



TÀI LIỆU

HUẤN LUYỆN AN TOÀN LAO ĐỘNG NGÀNH HÓA CHẤT



 lienhe@antoannamviet.com

 www.antoannamviet.com

PHẦN I: ẢNH HƯỞNG CỦA HÓA CHẤT

1.1. Ảnh hưởng của hóa chất đối với sức khỏe con người

1.1.1. Sự độc hại của hóa chất: mức độ độc hại của hóa chất phụ thuộc vào

❖ Đường xâm nhập của hóa chất vào cơ thể con người

Hóa chất có thể đi vào cơ thể con người theo 3 đường: Đường hô hấp; Hấp thụ qua da; Đường tiêu hóa

- Đối với người lao động trong công nghiệp, hít thở là đường vào thông thường và nguy hiểm nhất

- Độ dày của da cùng với sự đồ mồ hôi và tổ chức mỡ ở lớp dưới da có tác dụng như một hàng rào bảo vệ chống lại việc hóa chất xâm nhập vào cơ thể và gây các tổn thương cho da. Những hóa chất có dung môi thấm qua da hoặc chất dễ tan trong mỡ dễ dàng thâm nhập vào cơ thể qua da. Các chất càng dễ tan trong mỡ thì độc tính cho hệ thần kinh càng cao.

- Thông thường hóa chất hấp thụ qua đường tiêu hóa ít hơn so với 2 đường trên, hơn nữa tính độc sẽ giảm khi qua đường tiêu hóa do tác động của dịch dạ dày và dịch tụy

❖ Loại hóa chất tiếp xúc

Do các phản ứng lý hóa của chất độc với các hệ thống cơ quan tương ứng mà có sự phân bố đặc biệt cho từng chất:

- Hóa chất có tính điện ly như: chì, bary tập trung trong xương, bạc vàng ở trong da hoặc lắng đọng trong gan, thận dưới dạng phức chất.

- Các chất không điện ly loại dung môi hữu cơ tan trong mỡ: tập trung trong các tổ chức giàu mỡ như hệ thần kinh.

- Các chất không điện ly và không hòa tan trong các chất béo: khả năng thấm vào các tổ chức của cơ thể kém hơn và phụ thuộc vào kích thước phân tử và nồng độ chất độc.

Tùy thuộc vào tính chất lý, hóa, sinh mà một số hóa chất nguy hiểm sẽ được đào thải ra ngoài:

- Qua ruột: chủ yếu là các kim loại nặng.

- Qua mật: Một số chất độc được chuyển hóa rồi liên hợp sunfo hoặc glucuronic rồi đào thải qua mật.

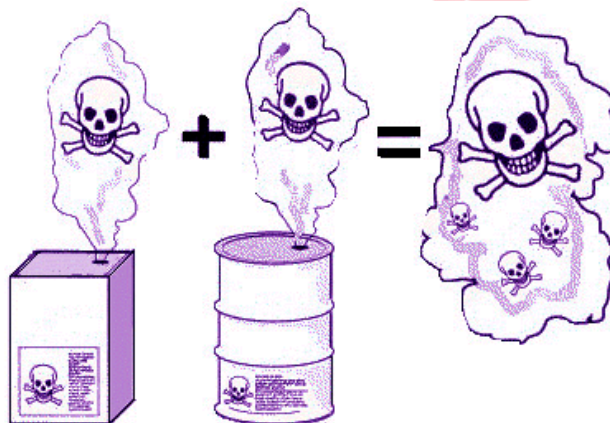
- Qua hơi thở có thể đào thải một số lớn chất độc dưới dạng khí hơi.

- Chất độc có thể còn được đào thải qua da, sữa mẹ.

❖ Nồng độ và thời gian tiếp xúc

- Khi tiếp xúc trong thời gian ngắn nhưng với nồng độ hóa chất cao có thể gây ra những ảnh hưởng cấp tính (nhiễm độc cấp),

- Trong khi đó tiếp xúc trong thời gian dài nhưng với nồng độ thấp sẽ xảy ra hai xu hướng: hoặc là cơ thể chịu đựng được, hoặc là hóa chất được tích lũy với khối lượng lớn hơn, để lại ảnh hưởng mãn tính.

❖ **Ảnh hưởng kết hợp của các hóa chất**❖ **Tính miễn cảm của người tiếp xúc**

Có sự khác nhau lớn trong phản ứng của mỗi người khi tiếp xúc với hóa chất. Tiếp xúc với cùng một lượng trong cùng một thời gian một vài người bị ảnh hưởng trầm trọng, một vài người bị ảnh hưởng nhẹ, có thể có một số người nhìn bên ngoài không thấy có biểu hiện gì.

❖ **Các yếu tố làm tăng nguy cơ người lao động bị nhiễm độc**

- Vi khí hậu:
 - + Nhiệt độ cao: làm tăng khả năng bay hơi của chất độc, tăng tuần hoàn, hô hấp do đó làm tăng khả năng hấp thu chất độc.
 - + Độ ẩm không khí tăng: làm tăng sự phân giải của một số hóa chất với nước, tăng khả năng tích khí lại ở niêm mạc, làm giảm thải độc bằng mồ hôi, do đó cũng làm tăng nguy cơ bị nhiễm độc.
- Lao động thể lực quá sức làm tăng tuần hoàn, hô hấp và tăng mức độ nhiễm độc.
- Chế độ dinh dưỡng không đủ hoặc không cân đối làm giảm sức đề kháng của cơ thể...

1.1.2. Những tác hại lên con người**a. Kích thích gây khó chịu.**

❖ *Kích thích da:* khi một hóa chất tiếp xúc với da, có thể chúng sẽ làm biến đổi các lớp bảo vệ khiến cho da bị khô, xù xì và xót. Tình trạng này được gọi là viêm da.

❖ **Kích thích đối với mắt:** Hóa chất nhiễm vào mắt có thể gây tác động từ khó chịu nhẹ, tạm thời tới thương tật lâu dài. Các chất gây kích thích đối với mắt thường là: axit, kiềm và các dung môi

❖ **Kích thích đối với đường hô hấp:**

- Các chất hòa tan như: amoniac, fomandehit, sunfuro, axit và kiềm ở dạng mù sương, khí hoặc hơi khi tiếp xúc với đường hô hấp trên (mũi và họng) sẽ gây ra cảm giác bỏng rát; chúng được hấp thu vì sự ẩm ướt của đường mũi họng

- Các hóa chất ít tan trong nước sẽ xâm nhập vào vùng trao đổi khí. Các chất này ít xuất hiện ở nơi làm việc song những tổn thương mà chúng gây ra đối với người lao động thì rất nghiêm trọng. Phản ứng của hóa chất với mô phổi gây ra phù phổi (dịch trong phổi) và có thể xuất hiện ngay lập tức hoặc sau vài giờ. Triệu chứng bắt đầu với việc rất khó chịu trong phổi, tiếp theo là ho, khó thở, xanh tím và khạc nhiều đờm. Các hóa chất này thường là: Đioxit nitơ, ozon, photgen...



b. Gây dị ứng.

– Dị ứng da: Da bị dị ứng có tình trạng giống như viêm da

– Dị ứng đường hô hấp: là căn nguyên của bệnh hen nghề nghiệp, những triệu chứng của căn bệnh này là ho nhiều về đêm, khó thở, thở khò khè và ngắn

c. Gây ngạt.

❖ **Ngạt thở đơn thuần**

- Chất gây ngạt đơn thuần thường ở dạng khí như: CO_2 , CH_4 (mê tan), N_2 , C_2H_6 , H_2 ...;

- Các chất này trong không gian chật hẹp, nơi thông gió kém sẽ chiếm thể tích và đẩy oxy đi làm cho môi trường thiếu oxy.

Nồng độ oxy	Triệu chứng
< 18 %	Gây ngạt
12 – 16%	Thở gấp
10-14%	Cảm giác mệt mỏi bất thường
6-10%	Nôn ói và mất khả năng tự chủ
< 6%	Co giật và suy hô hấp, có thể dẫn đến tử vong

❖ **Ngạt thở hóa học**

- Chất gây ngạt hóa học ngăn cản máu vận chuyển ôxy tới các tổ chức của cơ thể, chất đặc trưng là oxít cacbon,

- Các chất khác như hydro xianua, hoặc hydro sunfua...cản trở khả năng tiếp nhận ô xy của tế bào, ngay cả khi máu giàu ôxy.

❖ **Gây mê và gây tê.**

- Các hóa chất như: *etanol*, propanol (ancol béo), *axeton* và metyl-etyxeton (xeton béo), *axetylen*, *hydrocacbon*, etyl và isopropyl ete...

- Tiếp xúc với nồng độ cao có thể làm suy yếu hệ thần kinh trung ương, gây ngất thậm chí dẫn đến tử vong. Khi tiếp xúc thường xuyên với các hóa chất này ở nồng độ thấp một số người bị nghiện chúng. Những chất này gây ảnh hưởng tương tự như say rượu.

❖ **Tác động đến hệ thống các cơ quan chức năng.**

Gan:

Làm sạch chất độc có trong máu bằng cách biến đổi chúng thành chất không độc và những chất có thể hòa tan trong nước trước khi bài tiết ra ngoài. Tuy nhiên, một số hóa chất lại gây tổn thương cho gan, gây hậu quả xơ gan và giảm chức năng gan. Các triệu chứng của viêm gan là vàng da, vàng mắt. Các dung môi: alcol, cacbon tetracloerua, tricloetylen, clorofom

Thận:

Thận là một phần của hệ tiết niệu, chức năng của hệ tiết niệu là bài tiết (đào thải) các chất cặn do cơ thể sinh ra, duy trì sự cân bằng của nước và muối, kiểm soát và duy trì nồng độ axit trong máu. Các hóa chất cản trở thận đào thải chất độc gồm etylen glycol, cacbon đisunphua, cacbon tetracloerua. Các hợp chất khác như cadimi, chì, nhựa thông, etanol, toluen, xylen... sẽ làm hỏng dần chức năng của thận.

