

TRỊNH THỊ THANH - TRẦN YÊM - ĐỒNG KIM LOAN

GIÁO TRÌNH
CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG
(In lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội

Điện thoại: (04) 9715012; (04) 7685236. Fax: (04) 9714899

E-mail: nxb@vnu.edu.vn



Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO

Tổng biên tập: PHẠM THÀNH HƯNG

Chịu trách nhiệm nội dung.

Hội đồng nghiệm thu giáo trình

Trường ĐHKHTN - Đại học Quốc gia Hà Nội

Người nhận xét:

PGS. TS. TRẦN HỒNG CÔN

TS. NGUYỄN THỊ LOAN

Biên tập:

LAN HƯƠNG

Biên tập tái bản:

NGUYỄN THẾ HIỆN

Trình bày bìa:

NGỌC ANH

GIÁO TRÌNH CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

Mã số: 1K - 05040 - 02304

In 1000 cuốn, khổ 14,5 x 20,5 tại Nhà in Khoa học và Công nghệ

Số xuất bản : 183/113/XB - QLXB, ngày 10/2/2004. Số trích ngang: 129KH/XB

In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2004.

LỜI NÓI ĐẦU

Môn học "Công nghệ môi trường" đã được đưa vào chương trình giảng dạy cho sinh viên ngành Khoa học Môi trường từ khi thành lập Khoa Môi trường (năm 1995). Cuốn sách đã tích lũy kinh nghiệm của gần chục năm thử nghiệm trên các bài giảng, kết hợp với việc học hỏi và tham khảo tài liệu giảng dạy môn học này của Viện Kỹ thuật Châu Á (AIT) - Thái Lan, cũng như các tài liệu khoa học về công nghệ xử lý chất thải của một số nước trên thế giới và trong khu vực. Trong cuốn sách này, nhóm tác giả mong muốn truyền đạt những kiến thức cơ bản, kỹ năng tiến hành nghiên cứu xử lý chất thải phát sinh trong sản xuất công, nông nghiệp, giao thông vận tải, sinh hoạt...

Bố cục của cuốn sách gồm 3 phần: xử lý các chất gây ô nhiễm không khí, xử lý nước và nước thải, xử lý chất thải rắn.

Phần "Công nghệ xử lý khí thải" do ThS. Đồng Kim Loan biên soạn bao gồm 4 chương đầu. Trong phần này tác giả đã đề cập đến nguyên nhân và các nguồn gây ô nhiễm không khí, dạng của các chất thải vào bầu khí quyển, các biện pháp cải thiện bầu không khí nơi sinh sống và làm việc. Đặc biệt tác giả thống kê toàn bộ các phương pháp đã được áp dụng trong thực tế để xử lý bụi và khí thải độc hại, mà điển hình là các công nghệ của Nhật Bản.

Phần "Công nghệ xử lý nước thải" gồm từ chương 5 đến chương 10 do PGS. TS. Trịnh Thị Thanh biên soạn đã trình bày các phương pháp cơ bản để xử lý nước và nước thải. Tác giả đã tập trung phần lý thuyết của các quá trình xử lý sinh học và minh họa bằng các ví dụ tiêu biểu cho một số ngành sản xuất công nghiệp.

Phần "Công nghệ xử lý chất thải rắn" do TS. Trần Yêm biên soạn gồm 3 chương cuối của giáo trình. Phần này bao gồm các biện pháp (hệ thống) thu gom chất thải rắn đô thị, nông thôn; công nghệ xử lý chất thải (sử dụng lại, tái chế, làm phân compost, sản xuất khí sinh học) và công nghệ chôn lấp chất thải.

Các tác giả xin chân thành cảm ơn những ý kiến đóng góp của đồng nghiệp và sinh viên về những khiếm khuyết trong nội dung cũng như hình thức giúp chúng tôi hoàn thiện cuốn giáo trình tái bản lần sau.

Các tác giả

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
DANH MỤC CÁC BẢNG	3
Phần I CÔNG NGHỆ XỬ LÝ KHÍ THẢI	
Chương 1 NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN	4
1.1. CÁC NGUỒN TẠO RA KHÍ THẢI VÀ BỤI	4
1.2. CÁC DẠNG THẢI VÀO KHÔNG KHÍ	4
Chương 2 CÁC BIỆN PHÁP KỸ THUẬT LÀM SẠCH KHÔNG KHÍ	7
2.1. CÁC BIỆN PHÁP MANG TÍNH VĨ MÔ	7
2.2. CÁC BIỆN PHÁP MANG TÍNH CỤC BỘ	7
2.3. CÁC BIỆN PHÁP CẢI THIỆN KHÔNG KHÍ NƠI LÀM VIỆC	7
2.4. BIỆN PHÁP QUẢN LÝ VÀ VẬN HÀNH SẢN XUẤT	9
Chương 3 CÁC PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ BỤI	11
3.1. KHÁI QUÁT VỀ BỤI VÀ XỬ LÝ BỤI	11
3.2. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỤI BẰNG BUỒNG LẮNG	12
3.3. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỤI DỰA VÀO LỰC LY TÂM (CYCLON)	14
3.4. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỤI BẰNG LỌC MÀNG, LỌC TÚI	19
3.5. THU BỤI BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP ƯỚT	21
3.6. KHỬ BỤI TĨNH ĐIỆN	28
Chương 4 CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ HƠI VÀ KHÍ ĐỘC	33
4.1. KHÁI QUÁT VỀ HƠI VÀ KHÍ ĐỘC	33
4.2. XỬ LÝ KHÍ VÀ HƠI BẰNG PHƯƠNG PHÁP THIÊU HUY	33
4.3. PHƯƠNG PHÁP NGỪNG TỤ	35
4.4. XỬ LÝ HƠI VÀ KHÍ THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ	36
4.5. XỬ LÝ KHÍ THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP THỤ	44
Phần II CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI	
Chương 5 MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN LIÊN QUAN ĐẾN XỬ LÝ NƯỚC THẢI	53
5.1. NHỮNG ẢNH HƯỞNG CỦA Ô NHIỄM NƯỚC GÂY RA ĐỐI VỚI NGUỒN NƯỚC TIẾP NHẬN	53
5.2. CÁC ĐIỀU KIỆN VÀ CÁC PHƯƠNG ÁN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI	54
Chương 6 CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC CẤP	56
6.1. KHỬ SẮT BẰNG PHƯƠNG PHÁP LÀM THOÁNG	56
6.2. TRIỆT KHUẨN	56
Chương 7 CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI	58
7.1. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ CƠ HỌC	58
7.2. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ HOÁ VÀ HOÁ - LÝ	61
Chương 8 CÁC QUÁ TRÌNH XỬ LÝ SINH HỌC	75
8.1. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CHUNG CỦA QUÁ TRÌNH XỬ LÝ SINH HỌC	75
8.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ	80
8.3. CÁC QUÁ TRÌNH LỌC SINH HỌC	84
8.4. XỬ LÝ THẨM QUA ĐẤT	89
Chương 9 MỘT SỐ QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI	92
9.1. XỬ LÝ CÁC CHẤT VÔ CƠ HOÀ TAN	92
9.2. XỬ LÝ CÁC CHẤT HỮU CƠ	93

9.3. XỬ LÝ VÀ THẢI BÙN.....	94
Chương 10 CÁC VÍ DỤ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CỤ THỂ	102
10.1. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN.....	102
10.2. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHỨA CRÔM.....	104
10.3. XỬ LÝ CÁC HỢP CHẤT CYANIDES	105
10.4. XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHÀ MÁY BIA	106
10.5. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHỨA DẦU	107
10.6. XỬ LÝ CHẤT THẢI NGUY HẠI	110
 Phần III CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN	
Chương 11 THU DỌN CHẤT THẢI RẮN	113
11.1. CÔNG CỤ VÀ PHƯƠNG TIỆN THU GOM CHẤT THẢI RẮN.....	114
11.2. HỆ THỐNG, CÁC PHƯƠNG THỨC THU DỌN RÁC	115
Chương 12 PHÂN LOẠI VÀ GIẢM KÍCH THƯỚC CHẤT THẢI RẮN.....	126
12.1. PHÂN LOẠI CHẤT THẢI RẮN.....	126
12.2. GIẢM KÍCH THƯỚC CHẤT THẢI RẮN.....	128
Chương 13 CHẾ BIẾN CHẤT THẢI RẮN VÀ BÃI THẢI.....	132
13.1. CÁC MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG CHẤT THẢI RẮN	132
13.2. CHẾ BIẾN PHÂN VI SINH (COMPOST).....	132
13.3. SẢN XUẤT KHÍ SINH VẬT (BIOGAS).....	137
13.4. BÃI CHỨA CHẤT THẢI RẮN (BÃI THẢI).....	141
TÀI LIỆU THAM KHẢO	147

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1. 1. Các nguồn và các vật chất gây ô nhiễm chủ yếu	5
Bảng 1.2. Phân loại bụi và hơi khí độc theo dải kích thước.....	6
Bảng 3. 1. Các phương pháp xử lý bụi	11
Bảng 3. 2. Vùng lọc và hiệu quả xử lý của các phương pháp	11
Bảng 3.3. Năng suất lọc bụi của cyclon đơn và cyclon tổ hợp.....	18
Bảng 5.1. Các phương pháp xử lý nước thải	54
Bảng 5.2. Xử lý nước thải bậc 1	55
Bảng 9.1. Các thông số làm việc của thiết bị làm đặc bùn bằng tuyển nổi	97
Bảng 10. 1. Tiêu chuẩn thiết kế các thiết bị khác nhau để xử lý nước thải nhà máy bia	107
Bảng 13. 1. Quá trình phân hủy sinh học chất thải rắn.....	133

Phần I

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ KHÍ THẢI

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1. CÁC NGUỒN TẠO RA KHÍ THẢI VÀ BỤI

Trong thực tế có hai nguồn tạo ra khí thải và bụi, đó là nguồn ô nhiễm tự nhiên và nguồn ô nhiễm nhân tạo gắn liền với các hoạt động của con người.

1.1.1. Nguồn ô nhiễm tự nhiên

Các hoạt động tự nhiên có thể làm tăng hàm lượng bụi tại một thời điểm và ở một không gian nào đó như gió lốc, bão sa mạc mang theo bụi đất cát trên mặt đất tung vào bầu không khí. Núi lửa hoạt động có thể phun vào bầu khí quyển một lượng bụi và khí khổng lồ. Những hiện tượng như trên không xảy ra liên tục và phát tán nhanh ra một vùng rộng lớn làm giảm hàm lượng bụi và khí.

Các hiện tượng phân hủy, thổi rửa động thực vật xảy ra thường xuyên cũng thải vào không khí một lượng khí độc hại.

Các hiện tượng sấm chớp, mây, mưa, bức xạ trong hệ mặt trời và vũ trụ, thông qua các phản ứng phân hủy hoặc kết hợp các chất tồn tại cân bằng trong không khí tạo ra các chất có hại.

Nhìn chung ô nhiễm không khí do thiên nhiên tạo ra về khối lượng là rất lớn song thường phân bố trong một không gian rộng và khá đồng đều nên ít gây nguy hại.

Mặt khác các sinh vật trên mặt đất, qua hàng ngàn vạn năm đã quen và đã thích ứng được với những thay đổi nói trên.

1.1.2. Nguồn ô nhiễm nhân tạo

Các nguồn ô nhiễm nhân tạo nguy hiểm ở chỗ rất dễ xảy ra hiện tượng cục bộ với nồng độ cao gây tác hại đến người và các sinh vật. Các nguồn và các chất ô nhiễm nhân tạo được khái quát trên bảng 1.1.

1.2. CÁC DẠNG THẢI VÀO KHÔNG KHÍ

*Các chất ở dạng khí: là những chất ở điều kiện thông thường tồn tại ở thể khí như: CO, CO₂, NO_x, SO_x, Cl₂...

*Các chất thải dạng bụi: là các hạt chất rắn được phân tán trong không khí có kích thước khác nhau (từ 1/10 đến hàng nghìn micromet).

*Các chất dạng hơi: thể khí của các chất ở điều kiện bình thường là chất lỏng hoặc rắn. Ví dụ: hơi benzen, iod, tetraetyl chì...

*Các chất dạng soi: là tập hợp các phân tử chất lỏng hoặc chất rắn tạo thành các

hạt nhỏ li ti phân tán trong không khí.

Các chất thải là khí, hơi, bụi hay sol có tác hại ít hay nhiều sẽ phụ thuộc vào bản thân tính chất của chúng.

Bảng 1. 1. Các nguồn và các vật chất gây ô nhiễm chủ yếu

Chất ô nhiễm	Nguồn ô nhiễm
Oxit các bon (CO, CO ₂)	- Các nhà máy nhiệt điện - Các ngành công nghiệp sử dụng năng lượng là đốt nhiên liệu - Giao thông vận tải - Các lò đốt rác và dân dụng - Phân hủy yếm khí
Bụi than, tro	Các nguồn đốt nhiên liệu thải cùng với khí cacbon oxit
Bụi berili	Chế hóa quặng và luyện kim
Bụi uranium	Chế hóa quặng
Hợp chất chứa kim loại có độc tính cao	- Các cơ sở luyện kim - Các cơ sở sản xuất hóa chất - Các cơ sở sản xuất thuốc trừ dịch hại - Sử dụng các sản phẩm thuốc trừ dịch hại
Các hợp chất chứa clo	- Thuốc trừ sâu - Các cơ sở sản xuất hóa chất - Các cơ sở sản xuất giấy và bột giấy - Khử trùng bằng clo và các hợp chất chứa clo hoạt động
Flo và các hợp chất chứa flo	- Các cơ sở sản xuất hóa chất - Các cơ sở sản xuất phân lân từ apatit và photphorit.. - Các cơ sở luyện kim
Hydrocacbon	- Đốt nhiên liệu - Công nghiệp sơn và trang trí bằng sơn. - Các cơ sở sản xuất linh kiện cần làm sạch bằng dung môi hữu cơ - Các cơ sở sản xuất hóa chất hữu cơ - Luyện kim
Nitơ oxit	- Đốt nhiên liệu - Các nhà máy hóa chất - Các cơ sở sản xuất phân đạm, phân tổng hợp NPK
Lưu huỳnh oxit	- Các cơ sở sản xuất hóa chất - Các nhà máy nhiệt điện - Luyện kim - Các công đoạn đốt nhiên liệu khác

Chất ô nhiễm	Nguồn ô nhiễm
Các hợp chất có chứa phốt pho	- Các cơ sở sản xuất thuốc trừ dịch hại - Sử dụng thuốc trừ dịch hại
Bụi khoáng vô cơ	- Công nghiệp sản xuất xi măng - Công nghiệp khai khoáng - Giao thông vận tải - Xây dựng
Bụi phóng xạ	- Các vụ thử hạt nhân - Sự rò rỉ của các cơ sở năng lượng hạt nhân
Hơi kiềm, hơi axit	- Các cơ sở sản xuất hóa chất - Các cơ sở sử dụng axit và kiềm trong sản xuất
Bụi chì	- Các cơ sở sản xuất acquy - Giao thông vận tải
Dicyan và HCN	- Các cơ sở mạ kim loại - Khai thác, trích chiết vàng, bạc và các kim loại

Có nhiều cách phân loại bụi, hơi và khí độc. Dưới góc độ thu gom và tách lọc, ta có thể phân loại theo dải kích thước (bảng 1.2).

Bảng 1.2. Phân loại bụi và hơi khí độc theo dải kích thước

Loại	Dải kích thước (μm)	Đặc tính
Bụi	0,1 ÷ 1000-2000	Phát sinh trong quá trình đập, phá, nổ, mài khoan... các chất rắn như đá, quặng, than, kim loại. Một số bụi có dạng sợi có nguồn gốc hoá học, thực vật hoặc khoáng. Các bụi lớn có lắng do lực trọng trường. Các bụi nhỏ có khuynh hướng bay lơ lửng trong không khí.
Khói I	0,001 – 0,1	Được tạo ra do ngưng tụ các hạt chất rắn trong quá trình làm nóng chảy kim loại hoặc các phản ứng hoá học.
Khói II	0,1 – 0,1	Được tạo ra do quá trình đốt cháy nhiên liệu
Sương	0,01 – 10,0	Là sản phẩm của quá trình ngưng tụ các hạt chất lỏng
Hơi	0,005	Là thể khí mà trong điều kiện bình thường chúng ở thể lỏng hoặc rắn
Khí	0,0005	Là dạng vật chất mà trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thông thường chúng không tồn tại ở thể lỏng hoặc rắn

Chương 2

CÁC BIỆN PHÁP KỸ THUẬT LÀM SẠCH KHÔNG KHÍ

Giữa thiên nhiên và con người trên hành tinh của chúng ta luôn có một mối quan hệ mật thiết. Những tác động đến thiên nhiên gây ra do ô nhiễm không khí có quan hệ nhân quả đối với hoạt động sống của con người. Đó là sự sa mạc hoá, sự nóng lên của trái đất, xói mòn, bão, lũ... Để giảm thiểu sự ô nhiễm không khí, có thể có những biện pháp sau:

2.1. CÁC BIỆN PHÁP MANG TÍNH VĨ MÔ

- Hạn chế tác động của con người vào thiên nhiên như: Hạn chế đốt rừng, hạn chế khai thác rừng, khoáng sản nhằm giảm ảnh hưởng đến sự cân bằng vốn có của khí quyển.

- Chống sa mạc hóa, hoang hóa.

- Trồng cây xanh, trồng rừng, trồng rừng cây đệm ven bờ biển chung sự xâm lấn của cát, hơi muối biển.

2.2. CÁC BIỆN PHÁP MANG TÍNH CỤC BỘ

- Cải tiến công nghệ sản xuất và khai thác: Biện pháp này nhằm giảm các chất thải và các chất thải độc gây ô nhiễm môi trường không khí.

- Thay đổi nguyên, nhiên liệu cho sản xuất để tránh hoặc giảm thiểu thải các chất có hại vào không khí.

2.3. CÁC BIỆN PHÁP CẢI THIỆN KHÔNG KHÍ NƠI LÀM VIỆC

2.3.1. Thông gió

Nhiệm vụ của thông gió là đảm bảo trạng thái không khí cho con người sống và hoạt động phù hợp với tiêu chuẩn vệ sinh quy định.

1. Thông gió chung

Mục đích của thông gió chung là đưa không khí từ ngoài vào với lưu lượng cần thiết nhằm pha loãng cường độ ô nhiễm (bụi, hơi nóng, bụi, hơi hoặc khí độc) trong toàn bộ không gian nhà xưởng, sau đó thải ra ngoài.

Nhược điểm của biện pháp này là tạo ra mức độ không đồng đều của điều kiện vệ sinh tại những điểm khác nhau trong không gian nhà xưởng; đồng thời dễ đưa độc hại từ vùng này sang vùng khác. Vì vậy, một trong những yêu cầu cần thiết khi áp dụng biện pháp này là phải ổn định được các nguồn phát thải độc hại. Hiện tồn tại một số sơ đồ hệ thống trao đổi không khí trong phòng như sau:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| + Thổi trên hút dưới. | + Thổi trên hút trên. |
| + Thổi dưới hút trên. | + Thổi dưới hút dưới. |

Tùy từng trường hợp mà áp dụng sơ đồ này hay sơ đồ khác, nhưng phải tuân thủ theo nguyên tắc là dòng không khí phải đi theo trình tự:

Không khí sạch → Vùng thở → Vùng toả độc → Miệng Hút → Thải

2. Thông gió cục bộ

Mục đích của thông gió cục bộ là thu giữ các khí, hơi độc ngay tại nguồn phát sinh. Đây là biện pháp hiệu quả nhất trong việc đảm bảo trong sạch không khí cho vùng làm việc.

Việc tổ chức, xử lý hợp lý các chất gây ô nhiễm phải thoả mãn các yêu cầu sau:

- + Không cản trở thao tác công nghệ.
- + Không cho không khí chứa chất ô nhiễm đi qua vùng thở.
- + Vận tốc thu khí đủ lớn.

3. Thông gió chống nóng

** Khái niệm về cân bằng nhiệt*

Trong quá trình hoạt động, con người luôn có sự trao đổi về nhiệt với môi trường. Mức độ trao đổi nhiệt tiêu chuẩn đối với một người trong điều kiện nghỉ ngơi là 100 Kcal/giờ. Về mùa hè, thời tiết nóng nên chỉ có con đường duy nhất để cân bằng nhiệt là thoát mồ hôi. Để thu được hiệu quả làm mát bằng bốc hơi mồ hôi thì phải có các điều kiện sau:

- + Độ ẩm của không khí thấp.
- + Có gió với vận tốc phù hợp.

Tại nước ta, độ ẩm trung bình tương đối cao. Do vậy để tăng hiệu quả bốc hơi mồ hôi phải dùng gió có tốc độ đủ lớn, ví dụ:

- + Đối với hệ điều hoà không khí: $v = 0,25 - 0,38$ m/giây.
- + Đối với lao động: $v = 5,00 - 10,00$ m/giây.

** Các giải pháp chống nóng*

Tùy theo mức độ, yêu cầu khác nhau về vệ sinh công nghiệp mà áp dụng các giải pháp thông gió chống nóng khác nhau. Có thể chia làm hai loại:

- + Giải pháp thông gió tự nhiên và cách nhiệt.
- + Giải pháp thông gió cưỡng bức.

Thông gió tự nhiên là lợi dụng các yếu tố của tự nhiên như vận tốc gió trời, chênh lệch tỷ trọng của không khí để tạo ra các dòng khí vào ra một cách hợp lý. Tại nước ta, thông gió tự nhiên chủ yếu là dùng gió trời. Do vậy việc mở các cửa đón gió, thoát gió với tỷ lệ đủ lớn là việc làm rất quan trọng. Các nghiên cứu gần đây cho thấy tỷ lệ mở cửa phải từ 40 đến 60% diện tích tường mới đảm bảo thông gió tự nhiên theo phương nằm ngang có hiệu quả.

Một vấn đề quan trọng khác là việc hạn chế bức xạ nhiệt mặt trời truyền qua mái nhà. Về mùa hè, lượng nhiệt truyền qua mái có thể lên tới 110 - 120 Kcal/m². Một trong những biện pháp có thể áp dụng là phun nước lên mái.

Thông gió cưỡng bức được sử dụng khi thông gió tự nhiên không còn khả năng

đáp ứng được vấn đề cân bằng nhiệt. Thông gió cưỡng bức nhằm tạo ra vận tốc gió thổi thích hợp, kết hợp với các thông số như nhiệt độ, độ ẩm... để đưa vi khí hậu về trạng thái tự nhiên dễ chịu.

Trong giải pháp thông gió cưỡng bức thì điều hòa không khí là hình thức cao nhất của kỹ thuật thông gió nhằm đáp ứng chủ động các thông số vi khí hậu trong nhà mà không phụ thuộc vào khí hậu ngoài trời.

Trong công nghiệp, ngoài yếu tố vận tốc gió thổi còn có thể hạ nhiệt độ không khí để làm tăng hiệu quả làm mát. Một trong những biện pháp đơn giản có thể áp dụng là làm mát bằng bốc hơi đoạn nhiệt. Nguyên lý chung của biện pháp này là cho dòng không khí đi qua buồng phun nước hoặc lớp màng ướt. Nhiệt của không khí làm nước bay hơi và tự nó hạ nhiệt độ xuống nhưng độ ẩm tương đối tăng lên. Biện pháp này được áp dụng cho những vùng có khí hậu nóng, khô như miền Trung và miền Nam nước ta.

