắt lửa cháy những vật xung quanh hoặc ủ lò, ủ trấu, than củi không cẩn thận.

- hong, sấy vật liệu, đồ dùng, quần áo, giấy tờ trên các bếp than, bếp điện.

- Ném sút tùy tiện tàn đóm, tàn diêm, thuốc lá cháy dở vào nơi có vật liệu cháy như rơm rạ, vỏ bào, mùn cưa hoặc ở nơi cấm lửa.

7.2.3.2. Cháy do điện.

Các đám cháy do điện gây ra chiếm tỷ lệ khá cao trong mọi lĩnh vực sử dụng điện. Các trường hợp cháy do điện phổ biến là:

- Thiết bị điện làm việc quá tải do sử dụng không đúng với điện áp qui định, chọn tiết diện dây dẫn, cầu chì không đúng với công suất phụ tải, ngắt mạch do chập điện. Khi quá tải do nhiệt độ tăng làm cho thiết bị quá nóng gây bốc cháy hỗn hợp cháy bên trong; cháy chất cách điện, vỏ thiết bị quá nóng làm cháy bụi bám trên vỏ máy hoặc cháy vật tiếp xúc.

- Do tiếp xúc không tốt ở mối dây, ổ cắm, cầu dao,...phát sinh tia lửa điện gây cháy, nổ trong môi trường cháy.

- Lãng quên không cắt mạch điện khi không còn sử dụng các dụng cụ điện sinh hoạt như bếp điện, bàn ủi, que đun nước,...(đun nước bỏ quên làm cạn hết nước, cháy cốc đun, que đun nóng đỏ làm cháy bàn và vật dụng trong phòng, cháy nhà).

7.2.3.3. Cháy do ma sát, va đập.

- Khi cắt, tiện, phay bào, mài dũa, đục đẽo,...do ma sát, va đập giữa dụng cụ và vật liệu gia công biến cơ năng thành nhiệt năng gây cháy.

- Khi dùng que sắt cạy nắp thùng xăng gây phát sinh tia lửa làm xăng bốc cháy.

7.2.3.4. Cháy do tĩnh điện:

Tĩnh điện sinh ra do sự ma sát giữa các vật thể. Hiện tượng này thường gặp:

* Khi dai chuyển (dây curoa) ma sát lên bánh quay;

* Khi bơm rót (tháo, nạp), vận chuyển các chất lỏng dẫn điện trong các thùng (stéc), trong các đường ống bằng kim loại bị cách ly với đất;

* Khi vận chuyển các hỗn hợp bụi không khí trong đường ống;...

Tĩnh điện tạo ra một lớp điện tích kép trái dấu; khi điện áp giữa các lớp điện tích đạt đến một giá trị nhất định sẽ phát sinh tia lửa điện và gây cháy.

7.2.3.5. Cháy do sét đánh.

Nhiệt độ do sét đánh rất cao hàng chục ngàn độ vượt quá xa nhiệt độ tự bốc cháy hầu các chất cháy được, cho nên khi sét đánh vào những công trình, nhà cửa không được bảo vệ chống sét gây bốc cháy nếu chúng làm bằng vật liệu cháy hoặc gây cháy vật liệu chứa trong đó.

7.2.3.6. Cháy do tàn lửa, đóm lửa.

Tàn lửa, đóm lửa bắn ra từ các trạm năng lượng lưu động, từ các phương tiện giao thông (đầu máy xe lửa, ô tô, máy kéo,...) từ các đám cháy lân cận.

7.2.3.7. Sử dụng, tàng trữ, bảo quản nguyên vật liệu không đúng nơi qui định.

- Các chất khí, lỏng cháy, các chất rắn có khả năng tự cháy trong không khí (hydrô, photphoric P_2H_4 ,...) không chứa đựng trong bình kín.

- Xếp đặt lẫn lộn hoặc quá gần nhau giữa các chất có khả năng gây phản ứng hoá học toả nhiệt khi tiếp xúc (dây dầu mỡ vào van bình chứa ôxi).

- Bố trí, xếp đặt các bình chứa khí ở gần nơi có nhiệt độ cao (bếp lò) hoặc phơi ngoài nắng to có thể gây cháy nổ.

- Vùi sống để ở nơi ẩm ướt, mưa hắt, đột bị nóng lên đến nhiệt độ cao gây cháy các vật tiếp xúc.

7.2.3.8. Thiếu sự quan tâm, theo dõi của người quản lý sản xuất.

- Theo dõi kỹ thuật trong quá trình sản xuất không đầy đủ, thiếu sự kiểm tra, thanh tra.

- Không trông nom các trạm phát điện, máy kéo, các động cơ chạy xăng và các máy móc khác.

7.2.4. Các biện pháp phòng cháy.

7.2.4.1. Biện pháp phòng ngừa phát sinh đám cháy.

Để ngăn ngừa không cho các đám cháy xảy ra thì cần phải triệt tiêu những nguyên nhân gây ra cháy bằng các biện pháp sau đây:

- Biện pháp kỹ thuật: Khi thiết kế xây dựng nhà cửa công trình, hệ thống vận chuyển kho tàng; lắp đặt thiết bị máy móc; thiết kế qui trình công nghệ sản xuất; thiết kế và lắp đặt các hệ thống cung cấp năng lượng (nhiệt điện, hơi khí đốt), các hệ thống thiết bị vệ sinh (thông gió, chiếu sáng, hút thải hơi khí bụi cháy);...phải thấy hết khả năng gây ra cháy như phản ứng hoá học, bức xạ ánh nắng mặt trời, ma sát, va chạm,...để áp dụng đúng đắn các tiêu chuẩn, qui phạm về phòng cháy và có biện pháp an toàn thích đáng.