❖ **Bệnh bụi phổi.**

Các chất gây bệnh bụi phổi thường là: silic tinh thể, amiang...

1.2. Tác hại tới môi trường

Trong hoạt động công nghiệp và vận chuyển các chất nguy hại, dựa vào hậu quả của tai nạn mà người ta phân thành 2 nhóm chính:

❖ **Tai nạn lao động.**

Hậu quả của một tai nạn lao động là luôn luôn gây tác hại đến một hoặc nhiều công nhân. Thông thường tai nạn lao động được giới hạn ở mức chỉ gây tác hại tới nạn nhân và thường không có tính chất phức tạp. Loại tai nạn này xảy ra do vi phạm các quy tắc an toàn. Loại tai nạn này dễ dàng dự báo và có thể ngăn ngừa hoặc hạn chế thông qua thực thi các biện pháp an toàn.

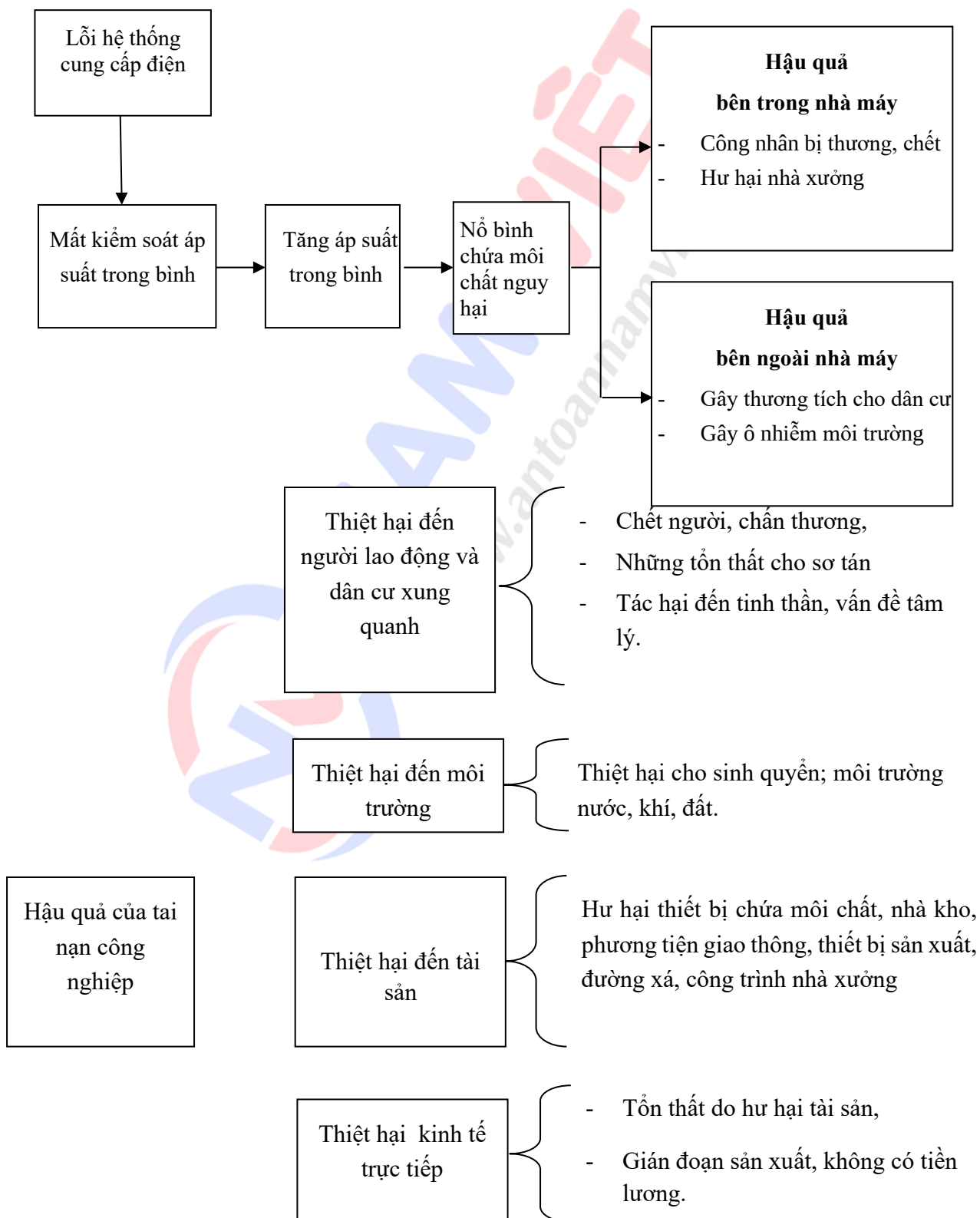


Hình 1.2: Nguyên nhân dẫn đến tai nạn lao động

❖ **Tai nạn công nghiệp:**

Hậu quả của tai nạn công nghiệp lớn hơn loại tai nạn nghề nghiệp rất nhiều. Hậu quả của tai nạn công nghiệp tác hại đến người lao động, nhà máy, dân cư, môi trường. Hậu quả được bắt đầu bởi lỗi của thành phần hệ thống, lỗi của người vận hành hoặc công nhân, hoặc bởi các tác động bên ngoài (hiện tượng tự nhiên nguy hiểm hoặc hành động mang tính phá hoại của con người)

Tai nạn này xuất hiện khi xảy ra các sự kiện nguy hiểm: cháy, nổ, thoát chất nguy hại.



1.3. Một số hóa chất nguy hại tới con người và môi trường.

1.3.1. Chất gây cháy nổ

a. Các chất lỏng:

- Dung môi hydrocacbon (xăng, dầu hỏa, benzene – C_6H_6 , toluene – C_6H_5OH ...): dễ cháy
- Alcol (methanol – CH_3OH , etanol – C_2H_5OH): dễ cháy
- Ete, xeton (diethyl ete, axeton – CH_3COCH_3 ...): dễ cháy
- Cacbon disunfua CS_2 : dễ cháy
- Hidro peroxit – H_2O_2 : dễ phân hủy nổ khi gặp tác động như ánh sáng mạnh, va đập...

b. Các chất rắn dễ cháy nổ:

- Photpho, lưu huỳnh... khi ở nhiệt độ cao có thể bốc cháy trong không khí
- Các muối clorat (muối kali clorat, natri clorat): là chất oxi hóa rất mạnh, nếu nghiền chúng với các chất dễ cháy thì sẽ xảy ra nổ, ví dụ hỗn hợp bột than hoặc lưu huỳnh với kali clorat sẽ nổ nếu bị va đập.
- Amoni nitrat (NH_4NO_3): khi ở nhiệt độ cao dễ phân hủy do lặn tạp chất (bụi hữu cơ, sắt oxit, vụn kim loại ...) và có thể gây nổ. Ở dạng khô có thể nổ khi bị đốt.

c. Các chất dạng khí:

Các khí thuộc dãy hydrocacbon

1.3.2. Các chất gây độc

- a. **Các chất khí gây ngạt:** đáng chú ý là CO , CO_2 ...
- b. **Các chất có độc tính mạnh khác:** NH_3 , Cl_2 , HCl , SO_2 , NO_x , ...; benzene, HCN , CH_3OH ...; muối xyanua, muối thủy ngân tan, chì và các muối của nó...

1.3.3. Các chất có phản ứng mạnh với nước

a. Kim loại kiềm và kiềm thổ:

Na , K , Ca , Ba ... phản ứng với nước tạo ra dd kiềm, H_2 và nhiệt tỏa ra lớn có thể làm bốc cháy H_2 và gây nổ.

b. Peroxit kim loại kiềm

NaO, Na_2O_2 , K_2O , K_2O_2 , ... tạo ra O_2 và nhiệt rất mạnh

c. **Hidrua kim loại:**

NaH , CaH_2 phản ứng với nước tạo ra H_2 và nhiệt

d. **Photphua kim loại:** phản ứng với nước tạo ra PH_3 (photphin) chất độc và có thể tự bốc cháy

e. **Canxi cacbua, nhôm cacbua:**

CaC_2 phản ứng với nước tạo ra axetylen

AlC_3 phản ứng với nước tạo ra metan.

Phần II: Một số biện pháp nhằm ngăn ngừa và hạn chế các yếu tố độc hại trong sản xuất và sử dụng hóa chất nguy hại.

2.1. Nguyên tắc thay thế:

Cách tốt nhất để ngăn ngừa hoặc giảm thiểu tác hại của hóa chất đến con người và môi trường là tránh sử dụng các hóa chất nếu có sẵn nhiều chất thay thế ít độc hại, ít nguy hiểm hơn.

Ví dụ của việc thay thế các hóa chất nguy hiểm:

- Sử dụng sản phẩm hoặc keo tan trong nước thay thế cho sản phẩm hoặc keo tan trong dung môi hữu cơ;

Ví dụ về thay thế quy trình:

- Thay thế việc phun sản bằng phương pháp sản tĩnh điện hoặc sản nhúng;
- Áp dụng phương pháp nạp nguyên liệu bằng máy thay cho việc nạp nguyên liệu thủ công.

