

CHƯƠNG VII: KỸ THUẬT PHÒNG CHÁY VÀ CHỮA CHÁY

§7.1 KHÁI NIỆM VỀ CHÁY NỔ

1.1-Bản chất của sự cháy:

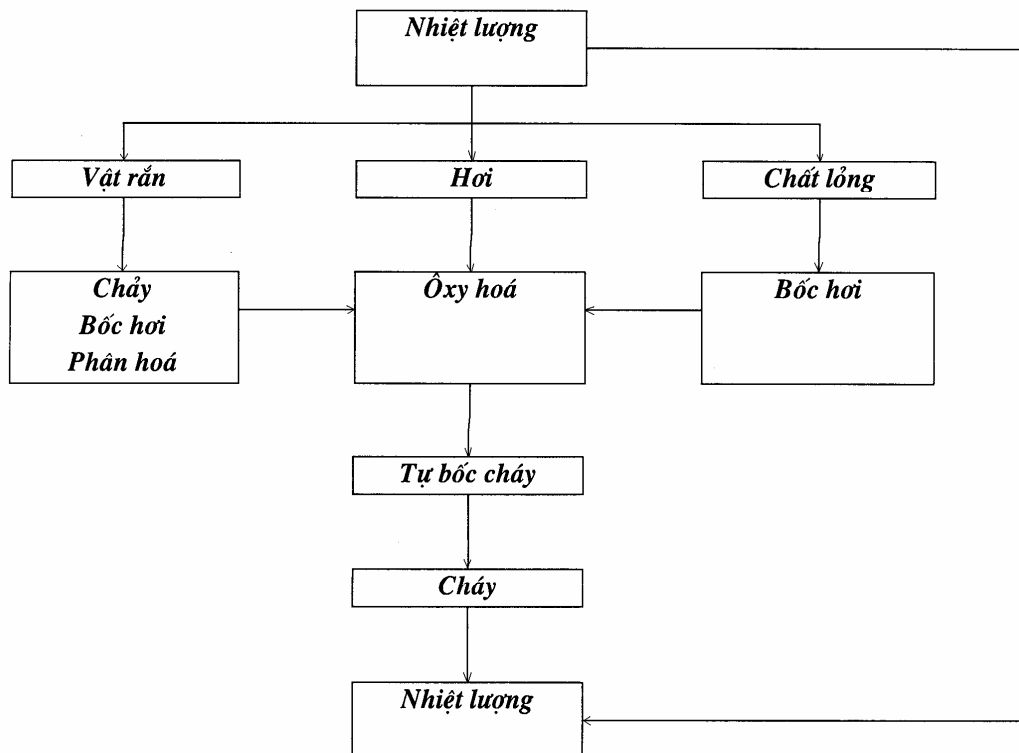
- Sự cháy là quá trình lý hoá phức tạp mà cơ sở của nó là phản ứng ôxy hoá xảy ra 1 cách nhanh chóng có kèm theo sự toả nhiệt và phát ra tia sáng.
- Trong điều kiện bình thường, sự cháy xuất hiện và tiếp diễn trong tổ hợp gồm có chất cháy, không khí và nguồn gây lửa. Trong đó chất cháy và không khí tiếp xúc với nó 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 1 tỷ lệ nhất định giữa chất cháy và không khí.
- Quá trình hoá học của sự cháy có kèm theo quá trình biến đổi lý học như chất rắn cháy thành chất lỏng, chất lỏng cháy bị bay hơi.

1.1.1-Diễn biến quá trình cháy:

-Quá trình cháy của vật rắn, lỏng, khí đều gồm có những giai đoạn sau:

- Ôxy hoá.
- Tự bốc cháy.
- Cháy.

-Quá trình cháy của vật rắn, chất lỏng và khí có thể tóm tắt trong sơ đồ biểu diễn sau:

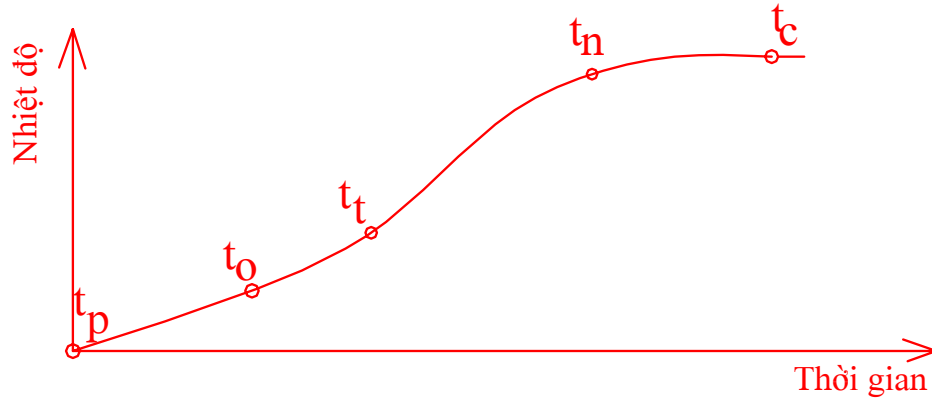


Hình 7.1: Quá trình cháy

-Tuỳ theo mức độ tích lũy nhiệt trong quá trình ôxy hoá làm cho tốc độ phản ứng tăng lên, chuyển sang giai đoạn tự bốc cháy và xuất hiện ngọn lửa.

-Phản ứng hoá học và hiện tượng vật lý trong quá trình cháy còn có thể gây ra nổ. Nó là sự biến đổi về mặt hoá học của các chất. Sự biến đổi này xảy ra trong 1 thời gian rất ngắn 1.10^{-3} - 1.10^{-5} s với 1 tốc độ mạnh toả ra nhiều chất ở thể khí đã bị đốt nóng đến 1 nhiệt độ cao. Do đó sinh ra áp lực rất lớn đối với môi trường xung quanh dẫn đến hiện tượng nổ.

-Sự thay đổi nhiệt độ của vật chất cháy trong quá trình cháy diễn biến như ở đồ thị:



Hình 7.2: Sự thay đổi nhiệt độ trong quá trình cháy

- Trong giai đoạn đầu từ t_p - t_o : nhiệt độ tăng chậm vì nhiệt lượng phải tiêu hao để đốt nóng và phân tích vật chất.
- Từ nhiệt độ t_o - t_t là nhiệt độ bắt đầu oxy hoá thì nhiệt độ của vật chất cháy tăng nhanh vì ngoài nhiệt lượng từ ngoài truyền vào còn có nhiệt lượng toả ra do phản ứng oxy hoá. Nếu lúc này ngừng cung cấp nhiệt lượng cho vật chất cháy và nhiệt lượng sinh ra do phản ứng oxy hoá không lớn hơn nhiệt lượng toả ra bên ngoài thì tốc độ oxy hoá sẽ giảm đi và không thể dẫn đến giai đoạn tự bốc cháy.
- Ngược lại với trường hợp trên thì phản ứng oxy hoá sẽ tăng nhanh chuyển đến nhiệt độ tự bốc cháy t_t .
- Từ lúc này nhiệt độ sẽ tăng rất nhanh nhưng đến nhiệt độ t_n thì ngọn lửa mới xuất hiện. Nhiệt độ này xấp xỉ bằng nhiệt độ cháy t_c .