- Biện pháp tổ chức: Tuyên truyền, giáo dục, vận động cán bộ công nhân viên chức và toàn dân chấp hành nghiêm chỉnh pháp lệnh phòng cháy của nhà nước, điều lệ nội qui an toàn phòng cháy của đơn vị bằng các hình thức như huấn luyện thuyết trình, nói chuyện, triển lãm, chiếu phim, treo tranh cổ động, khẩu hiệu và dấu hiệu đề phòng tai nạn do hoả hoạn gây ra.

- Biện pháp sử dụng và quản lý:

* Sử dụng vận hành, bảo quản đúng đắn thiết bị, máy móc, nhà cửa, công trình, nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu trong sản xuất và sinh hoạt không để phát sinh cháy.

* Thực hiện nghiêm chỉnh về qui chế cấm dùng lửa, đánh điện, hút thuốc lá ở những nơi cấm lửa hoặc gần những vật liệu dễ cháy. Cấm hàn hơi, hàn điện ở các phòng cấm lửa. Cấm tích trữ nhiều nguyên liệu, nhiên liệu, vật liệu, sản phẩm và các chất dễ bắt cháy.

7.2.4.2. Biện pháp hạn chế đám cháy lan rộng:

Chủ yếu là các biện pháp về qui hoạch thiết kế, kiến trúc, kết cấu trong xây dựng như:

- Phân vùng xây dựng, bố trí phân nhóm nhà cửa, công trình trong khu vực nhà máy xí nghiệp, công trường một cách đúng đắn theo mức độ nguy hiểm cháy nổ; tuân theo khoảng cách chống cháy; phù hợp với địa hình và khí tượng thuỷ văn. Khoảng cách chống cháy giữa các nhà, các công trình, kho tàng,...được xác định trong qui phạm phòng cháy; là khoảng cách tối thiểu để đảm bảo cho công trình bên cạnh khỏi bị cháy lan do cường độ bức xạ nhiệt khi cháy trong một thời gian nhất định đủ để đưa lực lượng và phương tiện, công cụ chữa cháy đến đám cháy.

Những nhà cửa, công trình, kho tàng (nhiên liệu, thuốc nổ,...),...có nhiều nguy cơ cháy nổ bố trí ở cuối hướng gió, ở chỗ thấp về phía cuối dòng chảy của sông, suối,...

- Sử dụng vật liệu không cháy, khó cháy để xây dựng nhà cửa, công trình,...Khi bố trí, thiết kế kho tàng, nhà cửa, lán trại, xí nghiệp,...phải căn cứ vào đặc điểm của quy trình sản xuất, quá trình thao tác và sự nguy hiểm khi cháy để chọn loại vật liệu có tính bất cháy và có hình thức kết cấu thích hợp.

- Bố trí kiến trúc các buồng ngăn phòng cháy như phân chia ngôi nhà thành các đoạn bằng các buồng ngăn chống cháy (khoang, tường, sàn, cửa chống cháy); bố trí.

7.2.4.3. Biện pháp thoát người và cứu tài sản an toàn:

- Bố trí đúng đắn các cửa, lối cửa, đường thoát người, làm cầu thang thoát người bên ngoài, bố trí đúng đắn các thiết bị, máy móc trong gian nhà sản xuất, đồ đạc, giường tủ trong nhà ở.

- Có các biện pháp hạn chế ảnh hưởng của đám cháy (nhiệt độ, khói,...) đến quá trình thoát người như hành lang, cầu thang chống khói. Có sơ đồ chỉ dẫn đường thoát, lối thoát, bố trí ánh sáng an toàn trên các lối, đường thoát, ... để tạo điều kiện thoát người dễ dàng.

7.2.4.4. Biện pháp tạo điều kiện dập tắt đám cháy có hiệu quả:

Để tạo cho đội cứu hỏa chữa cháy được nhanh chóng, kịp thời và có hiệu quả cần phải chuẩn bị một số biện pháp như:

- Bảo đảm đường sá đủ rộng, thuận tiện cho ô tô cứu hỏa đi lại dễ dàng, đường đi đến nơi khó đến, đường đi đến các nguồn nước.

- Bảo đảm tín hiệu báo cháy, hệ thống báo cháy tự động, hệ thống thông tin liên lạc được nhanh chóng và chính xác.

- Tổ chức các lực lượng chữa cháy trong đơn vị, trên công trường có nghiệp vụ chữa cháy thành thạo và luôn sẵn sàng ứng phó kịp thời khi có đám cháy xảy ra.

7.3. Các phương pháp và phương tiện chữa cháy:

Chữa cháy là nhằm dập tắt lửa ở những đám cháy. Để đạt được mục đích đó có thể thực hiện bằng các cách như:

- Ngăn cản không cho không khí vào vùng cháy hay các chất cháy hoặc làm giảm sự thâm nhập của không khí vào vùng cháy đến trị số mà với chúng không thể xảy ra sự cháy.

- Làm lạnh vùng cháy đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ bốc cháy hay giảm nhiệt độ của vật chất cháy thấp hơn nhiệt độ tự bốc cháy.