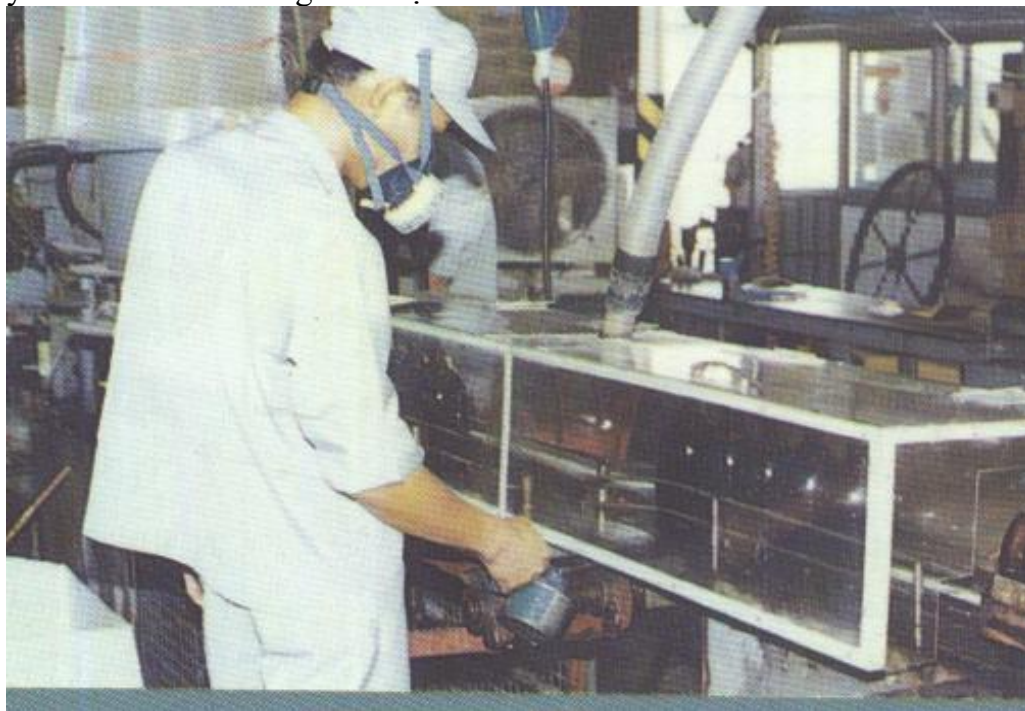
Ví dụ điển hình:

Trong may mặc sử dụng các dung môi hữu cơ để giặt tẩy nguyên liệu hoặc thành phẩm, dung môi hữu cơ rất nguy hại và đắt tiền. Nếu tiếp xúc với dung môi tẩy rửa sẽ có hiện tượng mệt mỏi, đau đầu chóng mặt, đau mắt khó thở, ảnh hưởng đến phổi. Nếu như những vết bẩn có dầu sẽ được tẩy bằng dung dịch có chứa 5 – 10% xà phòng sẽ rẻ hơn và ít độc hại hơn dung môi hữu cơ.

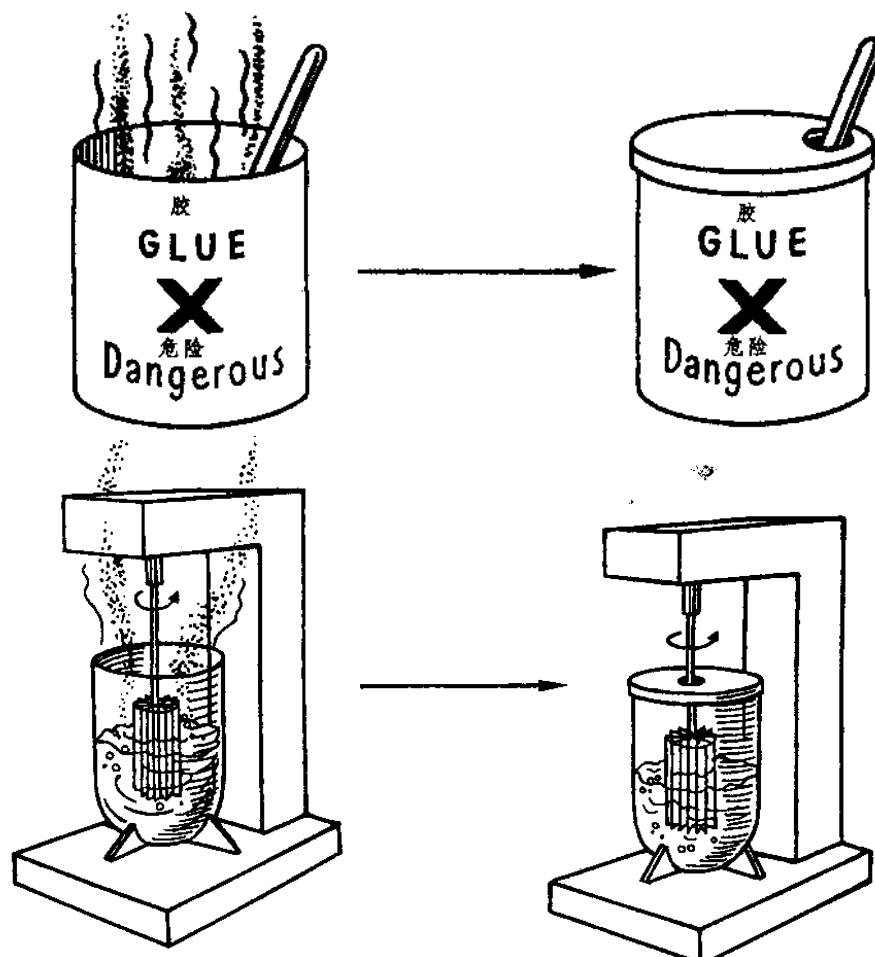
2.2. Thiết lập khoảng cách an toàn hoặc che chắn giữa người lao động và hóa chất (bao che hoặc cách ly nguồn phát sinh hóa chất nguy hiểm)

Một quá trình sản xuất lý tưởng là ở đó người lao động được hạn chế tới mức thấp nhất mọi cơ hội tiếp xúc với hóa chất, bằng cách

- *Bao che* toàn bộ máy móc, những điểm phát sinh bụi của băng chuyền hoặc bao che quá trình sản xuất các chất ăn mòn... để hạn chế sự lan tỏa hơi, khí độc hại, nguy hiểm tới môi trường làm việc.



Hình sử dụng vách ngăn, màn chắn để ngăn nóng, tiếng ồn, khí độc



- *Di chuyển* các qui trình và công đoạn sản xuất các hóa chất này tới vị trí an toàn, cách xa người lao động trong nhà máy hoặc xây tường để *cách ly* chúng ra khỏi quá trình sản xuất có điều kiện làm việc bình thường khác. Chẳng hạn như cách ly quá trình phun sơn với các quá trình sản xuất khác trong nhà máy bằng các bức tường hoặc rào chắn... hoặc đặt nơi sơn ở cuối hướng gió

Bên cạnh đó, để đảm bảo an toàn cháy nổ, cần phải cách ly hóa chất dễ cháy nổ với các nguồn nhiệt, chẳng hạn như đặt thuốc nổ ở xa các máy mài, máy cưa...

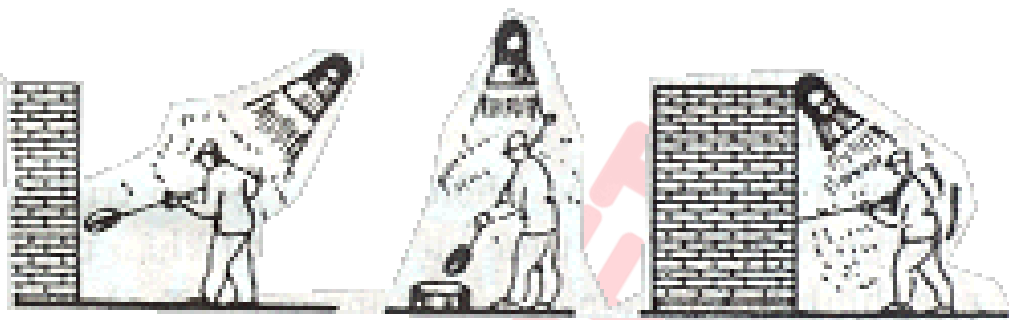
2.3. Giảm nồng độ (thông gió)

Đối với hóa chất dễ bay hơi, việc thông gió được xem như là một hình thức kiểm soát tốt nhất sau việc thay thế hoặc bao che. Nhờ các thiết bị thông gió thích hợp, người ta có thể ngăn không cho bụi, hơi, khí độc thoát ra từ quá trình sản xuất tiến vào khu vực hít thở của người lao động và chuyển chúng bằng các ống dẫn tới bộ phận xử lý (xyclo, thiết bị lắng, thiết bị lọc tĩnh điện...) để khử độc trước khi thải ra ngoài môi trường.