2.3.2. Sử dụng cây xanh

Cây xanh có tác dụng rất lớn trong việc hạn chế ô nhiễm không khí như thu hút bụi, lọc sạch không khí, giảm và che chắn tiếng ồn, giảm nhiệt độ không khí. Một số loại cây xanh rất nhạy cảm với ô nhiễm không khí, cho nên có thể dùng cây xanh làm vật chỉ thị để phát hiện ô nhiễm. Vì thế nên trồng nhiều cây xanh trong khuôn viên và xung quanh các nhà máy, dọc các đường giao thông, trong khu đệm giữa các khu công nghiệp, thương mại và dân cư. Tỷ lệ diện tích cây xanh trên diện tích khu công nghiệp cần đạt từ 15 đến 20%.

2.3.3. Giải pháp công nghệ

Đây là biện pháp nhằm giảm thiểu ô nhiễm không khí được coi là cơ bản, vì nó cho phép hạ thấp hoặc loại trừ chất ô nhiễm không khí có hiệu quả nhất. Nội dung chủ yếu của biện pháp này là hoàn thiện công nghệ sản xuất và áp dụng chu trình kín.

Biện pháp công nghệ bao gồm việc sử dụng những công nghệ sản xuất không có hoặc có rất ít chất thải. Nó cũng bao gồm việc thay thế các nguyên liệu, nhiên liệu thải ra nhiều chất độc hại bằng những nguyên, nhiên liệu không hoặc ít chất độc. Ví dụ như thay thế than đá bằng khí đốt. Nó còn bao gồm cả việc sử dụng các phương pháp sản xuất, gia công ít sản sinh ra chất độc hơn như gia công khô nhiều bụi bằng gia công ướt ít bụi hơn hay thay vì đốt bằng than thì đốt bằng điện...

Tạo ra một chu trình sản xuất kín có tác dụng loại trừ các chất ô nhiễm không khí ngay trong quá trình sản xuất. Bằng cách sử dụng tuần hoàn một phần hay toàn bộ các khí thải trong quy trình sản xuất, hoặc tái sử dụng chúng cho việc sản xuất sản phẩm khác sẽ giảm bớt hoặc triệt tiêu hoàn toàn khí thải.

2.4. BIỆN PHÁP QUẢN LÝ VÀ VẬN HÀNH SẢN XUẤT

Việc vận hành và quản lý thiết bị máy móc hoặc như quy trình công nghệ cũng là

một biện pháp để khống chế ô nhiễm không khí. Nghiêm túc thực hiện chế độ vận hành, định mức chính xác nguyên vật liệu, chấp hành đúng quy trình công nghệ sẽ làm cho lượng chất thải giảm xuống và có điều kiện quản lý chặt chẽ nguồn thải và lượng chất thải.

Chương 3

CÁC PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ BỤI

3.1. KHÁI QUÁT VỀ BỤI VÀ XỬ LÝ BỤI

Như đã nói đến ở phần trên, bụi là những hạt chất rắn có kích thước cũng như tỷ trọng khác nhau phân tán trong không khí. Để xử lý lọc sạch bụi trước khi thải ra môi trường người ta đã nghiên cứu và sử dụng nhiều cách khác nhau. Mỗi cách (phương pháp) phù hợp với các loại bụi, kích thước bụi khác nhau và có những ưu nhược điểm riêng. Chính vì vậy mà tùy thuộc vào đối tượng bụi, người ta chọn phương pháp xử lý phù hợp.

Các phương pháp xử lý bụi có thể chia thành các nhóm sau như trên bảng 3.1.

Bảng 3. 1. Các phương pháp xử lý bụi

Lọc	Đập bằng nước	Đập bằng tĩnh điện	Khử bụi dựa vào lực ly tâm	Khử bụi dựa vào trọng lực
- Thùng lọc gồm - Lọc có vật đệm - Lọc túi (màng)	- Dàn mưa - Sục khí - Đĩa quay - Lọc tầng kiểu Venturi	Lọc tĩnh điện	- Thiết bị sử dụng lực quán tính. - Thiết bị sử dụng lực ly tâm (cyclon). - Thiết bị quay	Buồng lắng bụi

Trên cơ sở phân loại các phương pháp xử lý, ta có thể chia các thiết bị xử lý bụi làm 6 động chính như sau:

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1. Lọc cơ khí | 4. Thiết bị lọc tĩnh điện |
| 2. Thiết bị màng lọc | 5. Thiết bị lọc ướt |
| 3. Thiết bị hấp thụ | 6. Thiết bị buồng đốt |

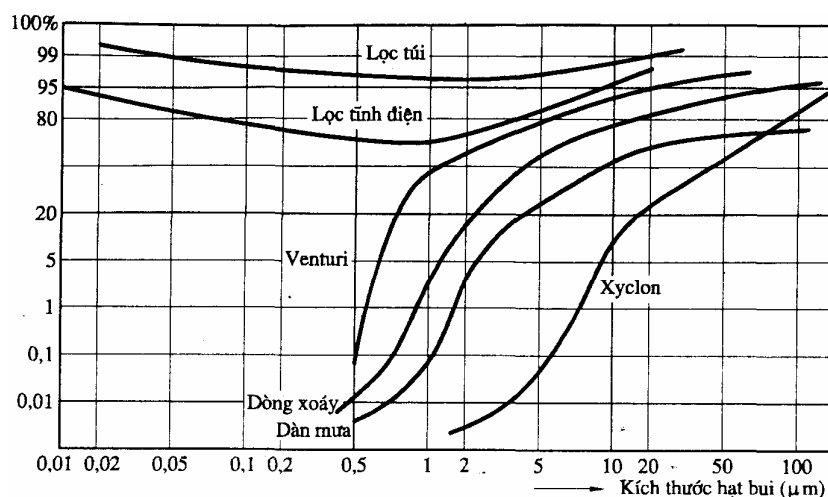
Hai loại đầu dùng để xử lý bụi. Thiết bị lọc tĩnh điện và lọc ướt có thể dùng để xử lý bụi hoặc hơi khí độc. Hai thiết bị sau hay được dùng để xử lý khí.

Đặc trưng và hiệu quả xử lý bụi của các kiểu thiết bị được khái quát trên bảng 3.2.

Bảng 3. 2. Vùng lọc và hiệu quả xử lý của các phương pháp

STT	Thiết bị xử lý	Kích thước hạt phù hợp	Hiệu quả xử lý (%)
1	Thùng lắng bụi	2000 – 100	40 – 70 %
2	Cyclon hình nón	100 – 5	45 – 85
3	Cyclon tổ hợp	100 – 5	65 – 95
4	Lọc có vật đệm	100 – 10	đến 99
5	Tháp lọc ướt	100 – 0,1	85 – 99
6	Lọc túi (màng lọc)	10 – 2	85 – 99,5
7	Lọc tĩnh điện	10 – 0,005	85 – 99

Cụ thể hóa bảng 3.2 ta có thể tham khảo minh họa trên hình 3.1.



Hình 3.1. Hiệu suất tách bụi của một số kiểu thiết bị

Bảng 3.2 và hình 3.1 cho thấy rằng các thiết bị xử lý bằng lực quán tính và các cyclon rất tiện để tách các hạt bụi tương đối lớn. Loại cyclon tổ hợp có hiệu suất lớn nhất. Dùng các thiết bị lọc điện, thiết bị lọc hình ống tay áo và các thiết bị lọc bụi loại ướt có thể đạt được độ tinh lọc khá cao.

Thiết bị lọc bụi loại ướt chỉ dùng khi chất khí cần xử lý chịu được nhiệt độ thấp và ẩm. Trong trường hợp này các thiết bị lọc bụi loại ướt có nhiều ưu điểm hơn so với thiết bị lọc điện ở chỗ thiết bị giản đơn và rẻ tiền. Ngoài ra, người ta còn dùng các thiết bị lọc ướt để lọc sạch khí khỏi bụi, khói và mù (tới 90%). Ứng dụng thiết bị lọc bụi loại ướt trong nhà máy có nhiều khó khăn vì ở đây quá trình tinh lọc có liên quan tới việc thu gom và thải một lượng lớn nước có tính axit. Thiết bị lọc điện là một loại thiết bị lọc sạch bụi có hiệu suất cao; trong đó muốn lọc các loại khí khô ta dùng loại thiết bị lọc điện thanh bản, còn để lọc sạch các loại bụi và hơi mù khó hấp thụ, cũng như để lọc sạch được tốt hơn, ta dùng loại thiết bị lọc điện kiểu ống và khi cần lọc sạch một thể tích khí lớn thì dùng thiết bị lọc điện tổ hợp, rẻ.

Tóm lại, muốn chọn được thiết bị để tách bụi và lọc sạch khí có hiệu quả, phải xuất phát từ các yêu cầu chính sau:

1. Thành phần hạt bụi và kích thước hạt của nó.
2. Trạng thái và thành phần của khí.
3. Độ tinh lọc khí cần thiết.

3.2. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỤI BẰNG BUỒNG LẮNG

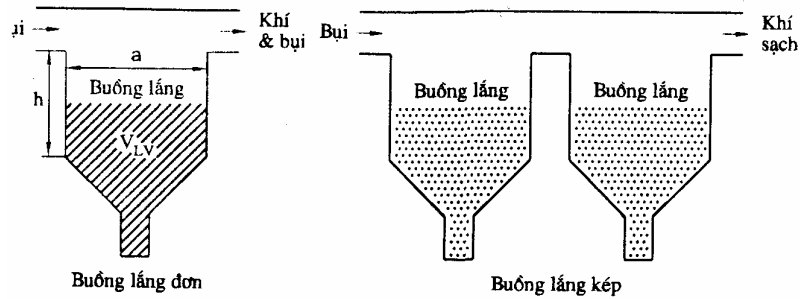
3.2.1. Nguyên tắc

Sự lắng bụi bằng buồng lắng là tạo ra điều kiện để trọng lực tác dụng lên hạt bụi thắng lực đẩy ngang của dòng khí. Trên cơ sở đó người ta tạo ra sự giảm đột ngột lực đẩy của dòng khí bằng cách tăng đột ngột mặt cắt của dòng khí chuyển động. Trong thời điểm ấy, các hạt bụi sẽ lắng xuống.

Để lắng có hiệu quả hơn, người ta còn đưa vào buồng lắng các tấm chắn lửng. Các hạt bụi chuyển động theo quán tính sẽ đập vào vật chắn và rơi nhanh xuống đáy.

3.2.2. Cấu tạo của buồng lắng

Một buồng lắng đơn, kép được cấu tạo như hình 3.2.



Hình 3.2. Cấu tạo buồng lắng đơn và kép

1. Bề mặt cắt ngang của buồng lắng được tính theo công thức:

$$S = a.h = \frac{V}{w} \text{ (m}^2\text{)}$$

trong đó:

a là chiều rộng của buồng lắng

h là chiều cao của buồng lắng

V là lưu lượng khí qua buồng lắng

w là vận tốc dòng khí qua buồng lắng.

Như vậy, khi thiết diện của buồng lắng càng tăng thì vận tốc dòng khí trong buồng lắng càng giảm.

2. Bề mặt lắng cần thiết (F) tính theo công thức:

$$F = \frac{V}{w_1}$$

Ở đây:

w_1 là vận tốc lắng bụi

V là lưu lượng dòng khí và bụi.

Thời gian lắng của hạt bụi được tính theo công thức:

$$t = h / w_1 \text{ (s)}$$

Thể tích làm việc của buồng lắng (V_{LV}):

$$V_{LV} = V.t \text{ (m}^3\text{)}$$

Chiều dài cần thiết của buồng lắng (l):

$$l = F / a = V_{LV} / h. a \text{ (m)}$$

3.2.3. Cấu tạo của buồng lắng nhiều tầng

Buồng lắng nhiều tầng là một dãy các buồng lắng đơn lẻ nối tiếp nhau. Từng tầng đơn lẻ hoạt động giống như buồng lắng đơn. Như vậy chiều dày tổng cộng:

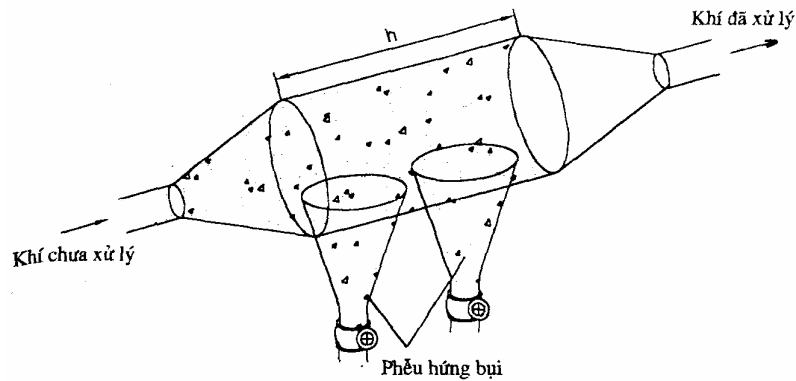
$$H = \sum_{i=1}^n n_i h_i \text{ (m)}$$

trong đó: n_i là tầng thứ i

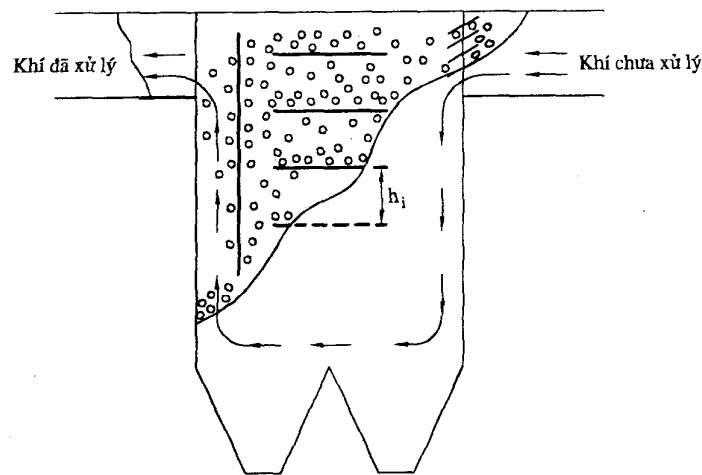
h_i là chiều cao tầng thứ i

Tóm lại, buồng lắng bụi là một loại thiết bị thu bụi dựa vào lực trọng lực và lực quán tính để thu giữ bụi. Với thiết bị loại này người ta có thể thu gom các hạt bụi có kích thước lớn hơn $10\ \mu\text{m}$. Để làm sạch khí trong các lò đốt ta cũng có thể sử dụng thiết bị buồng lắng nhiều tầng. Mặc dù buồng lắng bụi là biện pháp rẻ tiền nhưng thiết bị của nó cồng kềnh và hiệu quả xử lý thường là thấp nhất so với các phương pháp khác. Nó hay được sử dụng để làm sạch sơ bộ.

Dưới đây là một số mô hình thiết bị thu bụi bằng trọng lực (hình 3.3a, 3.3b).



Hình 3.3a. Thiết bị thu hút bụi bằng trọng lực



Hình 3.3b. Buồng lắng kép có vách ngăn tăng hiệu quả

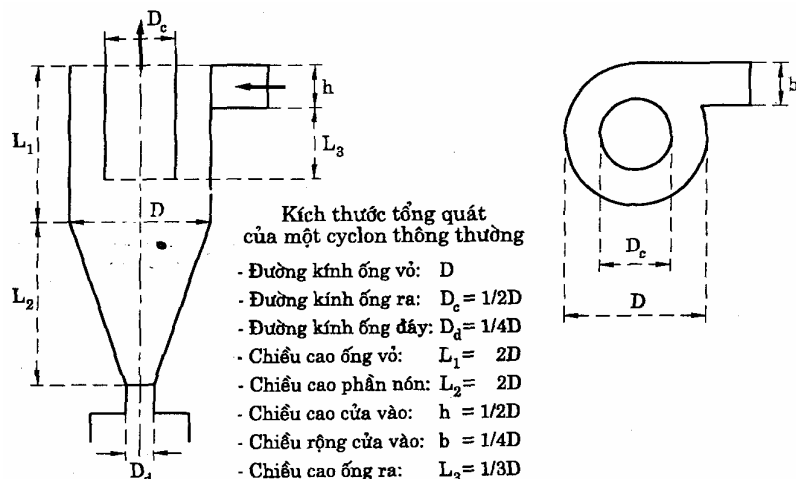
3.3. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỤI DỰA VÀO LỰC LY TÂM (CYCLON)

3.3.1. Nguyên lý

Khi dòng khí và bụi chuyển động theo một quỹ đạo tròn (dòng xoáy) thì các hạt bụi có khối lượng lớn hơn nhiều so với các phân tử khí sẽ chịu tác dụng của lực ly tâm văng ra phía xa trục hơn, phần gần trục xoáy lượng bụi sẽ rất nhỏ.

Nếu ta giới hạn dòng xoáy trong một vỏ hình trụ thì bụi sẽ va vào thành vỏ và rơi xuống đáy. Khi ta đặt ở tâm dòng xoáy một ống dẫn khí ra, ta sẽ thu được khí không

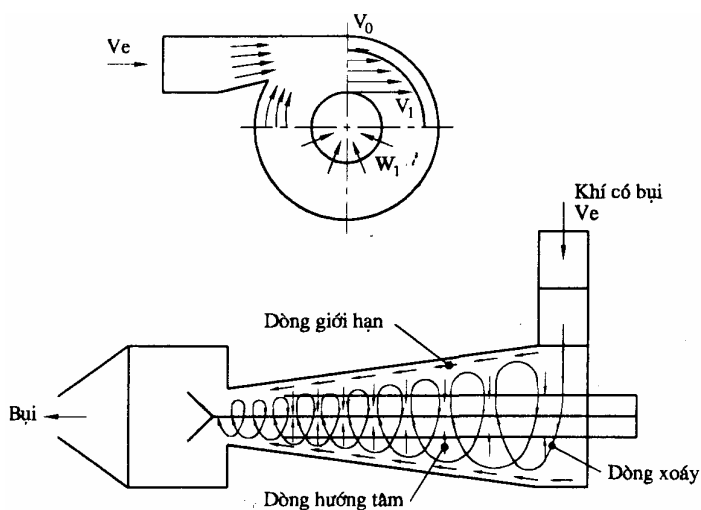
có bụi hoặc lượng bụi đã giảm đi khá nhiều.



Hình 3.4.a. Đường đi và các lực tác dụng trong cyclo của dòng bụi khí

3.3.2. Cyclon đơn

Một cyclon đơn có thể mô phỏng theo hình 3.4.b



Hình 3.4.b. Mặt cắt đứng và mặt cắt ngang của một cyclon đơn

1. Tốc độ lắng của hạt bụi trong cyclon được tính theo công thức:

$$w_0 = \frac{d^2 \cdot (P_1 - P_2) \cdot U^2}{9 \cdot P_2 \cdot v_2 \cdot D}$$

trong đó:

d : Đường kính hạt bụi (m).

P_1 : Khối lượng riêng của hạt (kg/m^3)

P_2 : Khối lượng riêng của khí mang (kg/m^3)

v_2 : Hệ số độ nhớt động học của khí (m^2/s)

U : Tốc độ Vòng của dòng khí trong cyclon (m^2/s)

D : Đường kính phần vỏ hình trụ của cyclon (m)

2. Đường kính phần hình trụ của cyclon được tính theo công thức:

$$D = 2.(R_1 + \delta_1 + \Delta R) \text{ (m)}$$

trong đó: R_1 là bán kính ống dẫn khí ra (ống trong hình trụ);

δ_1 là độ dày của vỏ ống dẫn khí ra; ΔR là khoảng cách tính theo bán kính giữa ống dẫn khí ra và thân cyclon.

$$R_1 = \sqrt{4V / \pi \cdot w_r}$$

trong đó: V là lưu lượng khí qua hay năng suất của cyclon

w_r là vận tốc dòng khí đi ra khỏi cyclon (trong công nghiệp w_r thường lấy từ 4 - 8m/s).

3. Kích thước của ống vào

Ống vào thường là hình chữ nhật có chiều cao h và chiều rộng b . Thông thường tỷ lệ h/b bằng k và bằng từ 2 đến 4.

$$b = \sqrt{4V / k \cdot w_v}$$

trong đó: w_v là vận tốc dòng khí vào trong ống cyclon (thường bằng 18 - 20 m/s).

4. Thể tích làm việc của cyclon

$$V_{LV} = V \cdot t \text{ (m}^3\text{)}$$

trong đó t là thời gian lưu của dòng khí trong cyclon.

$$\frac{4,06 \cdot 10^2}{d^2 \cdot w^2 \cdot \rho_k \cdot \varphi_b} \lg \frac{R_2}{R_1 + \Delta R} \text{ (s)}$$

trong đó w là tốc độ góc của dòng khí trong cyclon,

$$w = w_{rtb} / R_{tb}$$

w_{rtb} là vận tốc trung bình dòng khí ra khỏi cyclon

ρ_k là tỷ trọng của khí và φ_b là góc vào của dòng khí. R_2 là bán kính vỏ phần hình trụ, R_{tb} là bán kính trung bình của phần hình trụ của cyclon.

5. Chiều cao của phần hình trụ H_t

$$H_t = \frac{V_h}{(R_2 - R_1) \cdot w_{tb}} = k \frac{V_{lv}}{\pi \cdot [R_2^2 - (R_1 + \delta_1)^2]}$$

trong đó

V_h : Thể tích hiệu dụng của phần hình trụ

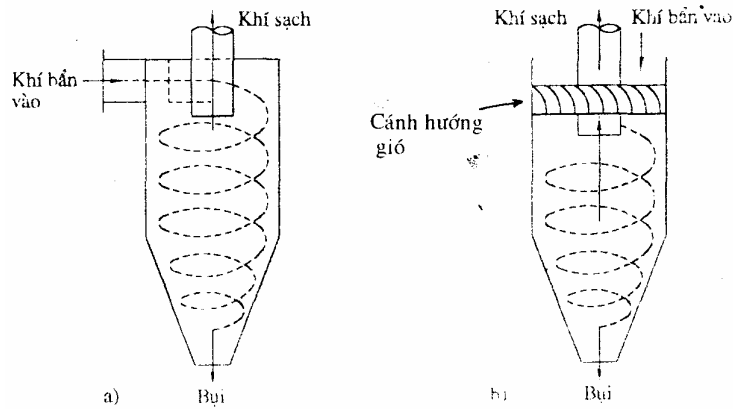
V_{lv} : Thể tích làm việc của cyclon

δ_1 : Độ dày của vỏ ống dẫn khí ra

w_{tb} : Vận tốc trung bình của dòng bụi và khí thải trong cyclon.

R_1, R_2 : Bán kính của ống dẫn khí ra và bán kính vỏ phần hình trụ của cyclon.

k : Hệ số phụ thuộc đặc tính của dòng khí bụi thải.