- Làm loãng các chất tham gia phản ứng cháy bằng những chất không cháy. Các phương pháp và biện pháp dập tắt lửa của các đám cháy hiện nay đều dựa trên cơ sở đó.

7.3.1. Các chất chữa cháy:

Các chất chữa cháy còn lại là các chất dập tắt lửa là những chất khi đưa vào đám cháy sẽ làm giảm hoặc mất các điều kiện cần cho sự cháy nhằm dập tắt đám cháy. Có nhiều loại chất chữa cháy như chất rắn, chất lỏng, chất khí hoặc bột khí. Mỗi chất chữa cháy có đặc tính tác dụng và phạm vi sử dụng riêng, tuy nhiên chúng đều cần có những yêu cầu cơ bản sau đây:

- Có hiệu quả chữa cháy cao, nghĩa là tiêu hao chất chữa cháy trên một đơn vị diện tích hoặc thể tích cháy trong một đơn vị thời gian phải là nhỏ nhất ($\text{kg/m}^2.\text{s}$; $\text{lít/m}^3.\text{s}$).

- Rẻ tiền, dễ kiếm và dễ sử dụng.

- Không gây độc hại đối với người sử dụng và bảo quản.
- Không làm hư hỏng các thiết bị chữa cháy và các vật cần chữa cháy.

Khi chọn dùng các chất chữa cháy phải căn cứ vào hiệu quả dập tắt của chúng, sự hợp lý về mặt kinh tế và phương pháp chữa cháy.

7.3.1.1. Nước:

Được sử dụng rộng rãi để chữa cháy và có giá thành rẻ.

- Đặc điểm chữa cháy bằng nước: Nước là chất thu nhiệt lớn (1 lít nước đun từ 0°C đến 100°C đã hấp thụ 100 kcal và để bốc hơi là 530 kcal). Khi tưới nước vào chỗ cháy, nước sẽ bao phủ bề mặt cháy, hấp thụ nhiệt, hạ thấp nhiệt độ chất cháy đến mức không cháy được nữa. Nước bị nóng sẽ bốc hơi làm giảm lượng khí, làm cách ly không khí với chất cháy, hạn chế quá trình ô xi hóa, do đó làm đình chỉ sự cháy.

Nước được dùng để chữa cháy cho phần lớn các chất rắn hay chất lỏng có tỷ trọng lớn hơn 1 hoặc chất lỏng dễ hòa tan với nước (axêton và một số loại rượu). Có thể dùng nước để chữa cháy các chất lỏng cháy có nhiệt độ bùng cháy trên 60°C (ma dút và các sản phẩm dầu mỏ có nhiệt độ bùng cháy trên 60°C).

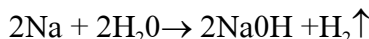
Cần chú ý:

- * Khi nhiệt độ đám cháy đã cao hơn 1.700°C thì không được dùng nước để dập tắt.
- * Không dùng nước chữa cháy các chất lỏng dễ cháy mà không hòa tan với nước như xăng, dầu hỏa, ...

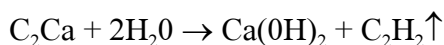
*Nhược điểm của nước: Dùng nước để chữa cháy sẽ có một số nhược điểm như sau:

- Nước là chất dẫn điện nên chữa cháy ở các nhà, công trình có điện rất nguy hiểm, không dùng để chữa cháy các thiết bị điện.

- Nước tác dụng với các kim loại có hoạt tính hóa học như Na, K, Ca sẽ tạo ra sức nóng lớn và thoát ra khí hydro nên có thể làm cho ngọn lửa cháy bùng to và sáng chói hạn như:



- Không chữa cháy đất đèn bằng nước vì sẽ làm thoát ra axetylen có thể bùng cháy, nổ và cháy to thêm theo phản ứng:



- Nước tác dụng với axit Afulic đậm đặc sinh ra nổ.
- Khi chữa cháy bằng nước có thể làm hư hỏng vật cần chữa cháy (thư viện, bảo tàng,...)

* Phương pháp tưới nước vào đám cháy: Tưới nước vào đám cháy có thể thực hiện bằng các vòi phun mạnh hoặc phun với các tia nhỏ dưới dạng mưa.

- Để tạo ra các vòi phun mạnh có thể dùng ống phun (vòi rồng) cầm tay và ống phun có giá đỡ. Đặc điểm của các vòi nước phun mạnh là có tốc độ lớn, sức phun xa, tập trung một lượng nước lớn tác dụng lên một diện tích nhỏ. Ngoài tác dụng làm lạnh, vòi nước phun mạnh còn có tác dụng chia tách vật cháy ra những phần nhỏ, tách ngọn lửa khỏi vật cháy. Vòi nước phun mạnh nên áp dụng để chữa cháy các chất rắn có thể tích lớn, chữa các đám cháy ở trên

cao và xa không thể đến gần được, những chỗ hiểm hóc, để làm nguội các kết cấu và máy móc thiết bị.

- Để tạo ra các tia nước nhỏ dưới áp suất lớn ở các đầu vòi phun cầm tay, ống phụt nhằm tạo ra các tia nước nhỏ dưới áp suất lớn ở các đầu vòi phun, miệng phun hình cầu xoắn. Tưới nước dưới hình thức phun mưa có tác dụng làm tăng bề mặt tưới và làm giảm lượng nước tiêu thụ. Thường áp dụng để chữa cháy các chất như than, vải, giấy, phốt pho, các chất rời rạc, chất có sợi, chất cháy lỏng và để làm nguội bề mặt kim loại bị nung nóng.