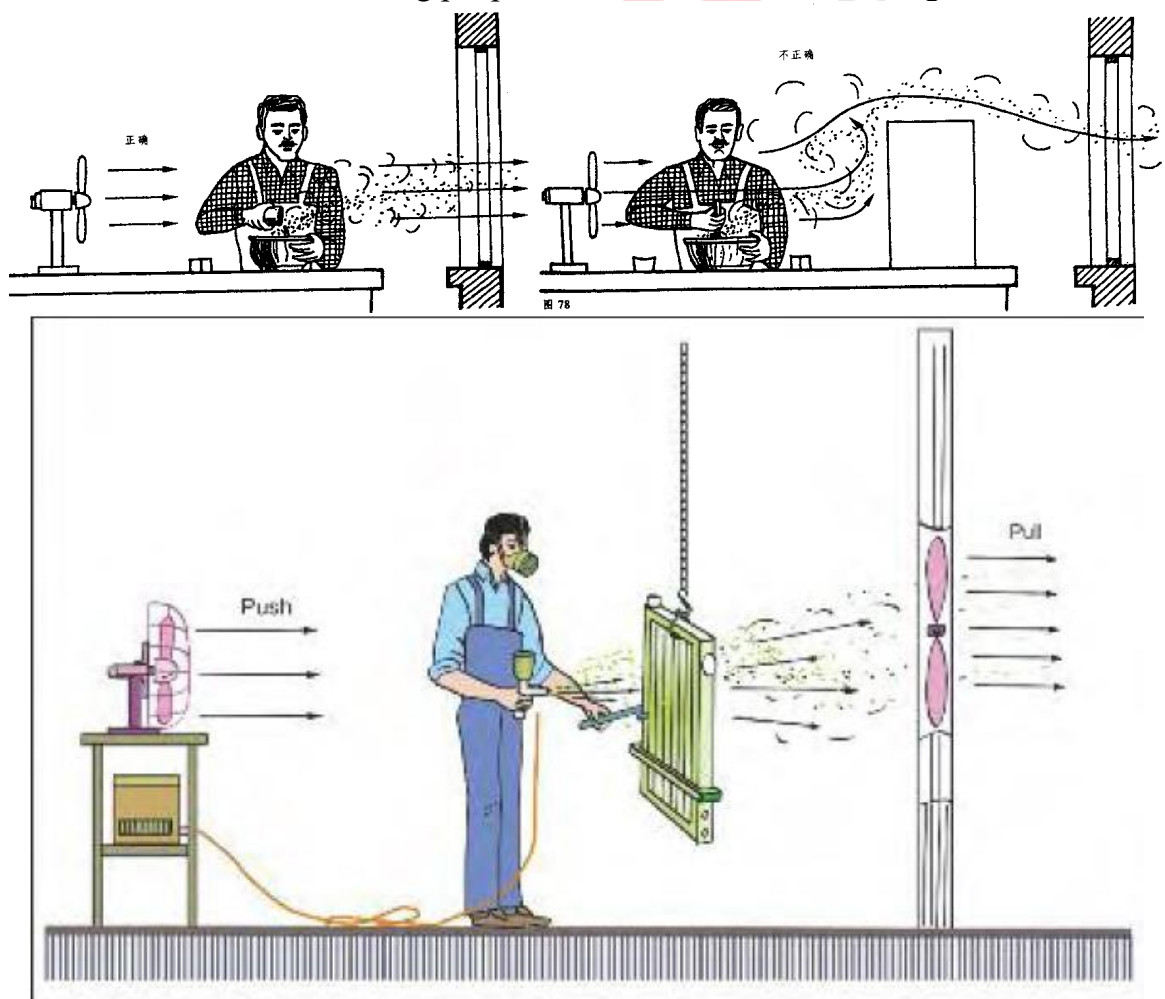
Hệ thống thông gió có thể bố trí theo hệ thống: thông gió cục bộ ngay tại nơi phát sinh hơi, khí độc; hay hệ thống thông gió chung cho toàn nhà máy; hoặc áp dụng kết hợp cả 2 hệ thống.

- Hệ thống thổi cục bộ:

Còn được gọi là hoa sen không khí, thường được bố trí để thổi không khí sạch và mát vào những vị trí thao tác cố định của công nhân mà tại đó thường tỏa nhiều khí hơi có hại và nhiều nhiệt.



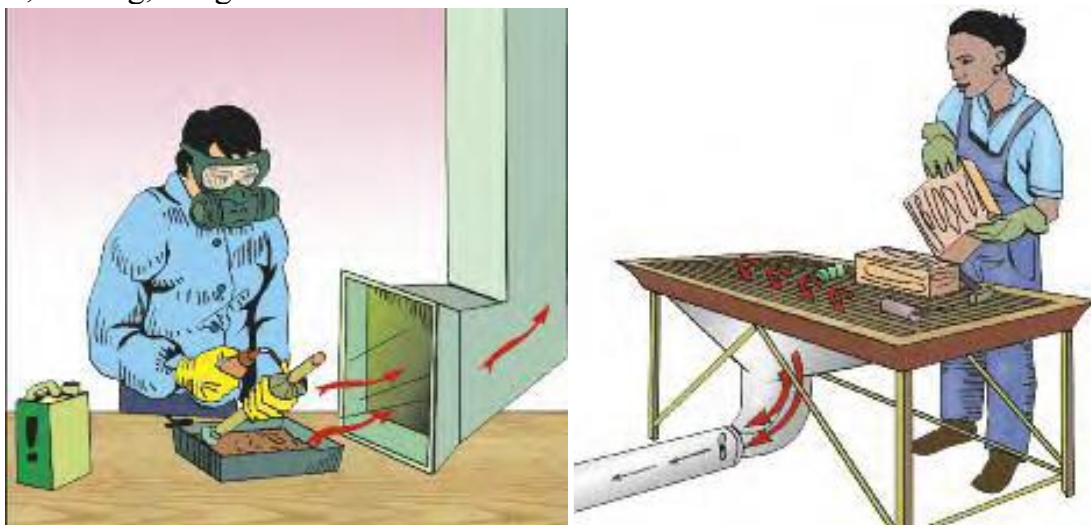
Hình: Phương pháp thổi cục bộ tại các cửa lò nung



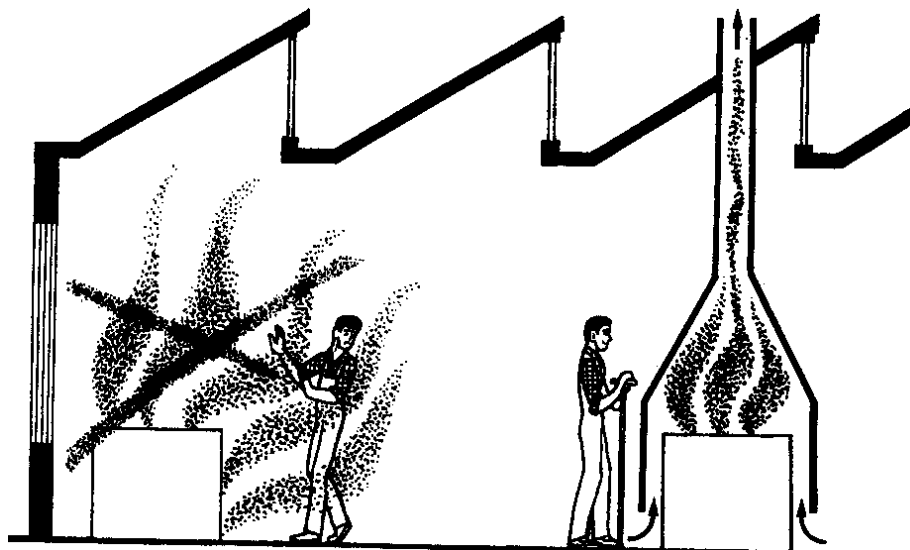
Hình phương pháp thổi cục bộ bằng cách đẩy khí độc ra ngoài môi trường làm việc
- Đối với hệ thống hút cục bộ:

Miệng hút của hệ thống phải đặt sát, gần đến mức có thể với nguồn phát sinh bụi, hơi, khí độc để ngăn ngừa tác hại của nó đối với những người lao động làm việc gần đó. Đã có

những hệ thống thông gió cục bộ hoạt động rất hiệu quả trong việc kiểm soát các chất độc như: chì, amiăng, dung môi hữu cơ.



Hình: Hai kiểu hút cục bộ



Hình: minh họa phương pháp sử dụng thông gió hút cục bộ nhờ đối lưu



Sử dụng các thiết bị cản trở hay bảo hộ để giảm bụi từ máy mài.

Dụng cụ giảm thanh được thiết kế một đường ống và quần nút xung quanh để giảm tiếng ồn tại nguồn phát ra.



Thiết bị bảo hộ căn bản để biệt lập sự phát tán của bụi .

Dụng cụ giảm thanh được thiết kế bằng một đường ống và quần nút xung quanh để giảm tiếng ồn tại ống thoát hơi. Mức độ ồn có thể giảm được 10dBA



Biện pháp kiểm soát bằng cơ khí không đầy đủ để giảm sự phơi nhiễm với hóa chất.

Không có PPE và tư thế làm việc không tốt vì không có dụng cụ hỗ trợ cho lưng (ghế không có dựa lưng)



- Hệ thống thông gió chung:

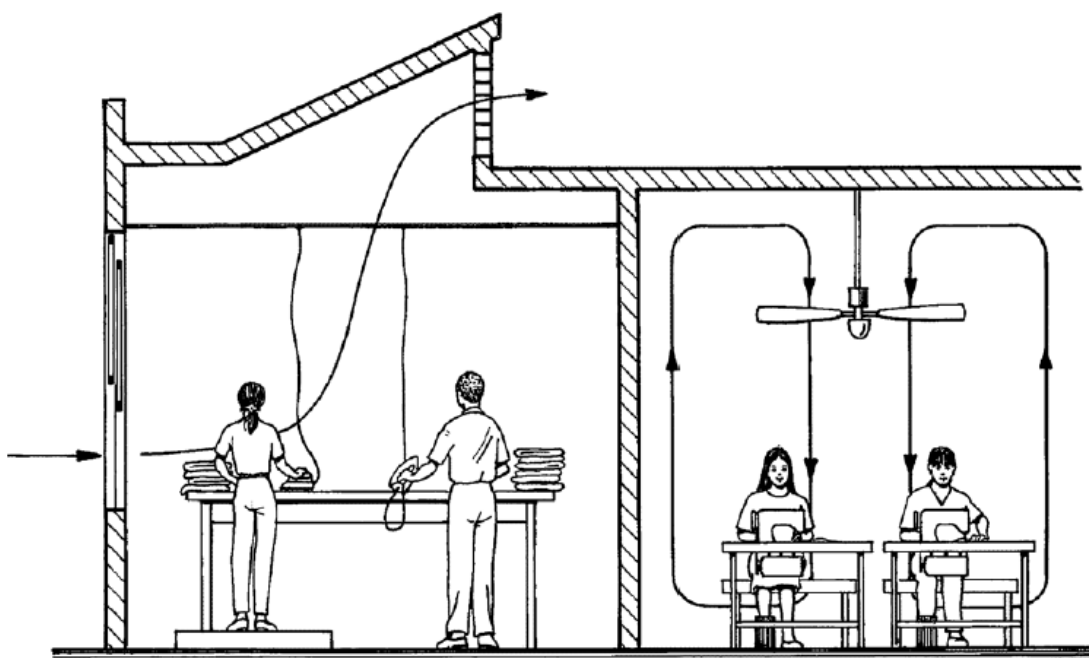
Là hệ thống làm loãng nồng độ hóa chất. Nó hoạt động dựa trên nguyên tắc làm loãng không khí có bụi hoặc hơi hóa chất thông qua việc mang không khí sạch từ ngoài vào và lấy không khí bẩn từ nơi sản xuất ra.