1.1.2-Quá trình phát sinh ra cháy:

-Nhiệt độ tự bốc cháy của các chất cháy thì rất khác nhau: 1 số chất cao hơn 500°C , 1 số khác thì thấp hơn nhiệt độ bình thường.

-Theo nhiệt độ tự bốc cháy, tất cả các chất cháy chia làm 2 nhóm:

- Các chất có nhiệt độ tự bốc cháy cao hơn nhiệt độ ở môi trường xung quanh chúng $\rightarrow$ các chất này có thể tự bốc cháy do kết quả đốt nóng từ bên ngoài.
- Các chất có thể tự bốc cháy không cần đốt nóng vì môi trường xung quanh đã đốt nóng chúng đến nhiệt độ tự bốc cháy $\rightarrow$ những chất này gọi là chất tự cháy.

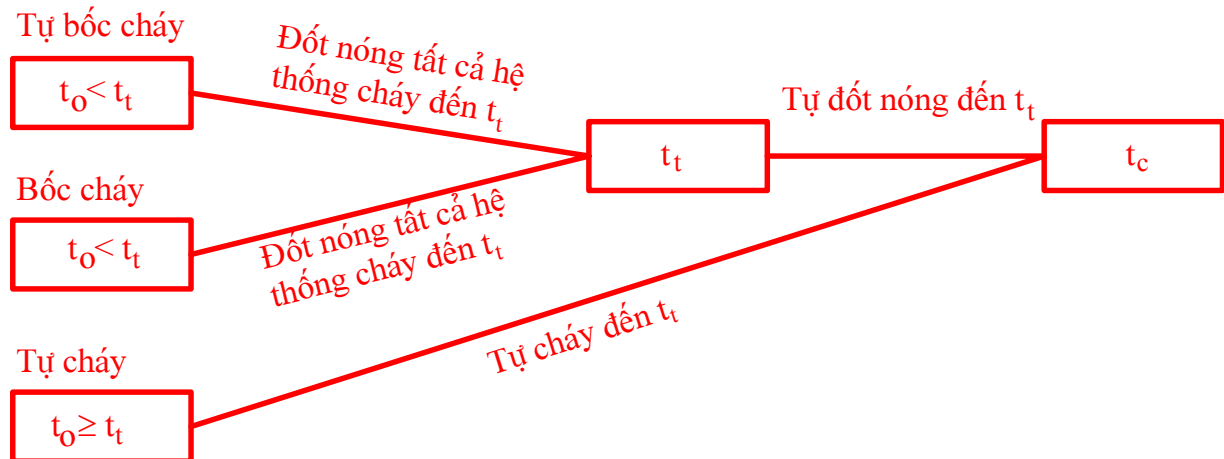
-Cần chú ý rằng sự tự bốc cháy và sự tự cháy cũng là 1 hiện tượng nhưng chỉ khác là:

- Sự tự bốc cháy có liên hệ với quá trình phát sinh cháy của các chất có nhiệt độ tự bốc cháy cao hơn nhiệt độ môi trường xung quanh.
- Sự tự cháy có liên hệ với quá trình phát sinh cháy của các chất có nhiệt độ tự bốc cháy thấp hơn nhiệt độ môi trường xung quanh.

-Quá trình phát sinh ra cháy do kết quả đốt nóng 1 phần nhỏ chất cháy bởi nguồn lửa gọi là sự bốc cháy. Thực chất lý học của quá trình bốc cháy không khác gì quá trình tự bốc cháy vì rằng sự tăng nhanh phản ứng ôxy hoá của chúng cũng như nhau. Sự khác nhau cơ bản giữa chúng là:

- Quá trình bốc cháy bị hạn chế bởi 1 phần thể tích chất cháy.
- Còn quá trình tự bốc cháy xảy ra trên toàn thể tích của nó.

-Ta có sơ đồ biểu diễn quá trình phát sinh cháy:



Hình 7.3: Quá trình phát sinh ra cháy

→ Ta thấy ngoài sự phụ thuộc vào nhiệt độ của các chất cháy T_0 đối với nhiệt độ tự bốc cháy của chúng t_t , trong quá trình phát sinh cháy của tất cả các hiện tượng đều có quá trình chung là sự tự đốt nóng, bắt đầu từ nhiệt độ tự bốc cháy t_t và kết thúc bằng nhiệt độ cháy t_c .

-Do đó quá trình nhiệt của sự phát sinh cháy trong tự nhiên chỉ là 1 và gọi là sự tự bốc cháy, còn sự tự cháy và bốc cháy là những trường hợp riêng của quá trình chung đó.

1.2-Giải thích quá trình cháy:

-Có 2 cách giải thích:

1.2.1-Lý thuyết tự bốc cháy nhiệt:

-Theo lý thuyết này thì điều kiện để xuất hiện quá trình cháy là tốc độ phát nhiệt của phản ứng ôxy hoá phải vượt qua hoặc bằng tốc độ truyền nhiệt từ vùng phản ứng ra ngoài.

-Quá trình cháy có thể bắt đầu từ 1 tia lửa hay bằng cách gia nhiệt toàn bộ hỗn hợp đến 1 nhiệt độ nhất định. Phản ứng cháy bắt đầu với tốc độ chậm và tỏa nhiệt. Do nhiệt lượng này mà hỗn hợp được gia nhiệt thêm, tốc độ phản ứng ngày càng tăng.

-Nhờ lý thuyết tự bốc cháy nhiệt mà người ta đưa ra những biện pháp phòng cháy và chữa cháy có hiệu quả.

-Tuy nhiên lý thuyết này không giải thích được 1 số trường hợp như: tác dụng của các chất xúc tác và ức chế quá trình cháy; ảnh hưởng của áp suất đến giới hạn bắt cháy,...

1.2.2-Lý thuyết tự bốc cháy chuỗi:

_Theo lý thuyết này, sự cháy bắt đầu từ các phân tử hoạt động nào đó, nó chuyển động và va chạm vào các phân tử khác trong hệ thống cháy và tạo ra những tâm hoạt động mới. Những tâm hoạt động này lại chuyển động và va chạm vào các phân tử khác tạo

thành 1 hệ thống chuỗi liên tục. Ngoài ra còn cho rằng khi đốt nóng hệ thống cháy sẽ tạo ra n tâm hoạt động: 1 trong số sẽ bị mất đi, số còn lại sẽ bị tái phản ứng lại.

-Nếu mỗi tâm hoạt động chỉ tạo ra 1 phần tử hoạt động mới thì tốc độ cháy không tăng. Trái lại nếu nó tái tạo 2 hay nhiều tâm hoạt động mới thì 1 tâm hoạt động được coi là sự kế tục của chuỗi, còn tâm hoạt động khác là sự phân nhánh. Lúc này tốc độ sẽ phát triển mạnh.

-Nhờ lý thuyết tự bốc cháy chuỗi mà có thể giải thích được hiện tượng nhiều đám cháy lúc ban đầu còn rất nhỏ nhưng khi phát triển thì tốc độ lan truyền rất mạnh. Đó là vì nhiệt độ càng cao, mạch phản ứng sinh ra càng nhiều và số lượng tâm hoạt động tăng lên gấp bội.