Hình 3.5.a và 3.5.b. Thiết bị dòng tiếp tuyến (a)
và thiết bị dòng trực (b)

6. Chiều cao phần hình nón

$$H_n = (R_2 - R_0) \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$$

trong đó:

R_0 là bán kính lỗ thoát bụi (thường là 0,2 đến 0,5 m),

α_0 là góc nghiêng giữa bán kính và đường sinh (thường là $50^\circ - 60^\circ$).

Có hai cách để đưa dòng khí vào cyclon tạo ra chuyển động xoáy là dạng dòng tiếp tuyến và dạng dòng trực như trên hình vẽ 3.5.a và 3.5.b.

Trong thực tế người ta thường lắp thành tổ hợp nhiều cyclon đơn lại để tăng cường hiệu quả xử lý khí thải (xem hình 3.6). Tổ hợp cyclon thường gồm các cyclon đơn có đường kính từ 40- 250 mm, ghép thành cụm song song với nhau. Thiết bị kiểu cyclon có thể sử dụng để xử lý dòng khí bụi có nhiệt độ đến 400°C nhưng nồng độ bụi không cao.

Nhược điểm chung của cyclon là không thể lọc sạch khí khỏi các hạt bụi rất nhỏ, năng lượng tiêu thụ để lọc lớn và thành thiết bị bị mài mòn nhanh do đó do nhạy về tải trọng cũng sẽ giảm xuống. Ta có thể tham khảo năng suất lọc của cyclon (m^3/h) ở bảng 3.3.

Bảng 3.3. Năng suất lọc bụi của cyclon đơn và cyclon tổ hợp

Loại Cyclon	Năng suất làm việc theo đường kính của Cyclon (mm)				
	400	500	600	700	800
Đơn	1450-1690	2270-2640	3260-3810	4400-5180	5800-6760
Kép	--	4540-5290	6520-7620	8800-10400	11600-13500
Ba	--	--	--	13200-15500	17400-20300
Bốn	5800-6760	9080-10600	13000-15200	17600-20700	23200-27000

7. Hiệu suất làm sạch bụi của cyclon

$$\eta = \frac{G}{G_d} \cdot 100 = \frac{G_d - G_c}{G_d} \cdot 100$$

Hiệu suất làm sạch riêng phần:

$$\eta_{RP} = \frac{G_{RP}}{G_{RPd}} \cdot 100 = \frac{G_{RPd} - G_{RPc}}{G_{RPd}} \cdot 100$$

$$\eta = \sum_{i=1}^n \eta_{RP} = \frac{\eta_{RP}^1 \cdot \Phi_1}{100} + \frac{\eta_{RP}^2 \cdot \Phi_2}{100} + \frac{\eta_{RP}^3 \cdot \Phi_3}{100} +$$

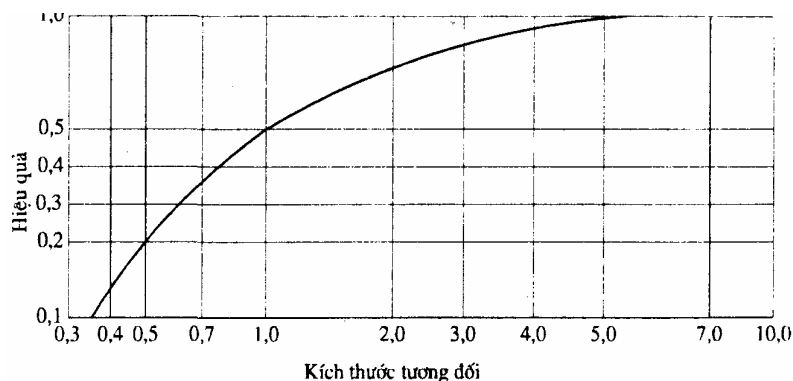
trong đó:

Φ_i là thành phần của các loại (kích thước) bụi.

G , G_d , G_c là khối lượng bụi được xử lý, khối lượng bụi ban đầu và khối lượng bụi còn sau khi xử lý.

G_{RP} , G_{RPd} , G_{RPc} là khối lượng bụi riêng phần đã được xử lý, khối lượng bụi riêng phần ban đầu và khối lượng bụi riêng phần còn lại sau xử lý.

Giản đồ hiệu quả của phương pháp thu bụi bằng cyclon được thể hiện trên hình 3.6.



Hình 3.6. Giảm độ hiệu quả của thiết bị thu bụi cyclon

Ngoài thiết bị cyclon kiểu khô người ta còn có thể sử dụng thiết bị cyclon ướt để làm sạch bụi như hình 3.7.

3.4. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỤI BẰNG LỌC MÀNG, LỌC TÚI

3.4.1. Nguyên lý

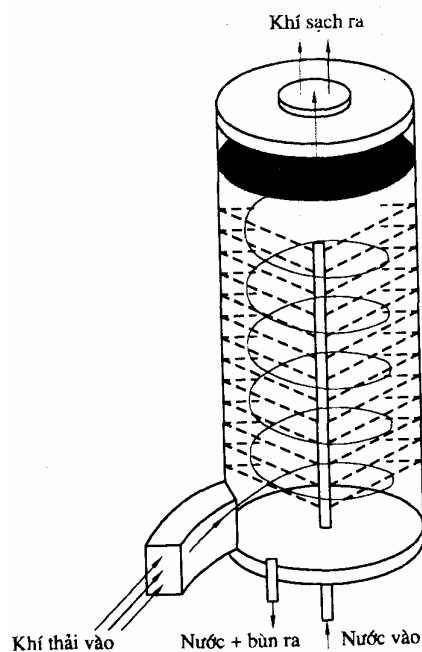
Dòng khí và bụi được chặn lại bởi màng hoặc túi lọc; túi (màng) này có các khe (lỗ) nhỏ cho các phân tử khí đi qua dễ dàng nhưng giữ lại các hạt bụi. Khi lớp bụi đủ dày ngăn cản lượng khí đi qua thì người ta tiến hành rung hoặc thổi ngược để thu hồi bụi và làm sạch màng.

3.4.2. Cấu tạo và vận hành

Màng lọc là những tấm vải (ni) được đặt trên một giá đỡ là những tấm cứng đan hoặc tấm cứng liền có đục lỗ.

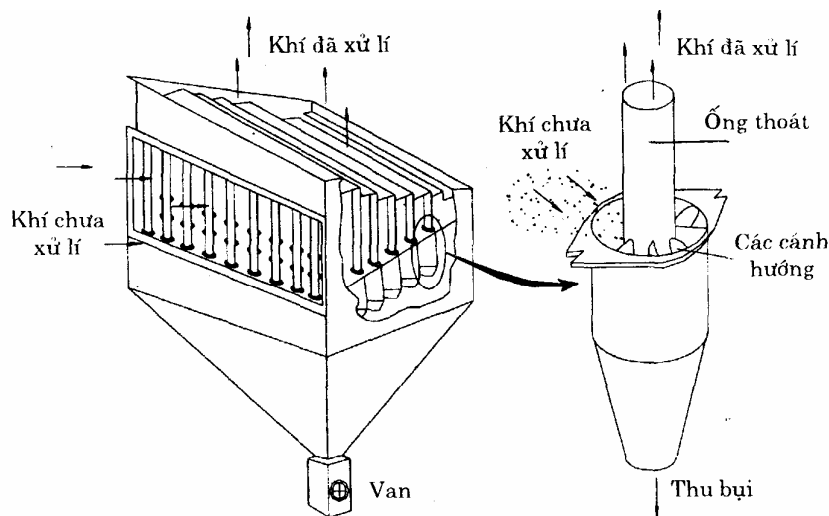
Túi lọc bằng vải, ni có dạng ống một đầu hở để khí đi vào còn đầu kia khâu kín. Để túi được bền hơn người ta thường đặt trong một khung cứng bằng lưới kim loại hoặc nhựa.

Năng suất lọc của thiết bị phụ thuộc vào bề mặt lọc, loại bụi và bản chất, tính năng của vật liệu làm túi (màng).



Hình 3.7. Thiết bị cyclon ướt

Một bộ thiết bị tổ hợp cyclon có dạng như hình 3.8:



Hình 3.8. Thiết bị tổ hợp cyclon

1. Diện tích lọc được tính theo công thức

$$S = \frac{V}{v \cdot \eta} 3600$$

- Đối với túi lọc: $S \approx \pi \cdot D \cdot l + \pi \cdot D^2 / 4$

- Đối với màng lọc: $S = a \cdot b$

trong đó:

V là lưu lượng khí (năng suất lọc) qua túi (màng) (m^3/s).

v là cường độ lọc của một m^2 bề mặt ($m^3/m^2 \cdot h$). Thông thường v được chọn từ 15 đến $200 m^3/m^2 \cdot h$.

η là hiệu suất làm việc của bề mặt lọc, thông thường được lấy khoảng 85 %.

D là đường kính ống lọc.

l là chiều dài ống lọc.

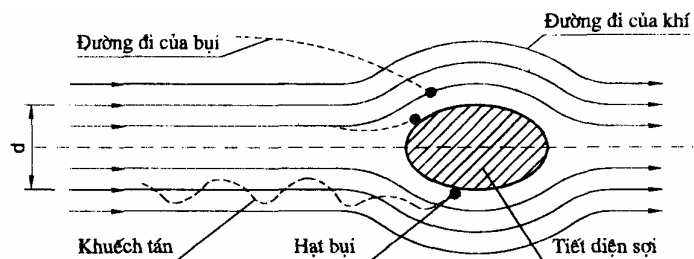
a là chiều rộng của túi.

b là chiều dài của túi.

2. Lực cản của túi (màng) được tính theo công thức

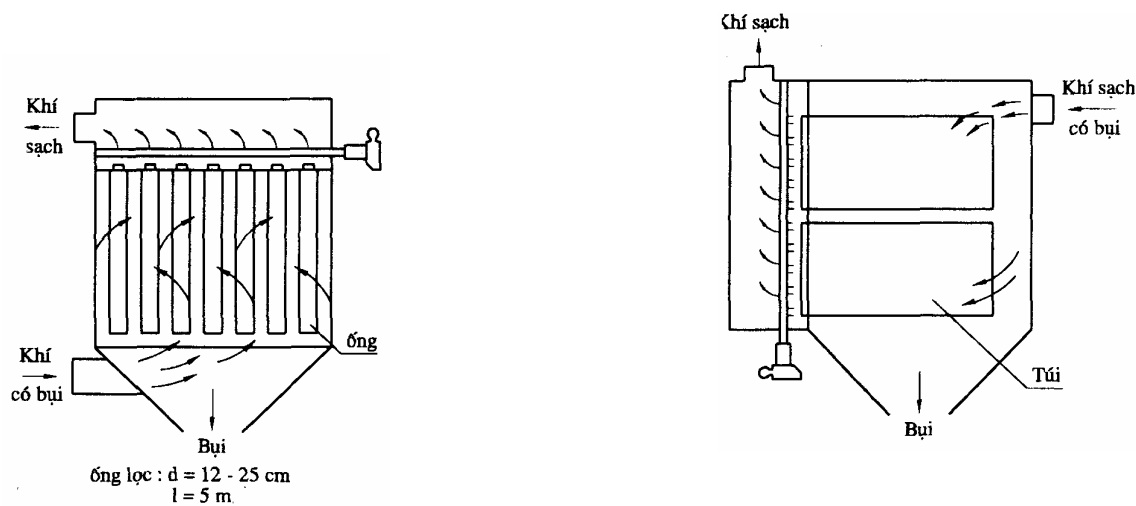
$$\Delta P = A \cdot v^n \text{ (N/m}^2\text{)}$$

trong đó A là hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào nguyên liệu làm túi (màng), có kể đến độ bào mòn và cặn bẩn. A thường dao động từ 0,25 đến 25,00. n là hệ số thực nghiệm thông thường bằng 1,25 đến 1,30.



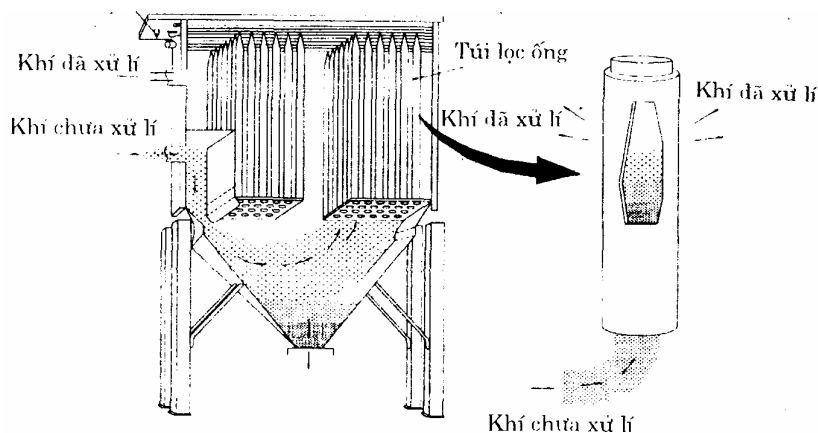
Tốc độ dòng cao, $x_p > 1 \text{ mm}$: quán tính

Tốc độ dòng nhỏ, $x_p > 1 \text{ mm}$: khuếch tán



Hình 3.9. Mô hình đường đi của hạt bụi và thiết bị lọc bụi dạng ống lọc và túi lọc

Bộ phận chuyển động cơ khí



Hình 3.10. Thiết bị lọc túi được sử dụng phổ biến

Sử dụng lọc bằng màng hoặc bằng túi có thể cho hiệu quả lọc đến 98-99%. Với những hạt bụi có kích thước $\geq 1 \mu\text{m}$, hiệu quả lọc tới gần 100%. Phương pháp này cũng loại được các hạt bụi nhỏ đến hàng $0,01 \mu\text{m}$.

3.5. THU BỤI BẰNG CÁC PHƯƠNG PHÁP ƯỚT

Các phương pháp ướt thường được sử dụng cho những nơi bụi mang độ ẩm cao hoặc không khí tại nơi làm việc không đồng đều về nhiệt độ và độ ẩm. Nguyên tắc của phương pháp này là dòng không khí chứa bụi phải được đi qua một môi trường lỏng hoặc màng hơi nước để tăng khả năng lắng xuống của hạt bụi. Có rất nhiều cách để áp dụng nguyên tắc này, dưới đây chúng ta sẽ xem xét một vài phương pháp hay được sử dụng trong công nghiệp.

3.5.1. Phương pháp dập bụi bằng màng chất lỏng

1. Nguyên lý

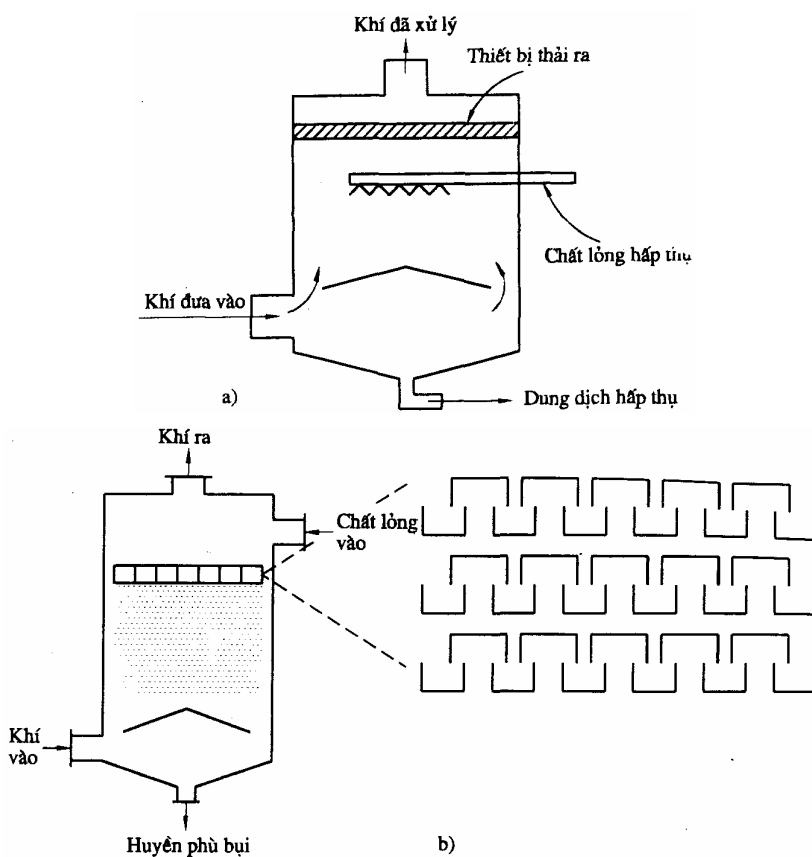
Dòng khí có chứa bụi đi qua màng chất lỏng (thường là nước). Các hạt bụi gặp nước sẽ bị chìm xuống hoặc cuốn bám theo màng nước, còn dòng khí đi qua. Nước thường được đi từ trên xuống, còn dòng khí đi từ dưới lên.

2. Cấu tạo và vận hành của thiết bị

* Dàn mưa: Đây là thiết bị đơn giản nhất để dập bụi nhưng lại có hiệu quả cao. Lượng nước phun vào có thể quay vòng trở lại sau khi lắng bùn bụi. Thiết bị này thường dùng trong các nhà máy xi măng hay các xí nghiệp nghiền quặng.

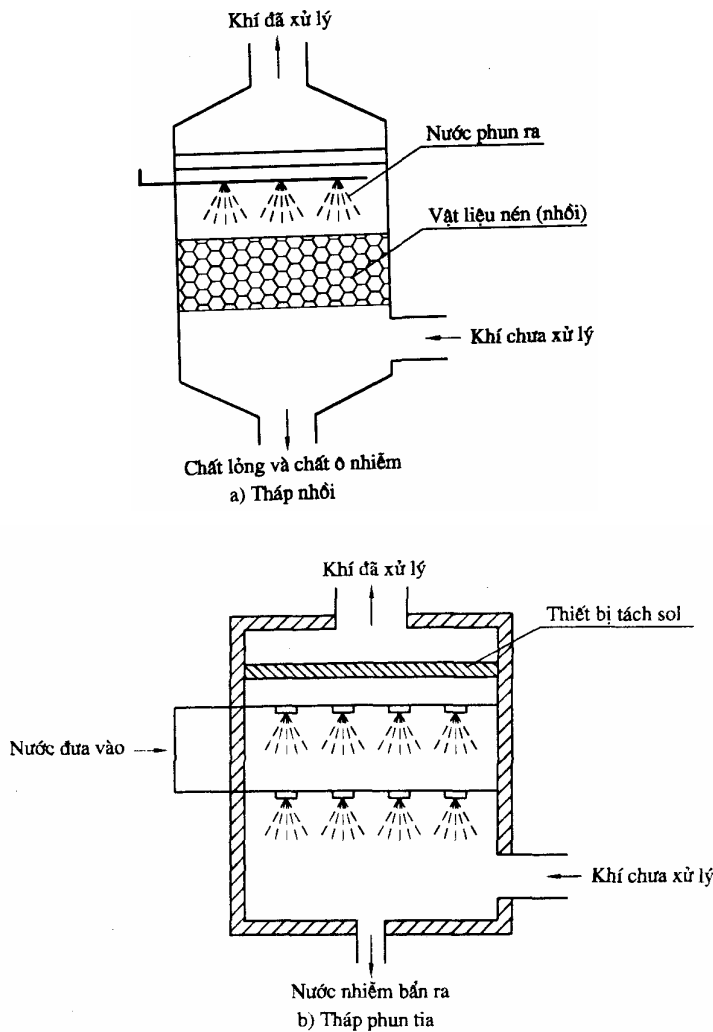
* Tháp đĩa chồng: Đây là một kiểu tháp dập bụi khác rất có hiệu quả.

Trong công nghiệp, thiết bị lọc bụi qua màng chất lỏng thường được đặt sau hệ thống buồng lắng bụi nhằm mục đích thu gom những hạt bụi quá nhỏ không bị giữ lại ở buồng lắng. Kích thước thiết bị thường có bề rộng $> 1\text{ m}$; sâu và cao $> 1,5\text{ m}$; đường kính ống thải $> 600\text{ mm}$; chiều cao ống thải chỉ nên hạn chế $< 5\text{ m}$ để thuận tiện làm vệ sinh. Cấu tạo cơ bản của dàn mưa và tháp đĩa chồng được mô tả trên hình 3.11.



Hình 3.11. Kiểu dàn mưa (a) và kiểu thác đĩa chồng (b)

Trên cơ sở dập bụi bằng màng chất lỏng người ta đã chế ra một số thiết bị loại này có dạng như sau (hình 3.12).



Hình 3.12. Sơ đồ thiết bị dập bụi bằng màng chất lỏng

3.5.2. Phương pháp sục khí qua chất lỏng (nước) - Phương pháp sủi bọt

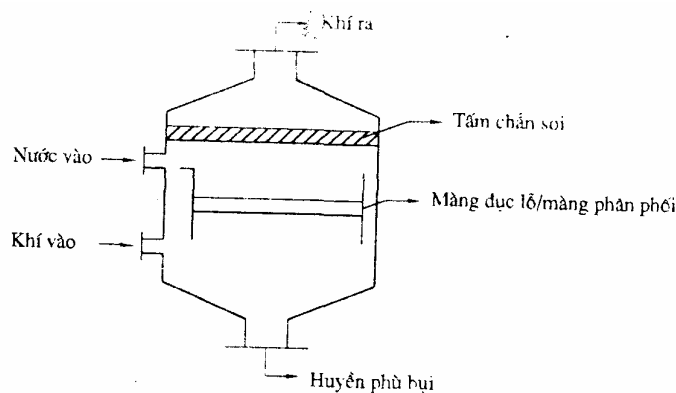
Đây là một trong các kiểu tách bụi ra khỏi khí thải bằng phương pháp ướt có hiệu quả cao (với bụi có đường kính lớn hơn $5\ \mu\text{m}$, hiệu suất làm sạch khí đạt tới 99%).

1. Nguyên lý

Khí chứa bụi đi qua màng đục lỗ rồi qua lớp chất lỏng dưới dạng các bọt khí. Bụi trong các bọt khí bị thấm ướt và bị kéo vào pha nước tạo thành các huyền phù rồi được thải ra ngoài. Khí sau khi được làm sạch sẽ thải ra môi trường. Thiết bị làm sạch khí kiểu này phù hợp với nồng độ bụi khoảng 200 đến $300\ \text{mg}/\text{m}^3$; công suất có thể lên tới $50.000\ \text{m}^3/\text{h}$.

2. Cấu tạo và hoạt động

Cấu tạo đơn giản của một thiết bị sủi bọt được mô tả ở hình 3.13.



Hình 3. 13. Cấu tạo của thiết bị sủi bọt

Khí được đi từ dưới lên thông qua một màng phân phối, lội qua nước, qua màng (lưới) rửa rồi ra ngoài. Nước được cấp liên tục vào cửa nước và lấy ra ở đáy cùng với huyền phù bụi.

* Diện tích màng (lưới) được tính theo công thức:

$$S = V / w$$

trong đó: V là lưu lượng khí qua thiết bị

w là vận tốc khí.

Vận tốc khí thường từ 0,7 đến 3,5 m/s. Nếu w quá nhỏ sẽ không tạo được bọt sủi lên; Khi w lớn quá sẽ phá vỡ lớp bọt (*thành phun*). Vận tốc w qua bề mặt tự do của màng (lưới) tương đối ổn định ở khoảng 2m/s.