Có thể thực hiện điều này bằng:

✓ Nhờ việc mở cửa sổ, cửa ra vào tạo sự luân chuyển tự nhiên của không khí. Việc bố trí những luồng khí này phải được thực hiện ngay từ khâu thiết kế toà nhà.

✓ Phương pháp thông gió cưỡng bức bằng máy có ưu điểm hơn thông gió tự nhiên là có thể kiểm soát được nồng độ các hóa chất nguy hiểm có trong không khí bơm vào và thải ra.

Phương pháp thông gió chỉ có tác dụng làm loãng độc chất thay vì loại bỏ chúng trong môi trường làm việc. Nên hệ thống này chỉ khuyến nghị dùng cho những chất ít độc, không ăn mòn và với số lượng nhỏ.



Thông gió tự nhiên, tuần hoàn luân chuyển không khí bên trong nhà xưởng

2.4. Trang bị phương tiện bảo vệ cá nhân

Các biện pháp kỹ thuật kể trên có thể kiểm soát phần lớn các nguy cơ từ sử dụng hóa chất, và một lượng nhỏ vẫn có khả năng thoát ra môi trường. Như vậy, nồng độ hóa chất trong môi trường vẫn có khả năng chưa đạt tiêu chuẩn cho phép, lúc này người lao động phải được trang bị phương tiện bảo vệ cá nhân.

Phương tiện này chỉ làm sạch không khí bị nhiễm hóa chất trước khi vào cơ thể chứ nó không làm giảm hoặc khử chất độc có trong môi trường xung quanh. Đó đó khi sử dụng các phương tiện bảo vệ đã hư hỏng hoặc không đúng chủng loại có nghĩa là ta đã tiếp xúc trực tiếp với hóa chất nguy hiểm. Vì vậy, không được coi phương tiện bảo vệ cá nhân là biện pháp đầu tiên để kiểm soát rủi ro mà chỉ được coi là biện pháp hỗ trợ thêm cho các biện pháp kiểm soát kỹ thuật.

Với các nguy cơ cháy, nổ thì thực sự chưa có trang thiết bị nào đảm bảo an toàn cho người lao động.

2.4.1. Bảo vệ cơ quan hô hấp:

a. Mặt nạ kiểu lọc:

❖ Loại khẩu trang **hoạt tính dùng 1 lần**: dùng để lọc hơi hóa chất có nồng độ thấp hoặc khử mùi



❖ Loại mặt nạ có bộ lọc thay thế:

- Bộ lọc dùng với bán mặt nạ, mặt nạ, hoặc mặt nạ trùm cả mặt đầu và tai.
- Bộ lọc gồm có:

✓ Hộp lọc: là một hộp nhỏ bằng kim loại hoặc nhựa ($D = 7-10 \text{ cm}$; $H = 2,5 - 4 \text{ cm}$; $V = 50 - 200 \text{ cm}^3$) bên trong chứa vật liệu lọc

BMN LỌC BỤI DR.56

Sản phẩm của PbV



✓ Bình lọc nhỏ: thể tích $250 - 500 \text{ cm}^3$, được lắp trực tiếp lên mặt nạ bao che nhờ ren vặn,

✓ Bình lọc lớn: thể tích đến $1000 - 2000 \text{ cm}^3$, hộp lọc được đặt rời trong túi đeo bên hông hoặc phía trước bụng, bình lọc được nối với mặt nạ bằng ống dẫn mềm có độ co giãn

- Yêu cầu trong sử dụng

✓ Mỗi loại bộ lọc có khả năng lọc một hoặc một số loại hơi khí độc cụ thể

✓ Niên hạn sử dụng: mỗi bộ lọc chỉ duy trì hiệu quả lọc trong một thời gian nhất định. Chỉ được dùng cho trường hợp

- ✓ nồng độ oxy >19,5% và nếu nồng độ khí độc <2% (riêng ammoniac < 3%) dùng bình lọc lớn, <1% dùng bình lọc nhỏ, <0,1% dùng hộp lọc

b. Mặt nạ cấp không khí sạch

- Nguyên tắc của mặt nạ này là không sử dụng không khí tại chỗ mà sử dụng không khí cách xa nguồn ô nhiễm.

- ✓ Mặt nạ cấp không khí tự do: Không khí dẫn vào mặt nạ nhờ vào sự hít
- ✓ Mặt nạ cấp không khí nén: không khí được dẫn vào mặt nạ nhờ máy nén khí

- Yêu cầu trong sử dụng:

- ✓ Dùng trong môi trường thiếu không khí, không hạn chế về thời hạn sử dụng
- ✓ Có thể phòng chống mọi chất độc trong không khí
- ✓ nhược điểm của mặt nạ hô hấp tự do là sức cản trở hô hấp, do vậy yêu cầu đường kính trong tối thiểu là 2,5 cm và chiều dài có thể trên 15 m.
- ✓ Nhược điểm chung là phạm vi hoạt động bị hạn chế.

c. Mặt nạ lọc có kết hợp với cấp không khí nén

- Cấu tạo

Kết hợp ưu điểm của mặt nạ kiểu lọc (di động, sử dụng đơn giản) và mặt nạ cấp không khí nén (kín, sức cản hô hấp thấp).

- Nguyên tắc hoạt động:

Không khí có chất độc được dẫn qua bộ lọc để lọc sạch không khí rồi được dẫn lại vào mặt nạ nhờ vào máy nén mini chạy bằng bình ắc quy. Bộ lọc và máy nén đặt ở thắt lưng.

d. Mặt nạ cách ly tự động

- Nguyên tắc hoạt động:

Mặt nạ cách ly tự động không dùng không khí tại chỗ mà dùng nguồn không khí, hoặc hỗn hợp O₂ riêng do mặt nạ cung cấp. Nguồn cấp có thể là bình nén (O₂ hoặc không khí) hay O₂ được lấy từ bộ phận sản sinh oxy.

- Phân loại:

- ✓ Mặt nạ vòng kín: khí thở ra được giữ lại và trộn lẫn với O₂ thành không khí thở
- ✓ Mặt nạ vòng hở: khí thở ra được thải ra ngoài môi trường.

- Yêu cầu sử dụng:

- ✓ Có thể chống mọi khí độc
- ✓ Không hạn chế phạm vi hoạt động nhưng nặng
- ✓ hạn chế về thời gian sử dụng
- ✓ chú ý: người sử dụng phải được huấn luyện, phải có những biện pháp phòng ngừa sự cố.

2.4.2. Bảo vệ mắt

a. Kính chống chất lỏng văng bắn

- Mắt Kính : Chỉ cần loại không có tác dụng lọc sáng.

- Khung kính: Phải chọn loại có kết cấu toàn bộ đường viền thân kính tiếp xúc với mặt (Kính kiểu kín), mặt khác để chất lỏng không lọt vào mắt khung kính phải có lỗ thông hơi gián tiếp (*Các lỗ thông hơi gián tiếp trên thân kính tạo sự thông thoáng và tránh đọng hơi nước làm mờ mắt kính*); hoặc loại kính kín khí



Hình 8: Kiểu kín, thông hơi gián tiếp (không khí phía trong kính bị thay đổi hướng)

b. Kính chống hơi kích thích

Phải chọn loại kính kín khí (không cho không khí lọt vào bên trong kính)



Hình 9: Kính chống hơi kích thích (kiểu kín khí)

Phần IV: Phòng chống cháy nổ

4.1. Các quá trình cháy

❖ Định nghĩa:

Cháy là một phản ứng hóa học xảy ra nhanh chóng, có **phát nhiệt** và **phát quang**. Sự cháy muốn diễn ra và tồn tại cần 3 yếu tố nhiên liệu (chất cháy), chất oxy hóa và tác nhân gây cháy.

❖ Một số đặc điểm quá trình cháy

- Quá trình cháy của chất lỏng bắt đầu khi chất lỏng bay hơi vì bị gia nhiệt.
- Nhiều chất rắn muốn cháy được phải chuyển sang dạng lỏng rồi sau đó dạng hơi. Một số chuyển trực tiếp thành dạng hơi trước khi cháy.
- Thông thường chất oxy hóa là oxi, vì các phản ứng cháy thường diễn ra trong không khí.
- Một số sự cháy diễn ra không nhất thiết có mặt: chất cháy, oxy và tác nhân gây cháy

✓ Một số chất tự bốc cháy trong nhiệt độ thường: phot pho trắng, photphin, bụi nhôm.... hoặc các chất hữu cơ như: giẻ lau dầu tự bốc cháy khi phơi ngoài nắng, quá trình lên men khi cỏ ẩm được đóng gói và cất giữ trong kho

✓ Một số chất như: natri, kali kim loại, đất đèn... có thể bốc cháy khi tiếp xúc với nước

✓ Một số chất oxy hóa mạnh như thuốc tím, kali bicromat... có thể gây cháy nếu tiếp xúc với chất hữu cơ như dầu, mỡ, đường... hoặc hydro có thể cháy trong clo mà không cần có oxy, hoặc oxi nguyên chất có thể gây cháy khi tiếp xúc dầu, mỡ...