7.3.1.2. Hơi nước:

Chỉ có hiệu quả khi dùng để chữa cháy ở chỗ không khí ít thay đổi hoặc ở trong các buồng kín, đám cháy ngoài trời nhưng diện tích nhỏ. Chỉ có thể dùng hơi nước để chữa cháy khi có các nồi hơi làm việc thường xuyên và có đủ công suất. Hơi nước của các nồi hơi thường có áp suất cao nên khả năng dập tắt đám cháy tương đối tốt. Tác dụng chính của hơi nước là pha loãng nồng độ chất cháy và ngăn cản lượng oxy đi vào vùng cháy. Lượng hơi nước cần thiết ở trong không khí để làm tắt lửa phải chiếm 35% thể tích nơi cần chữa cháy mới có hiệu quả.

Dùng hơi nước để chữa cháy ở các xưởng gia công gỗ, buồng sấy, trên tàu thủy, nếu ở đây có trạm hơi và đường ống dẫn đặc biệt để cung cấp hơi.

7.3.1.3. Bọt chữa cháy:

Các loại bọt chữa cháy phổ biến là bọt hóa học và bọt hòa không khí. Bọt là một hỗn hợp gồm có khí và chất lỏng. Bọt khí được tạo ra ở trong chất lỏng do kết quả của các quá trình hóa học hỗn hợp cơ học của không khí với chất lỏng.

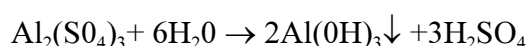
- Đặc điểm của bọt chữa cháy: Bọt rất bền với nhiệt nên chỉ cần một lớp mỏng từ 7~10cm là có thể dập tắt ngay đám cháy. Bọt có tỷ trọng 0,1~0,26 nên có khả năng nổi trên bề mặt chất lỏng đang cháy.

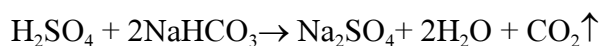
Tác dụng chủ yếu của bọt chữa cháy là cách ly đám cháy với không khí bên ngoài ngăn cản sự xâm nhập của oxy vào vùng cháy. Ngoài ra có tác dụng làm lạnh vùng cháy vì ở đây có dùng nước trong dung dịch tạo bọt.

Bọt chữa cháy được dùng để chữa cháy xăng dầu hay các chất lỏng khác. Sử dụng bọt có bội số cao để chữa cháy hầm tàu, tuynen, hầm nhà (bội số bọt là số lần tăng lên của thể tích bọt sinh ra so với thể tích ban đầu của chất tạo thành). Không được dùng bọt để chữa cháy.

- Các thiết bị điện vì bọt dẫn điện có thể bị điện giật.
- Các kim loại K, Na, đất đèn vì những chất này tác dụng với nước trong bọt làm thoát ra khí hydro.
- Các đám cháy có nhiệt độ cao hơn 1.700°C vì ở đây sử dụng dung dịch nước.

* Bọt hóa học: Là loại bọt được tạo thành bởi phản ứng giữa hai chất là sunfat nhôm $Al_2(SO_4)_3$ và bicacbonat natri $NaHCO_3$. Cả hai hóa chất đều tan trong nước và bảo quản trong các bình riêng. Khi sử dụng, trộn hai dung dịch với nhau, lúc đó tạo thành bọt theo phản ứng:





Ngoài ra để làm tăng độ bền của bột còn dùng thêm một số chất như sunfat sắt, bột cam thảo, ... Độ bền của bột khoảng 40 phút.

Bột hóa học được chế tạo trong các máy tạo bột đặc biệt và đưa đến chỗ chữa cháy nhờ các đường ống lắp với máy tạo bột. Ngoài các thiết bị tạo bột còn được bố trí trên các xe chữa cháy của các đội chữa cháy chuyên nghiệp. Bột hóa học còn được nạp vào các bình chữa cháy cầm tay.

* Bột hòa không khí: Loại bột này được chế tạo bằng cách khuấy trộn không khí (từ bình không khí nén) với dung dịch tạo bột thành chất lỏng sánh màu nâu sẫm. Bột hòa không khí tạo ra thể tích bột lớn hơn khoảng hai lần so với bột hóa học nên hiệu quả chữa cháy tốt hơn. Loại bột này không có tính ăn mòn hóa học cho nên có dính lây vào da cũng không nguy hiểm.

Thiết bị chế tạo bột hòa không khí là các máy trộn bột cố định hoặc lưu động và các vòi rồng bột không khí có máy bơm hoặc không có máy bơm phụ thuộc vào phương pháp phun bột.

Từ năm 1968 ở trong nước đã sản xuất được bột hòa không khí BN-70 có khối lượng riêng là $0,2 \sim 0,005/\text{cm}^3$, độ bền của bột là 20 phút, cường độ phun bột để chữa cháy xăng dầu là $0,1 \sim 1,5 \text{ l/m}^2 \cdot \text{s}$.

7.3.1.4. Bột khô chữa cháy:

Là các chất rắn tro dưới dạng bột (chất chữa cháy rắn). Đó là các hợp chất vô cơ và hữu cơ không cháy, nhưng chủ yếu là các chất vô cơ như kali cacbonat, natri cacbonat, natri hydrô cacbonat, cát khô, .. Tác dụng chữa cháy của chúng là bao phủ chất cháy bởi một lớp có chiều dày nhất định, ngăn cản vùng cháy và cản trở oxy lan vào vùng cháy.