* Đường kính lỗ lưới khoảng từ 2 đến 8 mm

* Chiều cao của lớp bọt trên lưới (màng) tính theo công thức:

$$H = k_1 \cdot w(H_0 + k_2) + 2H_0$$

trong đó: w là vận tốc khí đi qua lưới.

k_1 và k_2 là hệ số thực nghiệm ($k_1 = 0,35$ và $k_2 = 0,075$ khi diện tích tự do của lỗ lưới nhỏ hơn 18%; $k_1 = 0,65$ và $k_2 = 0,015$ khi diện tích của lỗ lưới lớn hơn 18% và nhỏ hơn 30%).

H_0 là chiều cao của lớp chất lỏng ban đầu.

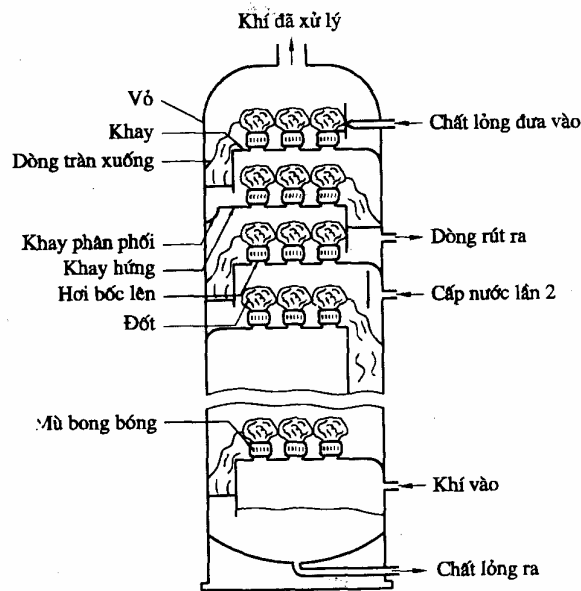
* Hiệu suất làm sạch được tính theo công thức:

$$P = \frac{G_0 - G}{G_0} \cdot 100$$

trong đó: G_0 là hàm lượng bụi ban đầu.

G là hàm lượng bụi còn lại trong dòng khí sau khi đi qua thiết bị.

Trong thực tế, tháp lọc thường được làm nhiều tầng để lọc bụi được sạch hơn. Các tháp lọc nhiều tầng thường được áp dụng để xử lý khí và bụi đồng thời, đặc biệt trong trường hợp hàm lượng khí nhỏ. Dưới đây là sơ đồ tháp lọc sủi bọt.



Hình 3. 14. Sơ đồ tháp lọc sỏi bọt

3.5.3. Phương pháp rửa khí ly tâm

Thực tế đây là thiết bị kết hợp lực ly tâm của cyclon với sự gập bụi của nước. Nước được phun từ trên xuống theo thành hình trụ của thiết bị, đồng thời khí được thổi theo dòng xoáy từ dưới đi lên. Bụi văng ra phía thành bị nước cuốn theo đi xuống cửa thoát dưới đáy (mô hình của thiết bị cyclon ướt đã được minh họa trong mục 3.3) (hình 3.8).

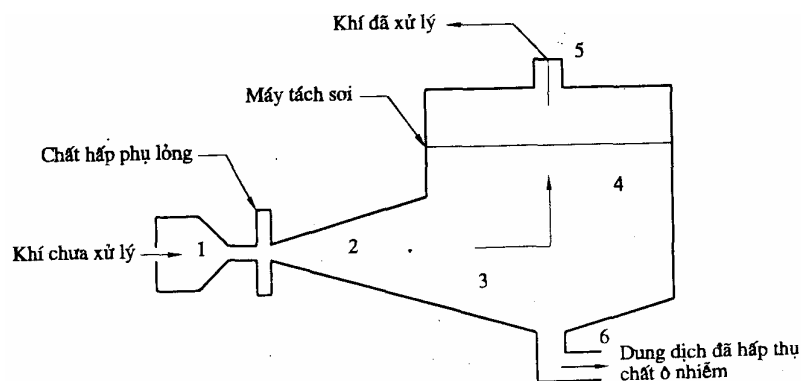
3.5.4. Phương pháp rửa khí kiểu Venturi

1. Nguyên lý

Dòng khí được dẫn qua một ống thắt, tại đây tốc độ dòng khí tăng lên cao (50 - 150 m/s). Khi vượt qua đầu cấp chất lỏng để ngỏ sẽ kéo theo dòng sol. Những hạt chất lỏng nhỏ bé đó sẽ làm ướt bụi cuốn theo và ngưng hại thành dạng bùn đi ra theo cửa dưới và dòng khí ra sẽ là khí sạch.

2. Cấu tạo và vận hành

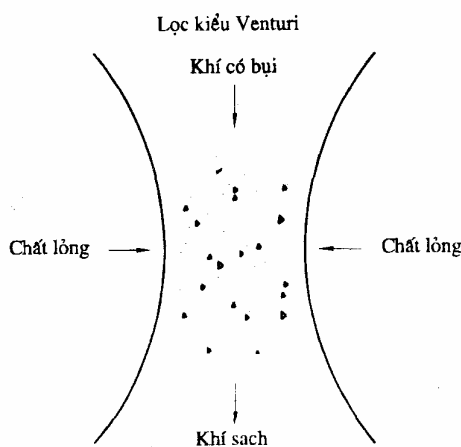
Thiết bị tách bụi khỏi dòng khí thải kiểu Venturi được mô tả trên hình 3.15. Khí được dẫn vào cửa 1 qua cổ thắt 2, tại đây có đặt cửa cấp nước. Sau khi dẫn qua cửa 3 khí đi vào buồng lọc sol 4; tại đây có trang bị hệ thống tách sol là những tấm lưới đặt xiên so với thành buồng. Sol nước lẫn bụi ướt tích tụ lại ở phần đáy và được thải ra ngoài theo cửa 6. Khí sau khi tách sol và bụi được thoát ra ngoài theo cửa 5.



Hình 3. 15. Thiết bị tách bụi khỏi dòng khí thải dạng Venturi

Ngược lại với kiểu Venturi người ta còn dùng dòng nước thay vì dòng khí trong thiết bị rửa khí. Dòng chất lỏng có vận tốc lớn đi qua cửa thắt sẽ tạo một áp suất âm ở khoảng không gian giữa dòng nước và thành cửa thắt; khí thải sẽ bị cuốn vào qua cửa thắt, tiếp xúc với dòng phun của chất lỏng và quá trình tách bụi xảy ra giống như nguyên lý trong thiết bị Venturi. Nước (chất lỏng) sau khi tách phần lớn huyền phù bụi ở các ngăn bể tại phần đáy của thiết bị được sử dụng tuần hoàn trở lại. Khí đi ra là khí sạch. Đối với thiết bị kiểu này, vận tốc của chất lỏng thường vào khoảng từ 20 đến 30 m/s; tốc độ dòng khí vào từ 10 đến 20 m/s.

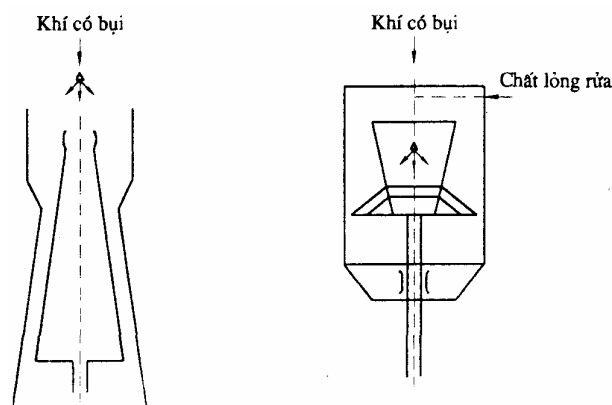
Hình 3.16 dưới đây mô tả cách đi của chất lỏng rửa và dòng khí thải qua cửa thắt.



Hình 3. 16. Cách đi của chất lỏng

Các thiết bị tách bụi khỏi khí kiểu này có thể lắp liên tiếp nhau qua nhiều bậc tùy theo yêu cầu độ sạch của khí ra.

Trong các loại thiết bị rửa khí ướt, thiết bị kiểu Venturi đạt hiệu quả thu bụi cao nhất và được sử dụng rộng rãi trong kỹ nghệ. Dưới đây là một số thiết bị tách bụi kiểu ướt khác hay được sử dụng:



Hình 3.17. Một số thiết bị rửa khí

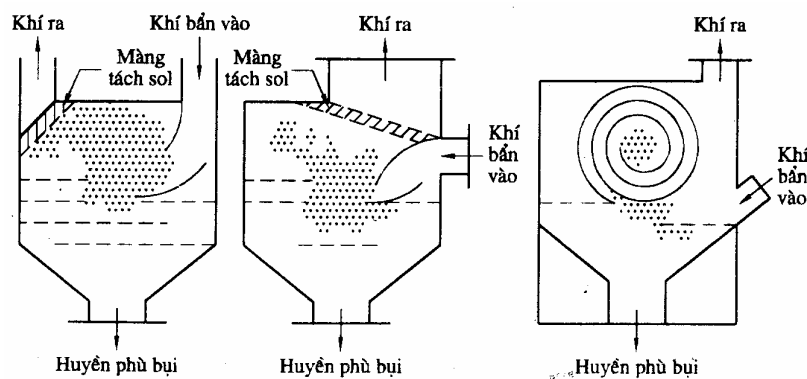
3.5.5. Rửa khí kiểu dòng xoáy

1. Nguyên lý

Dòng khí có tốc độ lớn thổi trực tiếp vào bề mặt chất lỏng rửa theo một góc xiên; dưới áp lực của dòng khí, chất lỏng sẽ bị tung lên, khí và chất lỏng tiếp xúc với nhau; bụi bị thấm ướt sẽ giữ lại trong chất lỏng và khí sạch đi ra ngoài.

2. Cấu tạo và vận hành

Các kiểu thiết bị rửa khí dòng xoáy được mô tả như trên hình 3.18. Đối với kiểu 1 và 2 tuy cấu tạo có khác nhau nhưng quá trình vận hành tương tự nhau. Dòng khí và bụi được dẫn qua cửa vào buồng rửa (với vận tốc thường từ 10 đến 15 m/s). Do cấu tạo có tấm chắn định hướng nên dòng khí tiếp xúc với bề mặt chất lỏng dưới một góc xiên. Dòng khí và chất lỏng được tiếp xúc với nhau trong vùng tiếp xúc. Hầu hết bụi sẽ được giữ lại trong lòng chất lỏng; dòng khí chứa sol được đi qua màng tách sol và đi ra ngoài theo cửa ra. Huyền phù bụi được thường xuyên lấy ra theo cửa thải.



Hình 3.18. Các kiểu thiết bị rửa xoáy

Kiểu thứ 3 có trang bị cánh hướng dòng hình xoắn ốc nên đã làm tăng thời gian tiếp xúc giữa dòng khí bẩn và sol nước dẫn đến hiệu quả làm sạch được tăng lên. Mặt khác do thời gian dòng khí và sol đi trong cánh định hướng dài hơn nên hầu hết các sol đã được lắng lại nên không cần trang bị thêm màng tách sol. Khí bẩn đi vào thiết bị theo một ống lắp xiên với thành thiết bị; sau khi tiếp xúc với bề mặt chất lỏng sẽ đi vào cánh hướng dòng. Khí sạch đi theo cửa ra. Huyền phù bụi được định kỳ lấy ra theo cửa

tháo bụi.

Ưu điểm của các thiết bị rửa xoáy là bụi được kéo vào trong phần nước rửa tuần hoàn, vì thế ta chỉ cần bổ sung lượng nước thất thoát nên sẽ tiết kiệm được nước rửa và phần nước phải xử lý cũng ít đi.

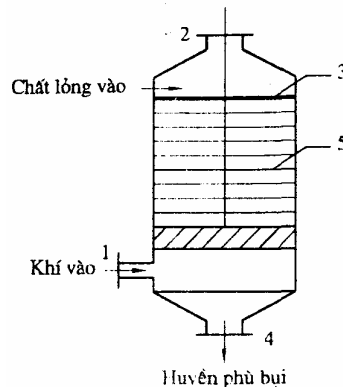
3.5.6. Rửa khí kiểu đĩa quay

1. Nguyên lý

Bụi trong dòng khí đi qua hệ thống khử bụi gồm nhiều tấm đục lỗ hay lưới bằng kim loại. Những tấm lưới này luôn luôn được thấm ướt bằng một chất lỏng thích hợp và quay tròn đều trong một không gian hình trụ. Những hạt bụi trong dòng khí gặp bề mặt chất lỏng sẽ bị làm ướt và bị giữ lại rồi trôi theo những giọt nước rơi xuống đáy.

2. Cấu tạo và vận hành

Khí thải được dẫn vào thiết bị theo cửa "khí vào" 1 ở phía dưới; sau khi đi qua hệ thống đĩa quay 5 sẽ đi ra ngoài theo cửa "khí thoát" 2. Chất lỏng được phun vào đĩa trên cùng bằng hệ thống phun 3 và chảy đều xuống các đĩa phía dưới. Bụi bị thấm ướt sẽ chảy theo dòng chất lỏng đi xuống phía dưới và được thường xuyên tháo ra theo cửa thoát 4 (hình 3.19)



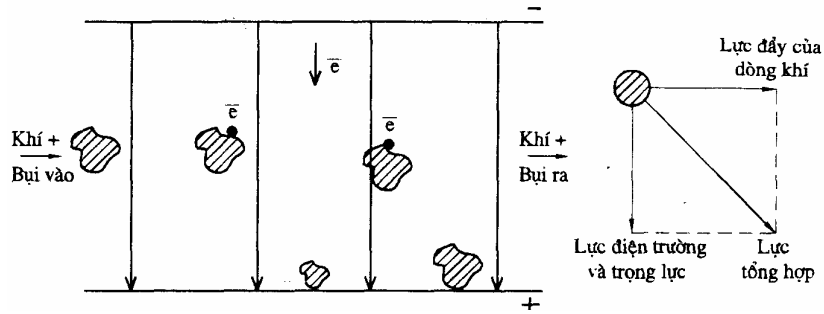
Hình 3. 19. Thiết bị rửa khí kiểu đĩa quay

3.6. KHỬ BỤI TÍNH ĐIỆN

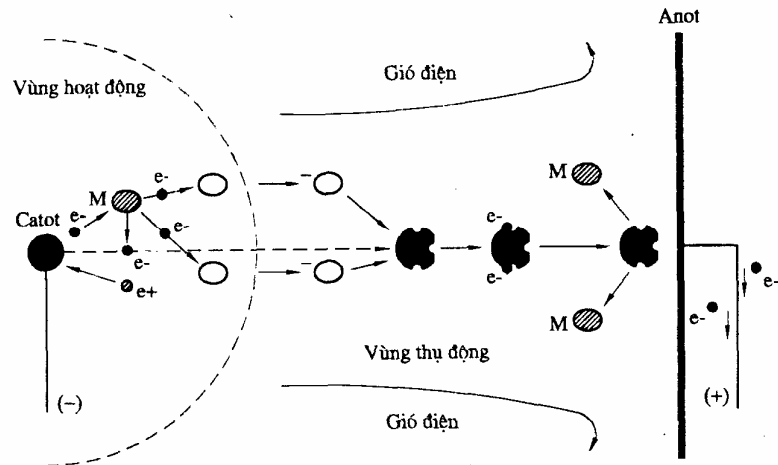
3.6.1. Nguyên lý

Trong một điện trường đều, có sự phóng điện của các điện tử từ cực âm sang cực dương. Trên đường đi, nó có thể va phải các phân tử khí và ion hóa chúng hoặc có thể gặp phải các hạt bụi làm cho chúng tích điện âm và chúng sẽ chuyển động về phía cực dương. Tại đây chúng được trung hòa về điện tích và nằm lại ở đó. Lợi dụng nguyên lý này người ta sẽ thu được bụi từ các tấm điện cực dương và khí đi ra là khí sạch bụi.

Dưới đây chúng ta sẽ xem xét cách di chuyển của những hạt bụi trong một điện trường đều (hình 3.20) và quá trình hoạt động của một hệ thống lắng bụi bằng tĩnh điện (hình 3.21).



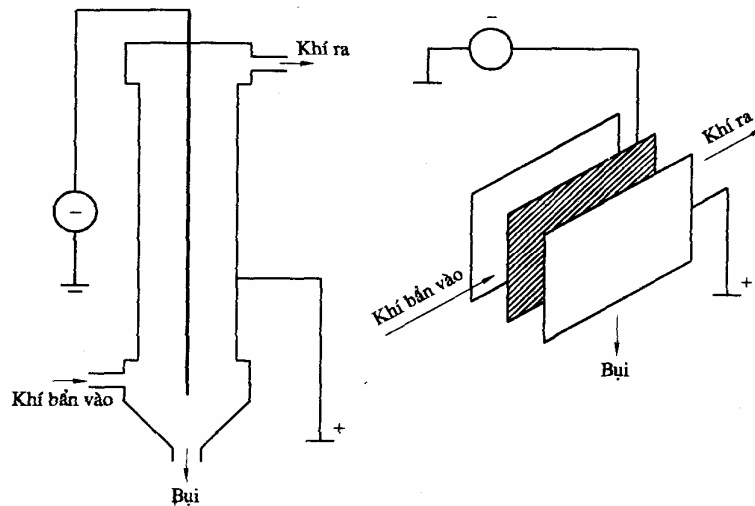
Hình 3.20. Mô phỏng đường đi của hạt bụi trong điện trường



Hình 3.21. Quá trình lắng bụi tĩnh điện

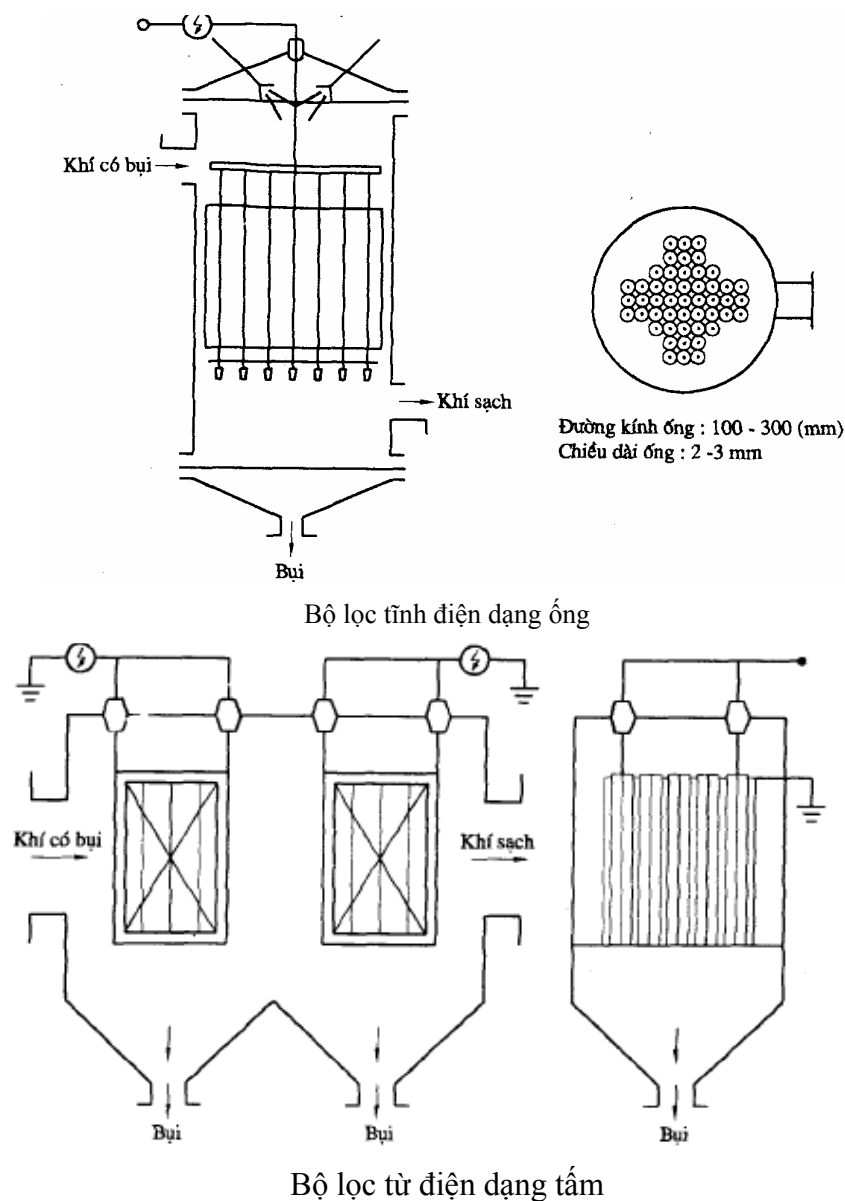
3.6.2. Cấu tạo và hoạt động

Thông thường để dập bụi bằng điện trường, người ta làm nhiều tầng điện cực liên tiếp nhau. Điện cực âm thường là một dây dẫn trần, khi hoạt động xung quanh dây dẫn thường có quang sáng do điện tử ion hoá các phân tử khí khi nó chuyển động qua điện cực dương nên còn gọi là điện cực quang sáng. Mô hình cấu tạo đơn giản của một thiết bị lọc bụi tĩnh điện được mô tả trong hình 3.22.



Hình 3.22. Mô hình thiết bị lọc điện ống và lọc điện tấm

Dưới đây là một số mô hình thiết bị lọc bụi tĩnh điện hay được sử dụng trong xử lý khí thải công nghiệp.



Hình 3.23. Các loại thiết bị lọc tĩnh điện

Khoảng cách giữa hai điện cực khác nhau thường từ 10, 15 đến 20 cm; nó phụ thuộc vào điện thế, độ cách điện và cường độ dòng điện.

1 Đối với thiết bị lọc điện tấm (lưới)

* Số điện cực dương (điện cực lắng) có hình tấm hoặc lưới là

$$Z_1 = \frac{a}{2 \cdot l} + 1$$

trong đó:

2.l là khoảng cách giữa hai điện cực cùng dấu

a là chiều cao của các tầng điện cực.

* *Số điện cực âm (dây hay điện cực quăng) là*

$$Z_d = \frac{b}{2 \cdot l} (Z_1 - 1)$$

trong đó b là chiều rộng của nhóm điện cực.

* *Thể tích làm việc của thiết bị*

$$V_l = V \cdot t \text{ (m}^3\text{)}$$

trong đó:

V là năng suất làm việc của thiết bị.

t là thời gian lắng của bụi.

* *Tốc độ của dòng khí:*

$$w = h / t$$

trong đó h là chiều cao làm việc của thiết bị.

2. Đối với kiểu thiết bị lọc điện hình ống

* *Thể tích ống*

$$V_o = l \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

trong đó l là chiều dài ống; D là đường kính ống.

* Số ống được tính theo biểu thức:

$$n = V_l / V_o$$

trong đó V_l là thể tích làm việc.

3. Tính điện thế và cường độ dòng tại các điện cực

$$U = E \cdot l$$

trong đó:

E là gradien điện thế (kv/cm) và sẽ được chọn như sau:

- Đối với khí lạnh: E từ 4,3 đến 4,5 kv/cm.