❖ Giới hạn cháy:

Yếu tố không khí và nhiên liệu phải ở trong một tỷ lệ thích hợp trước khi bắt lửa và gây cháy. Nếu ngoài khoảng tỷ lệ này thì sự cháy sẽ không diễn ra. Giới hạn cháy giới: là nồng độ thấp nhất của chất cháy ở trong không khí tại 25⁰C có thể gây ra cháy. Giới hạn cháy giới: là nồng độ cao nhất của chất cháy ở trong không khí tại 25⁰C có thể gây ra cháy

❖ Nhiệt độ bùng cháy (chớp cháy)

Là nhiệt thấp nhất mà chất lỏng cháy đủ hóa hơi để tạo thành hỗn hợp cháy, nếu gặp nguồn kích cháy sẽ xảy ra cháy và khi bỏ nguồn lửa sự cháy sẽ không duy trì.

Tại nhiệt độ thấp nhất chất lỏng đủ hóa hơi để tạo thành hỗn hợp cháy, nếu gặp nguồn kích sẽ gây cháy và khi bỏ nguồn kích sự cháy vẫn duy trì, đây là nhiệt độ bốc cháy. Thường thường nó sẽ cao hơn nhiệt độ bùng cháy 1 vài độ.

4.2. Các quá trình nổ

Nổ là quá trình sinh ra năng lượng rất nhanh và dẫn đến không khí bị giãn nở rất lớn và đột ngột.

Muốn nổ hóa học xảy ra, trước hết phải có chất cháy, có nồng độ trong giới hạn cháy và lượng chất cháy đủ lớn. Như vậy chất cháy khi thoát ra ngoài không khí sẽ không bắt lửa ngay mà cần một khoảng thời gian để hòa trộn với không khí và tạo thành đám mây hơi trước khi nổ.

Quá trình nổ diễn ra trong thời gian rất ngắn. Khu vực bị đám mây hơi bao phủ sẽ bị tác động nhiệt rất mạnh, khu vực bên ngoài đám mây bức xạ nhiệt giảm rất mạnh và có thể bỏ qua. Tác động nguy hiểm nhất của nổ đám mây hơi là tạo ra sóng xung kích gây thiệt hại cho con người, tài sản.

Phải đặc biệt thận trọng đối với các khí nén lưu giữ trong các bình chịu áp lực, cháy nổ có thể xảy ra khi bình chứa có các khuyết tật và thường dẫn đến các tai nạn nghiêm trọng. Thông thường sau vụ nổ bình chịu áp lực là một vụ nổ đám mây hơi nếu gặp tác nhân gây cháy.

4.3. Các nguồn tác nhân gây cháy, nổ

a- Dòng điện

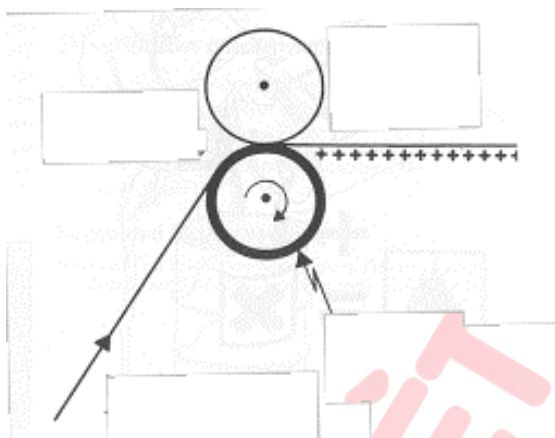
+ Dây điện quá tải: khi dòng điện đi qua một sợi dây có tiết diện không đủ lớn để tải điện hoặc các mối nối, các điểm tiếp xúc không chặt, kết quả hoặc là toé lửa, đoạn mạch hoặc dây điện nóng lên. Nhiệt độ của dây điện có thể đạt tới điểm đủ để kích thích hơi cháy có trong không khí hoặc gây cháy các vật liệu dễ bắt lửa hay nâng nhiệt độ của các hóa chất ở gần đó tới điểm chớp cháy và cháy.

+ Hồ quang điện, tia lửa điện: thường được tạo ra khi chập trong công tắc hoặc trong hộp nối do dây điện bị đứt hoặc mất vỏ bọc giữa dây dương và dây âm. Hậu quả là phát sinh nhiệt, kích thích hơi dễ cháy gây cháy. Thép nóng chảy bởi hồ quang điện có thể cũng kích thích các vật liệu dễ cháy, và làm nóng các hóa chất dễ cháy.

b- Tĩnh điện

Điện tích của tĩnh điện có thể hiệu cao và có thể phát ra tia lửa rất nguy hiểm.

Tĩnh điện có thể tạo ra khi 2 bề mặt khác nhau đến gần nhau, sau đó tách ra. Sự tích điện cũng có thể xảy ra khi các chất lỏng dễ cháy chuyển từ thùng chứa này tới thùng chứa khác mà không có dây nối đất.



Khi hai bề mặt khác nhau đến gần nhau và bị tách ra, dẫn đến sự tích điện

c- Nhiệt sinh khi pha trộn 2 hóa chất



Pha trộn hai hoặc nhiều hóa chất với nhau có thể sinh ra nhiệt

d- Nhiệt sinh do ma sát

Khi 2 bề mặt cọ sát vào nhau có thể sinh ra nhiệt. Đó là nhiệt sinh do sự ma sát. Sự cọ sát của dây cưa roa với vật che đỡ hoặc giữa hai mặt kim loại có thể phát sinh một lượng nhiệt đủ để kích thích hơi cháy bùng cháy. Nguyên nhân sự cọ sát thường là do thiếu sự bảo dưỡng cần thiết dẫn đến mất vật che chắn hoặc không đủ dầu mỡ bôi trơn bề mặt kim loại tiếp xúc với nhau. Tia lửa cũng có thể xuất hiện khi một hòn đá găm vào để giấy cọ sát với bề mặt bê tông.

e- Bức xạ nhiệt

Nhiệt từ lò nung, bếp lò và các bề mặt nóng khác có thể đốt cháy hơi cháy. Quá trình sản xuất bình thường của nhà máy cũng có thể tạo ra lượng nhiệt đưa các hóa chất cất giữ ở gần đó tới điểm cháy và đốt cháy hơi cháy. Những tia nắng trực tiếp hoặc tự nó hoặc được phóng đại bởi nhựa hoặc thủy tinh có thể cũng có ảnh hưởng này.

e- Ngọn lửa trần

Ngọn lửa không được che chắn, bảo vệ sinh ra bởi thuốc lá, diêm, lửa hàn và động cơ đốt trong là nguồn nhiệt rất quan trọng. Khi kết hợp đủ nhiên liệu và ôxy, chúng có thể gây ra cháy nổ.



f- Ngọn lửa phát ra từ đèn cắt hàn có thể gây cháy hơi, khí nhiên liệu

g- Hiện tượng tự bốc cháy

- mùn cưa, mặt giữa, phoi kim loại và các loại mặt, phoi vụn khác có tẩm dầu thực vật hay mỡ động vật
- than đá, than nâu
- sợi bông
- vải tẩm dầu lanh và dầu gai

Sự bốc cháy này xảy ra sau vài giờ hoặc sau vài tháng từ lúc các chất được xếp yên tại chỗ. Nhiệt độ lúc đầu tăng chậm, có lúc ngừng tăng, nhưng ở giai đoạn cuối khi đã đạt đến một giá trị nhất định thì nhiệt độ rất nhanh và tự bốc cháy.

4.4. Nguyên lý phòng cháy, nổ

a. loại trừ sự tạo thành môi trường cháy

- Trong quá trình công nghệ có khả năng tỏa ra hơi, khí cháy cần thực hiện biện pháp loại trừ khả năng tạo ra môi trường cháy
- Nên sử dụng dung môi khó bay hơi, khó cháy
- Cách ly các công đoạn dễ cháy ở khu vực xa các thiết bị, công đoạn khác.

Đặt nơi thoáng, mát

- Các chất lỏng, khí phải bảo quản trong bể kín. Kho chứa phải tuân thủ an toàn cháy
- Phải ngăn ngừa hình thành nồng độ cháy do bụi gây ra.

b. Đề phòng hình thành các nguồn cháy

4.5. Nguyên lý chữa cháy, nổ

4.5.1. Nguyên lý chữa cháy

- ❖ Theo điều kiện xảy ra quá trình cháy
- ❖ Phá vỡ điều kiện cân bằng nhiệt ở vùng diễn ra phản ứng cháy dây chuyền thì các phản ứng đó không diễn ra và sự cháy được loại trừ

Giảm cường độ sinh nhiệt vùng phản ứng cháy	• Giảm áp suất vùng phản ứng cháy • Thay đổi nồng độ thành phần tham gia phản ứng cháy • Kìm hãm hóa học các phản ứng cháy
Tăng cường thoát nhiệt từ vùng phản ứng cháy	• Tăng hệ số đen vùng phản ứng cháy • Tăng hệ số dẫn nhiệt từ vùng phản ứng cháy • Giảm nhiệt độ môi trường xung quanh vùng phản ứng cháy
Đồng thời cả 2 giải pháp trên	

4.5.2. Chất chữa cháy

❖ Nước:

Cơ chế dập cháy của nước làm lạnh vùng phản ứng cháy. Khi nước hóa hơi sẽ mang theo một lượng nhiệt rất lớn

Một số trường hợp không được sử dụng nước:

- chữa cháy thiết bị điện vì nước có khả năng dẫn điện
- Không dùng nước để dập các đám cháy có nhiệt độ ngọn lửa cao (1700°C), vì nước phân hủy tạo thành khí nổ (O_2 và H_2)
- Không dùng nước dập cháy những chất lỏng không trộn lẫn với nước cũng như những chất lỏng nhẹ hơn nước
- Những chất phản ứng với nước tạo ra các chất cháy, oxy (kim loại kiềm, kiềm thổ, cac bua kim loại, than...)