Các loại bột khô chữa cháy có thể phun vào đám cháy bằng khí nén từ các hệ thống cố định, các trạm di động hoặc các dụng cụ chữa cháy cầm tay. Cường độ bột tiêu thụ cho một đám cháy khoảng $6,2 \sim 7 \text{ kh/m}^2 \cdot \text{s}$.

7.3.1.5. Các hợp chất halogen:

Tác dụng chính của các hợp chất halogen là kìm hãm (ức chế) tốc độ cháy, ngoài ra còn có tác dụng làm lạnh đám cháy. Các hợp chất halogen như brometyl (CH_3Br), tetraclorea (CCl_4) dùng để chữa cháy có hiệu quả rất lớn. Ví dụ: nếu dùng khí CO_2 để chữa cháy thì khi nồng độ oxy trong không khí giảm đến $14 \sim 18\%$ đám cháy mới có thể dập tắt, trong khi đó đối với các hợp chất halogen thì chỉ cần nồng độ oxy trong không khí giảm xuống $20,6\%$ là đủ. Các chất halogen khi đưa vào vùng cháy sẽ bị phân hủy, sản phẩm phân hủy sẽ tiếp tục tham gia vào phản ứng cháy, kết hợp với các nguyên tử và gốc phân tử của hợp chất cháy làm thay đổi chiều phản ứng cháy, từ phản ứng tỏa nhiệt sang phản ứng thu nhiệt. Các hợp chất halogen dễ thấm nước vào vật cháy nên hay dùng để chữa cháy những chất khó thấm nước như bông, vải, sợi.

7.3.1.6. Các loại khí:

Là các chất chữa cháy thể khí như các khí tro cacbonic (CO_2), nitơ (N_2) ... Tác dụng chữa cháy của những chất này là pha loãng nồng độ cháy; ngoài ra còn có tác dụng làm lạnh

vì khi phun vào đám cháy sẽ tạo ra nhiệt độ rất thấp. Ví dụ: khí CO_2 phun ra dưới dạng tuyết có nhiệt độ từ -78°C , ở nhiệt độ này khí bốc hơi sẽ thu nhiệt và làm giảm nhiệt độ của đám cháy.

Các chất khí trở dùng để dập tắt các đám cháy dung tích như kho tàng, hầm ngầm, nhà kín, chữa cháy điện, chữa cháy chất rắn, chất lỏng, có ưu điểm là không làm hư hỏng vật cần chữa cháy. Ngoài ra có thể dùng để dập tắt các đám cháy nhỏ ở ngoài trời như dùng khí CO_2 để chữa cháy các động cơ đốt trong, các cuộn dây động cơ điện, đám cháy dầu loang nhỏ.

Không được dùng khí trơ để chữa cháy trong trường hợp nó có thể kết hợp với các chất cháy tạo thành hỗn hợp nổ. Ví dụ: không dùng khí CO_2 để chữa cháy phân đạm, kim loại kiềm và kiềm thổ, các hợp chất tecmít, thuốc súng, ...

7.3.2. Phương tiện, thiết bị chữa cháy cơ giới.

Các đội chữa cháy chuyên nghiệp được trang bị những phương tiện, thiết bị chữa cháy cơ giới hiện đại như xe chuyên dụng, xe thông tin, xe thang, .. và các hệ thống báo cháy tự động.

7.3.2.1. Xe chữa cháy chuyên dụng:

Gồm nhiều loại xe như xe chữa cháy với máy bơm chữa cháy, xe thông tin và ánh sáng, xe phun bột hoá học hay bột hoà không khí, xe rải vôi, xe thang, xe hút khói, xe chỉ huy, xe phục vụ chiến đấu; trong đó xe chữa cháy (có bơm chữa cháy) là quan trọng nhất.

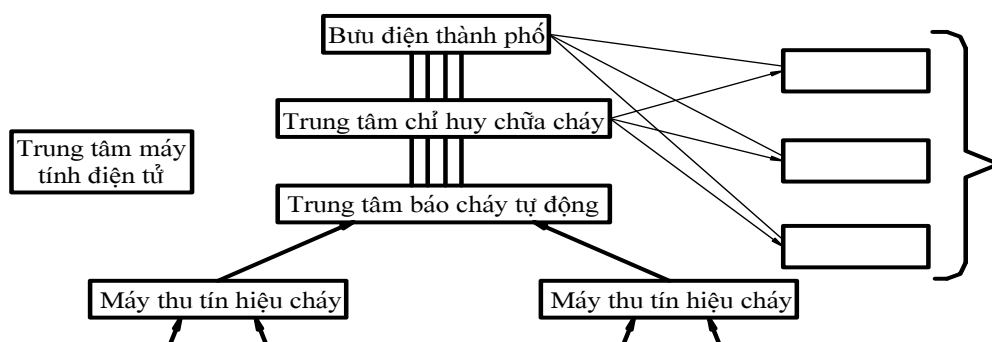
- Xe chữa cháy ngoài động cơ còn có trang thiết bị để chữa cháy như lăng, vòi, dụng cụ chữa cháy, nước và dung dịch chữa cháy, ngăn để chiến sĩ ngồi, bơm ly tâm để bơm phun nước hoặc dung dịch bột chữa cháy. Bơm có công suất trung bình 90 ~ 300 mã lực, áp lực nước trung bình từ 8 ~ 9 atm, chiều sâu hút nước tối đa tới 10m, lực lượng phun nước từ 20 ~ 45 l/s; lượng nước mang theo tới 400 ~ 5000 lít, lượng chất tạo bột 200 lít.