- Đối với khí nóng: E từ 3,8 đến 4,0 kv/cm.

$$I = i \cdot l$$

trong đó: i là mật độ dòng theo chiều dài (A/m)

l là chiều dài hoạt động của điện cực âm (m)

I: cường độ dòng điện

Để tránh hiện tượng đoản mạch giữa các điện cực trong thiết bị lọc tĩnh điện, người ta tạo ra một điện trường không đồng nhất mà thế hiệu của nó giảm dần khi càng xa điện cực âm. Sự phụ thuộc của mật độ dòng vào khoảng cách giữa các điện cực có thể tham khảo ở bảng sau:

Khoảng cách giữa các điện cực l (cm)	< 10	< 15	< 20
Mật độ dòng i (A/m)	0,3 - 0,4	0,5	0,6 - 0,7

4. Công suất tiêu tốn cho toàn bộ hệ tộc tính theo biểu thức

$$P = \frac{U.I.k.\cos\varphi}{1,41.\eta} + P_1$$

trong đó:

U và I : là điện áp và dòng cần cho quá trình lọc

K : là hệ số chỉnh lưu dòng

η : là hệ số hữu ích (= 0,8)

$\cos\varphi$: bằng từ 0,7 đến 0.75

P_1 : là công suất tiêu tốn cho các hoạt động phụ như rung bụi...

$1/1,41$: là hệ số biên độ điện áp hiệu dụng.

Nhìn chung, so với các thiết bị lọc điện tĩnh thì thiết bị lọc điện ống có ưu điểm là điện trường có hiệu suất cao hơn và sự phân phối khí tốt hơn do đó làm tăng hiệu suất lọc. Tuy nhiên thiết bị lọc ống lắp ráp phức tạp, khó làm chấn động các điện cực âm do phải đảm bảo cố định tâm của chúng một cách chính xác cũng như tốn nhiều năng lượng trên một đơn vị chiều dài của dây dẫn. Thiết bị lọc điện tĩnh thì ngược lại dễ lắp ráp hơn và dễ dàng làm chấn động các điện cực âm hơn. Do vậy, để làm sạch khí khô, làm sạch bụi khó thấm ướt người ta hay dùng thiết bị lọc điện thanh bản (tĩnh). Còn để loại các hạt lỏng ra khỏi mù (không cần làm chấn động điện cực quãng sáng) và để đảm bảo được độ làm sạch khí cao, người ta dùng thiết bị lọc điện ống.

Chương 4

CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ HƠI VÀ KHÍ ĐỘC

4.1. KHÁI QUÁT VỀ HƠI VÀ KHÍ ĐỘC

Khác với bụi và sol, khí và hơi tồn tại dưới dạng các phân tử riêng biệt lẫn vào không khí theo các chuyển động chaose.

Ở điều kiện bình thường hơi có thể ngưng tụ được, còn khí thì chỉ ngưng tụ được khi tạo được áp suất hoặc nhiệt độ phù hợp (áp suất cao, nhiệt độ thấp).

Xử lý hơi hoặc khí thải độc hại có thể tiến hành bằng các phương pháp tiêu hủy, ngưng tụ, hấp phụ hoặc hấp thụ.

4.2. XỬ LÝ KHÍ VÀ HƠI BẰNG PHƯƠNG PHÁP THIÊU HỦY

Để phân hủy một chất ở dạng khí hoặc hơi có hại cho môi trường thành một hay nhiều chất khác ít hoặc không độc hại có thể thực hiện bằng nguồn nhiệt - phân hủy nhiệt hoặc phân hủy thông qua các phản ứng hóa học, hoặc kết hợp cả hai như phương pháp đốt.

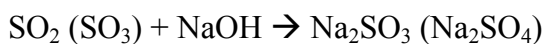
4.2.1. Thiêu hủy bằng nhiệt

Phương pháp này phù hợp với khí thải chứa các hợp chất hữu cơ như các hơi dung môi, hơi lò cốc hoá than, hơi đốt...

Trong điều kiện nhiệt độ cao các chất hữu cơ sẽ bị phân huỷ thành than: khí và hơi nước. Muốn phân hủy thành than, khí và hơi nước nhiệt độ phân hủy đòi hỏi phải cao và tốc độ phân hủy thường chậm. Vì vậy người ta thường tiến hành phân hủy nhiệt với sự có mặt của các chất xúc tác.

4.2.2. Thiêu hủy bằng phương pháp hóa học

Đây là phương pháp được sử dụng khá phổ biến đối với các khí độc hại. Thí dụ:



Đối với các chất hữu cơ độc hại như thuốc trừ dịch hại, người ta thường sử dụng các phản ứng oxy hóa khử hoặc thủy phân trong môi trường thích hợp để thay đổi cấu trúc phân tử hay dạng tồn tại của chúng trở thành các sản phẩm ít hoặc không có hại đối với người và động thực vật.

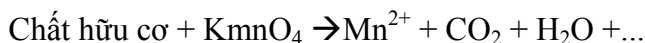
Thí dụ

** Phản với ôzôn có một tia cực tím*

Ôzôn hóa kết hợp với chiếu tia cực tím là phương pháp rất có hiệu quả đối với chất thải hữu cơ hoặc dung môi.



* Ô hóa bằng các chất ôxy hóa mạnh khác



→ MnO_2 + các sản phẩm không độc

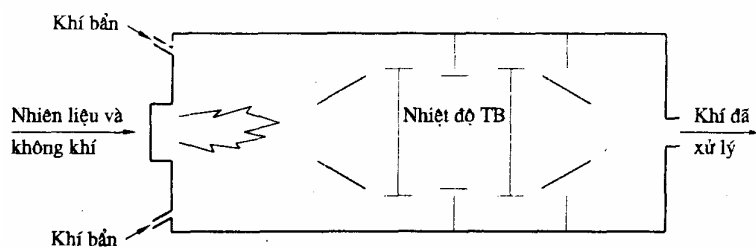
4.2.3. Thiêu hủy bằng phương pháp đốt

Đốt là phương pháp hay được dùng khi mà sản phẩm đó không thể tái sinh hoặc thu hồi được. Quá trình đốt thực chất là quá trình tiêu hủy bằng nhiệt nhưng luôn phải có mặt không khí. Sản phẩm của quá trình đốt này thường là CO_2 , hơi nước và các khí không hoặc ít độc hại. Nhiệt độ đòi hỏi cho việc đốt khí và hơi thải thường phải từ 800-1000°C. Có 2 cách để đốt:

1. Đốt không có chất xúc tác

Nhiệt độ của quá trình thiêu đốt này không đòi hỏi quá cao để phân hủy hoàn toàn chất và thường dùng khi nồng độ các chất độc hại cao (vượt quá giới hạn bốc cháy). Ví dụ như đốt khí đồng hành trong khai thác dầu mỏ.

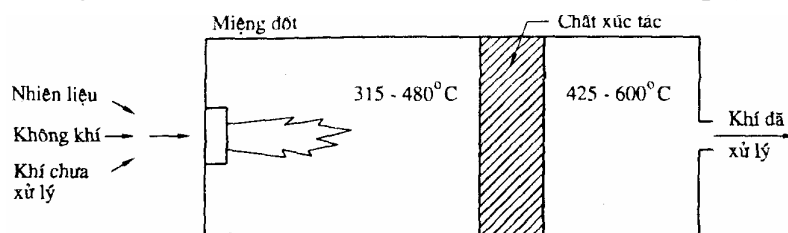
Sơ đồ của một quá trình đốt không xúc tác như sau:



Hình 4. 1. Sơ đồ đốt không xúc tác

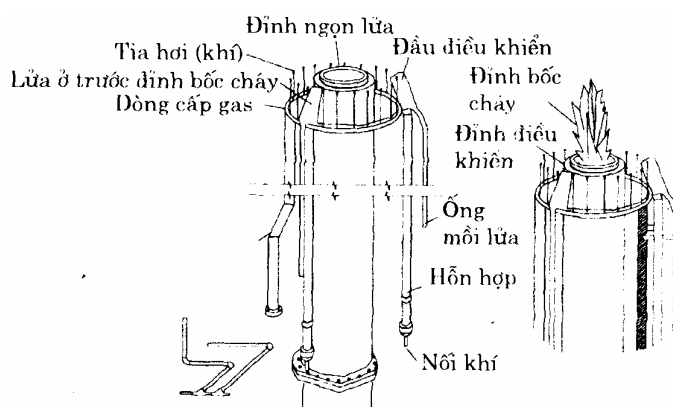
2. Đốt có xúc tác

Trong phương pháp này người ta sử dụng các kim loại có bề mặt rất phát triển như bạch kim, đồng, niken làm chất xúc tác. Nhiệt độ thiêu đốt thấp (từ 50-300°C).



Hình 4.2: Sơ đồ của quá trình đốt có xúc tác

Phương pháp này thích hợp với các khí thải độc hại có nồng độ thấp, gần với giới hạn bắt lửa. So với đốt không xúc tác thì nó rẻ tiền và sản phẩm thường an toàn hơn. Dưới đây là mô hình của một số thiết bị xử lý khí bằng phương pháp đốt dạng phun.



Hình 4.3. Đốt dạng phun

4.3. PHƯƠNG PHÁP NGỪNG TỤ

Nguyên tắc của phương pháp là dựa trên sự hạ thấp nhiệt độ môi trường xuống một giá trị nhất định thì hầu như các chất ở thể hơi sẽ ngưng tụ lại và sau đó được thu hồi hoặc xử lý tiêu hủy. Ở điều kiện làm lạnh bình thường, nếu xử lý bằng ngưng tụ thường khi thu hồi được hơi các dung môi hữu cơ, hơi axit ra nhân phương pháp này chỉ phù hợp với những trường hợp khí thải có nồng độ hơi tương đối cao ($>>20 \text{ g/m}^3$). Trong trường hợp nồng độ nhỏ, người ta thường dùng các phương pháp hấp phụ hay hấp thụ. Hiệu suất ngưng tụ (giá trị tương đối) được tính theo công thức:

$$\eta = \frac{C_o - C_R}{C_o} \cdot 100$$

trong đó: C_R : là nồng độ hơi ở đầu ra.

C_o : là nồng độ hơi ban đầu.

Giá trị tuyệt đối của hiệu suất ngưng tụ tính theo công thức:

$$P = \frac{m_i}{C_o \cdot V_o \cdot M_i} \cdot 100 = \frac{(C_o - C_R) \cdot M_i \cdot V_R}{C_o \cdot V_o \cdot M_i} \cdot 100$$

trong đó:

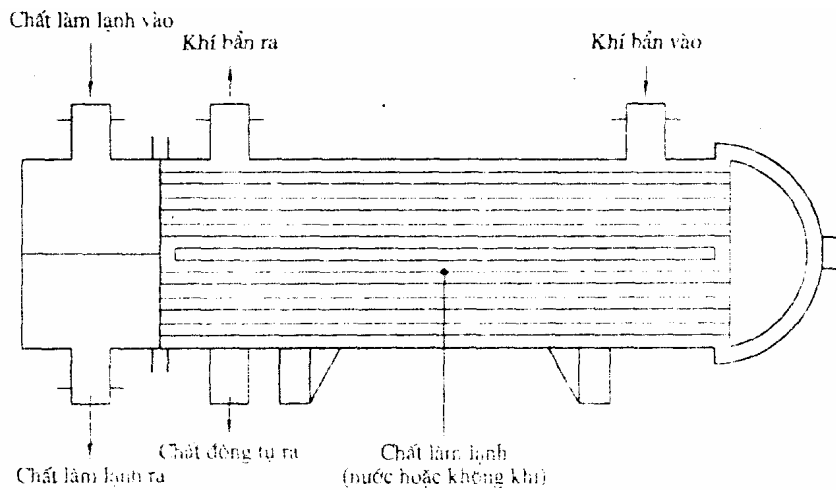
m_i : là khối lượng của chất i được ngưng tụ

M_i : là phân tử lượng của chất

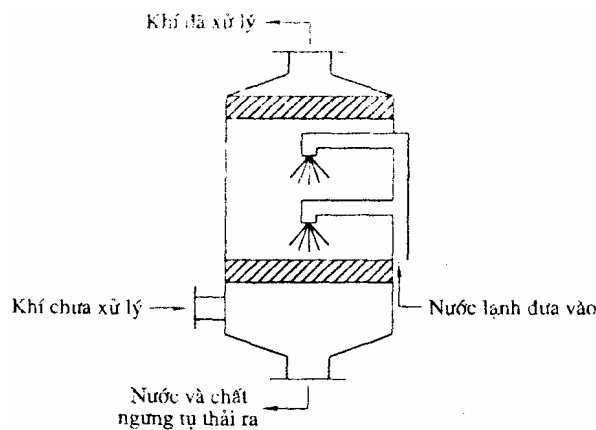
V_R : là lưu lượng khí ở đầu ra

V_o : là lưu lượng khí ở đầu vào.

Một số các thiết bị ngưng tụ có dạng như mô tả dưới đây (hình 4.4a và 4.4b):



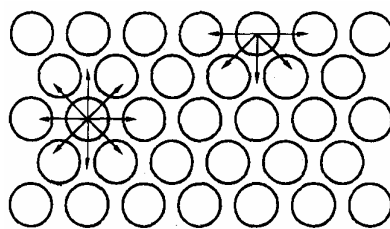
Hình 4.4a. Thiết bị ngưng tụ bề mặt



Hình 4.4b. Thiết bị ngưng tụ dạng tiếp xúc

4.4. XỬ LÝ HƠI VÀ KHÍ THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ

4.4.1. khái quát về hiện tượng hấp phụ



Hấp phụ là một hiện tượng (quá trình) gây ra sự tăng nồng độ của một chất hoặc một hỗn hợp chất trên bề mặt tiếp xúc giữa hai pha (rắn - khí, rắn - lỏng, lỏng - khí).

Như chúng ta đã biết, các phân tử của cùng một chất nằm ở bề mặt và bên trong khối chất đó thường chịu mức độ tương tác khác nhau dẫn đến hành vi của chúng cũng khác nhau.

Chẳng hạn như về trường lực, các phân tử ở bên trong khối chất chịu lực tác dụng ở mọi phía đồng đều và như nhau; còn các phân tử ở trên bề mặt thì chịu lực tác dụng không đều nhau mà luôn luôn có xu thế bị kéo vào bên trong khối chất làm cho bề mặt khối chất có xu hướng bị co lại tạo ra một sức căng bề mặt (năng lượng bề mặt

tự do) để hình thành một mặt phân cách như minh họa ở hình trên. Nói chung các phần tử bề mặt ngăn cách luôn có năng lượng tự do cao hơn các phần tử nằm bên trong lòng chất của nó.

Khi bề mặt khối chất tiếp xúc với các phần tử của chất khác, các phần tử trên bề mặt khối chất đó tác dụng lên các phần tử của pha khác những lực hướng về phía mình nhằm cân bằng về lực theo mọi hướng. Đây chính là nguyên nhân của sự hấp phụ chất trên bề mặt chất khác.

Chất giữ chất khác trên bề mặt của nó thì được gọi là chất hấp phụ. Ngược lại chất được giữ lại trên bề mặt của một chất nào đó thì gọi là chất bị hấp phụ.

Trong trường hợp tương tác giữa bề mặt chất rắn với các phân tử khí hoặc lỏng khi chúng tiếp xúc với nhau mà mạnh, tương tự như tương tác trong một phản ứng hóa học, chúng sẽ tạo nên một hợp chất mới trên bề mặt tiếp xúc - hợp chất bề mặt. Như vậy thực chất có thể chia hấp phụ làm hai loại: Hấp phụ vật lý và hấp phụ hóa học.

1. Hấp phụ vật lý

Là loại hấp phụ gây ra do tương tác yếu giữa các phân tử; nó giống như tương tác trong hiện tượng ngưng tụ. Lực tương tác là lực van der Waals. Trong nhiều quá trình hấp phụ khí, sự hấp phụ có thể xảy ra dưới tác động của các lực phân tử gây ra sự vi phạm các định luật khí lý tưởng và hiện tượng ngưng tụ. Dạng hấp phụ này còn gọi là hấp phụ phân tử hay hấp phụ van der Waals.

2. Hấp phụ hóa học

Là loại hấp phụ gây ra do tương tác mạnh giữa các phân tử và tạo ra hợp chất bề mặt giữa bề mặt chất hấp phụ và các phân tử bị hấp phụ. Hấp phụ hoá học được tạo ra do áp lực hoá học. Thông thường ở nhiệt độ thấp, tốc độ hấp phụ hoá học cũng chậm. Khi tăng nhiệt độ, tốc độ hấp phụ hoá học tăng nhưng lại làm giảm quá trình hấp phụ vật lý. Sự hình thành các hợp chất bề mặt liên quan rất nhiều đến hàng rào hoạt hoá đặc trưng cho quá trình tương tác giữa các phân tử khí và các nguyên tử bề mặt chất rắn. Vì vậy hấp phụ hoá học còn được gọi là hấp phụ hoạt hoá (tuy nhiên không phải lúc nào cũng vậy). Nhiệt hấp phụ của chất khí lên chất hấp phụ rắn bao giờ cũng mang dấu dương, vì vậy để đáp ứng những yêu cầu về nhiệt động học thì giá trị cân bằng của lượng chất hấp phụ bao giờ cũng giảm khi nhiệt độ tăng.

Đối với chất bị hấp phụ là chất khí, quá trình phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất. Lượng khí bị hấp phụ (thường gọi tắt là lượng khí hấp phụ, ký hiệu bằng chữ a) là một hàm phụ thuộc vào hai biến T và P .

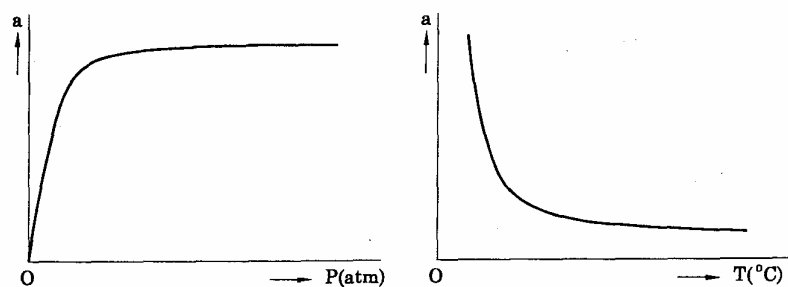
$$a = f(T, P)$$

Nếu giữ nhiệt độ không đổi ta được đường đẳng nhiệt:

$$a = f'(P)$$

Nếu giữ áp suất không đổi ta có đường đẳng áp:

$$a = f''(T)$$



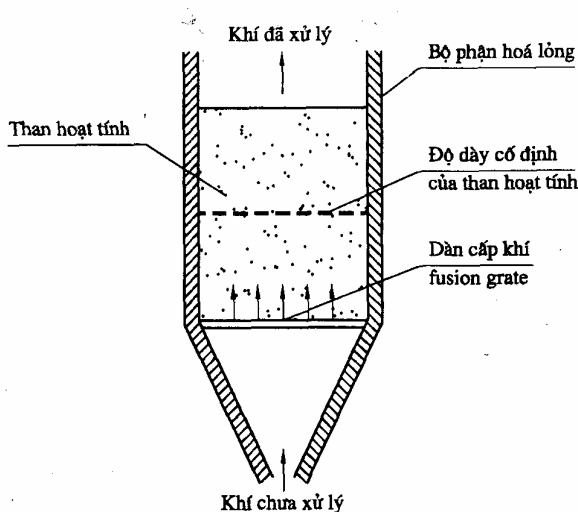
Hình 4.5.a. Đường cong hấp phụ đẳng nhiệt và đẳng áp

Từ các phương trình hấp phụ và bằng thực nghiệm, người ta đã tính được rằng nhiệt độ tăng làm giảm quá trình hấp phụ. Ngược lại áp suất tăng thì lại xúc tiến cho quá trình hấp phụ xảy ra mạnh hơn. Tóm lại hạ nhiệt độ hoặc tăng áp suất sẽ có lợi cho quá trình hấp phụ.

4.4.2. Xử lý hơi và khí thải bằng phương pháp hấp phụ

1. Nguyên lý của phương pháp

Hơi và khí độc khi đi qua lớp chất hấp phụ bị giữ lại nhờ hiện tượng hấp phụ. Nếu ta chọn được các chất hấp phụ chọn lọc thì có thể loại bỏ được các chất độc hại mà không ảnh hưởng đến thành phần các khí không có hại khác.



Hình 4.5.b: Sơ đồ tháp hấp phụ sử dụng than hoạt tính

Một thiết bị hấp phụ về cơ bản có hình dạng như trên hình 4.5. Thông thường, có hai cách để áp dụng phương pháp hấp phụ xử lý chất thải trong công nghiệp.

*Cách thứ nhất là sử dụng thiết bị hấp phụ định kỳ, tức là trên một tháp hấp phụ, người ta nhồi chất hấp phụ vào và cho chất bị hấp phụ đi qua đó. Sau một thời gian nhất định chất hấp phụ đã "no" (đã bão hoà chất bị hấp phụ) thì quá trình hấp phụ được dừng lại để tháo bỏ chất hấp phụ đã "no" và đưa lượng chất hấp phụ mới vào. Trong thực tế, người ta thường dùng biện pháp tái sinh lại chất hấp phụ để sử dụng lại và thu chất bị hấp phụ. Việc tái sinh thường được thực hiện với sự có mặt của hơi nước hoặc khí nóng.

*Cách thứ hai là sử dụng thiết bị hấp phụ liên tục, trong đó chất hấp phụ được chuyển động ngược dòng với chất bị hấp phụ.

2. Các kiểu tiến hành hấp phụ

Trong thực tế tiến hành hấp phụ, người ta có thể tiến hành theo hai phương pháp: phương pháp hấp phụ tĩnh và phương pháp hấp phụ động.

***Hấp phụ tĩnh**

Khả năng hấp phụ của một chất hay dung lượng hấp phụ của một chất phụ thuộc vào tính chất, trạng thái hoá học của bề mặt, cấu trúc lỗ xốp của chất hấp phụ cũng như phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất của quá trình hấp phụ. Tùy thuộc vào đặc trưng tương tác của chất bị hấp phụ với bề mặt chất hấp phụ ta có hấp phụ vật lý hoặc hấp phụ hoá học.

Trong trường hợp chung, ta có phương trình cho lượng chất bị hấp phụ như sau:

$$a = a_m \frac{h.k}{(1-h).[1+h.(k+1)]}$$

trong đó:

a: là lượng chất bị hấp phụ trên một đơn vị khối lượng chất hấp phụ (mol/gam).

a_m : là lượng chất bị hấp phụ ứng với sự lấp đầy lớp đơn phân tử (mol/gam).

$h = P/P_s$ với P là áp suất riêng phần của khí bị hấp phụ, P_s là áp suất hơi bão hoà của nó.

k: là hệ số biểu hiện sự tương tác của chất hấp phụ và chất bị hấp phụ.

Đối với một chất hấp phụ thông thường có bề mặt phẳng, sự ngưng tụ một chất chỉ xảy ra khi $h > 1$.