❖ Bột chữa cháy

- Bột chữa cháy hóa học: phần A là nhôm sunfat Al_2SO_4 , phần B là NaHCO_3 , khi phản ứng tạo ra CO_2 . Cơ chế chữa cháy là cách ly các thành phần tham gia phản ứng cháy, ngoài ra còn làm lạnh vùng cháy và giảm nồng độ các thành phần tham gia phản ứng cháy

- Bột hòa không khí: bột được hình thành khi khuấy trộn không khí với dung dịch tạo bột. Người ta có thể thay thế không khí bằng những chất không cháy khác như CO_2

- Dùng để chữa cháy xăng dầu, chất lỏng dễ cháy

❖ Bột chữa cháy

Là các muối khoáng không cháy dạng rắn

Cơ chế chữa cháy

- Làm giảm nồng độ các thành phần tham gia phản ứng cháy
- hấp thụ nhiệt trong vùng phản ứng cháy
- kìm hãm phản ứng cháy theo cơ chế tường ngăn
- kìm hãm hóa học các phản ứng cháy
- Cách ly thành phần tham gia phản ứng cháy.

❖ Các chất khí không cháy

Cơ chế

- Pha loãng nồng độ cháy
- Làm lạnh vùng cháy

Dùng chữa cháy thiết bị mang điện và các chất rắn mà nước không chữa được

Chú ý không được dùng để chữa những chất cháy có thể tạo ra chất cháy nổ mới

loại đám cháy	đặc tính của kim loại đám cháy	Nhóm đám cháy	Đặc tính của nhóm đám cháy
A	Chất rắn	A1	Cháy các chất rắn với quá trình cháy âm ỉ (gỗ, giấy, cỏ khô, rơm rạ, tha, sản phẩm dệt)
		A2	Cháy chất rắn nhưng không có quá trình cháy âm ỉ (chất dẻo)
B	Chất lỏng	B1	Cháy chất lỏng không tan trong nước (xăng, ete, nhiên liệu dầu mỏ); cháy chất rắn hóa lỏng (paraphin)
		B2	Cháy các chất lỏng hòa tan trong nước (rượu, methanol, glycerin)
C	Chất khí		
D	Kim loại	D1	Cháy các chất kim loại nhẹ (nhôm, manhê, và hợp kim của chúng)
		D2	Cháy kim loại kiềm và các kim loại đồng dạng khác (natri, kali)
		D3	Cháy các hợp chất có chứa kim loại (các hợp chất hữu cơ kim loại, hydrua kim loại)

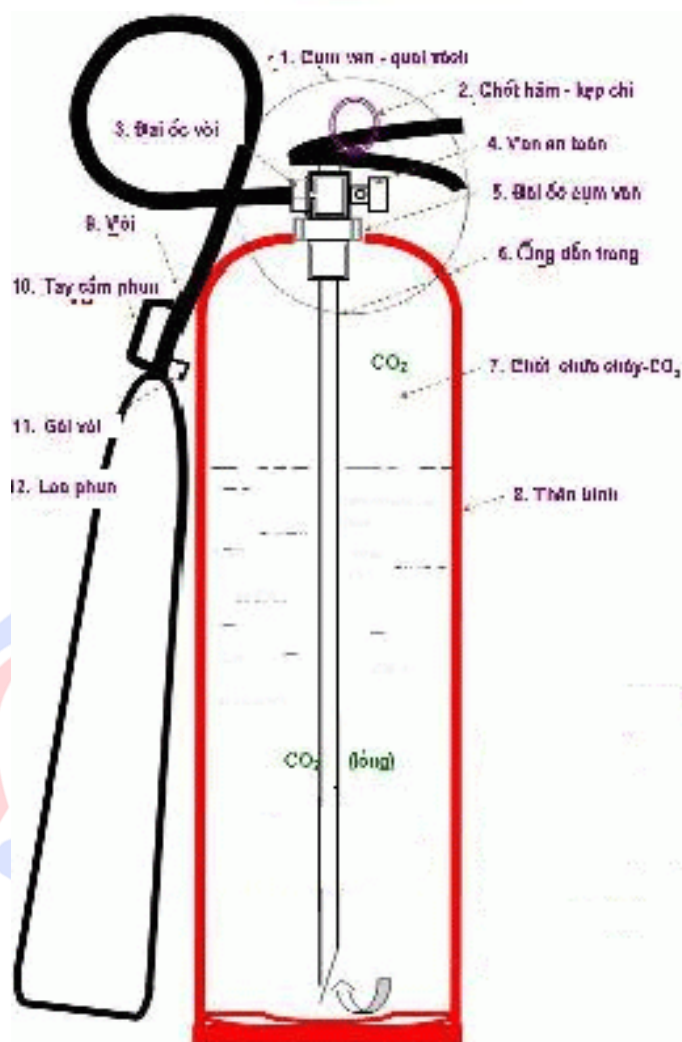
Chất chữa cháy			Chất cháy							
			A		B		C	D		
			A	A	B	B		D	D	D
			1	2	1	2		1	2	3
Nước			Rất được		Không		k hông	Không		
Bọt	B	bộ i số nở cao	Rất được		đ ược	K hông	k hông	Không		
		bộ i số nở thấp và trung bình	đ ược	K hông	r ất được	đư ợc	k hông	Không		
K hí	C O ₂		Không		được		đ ược	Không		

		N ₂ , Ar... (trơ)	được	được	đ ược	Không
ột	B	B	Không	rất được	rấ t được	Không
		C				Không
		A	được			Không
		BC				
		A				
		BCD				
					r ất được	Không

4.6. Cách sử dụng một số chất chữa cháy thông dụng

a. Bình chữa cháy CO₂

Cấu tạo:



Công dụng.

- Bình chữa cháy CO₂ là thiết bị chữa cháy bên trong chứa khí CO₂ được nén vào bình chịu áp lực cao (60 bar), dùng để dập cháy, có độ tin cậy cao, sử dụng, thao tác đơn giản thuận tiện, hiệu quả.

- Bình CO₂ đạt hiệu rất cao khi chữa các đám cháy ở những nơi kín gió, trong phòng kín, buồng, hầm, các thiết bị điện... sau khi dập tắt đám cháy không để lại dấu vết, không làm hư hỏng chất cháy.

Cách sử dụng và nguyên lý chữa cháy.

Khi xảy ra cháy, xách bình CO₂ tiếp cận đám cháy, một tay cầm loa phun hướng vào gốc lửa tối thiểu là 0,5m còn tay kia mở van bình hoặc bóp cò (Tùy theo từng loại bình).

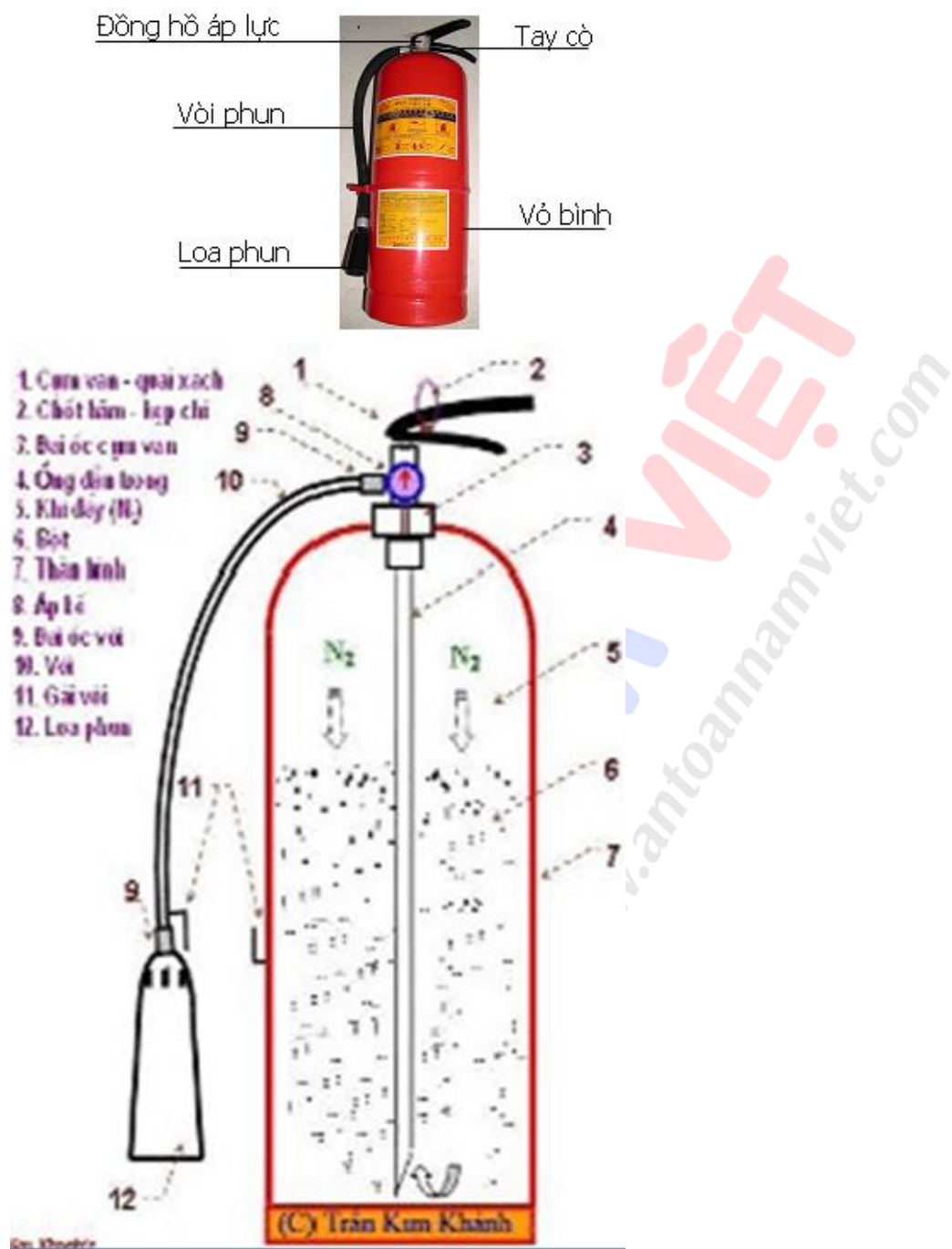
Khí CO₂ ở nhiệt độ -79°C dưới dạng tuyết lạnh khi qua loa phun ra có tác dụng hạ thấp nhiệt độ của đám cháy (Chữa cháy bằng phương pháp làm lạnh) sau đó khí CO₂ bao phủ lên toàn bộ bề mặt của đám cháy làm giảm nồng độ của ôxy khuếch tán vào vùng cháy, khi hàm lượng ôxy nhỏ hơn 14% thì đám cháy sẽ tắt (Chữa cháy bằng phương pháp làm loãng nồng độ).