1.2.3-Sự khác nhau giữa hai lý thuyết:

-Sự khác nhau cơ bản giữa 2 lý thuyết tự bốc cháy nhiệt và lý thuyết tự bốc cháy chuỗi là ở chỗ:

- Ở lý thuyết tự bốc cháy nhiệt:
 - ✚ Nguyên nhân tăng phản ứng oxy hoá là do tốc độ phát nhiệt tăng nhanh hơn so với tốc độ truyền nhiệt.
 - ✚ Dựa vào sự tích lũy nhiệt của phản ứng để giải thích quá trình cháy.
- Ở lý thuyết tự bốc cháy chuỗi:
 - ✚ Nguyên nhân tăng phản ứng oxy hoá là do tốc độ phân nhánh chuỗi tăng nhanh hơn so với tốc độ chuỗi đứt.
 - ✚ Dựa vào sự tích lũy tâm hoạt động để giải thích quá trình cháy.

1.3-Điều kiện để cháy và nguồn gây lửa:

1.3.1-Điều kiện để cháy:

-Trong điều kiện thông thường, sự cháy là quá trình giữa oxy của không khí và chất cháy. Nhưng sự cháy có thể xảy ra khi không có oxy trong không khí như C_2H_2 nén, Clorua, N_2 ,... nếu có nguồn nhiệt hoặc H_2 . Nhiều kim loại có thể cháy trong Cl_2 , Cu cháy trong hơi S, Mg cháy trong khí than,... Tất cả các trường hợp trên đều thuộc phản ứng oxy hoá.

-Sự cháy của chất cháy và không khí chỉ có thể bắt đầu khi chúng đạt được 1 nhiệt độ tối thiểu nào đó. Trong điều kiện áp suất khí quyển, tốc độ cháy của ngọn lửa càng cao thì oxy càng nguyên chất, tốc độ cháy càng giảm thì lượng oxy trong không khí càng giảm. Khi lượng oxy không khí giảm đến 14% thì sự cháy ngừng lại.

⇒Tóm lại, điều kiện để cháy là:

- Có chất cháy.
- Có oxy.
- Có nhiệt độ cần thiết.

1.3.2-Cháy hoàn toàn và cháy không hoàn toàn:

-Tuỳ theo lượng oxy đưa vào để đốt cháy vật chất mà chia ra cháy hoàn toàn và cháy không hoàn toàn.

1.3.2.1-Cháy không hoàn toàn:

-Khi không đủ không khí thì quá trình cháy sẽ xảy ra không hoàn toàn. Trong sản phẩm cháy không hoàn toàn thường chứa nhiều hơi khí cháy, nổ và độc như CO, môt hóng, côn, andehit, acid,... Các sản phẩm này vẫn còn khả năng cháy nữa.

1.3.2.2-Cháy hoàn toàn:

-Khi có thừa ôxy thì quá trình cháy xảy ra hoàn toàn. Sản phẩm của quá trình cháy hoàn toàn là CO₂, hơi nước, N₂,... Khi cháy hoàn toàn ở trong khối cũng có các chất như trong sản phẩm cháy không hoàn toàn nhưng với số lượng ít hơn; thường chúng tạo ra ở phía trước tuyến truyền lan của sự 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 tạo ra.

1.3.3-Nguồn bắt lửa (môi bắt lửa):

-Là bất kỳ vật nào có nhiệt độ và nhiệt lượng dự trữ đủ để đốt nóng 1 thể tích nào đó của hệ thống cháy cho đến khi xuất hiện sự cháy trong hệ thống.

-Nguồn gây lửa có thể là các nguồn nhiệt hoặc xuất hiện dưới hình thức năng lượng nào đó: hoá năng (phản ứng toả nhiệt), cơ năng (va đập, nén, ma sát), điện năng (sự phóng điện):

- Khi môi bắt lửa là ngọn lửa trần, tia lửa điện, hồ quang điện, tia lửa sinh ra do ma sát, va đập, hay hạt than cháy dở,... thì gọi đó là những môi lửa phát quang.
- Có những loại môi bắt lửa không phát quang gọi là môi lửa ẩn. Chúng là những nhiệt lượng sinh ra khi nén đoạn nhiệt, khi ma sát, khi tiến hành các phản ứng hoá học,...

1.4-Sự lan truyền của đám cháy:

-Người ta phân ra 2 hình thức truyền lan của đám cháy là tuyến tính và thể tích.

1.4.1-Truyền lan tuyến tính:

-Truyền lan tuyến tính của đám cháy là truyền lan của ngọn lửa theo bề mặt của chất cháy về hướng nào đó và mặt phẳng nào đó có liên quan tới sự thay đổi diện tích bề mặt cháy, gọi là diện tích đám cháy.

-Giải thích sự lan truyền của ngọn lửa theo bề mặt vật chất cháy: sự cháy phát sinh ra ở 1 chỗ sẽ toả nhiệt. Nhiệt lượng này sẽ truyền lên bề mặt của chất cháy trực tiếp tiếp xúc với đám cháy hoặc ở cách đám cháy 1 khoảng cách nào đó. Khi bị đốt nóng đến nhiệt độ tự bốc cháy, những bề mặt đó sẽ cháy và đám cháy mới xuất hiện lại truyền lan ra nơi khác.

-Những thông số chính của đám cháy khi lan truyền tuyến tính là tốc độ tuyến tính và diện tích qua nó:

- Tốc độ tuyến tính trung bình V_1 của ngọn lửa truyền lan có thể biểu hiện bằng công thức:

$$V_1 = \frac{l_2 - l_1}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{\Delta l}{\Delta t} \quad (\text{m/phút}) \quad (7.1)$$

Trong đó:

+ l_2 : khoảng cách từ đám cháy trong thời điểm τ_2 (m).

+ l_1 : khoảng cách từ đám cháy trong thời điểm τ_1 (m).

- Tốc độ trung bình của diện tích đám cháy sẽ là:

$$V_F = \frac{F_2 - F_1}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{\Delta F}{\Delta t} \quad (\text{m}^2/\text{phút}) \quad (7.2)$$

Trong đó:

+ F_2 và F_1 : diện tích bề mặt cháy tương ứng với thời điểm $\tau_2, \tau_1(\text{m}^2)$.

1.4.2-Truyền lan thể tích:

-Truyền lan thể tích của đám cháy là sự phát sinh ra những đốm cháy mới cách đốm cháy đầu tiên 1 khoảng cách nhất định và ở trong các mặt phẳng khác. Khi truyền lan thể tích thì tốc độ của nó rất nhanh.

-Nguyên nhân chính của sự lan truyền thể tích là sự truyền nhiệt bằng bức xạ, đối lưu và tính dẫn nhiệt. Theo mức tăng của đốm cháy đến 1 trị số nhất định, trong phòng sẽ chứa đầy các sản phẩm cháy nóng, chúng có thể tự toả nhiệt và truyền cho các kết cấu, vật liệu và thiết bị xung quanh. Tốc độ truyền lan của các sản phẩm cháy trong đám cháy theo phương đứng cũng như phương ngang có thể đạt tới 30m/phút và nhanh hơn. Tốc độ lan của ngọn lửa theo các vật đã được nung nóng vượt rất nhiều tốc độ tuyến tính.

-Sự cháy lan không gian của đám cháy là 1 hiện tượng rất phức tạp. Muốn hạn chế cháy lan giữa các nhà phải thiết kế và xây dựng các chương ngại chống cháy, quy định khoảng cách chống cháy, có các giải pháp quy hoạch thiết kế kết cấu nhà cửa đúng đắn, cũng như huy động kịp thời các lực lượng và các thiết bị chữa cháy.