Tuy nhiên, trong các chất hấp phụ xốp (đường kính lỗ xốp khoảng 10-15 Å) thì xuất hiện sự ngưng tụ mao quản. Ở trong các vùng mao quản của chất hấp phụ có thể xảy ra quá trình hấp phụ nghĩa là các chất khí hoặc hơi bị giữ lại (“được ngưng tụ”) mặc dù áp suất hơi riêng phần nhỏ hơn áp suất hơi bão hoà (khi đó tỷ lệ P/P_s nhỏ hơn 1). Hiện tượng này xảy ra là do tại đây tồn tại một trường lực hấp dẫn đặc biệt có thể ngưng tụ chất bị hấp phụ ngay cả khi nồng độ (áp suất riêng phần) của chúng rất bé, tạo điều kiện thu giữ rất tốt các chất, nhất là các chất hữu cơ, tạo nên cột chất lỏng trong các lỗ xốp của chất hấp phụ.

***Hấp phụ động**

Thực tế của quá trình làm sạch khí thải bằng phương pháp hấp phụ là một quá trình động. Quá trình hấp phụ thông thường được tiến hành trong các buồng hấp phụ có chứa các chất có khả năng hấp phụ. Khí thải chứa các chất cần hấp phụ được dẫn qua lớp chất hấp phụ. Các chất cần hấp phụ sẽ được giữ lại còn khí sạch sẽ được thải ra ngoài.

Nếu chất hấp phụ có hoạt độ cân bằng là a, chiều dày của lớp hấp phụ là L, diện tích thiết diện ngang của thiết bị hấp phụ là S, khí thải có nồng độ chất cần hấp phụ là

C_0 và tốc độ dòng trong thiết bị hấp phụ là w thì lượng chất được hấp phụ sẽ được tính theo biểu thức:

$$M = a \cdot S \cdot L$$

$$\text{hay } m_t = w \cdot S \cdot C_0 \cdot \tau \quad (a \approx C)$$

trong đó: τ là thời gian dòng khí tiếp xúc với lớp chất hấp phụ để có lượng chất được hấp phụ là m_t tại thời điểm t .

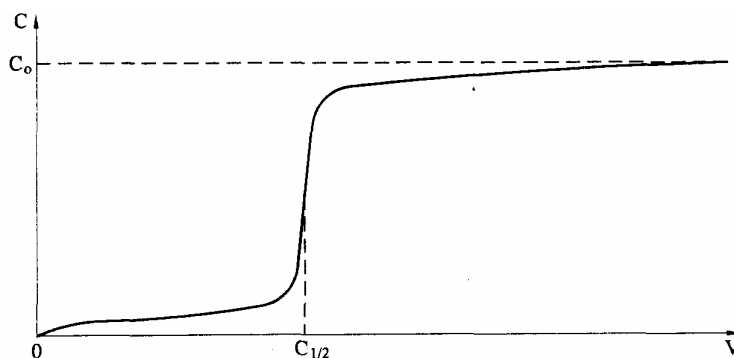
Ta giả thiết: tốc độ hấp phụ là vô cùng lớn và chất nhiễm bẩn ngay lập tức đạt tới cân bằng khi tiếp xúc với chất hấp phụ.

Từ đó ta rút ra:

$$\tau = \frac{a}{w \cdot C_0} \cdot L$$

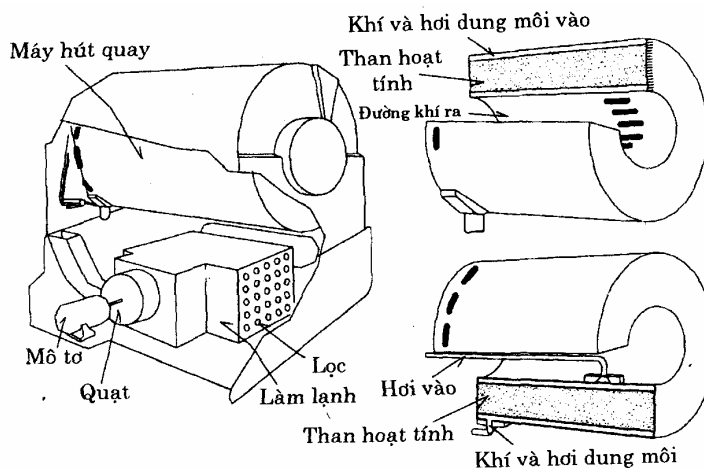
Điều đó có nghĩa là ứng với một loại chất hấp phụ (thiết bị hấp phụ tương ứng) nào đó có chiều dày lớp chất hấp phụ L , nồng độ dòng khí đưa vào thiết bị C_0 với tốc độ w thì sau thời gian T bắt đầu xuất hiện sự lọt chất bẩn ra khỏi thiết bị hấp phụ. Điều đó cũng có nghĩa là việc sử dụng chất hấp phụ cần được tái sinh định kỳ.

Đường biểu diễn quá trình hấp phụ trong tháp sẽ có dạng như trong hình 4.6.

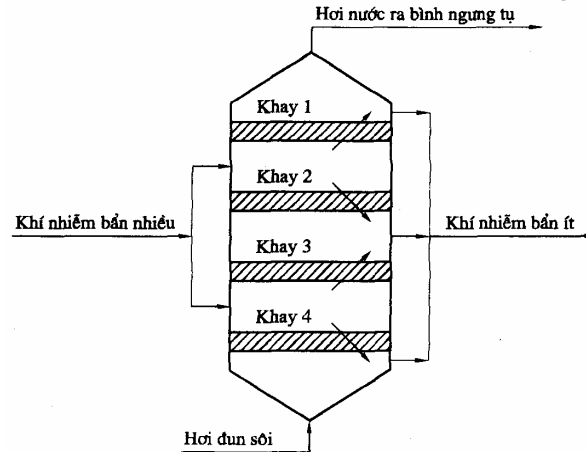


Hình 4.6. Đường cong hấp phụ trên tháp

Phương pháp hấp phụ động có hiệu suất cao hơn và phù hợp hơn đối với thực tiễn sản xuất nên thường được sử dụng trong xử lý khí thải công nghiệp. Một số loại thiết bị hấp phụ được mô tả trong hình 4.7.

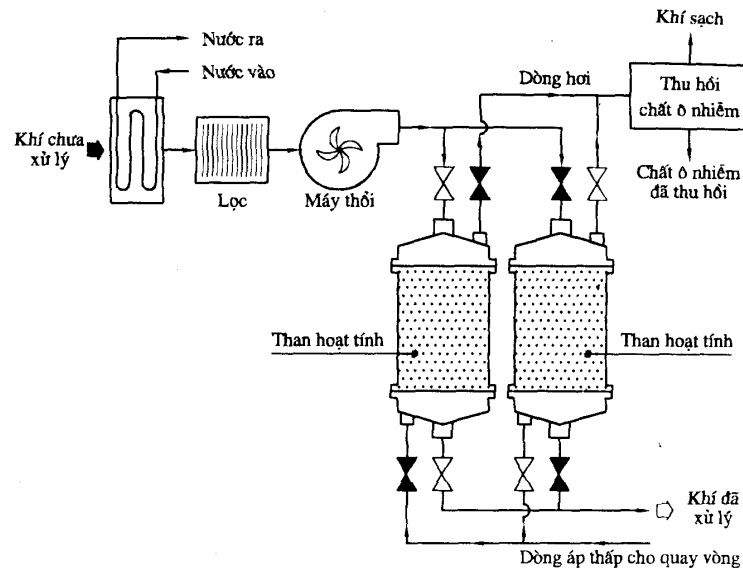


Hình 4.7a. Thiết bị hấp phụ dạng quay



Hình 4. 7b. Thiết bị hấp phụ dạng khay hỗn hợp

Một hệ thống thiết bị xử lý khí thải bằng phương pháp hấp phụ thường có dạng như sau:



Hình 4.8: Sơ đồ hệ thống thiết bị xử lý khí thải bằng than hoạt tính

4.3. Các chất hấp phụ sử dụng trong công nghệ xử lý khí thải

Như vậy, tùy thuộc vào bản chất của chất hấp phụ và chất bị hấp phụ; tùy thuộc vào năng lượng tương tác giữa chất hấp phụ và chất bị hấp phụ mà ta có thể lựa chọn được chất hấp phụ có dung lượng lớn và khả năng hấp phụ chọn lọc đối với một chất bẩn nào đó. Mặt khác chất hấp phụ cần phải là những hệ có bề mặt riêng rất phát triển để tạo ra một tương tác lớn với chất bị hấp phụ. Điều đó cho phép trong từng trường hợp cụ thể có thể chọn lựa được chất hấp phụ có độ chọn lọc cao, đảm bảo lọc sạch khí với sự tiêu tốn ít.

Trong công nghệ xử lý môi trường, để làm sạch các hơi và khí thải người ta thường sử dụng các chất hấp phụ xốp như than hoạt tính, silicagen, zeolit có hoạt độ cao và khá dễ dàng tái sinh.

1. Than hoạt tính

Than hoạt tính là một chất hấp phụ rắn, xốp, không phân cực và có bề mặt riêng rất lớn. Về bản chất nguyên tố, nó thuộc nhóm graphit - một dạng thù hình của cacbon- gồm các tinh thể nhỏ có cấu trúc bất trật tự; nhưng khác với graphit là trong tinh thể của than hoạt tính các vòng sáu nguyên tử cacbon sắp xếp kém trật tự hơn. Vì vậy than hoạt tính có cấu tạo xốp hơn và tạo nên nhiều lỗ hổng nhỏ không đồng đều và rất phức tạp.

Cấu trúc lỗ xốp phức tạp và bề mặt riêng khác nhau làm cho các loại than hoạt tính này trở nên có khả năng hấp phụ khác nhau. Việc tạo ra các loại than khác nhau phụ thuộc chủ yếu vào cách chế tạo.

Nhìn chung, các lỗ xốp trong than hoạt tính có bán kính hiệu dụng từ vài chục đến hàng chục nghìn anstron. Về mặt cấu tạo, nó có cấu tạo kiểu tổ ong gồm một hệ lỗ xốp mao quản thông nhau và thông với môi trường bên ngoài với cấu trúc không gian ba chiều. Có thể chia kích thước lỗ xốp thành ba loại sau:

* Dạng vi mao quản, bán kính hiệu dụng cỡ $10 \text{ \AA}$, có bề mặt riêng lớn nhất ($350 - 1000 \text{ m}^2/\text{gam}$) và chiếm phần chủ yếu trong than hoạt tính.

*Dạng mao quản trung gian có bán kính hiệu dụng trong khoảng 100 đến $250 \text{ \AA}$, bề mặt riêng không lớn lắm, khoảng $100 \text{ m}^2/\text{gam}$.

*Dạng mao quản lớn có bán kính hiệu dụng khoảng 1.000 đến $10.000 \text{ \AA}$; dạng này có bề mặt riêng rất nhỏ, không quá $2 \text{ m}^2/\text{gam}$.

Than hoạt tính có tác dụng hấp phụ tốt đối với các chất không phân cực ở dạng khí và dạng lỏng. Từ lâu than hoạt tính đã được sử dụng để làm mặt nạ phòng độc, làm sạch mùi và khử màu các sản phẩm dầu mỡ. Ngày nay trên thế giới than hoạt tính được coi như là một chất hấp phụ chủ yếu trong công nghệ xử lý làm sạch môi trường bao gồm các lĩnh vực:

- Làm sạch nước để uống, xử lý nước sinh hoạt hoặc xử lý nước thải của các công trình có độ nhiễm bẩn thấp. Trong những trường hợp này, than hoạt tính sẽ giữ lại các hợp chất hữu cơ hoà tan, nhất là các chất gây mùi, gây màu và cả vết những kim loại nặng. Than hoạt tính đặc biệt có hiệu quả xử lý cao đối với nước bị nhiễm nhẹ các chất diệt trừ dịch hại.

- Xử lý nước thải công nghiệp. Người ta sử dụng than hoạt tính trong những trường hợp hấp phụ các chất kém hoặc không bị vi sinh vật phân hủy, các chất gây độc hại đối với các vi sinh vật. Trong trường hợp này xử lý chọn lọc bằng than hoạt tính đóng vai trò như là quá trình tiền xử lý cho các bước xử lý sinh học tiếp theo.

- Xử lý "cấp ba" nước thải công nghiệp và đô thị.

Khi than đã hấp phụ "no" (bão hòa), nó không còn khả năng hấp phụ tiếp tục nữa. Đối với than hoạt tính, trong trường hợp này không phải bỏ đi mà có thể tái sinh và sử dụng lại được. Đa số các chất hấp phụ trên than hoạt tính đều có thể giải hấp bằng

nhệt. Khi ở trong môi trường có nhiệt độ cao, các chất hữu cơ cũng như các phân tử axit dễ bay hơi đã tách khỏi bề mặt của than. Đối với mỗi một chất sẽ có một nhiệt độ xử lý phù hợp. Với các hợp chất của kim loại thì thông thường phải giải hấp bằng axit sau đó rửa bằng nước và sấy để tái sinh.

2. Silicagel

Silicagel là gel của anhydrit axit silisic có cấu trúc lỗ xốp rất phát triển. Mạng lưới của gel bao gồm các nguyên tử Si nằm giữa khối tứ diện nối với nhau thông qua các nguyên tử O phân bố tại các đỉnh. Bề mặt của gel thay vì các nguyên tử oxy là các nhóm hydroxyl (OH); điều đó quyết định tính chất hấp phụ của silicagel.

Silicagel dễ dàng hấp phụ các chất phân cực cũng như các chất có thể tạo với nhóm hydroxyl các liên kết kiểu cầu hydro. Đối với các chất không phân cực, sự hấp phụ trên silicagel chủ yếu do tác dụng của lực mao dẫn trong các lỗ xốp nhỏ.

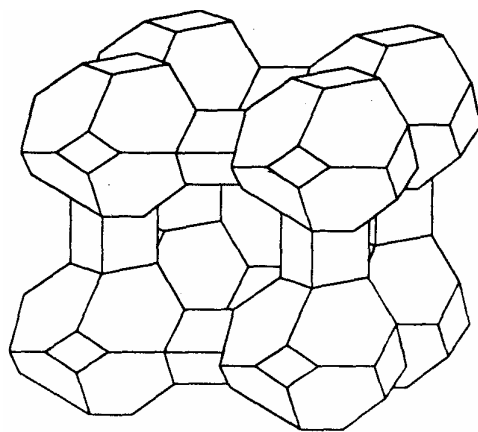
Cũng như các chất hấp phụ có thể tái sinh khác, chế độ tái sinh silicagel có một ý nghĩa rất quan trọng. Đối với silicagel, trạng thái hóa học của bề mặt gel quyết định tính hấp phụ mạnh các chất phân cực. Trạng thái này chỉ được bảo toàn ở nhiệt độ dưới 200°C, nếu giải hấp được tiến hành bằng khí khô. Nếu tái sinh silicagel ở nhiệt độ cao hơn sẽ dẫn đến sự thay đổi bất thuận nghịch của cấu trúc và bề mặt làm mất khả năng hoạt động của silicagel. Do cấu tạo của silicagel, đặc biệt là sự có mặt của nhóm OH, nếu tiến hành giải hấp bằng khí nóng ẩm hay bằng hơi nước với thời gian kéo dài sẽ làm giảm hoạt tính hấp phụ của chúng mà nguyên nhân chủ yếu là do bị giảm bề mặt riêng. Vì vậy việc giải hấp đối với silicagel cần phải lưu ý hơn so với việc giải hấp than hoạt tính.

3. Zeolit

Zeolit là các hợp chất alumosilicat có cấu trúc tinh thể. So với silicagel, trong mạng lưới tinh thể của zeolit một phần lớn ion Si^{4+} được thay thế bằng các ion Al^{3+} dẫn đến sự thiếu hụt về điện tích dương. Vì vậy zeolit có thể tiếp nhận các cation nhất định của các kim loại khác. Mặt khác sự thiếu hụt này đã phá vỡ cấu trúc đều đặn của tinh thể đơn chất, gây ra những khoảng không gian trống và các lực điện trường khác nhau trong zeolit.

Tính chất của zeolit phụ thuộc vào tỷ lệ Si và Al và mức độ tạo tinh thể của sản phẩm cuối cùng; đồng thời nó còn chịu ảnh hưởng của các cation kim loại khác được nhận thêm vào trong quá trình hình thành sản phẩm.

Vì vậy người ta có thể tạo ra những kiểu zeolit khác nhau bằng cách điều chế chúng với các tỷ lệ khác nhau của Si và Al. Đặc biệt để tăng hoạt tính hấp phụ và xúc tác, zeolit tự nhiên hoặc zeolit sau khi tổng hợp được thường được biến tính bằng các cation kim loại có hoạt tính xúc tác, hấp phụ. Trong công nghiệp phổ biến nhất là các zeolit A và zeolit X. Các zeolit này có tính hấp phụ khá tốt và tương đối chọn lọc.



Hình 4.9. Cấu tạo của zeolit

Các zeolit thể hiện tính nhạy cảm rất rõ đối với nhiệt độ. Thí dụ như zeolit chứa Ca chỉ bị mất tính hấp phụ khi nhiệt độ lên tới 800°C , chứa Na bị mất hoạt độ ở nhiệt độ 700°C còn zeolit chứa Li thì ở 640°C .

Sử dụng zeolit để làm chất hấp phụ hay được áp dụng trong kỹ nghệ. Ví dụ như các hợp chất mercaptan hầu như được loại bỏ hoàn toàn khi sử dụng zeolit NaX ở nhiệt độ thường (dung lượng hấp phụ etylmercaptan ở 25°C là $0,19 \text{ kg/kg}$) hoặc như người ta có thể sử dụng zeolit A để xử lý nước biển.

4. Các chất hấp phụ khác

Trong tự nhiên có nhiều loại khoáng chất có khả năng hấp phụ như sét, bentonit, diatomit... Các loại khoáng chất này thường được làm tăng khả năng hấp phụ của chúng lên nhiều sau khi xử lý bằng các biện pháp phù hợp. Tính ưu việt nhất của các chất hấp phụ tự nhiên là chúng có giá thành rất thấp so với các chất hấp phụ nhân tạo.

Các muối vô cơ và các oxit kim loại cũng có thể được dùng làm chất hấp phụ khi ta đưa nó lên trên một chất mang nào đó, chẳng hạn như silicagen, oxit nhôm... Để làm điều đó, người ta trộn đều dung dịch 20-25% của muối yêu cầu với chất mang rồi sấy khô.

4.4.4. Những ưu và nhược điểm của phương pháp xử lý bằng hấp phụ

Phương pháp hấp phụ có khả năng làm sạch cao. Chất hấp phụ sau khi sử dụng đều có khả năng tái sinh; điều này đã làm hạ giá thành xử lý và đây cũng là ưu điểm lớn nhất của phương pháp.

Nhược điểm của phương pháp là không thể sử dụng đối với nguồn thải có tải trọng ô nhiễm cao. Quá trình xử lý thường phải thực hiện theo phương pháp gián đoạn.

Chính vì những ưu, nhược điểm trên cho nên khi có ý định sử dụng phương pháp hấp phụ cần phải cân nhắc và phân tích, điều tra tỉ mỉ và thật cụ thể rồi mới tiến hành.

4.5. XỬ LÝ KHÍ THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP THỤ

4.5.1. Nguyên lý

Cơ sở của phương pháp là dựa trên sự tương tác giữa chất cần hấp thụ (thường là khí hoặc hơi) với chất hấp thụ (thường là chất lỏng) hoặc dựa vào khả năng hòa tan

khác nhau của các chất khác trong chất lỏng để tách chất.

Tuỳ thuộc vào bản chất của sự tương tác nói trên mà người ta chia thành sự hấp thụ vật lý hay sự hấp thụ hóa học.

1. Hấp thụ vật lý

Là quá trình dựa trên sự tương tác vật lý thuần túy; nghĩa là chỉ bao gồm sự khuếch tán, hòa tan các chất cần hấp thụ vào trong lòng chất lỏng và sự phân bố của chúng giữa các phần tử chất lỏng. Ví dụ như sự phân bố của khí hoà tan giữa các phần tử chất lỏng: $\text{NH}_3/\text{aceton}$, CO/benzen , trimetylamin/dầu hoả, sự hoà tan của khí $\text{SO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$.

Độ hòa tan của một chất cần hấp thụ trong lòng chất lỏng luôn luôn là một hàm của nhiều biến số. Nếu gọi D là độ tan thì ta có thể biểu diễn nó như sau.

$$D = f(x_1, x_2, \dots, x_j, T, S, P, k_D, \dots)$$

trong đó:

x : là nồng độ của các chất khí hoặc hơi trong chất lỏng.

T : là nhiệt độ làm việc.

S : là diện tích tiếp xúc giữa hai pha.

P : là áp suất riêng phần của hơi hoặc khí trong pha khí.

k_D : là hệ số khuếch tán của chất được hấp thụ trong pha lỏng.

Ta có thể biểu diễn quá trình hấp thụ qua sơ đồ sau:

Trong trường hợp $x_j \rightarrow 0$

$$P \rightarrow 0$$

Phương trình Henry

$$P_i = K \cdot x_j \quad (S = 1)$$

ta có phương trình Henry

$$P_i = D \cdot x_j \quad (\text{với } S=1)$$

Hệ số độ tan D phụ thuộc vào nhiệt độ theo phương trình:

$$\ln D = A - \frac{\Delta H}{RT} = f \frac{1}{T}$$

trong đó: ΔH là nhiệt hòa tan của khí; A là hằng số; R là hằng số khí = 8,31 kJ/kmol.độ.

Thực tế quá trình hấp thụ trên là quá trình động, trên bề mặt tiếp xúc giữa các pha luôn luôn có quá trình cân bằng xảy ra và sự chuyển dịch cân bằng. Do vậy đòi hỏi phải quan tâm đến quá trình chuyển pha (từ pha khí sang pha lỏng, các phản ứng xảy ra khi có tiếp xúc pha, quá trình chuyển chất vào sâu trong lòng chất lỏng cũng như các ảnh hưởng của nhiều yếu tố đến cân bằng vật chất trên ranh giới phân cách pha).

Vì thế, quá trình hấp thụ sẽ tăng khi diện tích tiếp xúc hai pha tăng và nhiệt độ

làm việc giảm; riêng hiệu suất xử lý thì còn phụ thuộc nhiều vào áp suất riêng phần của khí hoặc hơi và nồng độ của chúng trong pha lỏng.

Để tăng hiệu quả xử lý, người ta thường dùng các kiểu thiết bị làm tăng diện tích tiếp xúc tối đa, truyền nhiệt tốt và hạn chế sự tăng của chất điện ly trong pha lỏng (đối với trường hợp chất bị hấp thụ là khí). Có các kiểu thiết bị thông dụng như: tháp hấp thụ có tầng đệm, tháp hấp thụ sủi bọt, tháp phun...

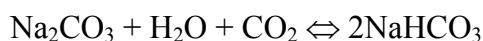
2. Hấp thụ hóa học

Hấp thụ hóa học là một quá trình luôn đi kèm với một hay nhiều phản ứng hóa học. Một quá trình hấp thụ hoá học bao giờ cũng bao gồm 2 giai đoạn: giai đoạn khuếch tán và giai đoạn xảy ra các phản ứng hóa học. Như vậy sự hấp thụ hóa học không những phụ thuộc vào tốc độ khuếch tán của chất khí vào trong chất lỏng mà còn phụ thuộc vào tốc độ chuyển hóa các chất - tốc độ phản ứng của các chất.