Những điểm chú ý khi sử dụng bảo quản bình CO₂.

- Không được phun khí CO₂ vào người vì sẽ gây bỏng lạnh, khi phun tay cầm loa phun phải cầm đúng vị tay cầm (Vì cầm vào các vị trí khác sẽ gây bỏng lạnh)
- Bình chữa cháy CO₂ phải được đặt ở những nơi râm mát và dễ lấy thuận tiện khi sử dụng
- **Ba tháng** kiểm tra lượng khí trong bình 1 lần bằng **phương pháp cân**.

b. Bình chữa cháy bột khô hệ MFZ.

Cấu tạo.



Công dụng.

Bình chữa cháy bột khô thuộc hệ MFZ là thiết bị chữa cháy bên trong chứa khí N_2 làm lực đẩy để phun thuốc bột khô dập tắt đám cháy. Bình chữa cháy bột khô hệ MFZ dùng để chữa các đám cháy xăng dầu, khí cháy, thiết bị điện... an toàn cao trong sử dụng, thao tác đơn giản, dễ kiểm tra, hiệu quả chữa cháy cao.

Cách sử dụng.

Đối với loại xách tay:

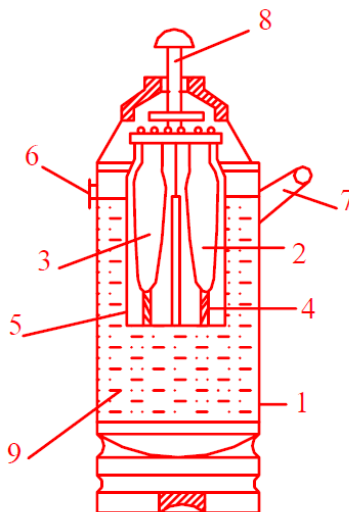
- Chuyển bình tới gần địa điểm cháy.
- Lắc xóc vài lần nếu là bình bột loại khí đẩy chung với bột (MFZ).
- Giật chốt hãm kẹp chì.
- Chọn đầu hướng gió hóng loa phun vào gốc lửa.
- Bóp van để bột chữa cháy phun ra.
- Khi khí yếu thì tiến lại gần và đa loa phun qua lại để dập tắt hoàn toàn đám cháy.

Đối với bình xe đẩy

- Đẩy xe đến chỗ có hỏa hoạn, kéo vòi rulo dẫn bột ra, hướng lăng phun bột vào gốc lửa.
- Giật chốt an toàn (kẹp chì), kéo van chính trên miệng bình vuông góc với mặt đất.
- Cầm chặt lăng phun chọn thuận chiều gió và bóp cò, bột sẽ được phun ra.

Những điểm chú ý khi sử dụng bảo quản.

- Khi phun đứng xuôi theo chiều gió.
- Đặt bình ở những nơi râm mát và dễ lấy thuận tiện khi sử dụng.
- **Ba tháng** kiểm tra bình 1 lần nếu kim đồng hồ áp suất chỉ về **vạch đỏ** thì phải mang bình đi nạp lại.

C. Bình bột hóa học**Cấu tạo:**

1. Thân bình 2. Bình chứa H_2SO_4 3. Bình chứa $Al_2(SO_4)_3$ 4. Lò xo
5. Lưỡi hình trụ 6. Vòi phun bột 7. Tay cầm 8. Chốt đập 9. Dung dịch kiềm Na_2CO_3 .

Vỏ bình làm bằng thép (20kg/cm^2) chứa dd Na_2CO_3 . Trong thân bình: 1 bình chứa H_2SO_4 nồng độ 65,5. 1 bình chứa sunfat nhôm nồng độ 35.

Cách sử dụng:

Khi chữa cháy đem bình đến gần đám cháy cho chốt quay xuống dưới, đập nhẹ chốt xuống nền nhà. Hai dung dịch hóa chất trộn lẫn với nhau, phản ứng sinh bột và hướng vòi phun vào đám cháy.

Phần V: Sơ cấp cứu

5.1. Bỏng hóa chất

Một số hóa chất có thể gây thương tổn cho da thậm chí cả các cơ quan nội tạng. Trường hợp nặng, nguy hiểm có thể dẫn đến tử vong. Các dấu hiệu bỏng hoá chất không giống như bỏng nhiệt, vì nó tiến triển chậm hơn. Nguyên tắc sơ cứu hai loại bỏng này như nhau.

Các dấu hiệu nhận biết:

- Đau nhức nhiều.
- Thời gian sau da bị biến màu, phồng và tróc da.

Chữa trị:

- Nhận diện và khử hoá chất ngay trước khi bộc phát. Không được chần chừ mà phải cứu chữa ngay.
- Dội nước liên tục lên vùng tổn thương:
 - ✓ 5 phút đối với chất kích thích, gây ngứa trung bình
 - ✓ 20 phút đối với chất kích thích gây ngứa trầm trọng.
 - ✓ 20 phút đối với chất không ăn mòn sâu
 - ✓ 60 phút với chất ăn mòn ngấm sâu.
 - ✓ Tuyệt đối không được dùng bất kỳ một chất có tính đối kháng để khử hóa chất đó (ví dụ acide > < kiềm) nó chỉ làm vết thương thêm trầm trọng.
- Cởi bớt quần áo bó sát nạn nhân.
- Đưa nạn nhân đi cấp cứu ngay. Khai báo chi tiết, diễn biến của nạn nhân cho nhân viên y tế. Cho bác sĩ biết hóa chất gây bỏng (nếu biết rõ hoá chất đó).

5.2. Hóa chất vào mắt

Hóa chất lọt vào mắt có thể gây hậu quả nghiêm trọng nếu không chữa trị kịp thời. Nó có thể làm hỏng giác mạc, để lại sẹo gây giảm thị lực.

Triệu chứng:

- Đau nhức dữ dội ở mắt.
- Mắt bị thương không thể mở ra được.
- Sung đỏ bên trong và quanh mắt.
- Nước mắt tiết ra.

Cấp cứu:

- 1. Rửa mắt bị thương dưới vòi nước sạch khoảng 10'. Cần thận không để nước rửa rơi vào mắt lành.
- 2. Nếu khi nhắm mắt lại bị đau thì nhẹ nhàng kéo mí mắt ra. Cần thận, đừng để nước rửa chảy sang mắt lành.
- 3. Băng mắt bằng băng vô trùng, hoặc gạc sạch.
- 4. Đưa bệnh nhân đến bệnh viện ngay.

5.3. Trường hợp bị ngộ độc:**❖ Uống nhầm axit**

Không rửa dạ dày, không dùng thuốc gây nôn, không trung hòa bằng muối kiềm cacbonat hoặc bicacbonat vì sẽ sinh CO_2 gây chướng bụng dễ làm thủng.

Cho uống nhiều nước kiềm loãng như: xà bông, nước magie (20g/l), hoặc nước vôi trộn đường

❖ Ngộ độc do uống phải kiềm (dd amoniac, xút ăn da...)

Sơ cứu nạn nhân bằng cách uống giấm loãng (axit axetic 2%) hoặc nước chanh. Không được gây nôn, rửa dạ dày

❖ Ngộ độc do hít phải khí độc như khí clo, brom..(Cl_2 , Br_2)

Cần đưa nạn nhân ra chỗ thoáng, nơi dây thắt lưng, cho thở không khí có một lượng nhỏ amniac hoặc có thể dùng hỗn hợp còn 90°C với amoniac.

❖ Ngộ độc do hít phải khí hidro sunfua, các bon oxit... (H_2S , CO),

Cần đưa nạn nhân nằm ở chỗ thoáng, cho thở bằng oxi nguyên chất, làm hô hấp nhân tạo nếu cần thiết.

❖ Ngộ độc do hít phải quá nhiều amoniac,

Cần cho nạn nhân hít hơi nước nóng, sau đó cho uống nước chanh hoặc giấm loãng.

3. Thảm họa Bhopal 1984



Đã 28 năm trôi qua kể từ khi thảm họa công nghiệp tồi tệ nhất của Ấn Độ cướp đi 15.000 sinh mạng và khiến 558.125 người bị thương. Vụ rò rỉ khí methyl isocyanate (MIC) và các hóa chất khác từ nhà máy thuốc trừ sâu tại Bhopal đã gây ra một thảm họa vô cùng nghiêm trọng đối với con người và môi trường. Trên đường tới hiện trường, nhiếp ảnh gia nổi tiếng Ấn Độ Pablo Bartholomew bắt gặp hình ảnh người đàn ông đang chôn cất một nạn nhân ít tuổi - một hình ảnh đủ để nói lên toàn bộ câu chuyện bi kịch của người dân ở Bhopal.