§7.2 NGUYÊN NHÂN GÂY RA CHÁY VÀ CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA

2.1-Nguyên nhân gây ra sự cháy:

-Các điều kiện mà khi đó khả năng phát sinh ra cháy bị loại trừ được gọi là các điều kiện an toàn phòng cháy, tức là:

- Thiếu 1 trong những thành phần cần thiết cho sự phát sinh ra cháy.
- Tỷ lệ của chất cháy và oxy để tạo ra hệ thống cháy không đủ.
- Nguồn nhiệt không đủ để bốc cháy môi trường cháy.
- Thời gian tác dụng của nguồn nhiệt không đủ để bốc cháy hệ thống cháy.

-Do sự vi phạm các điều kiện an toàn sẽ phát sinh ra những nguyên nhân gây ra cháy. Tuy nhiên những nguyên nhân gây ra cháy có rất nhiều và cũng khác nhau. Những nguyên nhân đó cũng thay đổi liên quan đến sự thay đổi các quá trình kỹ thuật trong sản xuất và việc sử dụng các thiết bị, nguyên vật liệu, các hệ thống chiếu sáng đốt nóng,...

-Có thể phân ra những nguyên nhân chính sau đây:

- Lắp ráp không đúng, hư hỏng, sử dụng quá tải các thiết bị điện gây ra sự cố trong mạng điện, thiết bị điện,...
- Sự hư hỏng các thiết bị có tính chất cơ khí và sự vi phạm quá trình kỹ thuật, vi phạm điều lệ phòng hoả trong quá trình sản xuất.
- Không thận trọng và coi thường khi dùng lửa, không thận trọng khi hàn,...
- Bốc cháy và tự bốc cháy của 1 số vật liệu khi dự trữ, bảo quản không đúng (do kết quả của tác dụng hoá học...).
- Do bị sét đánh khi không có cột thu lôi hoặc thu lôi bị hỏng.

- Các nguyên nhân khác như: theo dõi kỹ thuật trong quá trình sản xuất không đầy đủ; không trông nom các trạm phát điện, máy kéo, các động cơ chạy xăng và các máy móc khác; tàng trữ bảo quản nhiên liệu không đúng.

⇒ Tóm lại trên các công trường, trong sinh hoạt, trong các nhà công cộng, trong sản xuất có thể có nhiều nguyên nhân gây ra cháy. Phòng ngừa cháy là có liên quan nhiều tới việc tuân theo các điều kiện an toàn khi thiết kế, xây dựng và sử dụng các công trình nhà cửa trên công trường và trong sản xuất.

2.2-Tính chịu cháy và bốc cháy của cấu kiện xây dựng:

2.2.1-Các kết cấu xây dựng và sự bảo vệ phòng chống cháy:

-Thiết kế đúng đắn các kết cấu xây dựng có ý nghĩa quan trọng hàng đầu để đảm bảo an toàn phòng chống cháy và làm giảm thiệt hại do cháy gây ra. Bởi vì thông thường:

- Các kết cấu xây dựng làm từ vật liệu hữu cơ là 1 trong những nguyên nhân làm phát sinh ra cháy và cháy lan.
- Các kết cấu làm từ vật liệu vô cơ không cháy nhưng lại tích lũy 1 phần lớn nhiệt lượng tỏa ra khi cháy; dần dần lượng nhiệt do các kết cấu tích lũy sẽ tăng lên. Khi nhiệt lượng tích lũy đến 1 mức nhất định thì độ bền kết cấu sẽ giảm đến mức gây ra sụp đổ hoặc bị đốt nóng đến nhiệt độ có thể gây ra cháy ở các phòng bên cạnh.

-Kinh nghiệm cho biết các kết cấu xây dựng đã được tính toán theo định luật cơ học, kết cấu đứng vững được trong nhiều năm có thể bị sụp đổ trong vòng vài chục phút khi cháy xảy ra. Nhưng trong 1 số trường hợp, chính các kết cấu xây dựng lại được coi như công cụ phòng chống cháy. Bất kỳ kết cấu bao che nào trong 1 chừng mực nhất định cũng hạn chế được sự cháy lan.

-Như vậy thiết kế và xây dựng đúng đắn các kết cấu xây dựng đều có liên quan chặt chẽ tới việc phòng cháy và hạn chế cháy truyền lan.

2.2.2-Tính bốc cháy của vật liệu xây dựng:

-Người ta chia tất cả các vật liệu xây dựng nhà cửa và kết cấu của công trình ra làm 3 nhóm theo tính bốc cháy của nó:

2.2.2.1-Nhóm vật liệu không cháy:

-Là vật liệu không bắt lửa, không cháy âm ỉ (không bốc khói) và bề mặt không bị than hoá dưới tác dụng của ngọn lửa hoặc nhiệt độ cao. Đó là tất cả các chất vô cơ thiên nhiên hoặc nhân tạo và kim loại dùng trong xây dựng.

2.2.2.2-Nhóm vật liệu khó cháy:

-Là vật liệu khó bắt lửa, khó cháy âm ỉ (chỉ cháy rất yếu) và bề mặt khó bị than hoá, chỉ tiếp tục cháy khi có tác dụng thường xuyên của nguồn lửa. Sau khi bỏ ngọn lửa thì hiện tượng cháy sẽ tắt. Đó là các vật liệu hỗn hợp vô cơ và hữu cơ, là kết cấu làm từ những vật liệu dễ cháy nhưng được bảo quản bằng tráp ốp ngoài bằng vật liệu không cháy.

2.2.2.3-Nhóm vật liệu dễ cháy:

-Là các vật liệu cháy thành ngọn lửa, cháy âm ỉ dưới tác dụng của ngọn lửa hoặc nhiệt độ cao, sau khi lấy nguồn đi rồi vẫn tiếp tục cháy hoặc cháy yếu. Đó là tất cả các chất hữu cơ.

2.2.3-Tính chịu cháy của các kết cấu xây dựng:

-Là khả năng giữ được độ chịu lực và khả năng che chở của chúng trong các điều kiện cháy.

- Mất khả năng chịu lực khi cháy tức là khi kết cấu xây dựng bị sụp đổ. Trong những trường hợp đặc biệt khái niệm mất khả năng chịu lực được xác định chính xác hơn và nó phụ thuộc vào đại lượng biến dạng của kết cấu khi cháy mà vượt qua đại lượng đó kết cấu mất khả năng sử dụng tiếp tục.
- Mất khả năng che chở của kết cấu khi cháy là sự đốt nóng kết cấu đến nhiệt độ mà vượt qua nó có thể gây ra tự bốc cháy vật chất ở trong các phòng bên cạnh hoặc tạo ra khe nứt, qua đó các sản phẩm cháy có thể lọt qua.
- Tính chịu cháy của các kết cấu xây dựng được đặc trưng bởi giới hạn chịu cháy. Giới hạn chịu cháy là thời gian qua đó kết cấu mất khả năng chịu lực hoặc che chở. Giới hạn chịu cháy được đo bằng giờ hoặc phút; chẳng hạn: giới hạn chịu cháy của cột bằng 2 giờ tức là sau 2 giờ cột bắt đầu sụp đổ dưới chế độ nhiệt nhất định trong các điều kiện cháy.
- Các kết cấu xây dựng đạt tới giới hạn chịu cháy tức là khi chúng mất khả năng chịu lực hoặc che chở khi cháy xảy ra hoặc chúng bị đốt nóng đến nhiệt độ xác định gọi là nhiệt độ tới hạn t_{th} .