Xe chữa cháy cần động cơ lốt, tốc độ nhanh, đi được trên nhiều loại đường khác nhau; cho nên trên công trường thi công phải chú ý đến đường sá, nguồn cấp nước, bến bãi lấy nước cho xe chữa cháy.

- Ngoài xe chữa cháy còn có các loại xe chuyên dụng khác để có thể chữa những đám cháy khác nhau như khi chữa các đám cháy trên cao cần có xe thang, xe rải vôi; chữa những đám cháy lớn, nhiều khói, trời tối phải sử dụng xe thông tin và ánh sáng, xe rải vôi, xe hút khói ...

7.3.2.2. Thiết bị báo cháy:

Là các máy báo cháy tự động dùng để phát hiện địa điểm cháy từ đầu và báo ngay về trung tâm nhận tín hiệu có chất để tổ chức chữa cháy kịp thời. Hệ thống báo cháy còn bao gồm cả thông tin liên lạc hai chiều giữa đám cháy và trung tâm điều khiển chữa cháy, giữa đám cháy và trung tâm máy tính điện tử để có những thông số kỹ thuật về chữa cháy như chọn đường đi đến đám cháy, số lượng phương tiện, hoá chất cần dùng và lựa chọn phương án chữa cháy tối ưu.



Hình 7-1. Sơ đồ hệ thống báo cháy tự động của thành phố

Máy báo cháy làm việc dựa trên nguyên tắc: Khi có đám cháy xảy ra thì có sự thay đổi nhiệt độ, cường độ ánh sáng của môi trường xung quanh. Những sự thay đổi này được máy báo cháy thu nhận và biến đổi thành tín hiệu điện và sáu đó qua bộ phận khuếch đại rồi truyền cho máy thu tín hiệu cháy và truyền tiếp đến các bộ phận có liên quan như trung tâm báo cháy tự động, trung tâm máy tính, trung tâm chỉ huy chữa cháy. Từ trung tâm chỉ huy chữa cháy ra lệnh cho các đội chữa cháy khu vực. Hình 7-1 thể hiện sơ đồ hệ thống báo cháy tự động của một thành phố.

Máy báo cháy tự động thường được đặt ở mục tiêu quan trọng cần bảo vệ. Có các loại máy báo cháy sau đây:

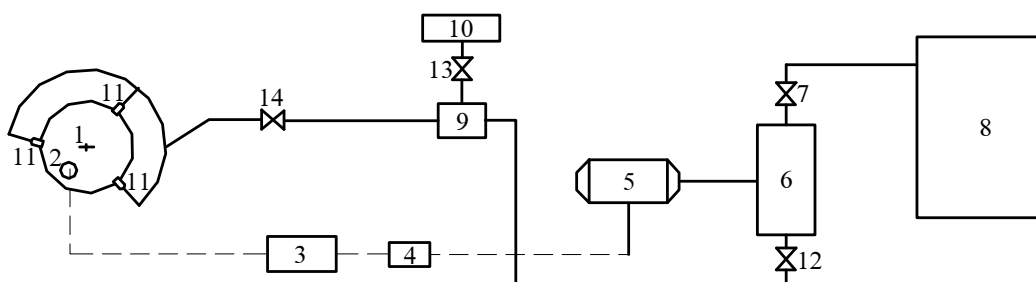
- * Loại nhiệt, phản ứng khi nhiệt độ của môi trường không khí xung quanh tăng cao.
- * Loại khói, phản ứng khi khói xuất hiện.
- * Loại ánh sáng, phản ứng khi xuất hiện ngọn lửa.
- * Loại tổng hợp, phản ứng với khói, ánh sáng và nhiệt độ.

Mỗi máy báo cháy bằng nhiệt kiểm soát được một diện tích 15~30 m², máy báo cháy bằng ánh sáng hoặc bằng khói kiểm soát một diện tích 50~100m². Thời gian làm việc không qua 7sec, treo cách mặt sàn được bảo vệ tối đa từ 6~8m. Độ ẩm không khí cho phép không quá 85%.

7.3.2.3. Phương tiện chữa cháy tự động:

Là phương tiện tự động đưa chất chữa cháy vào đám cháy để dập tắt ngọn lửa. Phương tiện chữa cháy tự động thường được bố trí ở những nơi có hàng hoá, máy móc, thiết bị đắt tiền nhưng lại dễ cháy, nổ nhất. Những phương tiện này có thể chữa cháy bằng nước, bằng hơi nước, bằng bọt, bằng các loại khí trơ (CO₂, N₂) chúng có thể hoạt động nhờ nguồn điện, hoặc bằng hệ thống khí nén, hệ thống dây cáp . . .