Trong hấp thụ hóa học, chất được hấp thụ có thể phản ứng ngay với các phần tử của chính chất hấp thụ. Thí dụ: amoniac hay khí sunphur hấp thụ vào nước:

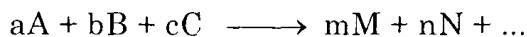


Chất được hấp thụ phản ứng với các thành phần hoạt động trong chất hấp thụ (thông thường là dung dịch của các chất hoạt động). Thí dụ như hấp thụ CO_2 , SO_2 trong dung dịch NaOH :



Với SO_2 cũng có phản ứng tương tự.

Trong trường hợp chúng ta có thể biểu diễn phương trình phản ứng một cách tổng quát như sau:



Khi đạt tới cân bằng, hằng số cân bằng, phản ứng có dạng

$$K_{cb} = \frac{[M]^m \cdot [N]^n \dots}{[A]^a \cdot [B]^b \cdot [C]^c \dots}$$

K_{cb} càng lớn bao nhiêu thì quá trình hấp thụ xảy ra càng thuận lợi bấy nhiêu.

Giá trị $[A]$ là nồng độ tự do của chất A trong dung dịch chưa tham gia vào phản ứng.

4.5.2. Sự chuyển chất trong quá trình hấp thụ

Khi chưa đạt tới cân bằng giữa các pha (chẳng hạn pha hấp thụ là lỏng và pha bị hấp thụ là khí) thì xảy ra sự chuyển chất từ pha này sang pha khác - quá trình này gọi là sự chuyển khối.

Tương tự như sự truyền nhiệt, sự chuyển khối là một quá trình phức tạp, bao gồm các quá trình chuyển chất tới ranh giới giữa các pha. Khi xét quá trình này, người ta

dựa vào một số giả thuyết mà ta không xét tới tới đây. Để đơn giản, người ta dựa vào phương trình chuyển khối:

$$W_A = \beta.F.\Delta$$

trong đó: W_A là lượng chất chuyển được trong một đơn vị thời gian; F là bề mặt tiếp xúc; β là lực chuyển động-biểu diễn cho sự khác nhau về nồng độ dung dịch tại thời gian hấp thụ với nồng độ ở thời điểm cân bằng; Δ là hệ số tỷ lệ (hệ số chuyển khối)-lượng chất chuyển vào bên trong pha trong một đơn vị thời gian qua một đơn vị bề mặt khi chuyển động bằng 1, chịu ảnh hưởng của mật độ, độ nhớt, hệ số khuếch tán, nhiệt độ, áp suất nồng độ của, chất trong chất hấp thụ và sức năng bề mặt.

Tuy nhiên, tùy trường hợp cụ thể, người ta phải xem xét xem cơ chế chuyển chất sẽ là khuếch tán phân tử hay khuếch tán rối là chính để đưa ra các mô hình chuyển chất

4.5.3. Các loại thiết bị hấp thụ

1. Thiết bị hấp thụ kiểu màng chất lỏng

Màng chất lỏng trong thiết bị hình tháp được tạo thành khi cho chất lỏng chảy thành màng theo các ống, tấm tĩnh hay đĩa quay bố trí hợp lý trong tháp. Chất lỏng theo màng có thể chuyển động từ trên xuống dưới và khí đi từ dưới lên trên; rất ít khi sử dụng chế độ chuyển động cùng chiều từ dưới lên trên chế độ làm việc này chỉ sử dụng khi tốc độ của dòng khí thải cao - trên 15 - 20 m/s). Với thiết bị màng ống và màng tấm, người ta thường áp dụng cho khí thải có tốc độ trung bình từ 4 đến 5 m/s. Thiết bị hấp thụ kiểu màng chất lỏng có ưu điểm là tạo được diện tích tiếp xúc pha khá lớn và có khả năng tách, thoát nhiệt tốt đồng thời với quá trình hấp thụ.

Ngày nay người ta ít dùng các thiết bị hấp thụ kiểu màng ống và màng tấm. Duy còn phổ biến hơn cả là trong trường hợp hấp thụ một số khí hoà tan tốt, có nồng độ cao từ hỗn hợp khí đậm đặc đồng thời có sự toả nhiệt mạnh như HCl, NH₃...

2. Thiết bị màng đĩa quay

Có cấu tạo giống như thiết bị đĩa quay trong xử lý bụi và sol. Chất lỏng để hấp thụ được phân bố đều trên các tầng đĩa, chuyển động từ trên xuống và được quay tròn liên tục trong suốt quá trình xử lý. Thực nghiệm cho thấy tốc độ chuyển khối tăng khi tăng số vòng quay của đĩa. Trong thiết bị màng quay, sức cản thủy lực nhỏ và có thể làm việc với mức tiêu hao chất hấp thụ thấp.

Trong công nghiệp, thiết bị này vẫn được sử dụng thí dụ như để hấp thụ HCl hay SO₂ bằng Na₂S trong sản xuất natrithiosunphat (Na₂S₂O₃). Thiết bị có 11 với đường kính 800 mm, tốc độ quay là 150 vòng/phút, làm việc được với năng suất là 1.700 m³/h.

3. Tháp hấp thụ loại đệm

Được dùng phổ biến nhất. Trong tháp, người ta thường nhồi các vật thể lỏng cồng như ốc, sành sứ, lò so kim loại. vụn than cốc... để làm tăng diện tích tiếp xúc hai

pha. Khi vận hành, khí thải được đi từ dưới lên trên còn chất lỏng thì đi từ trên xuống dưới. Lưu lượng của hai pha luôn được tính toán trước để thiết bị đạt hiệu quả cao nhất. Khi chất lỏng chảy trên bề mặt các vật thể đệm, về cơ bản chúng có đặc trưng của màng chất lỏng. Tuy nhiên về bản chất của quá trình vận hành, giữa thiết bị hấp thụ màng và thiết bị hấp thụ đệm có sự khác nhau. Ở thiết bị hấp thụ màng, màng chất lỏng chuyển động liên tục theo chiều cao của tháp hấp thụ; còn trong thiết bị hấp thụ đệm thì khi nâng chất lỏng chuyển động từ đơn nguyên của vật đệm này sang đơn nguyên của vật đệm khác thì màng cũ bị phá vỡ và màng mới được hình thành. Quá trình này được lặp đi lặp lại trong suốt chiều dài của tháp. Việc phá vỡ là do sự chuyển động ngược chiều của dòng khí. Do vậy mà tháp đệm phần nào còn mang tính chất như một tháp hấp thụ sủi bọt.

Sự chuyển động thuận dòng trong tháp đệm đôi khi cũng được sử dụng. Đó là những trường hợp khi tốc độ khí thải khá lớn (khoảng 10 m/s), không hoặc khó thực hiện được đối với kiểu ngược dòng. Sự bố trí thuận dòng sẽ làm tăng quá trình trao đổi chất, giảm trở lực thủy động và giảm kích thước của thiết bị.

Trong trường hợp sự hấp thụ đi kèm với các phản ứng thủy phân hoặc tạo kết tủa thì người ta thường dùng loại tháp hấp thụ đệm nổi. Các lớp đệm nổi (những mảnh bọt xốp polyme hay các quả cầu rỗng làm bằng chất dẻo) được "treo" lơ lửng bởi dòng khí trong tháp và bởi các tấm lưới đỡ. Giữa các lớp đệm là những khoảng trống để đảm bảo cho các kết tủa không làm tắc nghẽn sự lưu thông của dòng khí qua các lớp đệm. Tất nhiên ở đây chất hấp thụ lỏng cũng được chuyển động từ trên đi xuống.

Các nghiên cứu thủy động học và chuyển khối trong các thiết bị hấp thụ đệm nổi cho thấy, tháp hấp thụ kiểu này có thể làm việc với tốc độ dòng khí lớn mà không bị tắc nghẽn. Nhược điểm của tháp hấp thụ đệm nổi là khó thoát nhiệt trong quá trình hấp thụ. Muốn tách nhiệt, người ta thường phải sử dụng làm lạnh tuần hoàn.

Trong công nghiệp sản xuất axit phosphoric từ quặng người ta đã sử dụng kiểu tháp hấp thụ đệm nổi để hấp thụ khí SiF_4 hay SiCl_4 vào nước vì chúng tạo thành axit silicic không tan trong nước hay dùng huyền phù vôi để hấp thụ các khí như CO_2 , SO_2

4. Tháp hấp thụ sủi bọt (giống như tháp sủi bọt trong xử lý bụi)

Thường được sử dụng trong trường hợp tải lượng cao, áp suất khí phải lớn và quá trình hấp thụ có sự tỏa nhiệt, cần được làm lạnh.

Các kiểu tháp hấp thụ sủi bọt chính gồm (1) sủi bọt qua lưới (hay vật xốp), (2) sủi bọt qua các đĩa chụp xen kẽ và (3) trộn cơ học khí và chất lỏng.

Hấp thụ kiểu sủi bọt có nhược điểm lớn nhất là luôn có lớp bọt chiếm thể tích khá lớn trong thiết bị. Việc chuyển động của chất lỏng gặp phải trở lực lớn. Các nhà thiết kế đã có nhiều công trình làm giảm bớt những nhược điểm trên để có thể sử dụng kiểu hấp thụ này trong công nghiệp vì nó có hệ số chuyển khối rất cao.

Chiều cao lớp chất lỏng tăng sẽ làm tăng khả năng hấp thụ song đồng thời cũng tăng trở lực của thiết bị. Vì vậy, thông thường người ta không tăng lớp chất lỏng quá

50 mm.

5. Tháp hấp thụ kiểu đĩa chụp

Tháp hấp thụ kiểu đĩa chụp tạo ra sự chuyển động đối dòng của dòng hơi, khí thải và chất lỏng hấp thụ qua từng bậc một. Chất lỏng đi từ phía trên đĩa xuống, rơi vào đáy của đĩa ở phía dưới rồi tiếp tục chảy xuống phía trên của đĩa tiếp theo. Còn khí thì len lỏi cũng theo con đường ấy nhưng ngược chiều với chất lỏng.

6. Tháp phun

Là loại thiết bị hấp thụ đơn giản. Trong tháp phun, chất lỏng được phun thành bụi mù (sương) từ phía trên xuống, khí thường đi từ dưới lên nhằm làm tăng diện tích tiếp xúc và để nồng độ thực tế của chất cần hấp thụ trong pha khí giảm dần theo chiều từ dưới đi lên và nồng độ chất bị hấp thụ trong pha lỏng được tăng dần theo chiều từ trên đi xuống. Quá trình này rất có lợi cho việc tăng hiệu quả xử lý.

Tháp hấp thụ phun có thể chia ra làm ba kiểu khác nhau: (1) thiết bị hấp thụ phun kiểu thùng rỗng, (2) thiết bị hấp thụ phun thuận dòng tốc độ cao và (3) thiết bị hấp thụ phun sương kiểu cơ khí.

*** Đối với kiểu thùng rỗng**

Thiết bị hấp thụ kiểu thùng rỗng có vòi phun sương thường được đặt ở phía trên phun xuống. Trong trường hợp tháp hấp thụ có chiều cao lớn, người ta thường đặt các vòi phun chia ra ở các tầng khác nhau.

Thiết bị hấp thụ thùng rỗng có ưu điểm là đơn giản, đầu tư thấp, lực cản thủy động nhỏ và có thể sử dụng đối với khí thải có độ nhiễm bẩn cao; chất lỏng dùng để hấp thụ có thể quay vòng cho tới khi hấp thụ no mới thải cho nên tiết kiệm được chất hấp thụ.

Nhược điểm của thiết bị thùng rỗng là khí thường phân bố không đều trong toàn bộ tháp dẫn dần làm giảm hiệu suất xử lý. Tuy nhiên để khí phân bố đều người ta đã tạo ra các bộ phận phân phối khí như phân phối khí qua miệng thất, phân phối khí thông qua màng phân phối xóp hay phân phối khí theo dòng xoáy kiểu cyclon...

Thêm nữa, do loại thiết bị kiểu này hiệu quả xử lý không cao vì hệ số chuyển khối thấp, nên tốc độ dòng khí không được quá lớn (phải nhỏ hơn 1 m/s) để tránh hiện tượng chất lỏng bị cuốn theo khí ra ngoài.

*** Thiết bị phun thuận dòng tốc độ cao**

Thiết bị kiểu này phù hợp với dòng khí thải có vận tốc lớn (khoảng từ 20 - 30 m/s). Cho nên, khi vận hành chất lỏng thường bị cuốn theo cùng dòng khí, sau đó được tách ra bởi một thiết bị kèm theo. Thiết bị phun thuận dòng tốc độ cao có dạng như kiểu thiết bị Venturi (giống như trong xử lý bụi). Khí thải với tốc độ cao đi qua ống thất, cuốn theo chất lỏng từ cửa chờ dưới dạng bụi sương và cùng đi vào vùng khuếch tán rồi tới bộ phận tách chất lỏng. Trong vùng khuếch tán, động năng của dòng khí chuyển thành áp lực với mức hao hụt là cực tiểu. Thiết bị phun thuận dòng tốc độ cao

được sử dụng khá phổ biến trong xử lý khí thải.

*** Thiết bị phun sương kiểu cơ khí**

Ít được sử dụng, nó chỉ phù hợp trong những trường hợp đặc biệt. Tóm lại, các loại thiết bị dùng trong hấp thụ rất hay được sử dụng trong công nghiệp bởi khả năng loại bỏ đồng thời cả bụi và khí cũng như khả năng làm sạch triệt để bụi của nó. Tuy nhiên, tùy trường hợp cụ thể, tùy lưu lượng, nồng độ và cường độ bụi khí thải mà chúng ta sẽ tìm chọn phương pháp phù hợp.

4.5.4. Một số ví dụ hấp thụ trong công nghiệp

1. Hấp thụ bằng dầu

Người ta thường sử dụng các loại dầu để hấp thụ các hợp chất hydrocacbon. Chẳng hạn như việc hấp thụ butadien: để hấp thụ, người ta dùng rượu etylic, dầu hoả... Độ hoà tan của butadien tuân theo quy luật Henry, có dạng như phương trình thực nghiệm dưới đây:

$$p = (a+bT).x^n \text{ (bar)}$$

trong đó: x là phần mol butadien trong dung dịch

T là nhiệt độ.

2. Hấp thụ bằng axetylen

Để hấp thụ các hợp chất như dimetylformamit $((CH_3)_2CONH_2)$, metanol (CH_3OH) , amoniac lỏng (NH_4OH) ..., người ta có thể dùng axetylen. Chú ý rằng axetylen ở nhiệt độ thường là khí, do vậy để thực hiện có hiệu quả sự hấp thụ (metanol, amoniac lỏng) người ta tiến hành hấp thụ chúng ở điều kiện nhiệt độ thấp $(-10 \div -78^\circ C)$.

3. Sự hấp thụ CO_2

Người ta sử dụng nước, metanol, kiềm, dung dịch amoniac để hấp thụ CO_2

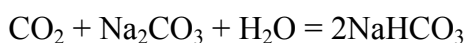
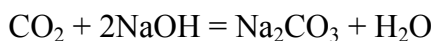
* Trong metanol, CO_2 hấp thụ theo kiểu vật lý.

* Trong nước, sau khi khuếch tán vào, CO_2 sẽ hợp với nước tạo thành các sản phẩm H_2CO_3 và HCO_3^- . Những sản phẩm này trong nước hình thành cân bằng thuận nghịch sau:



Nhiệt độ tăng sẽ thúc đẩy quá trình giải hấp. Do vậy để hấp thụ CO_2 tốt nhất là tiến hành ở nhiệt độ thấp.

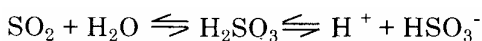
* Khi sử dụng dung dịch kiềm hay amoniac thì đồng thời với quá trình hấp thụ hòa tan là các phản ứng trung hòa tạo thành các muối tương ứng



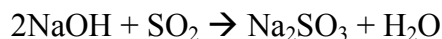
4. Sự hấp thụ SO_2

Có thể sử dụng nước, soda hoặc dung dịch amoni sunfit để hấp thụ SO_2

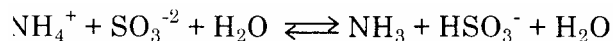
* Khi hấp thụ bằng nước, trong dung dịch tồn tại cân bằng sau:



* Khi hấp thụ bằng xút, ta có các phản ứng:



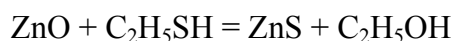
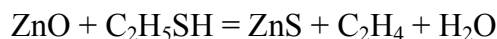
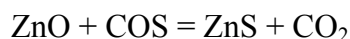
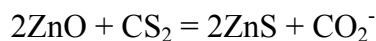
* Khi hấp thụ bằng dung dịch amoniac, tạo nên $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ và NH_4HSO_3 . Song trên bề mặt dung dịch hấp thụ có phản ứng thuận nghịch:



5. Hấp thụ các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh

Ta có thể sử dụng biện pháp hấp thụ hoá học để loại bỏ các hợp chất hữu cơ có chứa lưu huỳnh có trong dòng khí bụi thải. Việc hấp thụ này dựa trên khả năng tạo ra liên kết hoá học giữa các hợp chất chứa lưu huỳnh với một tác nhân hoạt động mạnh như các oxyt kẽm, sài, đồng ở nhiệt độ khoảng 200- 400°C.

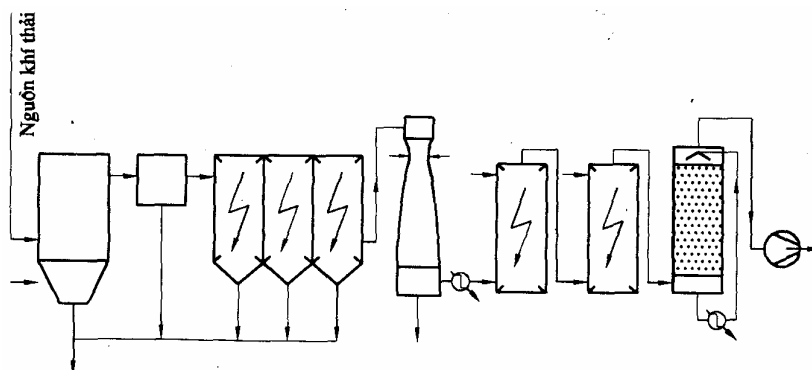
Sơ đồ nguyên tắc gồm hai giai đoạn: đốt nóng khí và phản ứng hấp thụ. Các phương trình hấp thụ xảy ra như sau



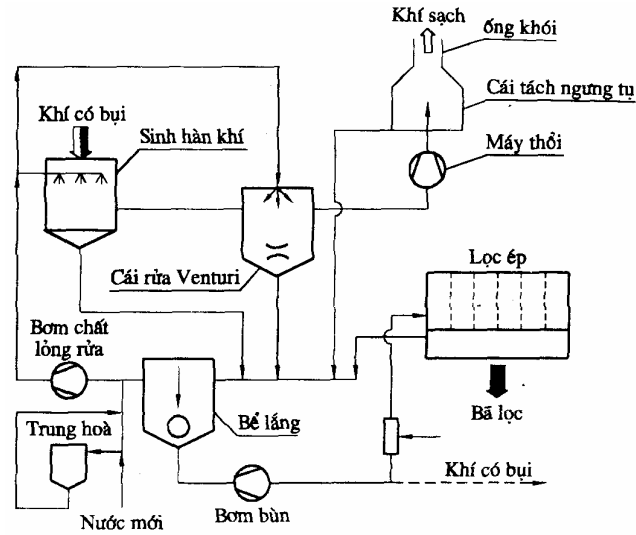
Phản ứng giải hấp thụ xảy ra ở nhiệt độ 500-550°C bằng cách oxy hóa ZnS bằng oxy không khí. Đây là một phản ứng toả nhiệt nên việc làm quá nóng ZnO sẽ dẫn tới giảm hoạt độ hấp thụ của nó. Vì vậy, trong thực tế, để tái sinh ZnO người ta dẫn dòng hỗn hợp không khí có nồng độ oxy khoảng 0,5 % vào cùng với khí trơ.

Cần nhớ rằng, trong phương pháp hấp thụ hoá học, việc chọn chất hấp thụ đóng vai trò quan trọng song song với sự lựa chọn thiết bị hấp thụ.

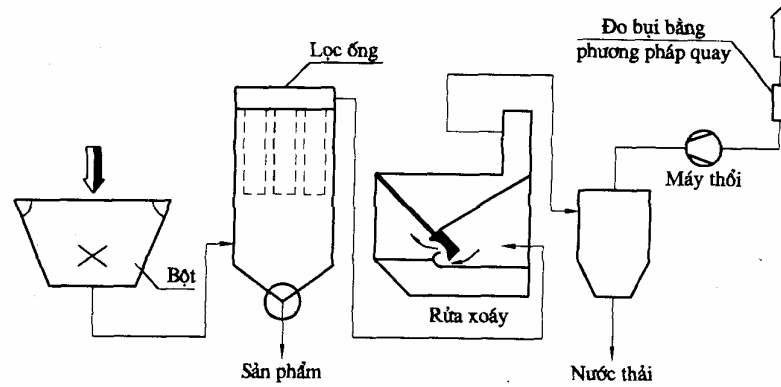
Dưới đây chúng tôi xin giới thiệu một số hệ thống thiết bị thông dụng trong xử lý bụi và khí thải:



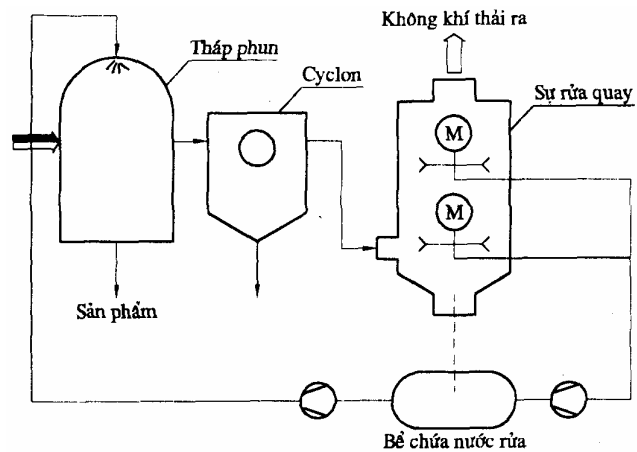
Hình 4.10. Sơ đồ tổ hợp lọc bụi trong công nghiệp



Hình 4.11. Tuần hoàn chất lỏng rửa



Hình 4.12. Hệ thống xử lý bụi



Hình 4.13. Hệ thống tuần hoàn nước rửa

Phần II

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Chương 5

MỘT SỐ VẤN ĐỀ CƠ BẢN LIÊN QUAN ĐẾN XỬ LÝ NƯỚC THẢI

5.1. NHỮNG ẢNH HƯỞNG CỦA Ô NHIỄM NƯỚC GÂY RA ĐỐI VỚI NGUỒN NƯỚC TIẾP NHẬN

Sự nhiễm bẩn nguồn nước có thể xảy ra theo hai cách: Nhiễm bẩn tự nhiên và nhiễm bẩn nhân tạo.