✚ Gọi giới hạn chịu cháy của các kết cấu thiết kế hoặc đang sử dụng là giới hạn chịu cháy thực tế, ký hiệu P_{tt} .

✚ Giới hạn chịu cháy của các kết cấu xây dựng yêu cầu bởi quy phạm hoặc xác định bởi các điều kiện an toàn là giới hạn chịu cháy yêu cầu, ký hiệu P_{yc} .

→ Điều kiện an toàn được thỏa mãn nếu tuân theo điều kiện sau đây: $P_{tt} \geq P_{yc}$

2.2.4-Tính chịu cháy của ngôi nhà:

-Ngôi nhà được cấu tạo từ các bộ phận kết cấu khác nhau, chúng có tính chịu cháy và thuộc các nhóm vật liệu bốc cháy khác nhau. Khả năng của toàn bộ ngôi nhà chống lại sự phá huỷ trong các điều kiện cháy đặc trưng bởi giới hạn chịu cháy và nhóm vật liệu bốc cháy của các bộ phận kết cấu được gọi là mức độ chịu cháy.

-Người ta phân ra mức độ chịu cháy thực tế và mức độ chịu cháy yêu cầu của ngôi nhà:

- Mức độ chịu cháy thực tế của ngôi nhà xác định theo giới hạn chịu cháy thực tế nhỏ nhất và nhóm vật liệu bốc cháy của 1 trong những bộ phận kết cấu. Mức độ chịu cháy thực tế của các ngôi nhà được quy định phụ thuộc vào chức năng và tính cháy nguy hiểm của các quá trình sản xuất bố trí ở trong. Theo mức độ chịu cháy, các ngôi nhà được chia làm 5 cấp: I. II. III. IV. V.
- Mức độ chịu cháy yêu cầu của ngôi nhà là mức độ chịu cháy tối thiểu mà ngôi nhà cần phải đạt được để thỏa mãn các yêu cầu an toàn nhất định. Mức độ chịu cháy yêu cầu của ngôi nhà được quy định phụ thuộc vào tính cháy nguy hiểm của các quá trình sản xuất bố trí ở trong, chức năng của ngôi nhà, diện tích, số tầng và sự hiện có của các thiết bị chữa cháy tự động.

-Với mức độ chịu cháy thực tế của ngôi nhà ký hiệu O_{tt} và mức độ chịu cháy yêu cầu ký hiệu O_{yc} thì điều kiện an toàn sẽ được thỏa mãn nếu tuân theo điều kiện sau đây:

$$O_{tt} \geq O_{yc} \quad (7.3)$$

2.3-Các biện pháp phòng ngừa:

-Phòng ngừa hoả hoạn trên công trường tức là thực hiện các biện pháp nhằm:

- Đề phòng sự phát sinh ra cháy.
- Tạo điều kiện ngăn cản sự phát triển ngọn lửa.
- Nghiên cứu các biện pháp thoát người và đồ đạc quý trọng trong thời gian cháy.
- Tạo điều kiện cho đội cứu hoả chữa cháy kịp thời.

-Chọn các biện pháp phòng cháy phụ thuộc vào:

- Tính chất và mức độ chống cháy (chịu cháy) của nhà cửa và công trình.
- Tính nguy hiểm khi bị cháy của các xí nghiệp sản xuất (quy trình sản xuất).
- Sự bố trí quy hoạch nhà cửa và công trình.
- Điều kiện địa hình,...

2.3.1-Tiêu diệt nguyên nhân gây ra cháy:

2.3.1.1-Biên pháp kỹ thuật và biện pháp kết cấu:

-Khi thiết kế quá trình thao tác kỹ thuật phải thấy hết khả năng gây ra cháy như phản ứng hoá học, sức nóng tia mặt trời, ma sát, va chạm, sét hay ngọn lửa,...để có biện pháp an toàn thích đáng; đặt dây điện phải đúng theo quy tắc an toàn.

2.3.1.2-Biên pháp tổ chức:

-Phổ biến cho công nhân cán bộ điều lệ an toàn phòng hoả, tổ chức thuyết trình nói chuyện, chiếu phim về an toàn phòng hoả.

-Treo cổ động các khẩu hiệu, tranh vẽ và dấu hiệu để phòng tai nạn do hoả hoạn gây ra.

-Nghiên cứu sơ đồ thoát người và đồ đạc khi có cháy.

-Tổ chức đội cứu hoả.

2.3.1.3-Biên pháp sử dụng và quản lý:

-Sử dụng đúng đắn máy móc, động cơ điện, nhiên liệu, hệ thống vận chuyển.

-Giữ gìn nhà cửa, công trình trên quan điểm an toàn phòng hoả.

-Thực hiện nghiêm chỉnh biện pháp về chế độ cấm hút thuốc lá, đánh diêm, dùng lửa ở những nơi cấm lửa hoặc gần những vật liệu dễ cháy.

-Cấm hàn điện, hàn hơi ở những nơi phòng cấm lửa...

2.3.2-Hạn chế sự cháy phát triển:

2.3.2.1-Quy hoạch phân vùng xây dựng 1 cách đúng đắn:

-Bố trí và phân nhóm nhà trong khu công nghiệp, công trường tuân theo khoảng cách chống cháy. Khoảng cách chống cháy ở giữa các nhà và công trình công nghiệp, nông nghiệp, kho chứa, giữa các nhà ở và công cộng,... được xác định trong quy phạm phòng cháy. Đó là những khoảng cách tối thiểu để đảm bảo cho công trình bên cạnh khỏi bị cháy lan, do cường độ bức xạ nhiệt khí cháy trong 1 thời gian nhất định đủ để đưa lực lượng và công cụ chữa cháy đến.

-Đối với nhà cửa, kho tàng nguy hiểm dễ sinh ra cháy như kho nhiên liệu, thuốc nổ,... phải bố trí cuối hướng gió,...

2.3.2.2-Dùng vật liệu không cháy hoặc khó cháy:

-Khi bố trí thiết bị kho tàng, nhà cửa, lán trại, xí nghiệp,... phải căn cứ vào đặc điểm của quá trình thao tác và sự nguy hiểm do hoả hoạn gây ra để chọn vật liệu có độ chịu cháy và hình thức kết cấu thích hợp.

2.3.2.3-Bố trí chướng ngại vật phòng cháy:

-Bố trí tường phòng cháy, đài phòng cháy, bể chứa nước ,... hoặc trồng cây xanh.

2.3.3-Các biện pháp chuẩn bị cho đội cứu hoả:

-Để tạo cho đội cứu hoả chữa cháy được nhanh chóng và kịp thời cần phải chuẩn bị 1 số công việc sau đây:

- Làm đường đặc biệt có đủ độ rộng thuận tiện cho ô tô cứu hoả đi lại dễ dàng.
- Làm đường tới những nơi khó đến, đường tới nguồn nước,...
- Bảo đảm tín hiệu báo tin cháy và hệ thống liên lạc. Hệ thống liên lạc có thể dùng máy thông tin liên lạc điện thoại, tín hiệu báo tin cháy có thể dùng tín hiệu báo cháy bằng điện hoặc phát hiện tín hiệu âm thanh và ánh sáng.