Hình 7-2 trình bày sơ đồ hệ thống chữa cháy tự động dùng bọt hoà không khí để dập tắt đám cháy cho loại chất lỏng dễ cháy. Nguyên lý hoạt động của hệ thống như sau: Khi bể đựng chất lỏng 1 bị cháy, máy báo cháy 2 báo về máy thu tín hiệu cháy 3. Máy thu tín hiệu cháy điều khiển khởi động từ 4 để động cơ 5 và máy bơm 6 làm việc; van tự động 7 mở ra để bơm hút nước từ bể chứa nước 8 qua máy khuấy trộn 9. Chất tạo bọt từ trên thùng đựng 10 vào thiết bị 9 để trộn với nước đi ra đám cháy qua miệng phun 11 hoá với không khí làm thành bọt hoà không khí dập tắt đám cháy. Khi bơm nước làm việc thì các van 12, 13 và 14 mở.



Hình 7 - 2. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống chữa cháy tự động bằng bột cho chất lỏng.

7.3.3. Phương tiện, dụng cụ chữa cháy thô sơ:

Các đội chữa cháy nghiệp dư ở xí nghiệp, công trường, kho tàng, đường phố thường được trang bị những phương tiện chữa cháy thô sơ có tác dụng chữa cháy ban

Đầu khi đám cháy còn nhỏ như thùng chứa, xô đựng nước, gầu vẩy, bơm tay (ống thật), thang, cầu liêm, bình chữa cháy, xẻng, cát, bao tải, ...

Hiện nay trong phòng chống cháy, nổ đã sử dụng nhiều loại bình chữa cháy tự chế tạo ở trong nước hoặc nhập từ nước ngoài. Lựa chọn loại bình chữa cháy phải phù hợp với vật chữa cháy, hiện tại trên các bình có ghi các chữ cái thể hiện:

A: Chữa cháy vật rắn

C: Chữa cháy chất khí

B: Chữa cháy chất lỏng

D: Chữa cháy kim loại

E hoặc bình tia chớp N - chữa cháy điện.

Dưới đây sẽ giới thiệu tóm tắt một số loại bình chữa cháy.

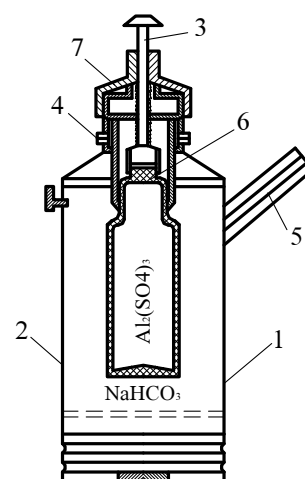
7.3.3.1. Bình bột hóa học:

Các loại bình bột hóa học đều có cấu tạo, nguyên tắc tạo bột và cách sử dụng khá giống nhau. Cấu tạo gồm có hai bình lồng vào nhau. Vỏ bình ngoài làm bằng sắt chịu được áp suất 20kg/cm^2 , có dung tích 8~10lít, trong đó chứa dung dịch bicacbonat natri NaHCO_3 . Bình thủy tinh ở bên trong đựng dung dịch sunfat nhôm $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, có dung dịch 0,45~1 lít. Trên thân bình có vòi phun để cho bột phun ra ngoài (hình 7-3).

Hình 7-3: Bình chữa cháy bằng bột hóa học

1- Vỏ bình; 2- Bình thủy tinh; 3- Chốt;

4- Vòi phun; 5- Tay cầm; 6- Van; 7- Nắp.



Trọng lượng bình không quá 15 kg, lượng tạo bột 40~55 lít, tầm phun xa từ 6~8 m; bội số bột từ 5~6 lần. Mỗi bình chữa cháy hóa học chỉ chữa cháy được một diện tích tối đa là 1m^2 .

Khi có cháy đem bình đến gần chỗ cháy, dốc ngược bình, nếu bình có chốt thì đập chốt xuống đất, nếu bình có khóa trên đầu thì phải mở khóa. Hai dung dịch hóa chất trộn lẫn vào nhau, phản ứng sinh bọt tạo áp suất và hướng vòi phun vào đám cháy.

Bình bọt hóa học chủ yếu dùng để chữa cháy chất lỏng, có thể chữa cháy các chất rắn nhưng hiệu quả không lớn. Không được sử dụng bình chữa cháy hóa học để chữa cháy điện, đất đèn kim loại, hợp chất của kim loại,....

7.3.3.2. Bình bọt hòa không khí:

Loại bình này chỉ khác bình bọt hóa học ở chỗ có thêm một bình thép nhỏ đựng không khí nén ở bên trong. Vỏ bình dung dịch tạo bọt chịu được áp suất tối đa là 15kg/cm^2 ; còn áp suất chịu đựng tối đa của bình thép khí nén là 250kg/cm^2 . Vỏ bình có dung dịch từ 5~10 lít, trọng lượng là 7~15 kg. Bình đựng không khí nén có đường kính 36mm, thể tích từ 0,05 ~1 lít, đường kính lỗ phun không khí nén là 0,6mm; tầm phun xa từ 20~50m.

Khi có cháy chỉ cần mở van bình không khí nén cho không khí trộn lẫn với dung dịch tạo bọt để chữa cháy. Bình bọt hòa không khí dùng để chữa cháy các chất lỏng dễ cháy, cũng có thể chữa cháy các chất rắn nhưng hiệu quả không cao, diện tích dập tắt lửa tối đa là $0,5\sim 1\text{m}^2$.

7.3.3.3. Bình chữa cháy bằng khí CO_2 :

Loại bình này có ba bộ phận chính là vỏ bình van, và loa phun khí (hình 7-4).