§7.3 CÁC BIỆN PHÁP CHỮA CHÁY

3.1-Các chất dập tắt lửa:

-Các chất chữa cháy là các chất khi đưa vào chỗ cháy sẽ làm đình chỉ sự cháy do làm mất các điều kiện cần cho sự cháy.

-Yêu cầu các chất chữa cháy phải có tỷ nhiệt cao, không có hại cho sức khoẻ và các vật cần chữa cháy, rẽ tiền, dễ kiếm và dễ sử dụng.

-Khi lựa chọn 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.

3.1.1-Chữa cháy bằng nước:

-Nước có tỷ nhiệt rất cao, khi bốc hơi nước có thể tích lớn gấp 1700 lần thể tích ban đầu. Nước rất dễ lấy, dễ điều khiển và có nhiều nguồn nước.

3.1.1.1-Đặc điểm chữa cháy bằng nước:

-Có thể dùng nước để chữa cháy cho các phần lớn các chất cháy: chất rắn hay chất lỏng có tỷ trọng lớn hơn 1 hoặc chất lỏng dễ hoà tan với nước.

-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 và hơi cháy trong vùng cháy, làm loãng ôxy trong không khí, làm cách ly không khí với chất cháy, hạn chế quá trình ôxy hoá, do đó làm đình chỉ sự cháy.

-Cần chú ý rằng:

- Khi nhiệt độ đám cháy đã cao quá 1700°C thì không được dùng nước để dập tắt.
- Không dùng nước chữa cháy các chất lỏng dễ cháy mà không hoà tan với nước như xăng, dầu hoả,....

3.1.1.2-Nhược điểm chữa cháy bằng nước:

-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 K, Na, CaC_2 sẽ tạo ra sức nóng lớn và phân hoá khi cháy nên có thể làm cho đám cháy lan rộng thêm.

-Nước tác dụng với acid H_2SO_4 đậm đặc sinh ra nổ.

-Khi chữa cháy bằng nước có thể làm hư hỏng vật cần chữa cháy như thư viện, nhà bảo tàng,...

3.1.2-Chữa cháy bằng bọt:

-Bọt chữa cháy là các loại bọt hoá học hay bọt không khí, có tỷ trọng từ 0.1-0.26 chịu được sức nóng. Tác dụng chủ yếu của bọt chữa cháy là cách ly hỗn hợp cháy với vùng cháy, ngoài ra có tác dụng làm lạnh.

-Bọt là 1 hỗn hợp gồm có khí và chất lỏng. Bọt khí tạo ra ở chất lỏng do kết quả của các quá trình hoá học hoặc hỗn hợp cơ học của không khí với chất lỏng. Bọt rất bền với nhiệt nên chỉ cần 1 lớp mỏng từ 7-10cm là có thể dập tắt ngay đám cháy.

3.1.2.1-Bọt hoá học:

-Thường được tạo thành từ chất bọt gồm từ các loại muối khô: $Al_2(SO_4)_3$, Na_2CO_3 và các chất chiết của gốc thực vật hoặc chất tạo bọt khác và nước.

-Bọt hoá học dùng để chữa cháy dầu mỏ và các sản phẩm dầu, các hoá chất chất rất tốt. Không được dùng bọt hoá học để chữa cháy:

- Những nơi có điện vì bọt dẫn điện có thể bị điện giật.
- Các khi loại K, Na vì nó tác dụng với nước trong bọt làm thoát khí H_2 .
- Các điện tử nóng chảy.
- Cồn và acêton vì các chất này hút nước mạnh và khi cháy toả ra 1 nhiệt lượng lớn, khi bọt rơi vào sẽ bị phá huỷ.

3.1.2.2-Bọt không khí:

-Là 1 hỗn hợp cơ học không khí, nước và chất tạo bọt, được chế tạo thành các chất lỏng màu nâu sẫm.

-Bọt không khí cơ học dùng để chữa cháy dầu mỏ và các sản phẩm dầu, các chất rắn cũng như các thiết bị vì nó ít dẫn điện so với bọt hoá học. Loại bọt này không có tính ăn mòn hoá học cho nên có vào da cũng không nguy hiểm.

3.1.3-Chữa cháy bằng các chất khí trơ:

-Các loại khí trơ dùng vào việc chữa cháy là N_2 , CO_2 và hơi nước. Các chất chữa cháy này dùng để chữa cháy dung tích vì khi hoà vào các hơi khí cháy chúng sẽ làm giảm nồng độ oxy trong không khí, lấy đi 1 lượng nhiệt lớn và dập tắt phần lớn các chất cháy rắn và lỏng (tác dụng pha loãng nồng độ và giảm nhiệt).

-Do đó có thể dùng để chữa cháy ở các kho tàng, hầm ngầm nhà kín, dùng để chữa cháy điện rất tốt. Ngoài ra dùng để chữa 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.

-Nó có ưu điểm không làm hư hỏng các vật cần chữa cháy. Tuy nhiên không được dùng trong trường hợp nó có thể kết hợp với các chất cháy để tạo ra hỗn hợp nổ, không có khả năng chữa được các chất Na, K, Mg cháy.

→Ngoài những chất trên, người ta còn dùng cát, đất, bao tải, cối,... để dập tắt những đám cháy nhỏ. Đối với đám cháy lớn dùng những chất này không hiệu quả.

3.2-Biên pháp dùng nước để chữa cháy:

3.2.1-Nguồn cấp nước chữa cháy:

-Theo quy định phòng cháy thì ở hiện trường xây dựng phải có mạng lưới cấp nước phòng chữa cháy cho các công tác thi công chính. Mạng lưới cấp nước chữa cháy được xây dựng phù hợp theo thiết kế sao cho nó có thể nối liền với đường ống dẫn nước và được giữ lại để cấp nước sau này khi sử dụng khai thác công trình.

-Nếu hiện trường thi công cách nguồn nước tự nhiên (sông, ao hồ, hồ chứa nước nhân tạo) không xa hơn 200m thì việc cấp nước cứu hỏa có thể tổ chức lấy từ các nguồn nước đó. Lúc này cần phải thiết lập bến bãi lấy nước hoặc những giếng lấy nước để tạo thành hệ thống cấp nước phòng chữa cháy cho công trình.

-Ở hiện trường xây dựng mà vị trí của nó cách nguồn nước tự nhiên xa hơn thì người ta thiết lập đường ống dẫn nước có vòi chữa cháy hoặc van chữa cháy. Những vòi chữa cháy được bố trí trên mạng dẫn nước ở khoảng cách không lớn hơn 2m từ đường đi lại và phải đảm bảo đường nhánh có bề rộng không nhỏ hơn 2.5m

-Nguồn cấp nước cho việc bố trí mạng đường ống dẫn nước hoặc bến bãi lấy nước cần phải đảm bảo lưu lượng nước theo mục đích dập tắt đám cháy cho các công tác thi công trên hiện trường.

3.2.2-Định mức nước và thời gian kéo dài để dập tắt đám cháy:

-Định mức lượng nước để dập tắt đám cháy khi xây dựng các nhà sản xuất, nhà sinh hoạt, nhà làm việc phụ thuộc vào:

- Mức độ chịu cháy các ngôi nhà.
- Tính dễ cháy của sự bố trí sản xuất, thi công (hạng sản xuất theo tính cháy nguy hiểm).
- Khối tích xây dựng của các ngôi nhà và được quy định trong bảng sau:

Mức độ chịu cháy	Hạng sản xuất theo tính chất nguy hiểm	Lưu lượng nước (l/s) để dập tắt 1 đám cháy theo khối ngôi nhà (1000m ³)						
		≤3	>3 đến 5	>5 đến 20	>20 đến 50	>50 đến 200	>200 đến 400	>400
I-II	D, E	10	10	10	10	15	20	25
I-II	A, B, C	10	10	15	20	30	35	40
III	D, E	10	10	15	25	-	-	-
III	C	10	15	20	30	-	-	-
IV-V	D, E	10	15	20	30	-	-	-
IV-V	C	15	20	25	-	-	-	-

-Số lượng tính toán các đám cháy đồng thời trong khu xây dựng công nghiệp nên lấy:

- Một đám cháy khi diện tích khu vực xí nghiệp nhỏ hơn 150ha.
- Hai đám cháy khi diện tích 150ha và lớn hơn.

-Thời gian kéo dài tính toán để dập tắt đám cháy (thời gian chữa cháy tiêu chuẩn) trong khu vực dân cư hoặc trên hiện trường xây dựng người ta lấy 3h.

3.2.3-Lượng nước dự trữ để chữa cháy:

-Lượng nước dự trữ tuyệt đối để chữa cháy được xác định phụ thuộc vào trị số tính toán các đám cháy đồng thời, lưu lượng nước để dập tắt đám cháy và thời gian chữa cháy tiêu chuẩn, tức là:

$$Q = q \cdot \tau$$

(7.4)

Trong đó:

+Q: lượng nước dự trữ để chữa cháy theo thời gian chữa cháy tiêu chuẩn.

+q: định mức lưu lượng để dập tắt đám cháy.

+τ: thời gian kéo dài chữa cháy yêu cầu.

○ Đối với các xí nghiệp thuộc hạng sản xuất A, B, C và các khu dân cư thì thời hạn lớn nhất để loại trừ đám cháy không được lớn hơn 24h.

○ Đối với các xí nghiệp công nghiệp thuộc hạng sản xuất D, E thì thời hạn này không được lớn hơn 36h.

-Nếu lưu lượng nguồn cấp nước không đủ đảm bảo lượng nước dự trữ chữa cháy trong thời hạn yêu cầu trên thì thời gian thực hiện chữa cháy cho phép tăng theo tỷ lệ của sự tăng bổ sung lượng nước dự trữ chữa cháy tuyệt đối. Trị số thể tích tăng bổ sung của lượng nước dự trữ này có thể xác định theo công thức:

$$\Delta Q = Q \cdot \frac{k-1}{k} \quad (7.5)$$

Trong đó:

+ΔQ: thể tích tăng bổ sung của lượng nước dự trữ chữa cháy.

+Q: thể tích cần thiết của lượng nước dự trữ phòng chữa cháy theo thời gian kéo dài chữa cháy yêu cầu.

+k: tỷ số giữa thời hạn chữa cháy theo thực tế của lượng nước dự trữ phòng chữa cháy và thời hạn chữa cháy giới hạn quy định.

3.2.4-Phương pháp tưới nước vào đám cháy:

-Tưới nước vào đám cháy có thể thực hiện bằng các vòi phụt mạnh hoặc phun với các tia nhỏ dưới hình thức mưa:

- Để tạo ra các vòi phụt mạnh có thể dùng các ống phụt (vòi rồng) cầm tay và ống phụt có giá. Các vòi nước phụt mạnh có đặc điểm là diện tích tác dụng nhỏ, tốc độ lớn, sức phụt xa tập trung một khối nước lớn lên 1 diện tích nhỏ.. Ngoài tác dụng làm mạnh, vòi nước phụt mạnh còn có tác dụng phân tích vật cháy ra những phần nhỏ, tách ngọn lửa khỏi vật cháy. Vòi nước phụt mạnh nên áp dụng để chữa cháy các vật 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 thiết bị.
- Để tạo ra các tia nước phun mưa có thể dùng ống phun mưa cầm tay, ống phụt để tạo ra các tia nước nhỏ dưới áp suất lớn ở các đầu vòi phun, miệng phun hình cầu xoắn, các loại vòi này thường sử dụng ở trong hệ thống chữa cháy tự động. Tưới nước dưới hình thức phun mưa có ưu điểm làm tăng bề mặt tưới và giảm lượng nước tiêu thụ. Thường áp dụng chữa cháy các chất như than, vải, giấy, phốt pho, các chất chất rời rạc, chất có sợi, chất cháy lỏng và để làm nguội bề mặt kim loại bị nung nóng.

3.3-Các dụng cụ chữa cháy:

-Các đội chữa cháy chuyên nghiệp được trang bị những phương tiện chữa cháy hiện đại như: xe chữa cháy, xe thông tin, xe thang,... và các hệ thống báo cháy tự động. Ở xí nghiệp, công trường, kho tàng, đường phố người ta trang bị cho các đội chữa cháy các

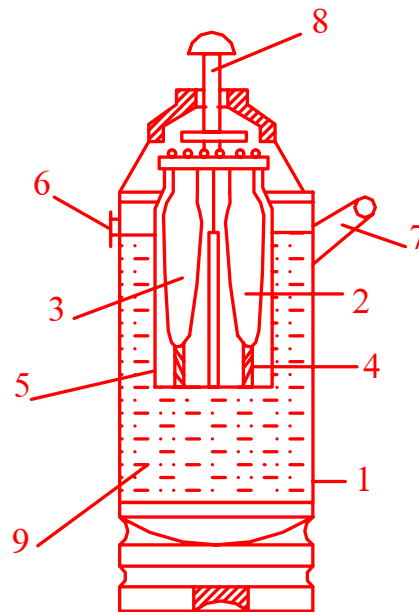
loại dụng cụ chữa cháy như: gàu vẩy, bơm, vòi rồng, thang, câu liêm, xô xách nước, bình chữa cháy, bao tải,...

-Hiện nay ở nước ta dùng rất nhiều loại hình bột bình chữa cháy của các nước và của ta chế tạo. Tuy kết cấu có khác nhau, nhưng nguyên tắc tạo bột và cách sử dụng khá giống nhau. Dưới đây sẽ nêu ra 3 loại điển hình là:

3.3.1-Bình chữa cháy bột hoá học OIB:

-Vỏ bình làm bằng thép hàn chịu được áp suất 20kg/cm^2 , có dung tích 10 lít trong đó chứa dung dịch kiềm Na_2CO_3 với chất tạo bột chiết từ gốc cây.

-Trong thân bình có 2 bình thuỷ tinh: 1 bình chứa đựng acid sulfuric nồng độ 65.5 độ, 1 bình chứa sulfat nhôm nồng độ 35 độ. Mỗi bình có dung tích khoảng 0.45-1 lít. Trên thân bình có vòi phun để làm cho bột phun ra ngoài. Khi chữa cháy đem bình đến gần đám cháy cho chốt quay xuống dưới, đập nhẹ chốt xuống nền nhà. Hai dung dịch hoá chất trộn lẫn với nhau, phản ứng sinh bột và hướng vòi phun vào đám cháy. Loại bình này tạo ra được 45 lít bột trong 1.5 phút, tia bột phun xa được 8m.