Hình 7-4: Bình chữa cháy bằng khí CO_2

1- Vỏ bình; 2- Van đóng nắp; 3- Loa phun khí; 4- Van an toàn

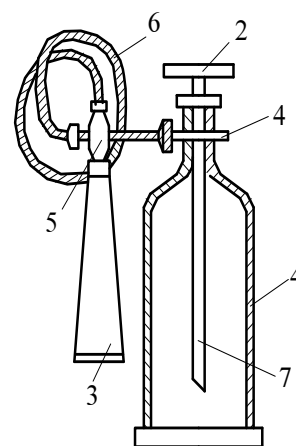
5- Tay cầm; 6- Ống dẫn khí; 7- Ống xì phông.

Vỏ bình chữa cháy bằng khí C_2 làm bằng thép dày chịu được áp suất thử là 250 kg/cm^2 và áp suất làm việc tối đa là 108 kg/cm^2 . Nếu áp suất này van an toàn sẽ tự động mở để xả bớt khí CO_2 ra ngoài. Loa phun khí thường làm bằng chất cách điện để đề phòng khi chữa cháy chạm loa vào thiết bị không bị điện giật.

Khi có cháy cần mang bình đến gần chỗ cháy quay loa vào gốc đám cháy; đồng thời mở van đóng mở (Hoặc xoay nắp hay ấn có tùy theo mỗi loại bình). Dưới áp suất cao, khí tuyết CO_2 sẽ qua ống xì phông và loa phun khí rồi phun vào đám cháy để dập tắt. Kích thước bình và trọng lượng CO_2 trong bình thay đổi tùy theo mỗi loại. Trọng lượng CO_2 có trong bình từ 1,5 kg đến trên 10 kg, đường kính bình từ 100~150 mm, thể tích bình 2~5 lít, chiều cao bình từ 440~800 mm, tầm phun xa là 1,5~3,5 m.

Bình chữa cháy bằng khí CO_2 dùng để chữa cháy các thiết bị điện, những thiết bị quý, máy móc đắt tiền. Không được dùng bình loại này để chữa cháy các kim loại như cacnitrat, hợp chất tecmít, ...

Tất cả các loại bình chữa cháy cần được bảo quản ở nơi râm mát, nhiệt độ của không khí không quá 40°C . Không để nơi có chất kiềm hoặc axit tránh cho vỏ bình và van bị ăn mòn.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1) Hoàng Công Cẩn - Bài giảng An toàn lao động. Đại học Đà Nẵng. Trường Đại học Kỹ thuật - Đà Nẵng - 1997.
- 2) Nguyễn Bá Dũng, Nguyễn Đình Thám, Lê Văn Tin - Kỹ thuật an toàn và vệ sinh lao động trong xây dựng - NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội - 1997
- 3) Văn Đình Đệ, Nguyễn Minh Chức . . . Khoa học kỹ thuật bảo hộ lao động - NXB Giáo dục năm 2003
- 4) Nguyễn Văn Phiêu, Nguyễn Thiện Quê, Tăng Văn Xuân - Bảo hộ lao động trong công nghiệp xây dựng Hà Nội - 2002
- 5) Lê Kiều, Nguyễn Duy Ngụ, Nguyễn Đình Thám - Công tác đất và thi công bê tông toàn khối - NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội - 1998
- 6) Nguyễn Bá Dũng - Bảo hộ lao động trong xây dựng - Đại học Xây dựng Hà Nội - 1980
- 7) Zôlôt - nhít - xki N.Đ, Uak - xi - nốp V.I, Ubi khai - lô - va G.A - Những bài tập kỹ thuật an toàn trong xây dựng. NXB Sách xây dựng Matxcôva - 1969
- 8) Bộ luật Lao động của nước Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam - NXB Chính trị quốc gia - 1994
- 9) Luật Công đoàn - NXB Pháp lý - 1990
- 10) Luật phòng cháy và chữa cháy - 2001
- 11) Nghị định số 06/NĐ-CP ngày 20/1/1995 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều luật của bộ luật lao động về an toàn lao động, vệ sinh lao động.
- 12) Nghị định số 169/NĐ-CP ngày 24/12/2003 của Chính phủ về an toàn điện
- 13) Quy phạm kỹ thuật an toàn trong xây dựng (TCVN 5308 - 91) - NXB xây dựng - 1993.
- 14) Tiêu chuẩn Xây dựng Việt Nam TCXDVN 296 : 2004 "Dàn giáo - Các yêu cầu về an toàn"
- 15) Kỹ thuật phòng cháy chữa cháy (Tiêu chuẩn xây dựng) - NXB Xây dựng - 1999.
- 16) Thông tư số 03/1998 TTLT/BLĐTBXH - BYT - TLĐLĐVN (26/3/1998) của Liên tịch Bộ Lao động thương binh và xã hội - Bộ Y tế - Tổng Liên đoàn lao động Việt Nam về hướng dẫn và khai báo điều tra tai nạn lao động.
- 17) Thông tư số 08/TT - LB ngày 19/5/1976 của Liên Bộ Y tế - Lao động thương binh và xã hội - Tổng Liên đoàn lao động quy định một số bệnh nghề nghiệp và chế độ đãi ngộ công nhân viên chức mắc bệnh nghề nghiệp.
- 18) Thông tư số 29/TT - LB ngày 25 /12/1991 của Liên Bộ Y tế - Lao động thương binh và xã hội - Tổng Liên đoàn lao động Việt Nam bổ sung một số bệnh nghề nghiệp.