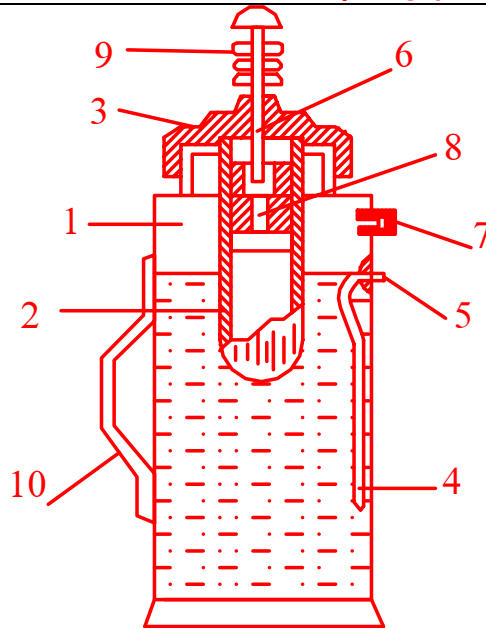
1. Thân bình 2. Bình chứa H_2SO_4 3. Bình chứa $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 4. Lò xo
5. Lưới hình trụ 6. Vòi phun bột 7. Tay cầm 8. Chốt đập 9. Dung dịch kiềm Na_2CO_3 .

Hình 7.4: Bình chữa cháy bằng bột hóa học

3.3.2- Bình chữa cháy tetacclorua cacbon CCl_4 :

-Bình chữa cháy loại này có thể tích nhỏ, chủ yếu dùng để chữa cháy trên ô tô, động cơ đốt trong và thiết bị điện.

-Cấu tạo có nhiều kiểu, thông thường nó là 1 bình thép chứa khoảng 2.5 lít CCl_4 , bên trong có 1 bình nhỏ chứa CO_2 .



1.Thân bình 2.Bình nhỏ chứa CO_2 3.Nắp 4.Ống xìphông 5. Vòi phun
6. Chốt đập 7.Màng bảo hiểm 8.Tấm đệm 9.Lò xo 10. Tay cầm.

Hình 7.5: Bình chữa cháy bằng CCl_4

-Khả năng dập tắt đám cháy của CCl_4 là tạo ra trên bề mặt chất cháy 1 loại hơi nặng hơn không khí 5.5 lần. Nó không nuôi dưỡng sự cháy, không dẫn điện, làm cản oxy tiếp xúc với chất cháy do đó làm tắt cháy.

-Kghi cần dùng, đập tay vào chốt đập, mũi nhọn của chốt đập chọc thủng tấm đệm và khí CO_2 trong bình nhỏ bay ra ngoài. Dưới áp lực của khí CO_2 , dung dịch CCl_4 phun ra ngoài theo vòi phun thành 1 tia. Bình được trang bị 1 màng bảo hiểm để phòng nổ. Một số bình kiểu này người ta dùng không khí nén để thay thế CO_2 .

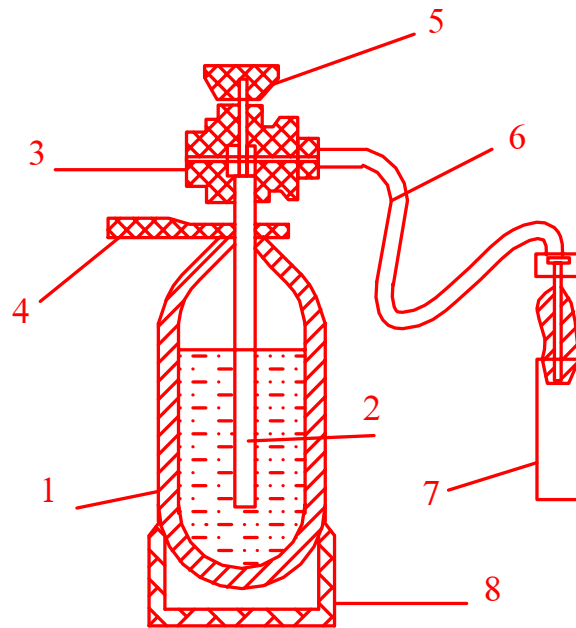
3.3.3-Bình chữa cháy bằng khí CO_2 (loại OY-2):

-Vỏ bình chữa cháy bằng khí CO_2 làm bằng thép dày chịu được áp suất thử là 250kg/cm^2 . và áp suất làm việc tối đa là 180kg/cm^2 . Nếu quá áp suất này van an toàn sẽ tự động mở ra để xả khí CO_2 ra ngoài.

-Bình chữa cháy loại này có loa phun thường làm bằng chất cách điện để đề phòng khi chữa cháy chạm loa vào thiết bị điện.

-Khi đem bình đi chữa cháy, cần mang đến thật gần chỗ cháy, quay loa đi 1 góc 90° và hướng vào chỗ cháy, sau đó mở nắp xoáy. Dưới áp lực cao, khí tuyết CO_2 sẽ qua ống xìphông và loa phun rồi được phun vào ngọn lửa.

-Bình chữa cháy bằng khí CO_2 không dùng để chữa cháy các thiết bị điện, những thiết bị quý,... Không được dùng bình chữa cháy loại này để chữa cháy kim loại như các nitơrat, hợp chất técmít,...



1.Thân bình 2.Ống xìphông 3.Van an toàn 4.Tay cầm

5.Nắp xoáy 6.ống dẫn 7.Loa phun 8.Giá kê

Hình 7.6: Bình chữa cháy bằng khí CO₂

3.3.4-Vòi rồng chữa cháy:

-Hệ thống vòi rồng cứu hỏa có tác dụng tự động dập tắt ngay đám cháy bằng nước khi nó mới xuất hiện. Vòi rồng có 2 loại: kín và hở.

3.3.4.1-Vòi rồng kín:

-Có nắp ngoài làm bằng kim loại dễ chảy, đặt hướng vào đối tượng cần bảo vệ (các thiết bị, các nơi dễ cháy). Khi có đám cháy, nắp hợp kim sẽ chảy ra và nước sẽ tự động phun ra để dập tắt đám cháy. Nhiệt độ nóng chảy của hợp kim, phụ thuộc vào nhiệt độ làm việc của gian phòng và lấy như sau:

- Đối với phòng có nhiệt độ dưới 40° là 72°.
- Đối với phòng có nhiệt độ từ 40°-60° là 93°.
- Đối với phòng có nhiệt độ dưới 60°-100° là 141°.
- Đối với phòng có nhiệt độ cao hơn 100° là 182°.

3.3.4.2-Vòi rồng hở:

-Không có nắp đây, mở nước có thể bằng tay hoặc tự động. Hệ thống vòi rồng hở để tạo màng nước bảo vệ các nơi sinh ra cháy.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Công Cẩn, *Bài giảng An toàn lao động*.
- [2] Bộ Xây dựng, *Bảo hộ lao động trong ngành Xây dựng*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 2005.
- [3] Bùi Mạnh Hùng, *Kỹ thuật an toàn - vệ sinh lao động và phòng chống cháy nổ trong xây dựng*, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội 2004.
- [4] Nguyễn Bá Dũng, *Những giải pháp Kỹ thuật an toàn trong xây dựng*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội 2002.