- Nhiễm bẩn tự nhiên do nước mưa chảy tràn trên bề mặt đất mang theo chất bẩn và vi khuẩn gây bệnh vào nguồn nước tiếp nhận.

- Nhiễm bẩn nhân tạo chủ yếu do xả nước thải (sinh hoạt, bệnh viện, công nghiệp và nông nghiệp) vào nguồn nước tiếp nhận.

Sau đây là một số ảnh hưởng chính do nước thải gây ra đối với nguồn nước tiếp nhận:

- + Xuất hiện các chất nổi trên mặt nước hoặc có cặn lắng: Các hiện tượng nhiễm bẩn này thường do nước thải từ các xí nghiệp chế biến thực phẩm hoặc nước thải sản xuất của các xí nghiệp có chứa dầu mỡ và các sản phẩm mỡ. Chúng tạo nên lớp màng dầu, mỡ nổi trên mặt nước và nếu cặn nặng thì lắng xuống đáy. Chúng làm cho nước có mùi vị đặc trưng và làm giảm lượng oxy trong nước nguồn. Với hàm lượng dầu 0,2 - 0,4 mg/l sẽ làm cho nước có mùi dầu. Khử mùi dầu là một việc làm khó khăn. Tôm cá sống trong nước bị nhiễm bẩn do các sản phẩm dầu mỡ có tốc độ sinh trưởng rất kém, thậm chí không sinh trưởng được và thịt của chúng có mùi dầu.

- + Thay đổi tính chất lý học: Nguồn nước tiếp nhận nước thải sẽ bị đục, có màu, có mùi do các chất thải đưa vào hoặc do sự phát triển của rong, rêu, tảo, sinh vật phù du... tạo nên.

- + Thay đổi thành phần hoá học: Tính chất hoá học của nguồn nước tiếp nhận sẽ bị thay đổi phụ thuộc vào loại nước thải đổ ra. Hiện tượng này tạo ra là do nước thải mang tính axit hoặc kiềm hoặc chứa loại hoá chất làm thay đổi thành phần và hàm lượng các chất có sẵn trong thủy vực.

- + Lượng oxy hòa tan trong nước bị giảm: Hàm lượng oxy hoà tan trong nguồn nước tiếp nhận bị giảm là do tiêu hao oxy để oxy hoá các chất hữu cơ do nước thải đổ vào. Hiện tượng giảm hàm lượng oxy hoà tan (< 4 mg/l) trong nước gây ảnh hưởng xấu cho các loài thủy sinh vật.

- + Xuất hiện hoặc làm tăng các loại vi khuẩn gây bệnh: Nước thải kéo theo các

loài vi khuẩn gây bệnh vào nguồn nước tiếp nhận làm suy giảm chất lượng đối với việc cung cấp nước cho các mục đích trong đó đặc biệt là mục đích sinh hoạt.

Tóm lại, nước thải nếu bị lưu đọng hoặc xử lý chưa đạt yêu cầu sẽ gây ô nhiễm môi trường, đặc biệt đối với nguồn nước tiếp nhận, hậu quả kéo theo gây tác động xấu đến vệ sinh môi trường và sức khỏe con người.

5.2. CÁC ĐIỀU KIỆN VÀ CÁC PHƯƠNG ÁN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Hệ thống xử lý nước thải thường bao gồm tổng hợp các phương pháp lý học (cơ học), hoá học và sinh học.

Việc áp dụng các phương pháp trên ngoài sự phụ thuộc vào tính chất nước thải (bảng 5.1), lưu lượng nước thải còn phụ thuộc vào hàng loạt các yếu tố khác như: kinh phí, diện tích dành cho hệ thống xử lý, đặc điểm địa hình, hệ thống thoát nước, mục đích sử dụng của nguồn nước tiếp nhận v.v...

Bảng 5.1. Các phương pháp xử lý nước thải

Chất bẩn	Các phương pháp xử lý
Chất hữu cơ dễ phân hủy sinh hoá (BOD)	- Phương pháp sinh học hiếu khí (bùn hoạt tính, hồ làm thoáng, lọc sinh học, hồ ổn định).
Chất lơ lửng	- Phương pháp sinh học trong điều kiện yếm khí (hồ yếm khí, bể mêtan) bơm xuống lòng đất UASB.
Chất hữu cơ bền vững	- Lắng, tuyển nổi và lưới lọc, song chắn.
Nhờ	- Hấp phụ bằng than, bơm xuống lòng đất.
Photpho	- Hồ, sục khí, nitrat hoá, khử nitrat, trao đổi ion.
Kim loại nặng	- Kết tủa bằng vôi, bằng muối sắt, nhôm.
Chất hữu cơ tan	- Kết tủa kết hợp sinh học, trao đổi ion.
	- Trao đổi ion, kết tủa hoá học.
	- Trao đổi ion, bán thấm, điện thấm.

Có thể chia làm 3 bậc xử lý nước thải: Bậc 1, bậc 2 và bậc 3.

+ Xử lý bậc 1 còn gọi là xử lý sơ bộ thông thường là các công trình xử lý lý học (cơ học) như: Song chắn rác, bể lắng. Các công trình nhằm mục đích tách các chất không tan trong nước thải. Xử lý bậc 1 nhiều khi mang mục đích xử lý có chất ô nhiễm, tạo điều kiện phù hợp để đưa tiếp vào hệ thống xử lý tiếp theo. Ví dụ: Xử lý dầu mỡ, trung hoà nước thải... để tạo điều kiện cho biện pháp xử lý sinh học tiếp theo. Trong những trường hợp này xử lý bậc 1 có thể là các biện pháp lý - hoá.

Bảng 5.2. Xử lý nước thải bậc 1

Chất bẩn	Phương pháp xử lý
Chất lơ lửng	Hồ: lắng, tuyển nổi
Dầu hoặc mỡ	Thu dầu mỡ. thu vớt bọt
Kim loại nặng	Kết tủa hoặc trao đổi ion
Kiềm và axit	Trung hoà
Sun phua	Kết tủa hoặc sục khí
Sự biến động về nồng độ chất bẩn (BOD) và lưu lượng	Điều hoà nồng độ, lưu lượng

+ Xử lý bậc 2: Thông thường xử lý bậc 2 là các công trình xử lý sinh học dùng để oxy hoá sinh hoá các chất hữu cơ còn lại dạng tan, keo và không tan (nhưng không lắng được).

+ Xử lý bậc 3 thường được thực hiện theo yêu cầu xử lý có chất lượng cao hơn. Đó là các trường hợp cần thiết phải áp dụng các biện pháp như triệt khuẩn, khử tiếp các chất bẩn còn lại trong nước thải như nitrat, photphat, sunphat....

Chương 6

CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC CẤP

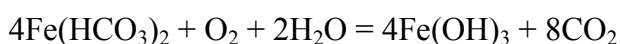
6.1. KHỬ SẮT BẰNG PHƯƠNG PHÁP LÀM THOÁNG

Nguyên tắc

Oxy hoá sắt hoá từ 2 (Fe^{2+}) hoà tan thành sắt hoá trị 3 (Fe^{3+}). Sắt hoá trị 3 tiếp tục thủy phân tạo thành hydroxit kết tủa $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Cuối cùng các cặn $\text{Fe}(\text{OH})_3$ được tách ra khỏi nước bằng lắng và lọc.

Để thực hiện phương pháp này nước ngầm được làm thoáng (phun thành các hạt nhỏ) để tăng diện tích tiếp xúc với không khí, nhờ vậy nước hấp phụ O_2 có trong không khí và một phần CO_2 hoà tan trong nước sẽ tách ra khỏi nước.

Phản ứng oxy hoá thủy phân sắt có thể biểu diễn bằng phương trình sau:



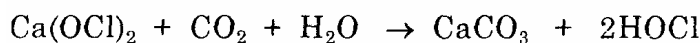
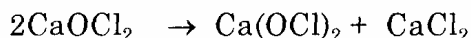
Để phản ứng oxy hoá và thủy phân sắt xảy ra nhanh và triệt để, nước phải có độ kiềm thích hợp và độ pH nằm trong phạm vi 7 - 7,5.

6.2. TRIỆT KHUẨN

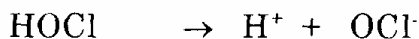
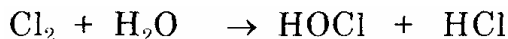
Sau khi qua bể lắng, bể lọc, phần lớn vi khuẩn trong nước đã bị giữ lại (90%) và bị tiêu diệt. Tuy nhiên, để đảm bảo hoàn toàn vệ sinh, phải áp dụng phương pháp triệt khuẩn nước.

Phương pháp triệt khuẩn nước thường dùng nhất là Clo hoá tức là sử dụng Clo hoặc hợp chất của Clo như clorua vôi (CaOCl_2), zaven (NaOCl) là những chất oxy hóa mạnh, có khả năng triệt khuẩn.

Khi đưa clorua vôi vào nước sẽ xảy ra phản ứng:



Khi đưa Clo vào nước sẽ diễn ra phản ứng:



Cl_2 , HOCl , OCl^- đều là những chất oxy hoá mạnh. Để pha chế và định lượng clorua vôi người ta dùng những thiết bị như khi pha chế phèn, Clo được sản xuất tại nhà máy hoá chất dưới dạng lỏng và được đưa vào nước dưới dạng hơi nhờ một loại thiết bị riêng gọi là Clorator.

Clo hay clorua vôi được đưa vào nước trong đường ống từ bể lọc sang bể chứa với liều lượng 0,5-1 mg/l. Ngoài Clo hiện nay còn dùng phương pháp điện phân muối NaCl tại chỗ, sản xuất Zaven (NaOCl) để sát trùng.

Việc sử dụng Clo hoá để diệt các vi khuẩn cần được kiểm soát chặt chẽ vì nếu nước chứa còn chứa nhiều các chất hữu cơ sẽ tạo điều kiện để hình thành CHCl_3 , và các

chất hữu cơ Clo khác (ví dụ: clo-amin nếu như các amoni có trong nước) gây độc đối với sức khoẻ con người. Tổ chức EPA (Hội bảo vệ môi trường Mỹ) cho phép nồng độ CHCl_3 có trong nước ăn uống là 100 ppb (mg/l).



Các chất hữu cơ tan Các chất hữu cơ được ảo hóa

Điều này có thể được ngăn chặn nếu như nước đã Clo hóa được xử lý tiếp bằng than hoạt tính.

Ngoài các phương pháp ảo hoá, trên thế giới nhiều nước còn sử dụng các phương pháp sau:

- + Dùng tia tử ngoại: Dùng một loại đèn phát ra tia tử ngoại để triệt khuẩn. Phương pháp này đơn giản nhưng thiết bị đắt hay hỏng và tốn điện (10-30 kW/1000 m³ nước).

- + Dùng ôzôn (O_3): Khi đưa O_3 vào nước sẽ tạo thành oxy nguyên tử là chất có khả năng diệt trùng.

- + Dùng sóng siêu âm: Dùng thiết bị phát ra sóng siêu âm tần số 500 kHz vi trùng sẽ bị tiêu diệt.

Chương 7

CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI

7.1. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ CƠ HỌC

Phương pháp này thường là giai đoạn xử lý bậc 1 (giai đoạn xử lý sơ bộ), ít khi là giai đoạn kết thúc quá trình xử lý nước thải dùng để loại các tạp chất không tan trong nước. Các chất này có thể ở dạng vô cơ hay hữu cơ.

Các phương pháp cơ học thường dùng là: lọc qua lưới, lắng, cyclon thủy lực, lọc qua lớp cát và quay ly tâm.

7.1.1. Phương pháp lắng

Những chất lơ lửng (huyền phù) là những chất có kích thước hạt lớn hơn 10^{-1} mm. Những chất lơ lửng trong nước thải gồm những hạt hoặc tập hợp hạt khác nhau về hình dạng, kích thước, trọng lượng riêng và bản chất xuất xứ. Tính chất cơ bản của các chất dạng huyền phù lơ lửng là không có khả năng giữ nguyên tại chỗ ở trạng thái lơ lửng. Thời gian tồn tại của chúng tùy thuộc vào kích thước hạt. Các hạt lớn sẽ lắng hoặc nổi lên mặt nước dưới tác dụng của trọng lực.

7.1.2. Phương pháp lọc

Lọc là quá trình tách các hạt rắn ra khỏi pha lỏng hoặc pha khí bằng cách cho dòng khí hoặc lỏng có chứa hạt chất rắn chảy qua lớp vật ngăn xốp. Các hạt rắn sẽ bị giữ lại trên bề mặt lớp vật ngăn còn khí hoặc chất lỏng sẽ thấm qua vật ngăn.

7.1.3. Bể điều hoà

Thông thường, lưu lượng, nhiệt độ, hàm lượng các chất ô nhiễm v.v... trong dòng thải thay đổi theo thời gian. Sự tăng giảm của các đại lượng trên gây khó khăn cho sự hoạt động của hệ thống xử lý và ảnh hưởng tới việc thải vào nguồn tiếp nhận. Yêu cầu đặt ra trong thiết kế là phải thực hiện theo giá trị lớn nhất về lưu lượng của dòng thải. Trong các quá trình xử lý, nếu lưu lượng dòng vào tăng đột ngột với biên độ lớn sẽ làm cho quá trình xử lý bị quá tải như trường hợp lắng, lọc,... hay mất tác dụng như trường hợp phải xử lý hoá học hay sinh học. Vai trò của bể điều hoà nhằm hạn chế các dao động trên.

Trong những trường hợp đơn giản, có thể kết hợp nhiệm vụ xử lý sơ bộ và điều hoà dòng thải trong cùng một thiết bị.

Phân loại bể điều hoà

a. Theo chức năng: Ta có thể phân biệt bể điều hoà lưu lượng, bể điều hoà nồng độ và bể điều hoà lưu lượng và nồng độ.

b. Theo chế độ hoạt động: Có thể chia ra để điều hoà hoạt động gián đoạn theo chu kì và bể điều hoà hoạt động liên tục. Loại bể điều hoà hoạt động gián đoạn thực tế là những bể chứa (đôi khi có khuấy) và được bố trí thành 2 bể làm

việc luân phiên nhau. Loại bể điều hoà làm việc liên tục tùy thuộc theo cấu trúc của dòng chảy trong bể mà ta chia ra:

- + Loại đẩy lý tưởng (chế độ dòng chảy).
- + Loại khuấy lý tưởng (chế độ chảy xoáy).

Để thực hiện quá trình khuấy trộn trong các bể điều hoà có thể tiến hành theo các phương thức sau:

Đổi hướng dòng chảy theo chiều ngang, chiều đứng hoặc đi theo đường tròn.

Khuấy cơ khí bằng các loại cánh khuấy.

Sục khí.

Kết hợp hai hoặc ba phương thức trên trong cùng một thiết bị.

Yêu cầu vị trí đặt bể điều hoà

Tùy thuộc vào hệ thống sản xuất của cơ sở sản xuất và phương án xử lý chất thải mà lựa chọn vị trí đặt bể điều hoà thích hợp.

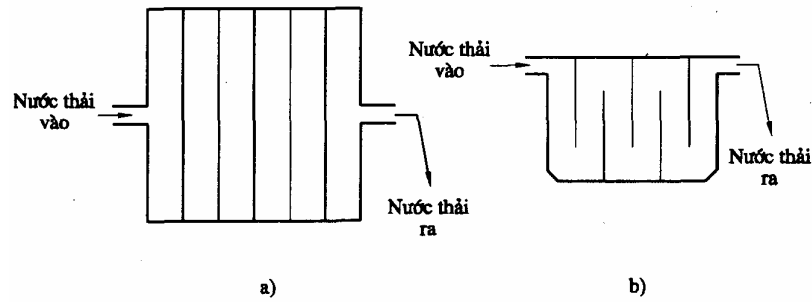
Thông thường, các bể điều hoà lưu lượng được bố trí ở tại các nguồn tạo ra nước thải, còn với bể điều hoà nồng độ (khi lưu lượng ít hoặc không thay đổi) được bố trí ở trong khu vực trạm xử lý. Khi đó, trong sơ đồ dây chuyền công nghệ của trạm xử lý, bể điều hoà được bố trí phía sau bể lắng thô, nếu nước thải có chứa một lượng lớn các tạp chất vô cơ không tan với kích thước lớn. Bể điều hoà cũng có thể đặt trước bể lắng đó, nếu nước thải chứa chủ yếu là các chất hữu cơ không tan. Trường hợp trong quy trình xử lý có bể trung hòa thì bể điều hoà giúp quá trình phản ứng được tiến hành thuận lợi.

Trong một số trường hợp, bể điều hoà được bố trí đặt ở vị trí phía sau bể xử lý sơ cấp và trước bể xử lý sinh học. Điều này sẽ làm giảm được lượng bùn và bọt ở trong bể điều hoà. Nếu là một bể điều hoà lưu lượng dòng thì cần phải bố trí nó ở trước cả bể lắng sơ cấp và bể xử lý sinh học và phải thiết kế hệ thống khuấy trộn mạnh để ngăn cản sự lắng của huyền phù, cũng như làm giảm bớt sự chênh lệch nồng độ và đôi khi ở đây còn bố trí cả bộ phận sục khí để làm giảm sự bốc mùi khó chịu trong các thiết bị xử lý tiếp theo.

Nguyên lý cấu tạo và làm việc của bể điều hoà

Có một số loại bể điều hoà như sau:

a. Bể điều hoà có tường ngăn: Loại hình chữ nhật, các tường ngăn có thể bố trí theo chiều dọc hoặc theo chiều ngang. Dòng chảy khi đi qua bể phải giữ ở chế độ xoáy.



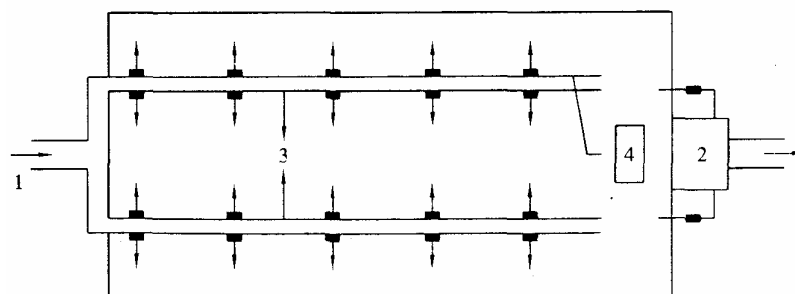
Hình 7.1. Bể điều hoà với tường ngăn

a - tường dọc, b - tường ngang

b. Bể điều hoà hình tròn: Dẫn nước vào theo đường chuyển tiếp: Nước thải được dẫn vào theo đường tiếp tuyến với chu vi ở vị trí đáy bể và được dẫn ra theo đường ống trung tâm nằm ở vị trí phía trên của bể.

c. Bể điều hoà có cánh khuấy cơ khí: Loại này rất phổ biến, có thể dùng máy khuấy loại mái chèo, loại chân vịt hoặc tuốc bin. Sự lựa chọn loại máy khuấy và tốc độ khuấy tùy thuộc vào độ nhớt của chất lỏng. Với các bể lớn thường ta bố trí làm nhiều cánh khuấy và cố gắng giảm thấp không gian chết trong bể để chống hiện tượng lắng đọng.

d. Bể điều hoà có sục khí: Loại này thường dùng cho chất lỏng có độ nhớt thấp. Không khí nén được dẫn vào hệ thống ống có đục lỗ, đặt ở đáy bể điều hoà. Không khí nén qua lỗ tạo thành các bong bóng làm khuấy đảo lớp nước phía trên (lỗ thường được đục ở mặt dưới của ống để tránh tắc). Tùy theo cách đục lỗ là một hàng dọc hoặc hai hàng dọc, tùy theo chiều dài ống sẽ tạo được 1 dòng hoặc 2 dòng tuần hoàn theo mặt cắt ngang của bể.



Hình 7.2. Bể điều hoà với thổi khí nén

1- Dẫn nước vào; 2- Hệ thống cả nước;

3- Máng có cửa phân phối nước, 4- Ống phân phối khí có lỗ

7.1.4. Phương pháp pha loãng

Khi lưu lượng của dòng chảy trong sông lớn, khả năng tự làm sạch của sông cao. Trong trường hợp này, nếu lưu lượng nước thải không lớn và ở xa khu dân cư có thể xả trực tiếp nước thải vào sông. Trong trường hợp này, nồng độ chất ô

nhằm được pha loãng, quá trình tự làm sạch của nước diễn ra thuận lợi sẽ ít gây tổn thất đến hệ sinh thái thủy sinh.

Khi sử dụng phương pháp này cần chú ý đặc biệt tới sự sụt giảm nồng độ oxy hoà tan trong sông kể từ điểm nhận nước thải. Nồng độ oxy hoà tan trong nước sông thường chỉ đạt tối đa là 10 mg/l, trong khi đó nhu cầu oxy trong các phản ứng phân huỷ sinh học các chất hữu cơ lớn. Khi dùng phương pháp pha loãng, đoạn sông phía hạ lưu kể từ điểm xả thải thường có nồng độ oxy thấp, có thể gây ảnh hưởng đến việc nuôi trồng thủy sản.

7.2. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ HOÁ VÀ HOÁ - LÝ

Các phương pháp xử lý hoá và hoá-lý được sử dụng rộng rãi trong kiểm soát ô nhiễm nước thải công nghiệp, đặc biệt khi cần phải xử lý ở mức cao hoặc cần phải quay vòng nước. Phương pháp này được dùng để thu hồi các chất hoặc khử các chất độc, các chất có ảnh hưởng xấu đối với giai đoạn làm sạch sinh hoá sau này.

Cơ sở của các phương pháp hoá học là các phản ứng hoá học, các quá trình lý hoá diễn ra giữa chất ô nhiễm với hoá chất cho thêm vào. Những phản ứng diễn ra có thể là phản ứng oxy hoá khử, các phản ứng tạo chất kết tủa hoặc các phản ứng phân huỷ chất độc hại. Các phương pháp hoá học là oxy hoá, trung hoà và keo tụ (hay còn gọi là đông tụ). Thông thường đi đôi với trung hoà có kèm theo quá trình keo tụ.

7.2.1. Phương pháp trung hoà

1. Khái niệm

Nước thải công nghiệp có thể mang tính axit hoặc kiềm.

Tính axit và kiềm thể hiện qua giá trị pa của chúng:

$\text{pH} = 7$ nước có tính trung tính.

$\text{pH} < 7$ nước có tính axit.

$\text{pH} > 7$ nước có tính kiềm.

2. Ý nghĩa

Để tránh được hiện tượng ăn mòn, phá huỷ vật liệu của hệ thống ống dẫn, công trình thoát nước, cũng như đảm bảo độ pH cho phép của nguồn nước tiếp nhận như sông, ngòi, ao hồ, nước thải công nghiệp có tính axit hoặc kiềm mạnh phải được xử lý trước khi thải vào hệ thống thải chung của nhà máy hoặc thải vào các nguồn tiếp nhận.

Mục đích của phương pháp này là xử lý để nước thải đạt được độ trung hoà. Trong công nghệ xử lý nước thải, giá trị pH cho phép thải ra nguồn tiếp nhận phải theo TCVN.

Mặt khác, nếu nước thải cần xử lý bằng phương pháp sinh học thì thường trước tiên phải được xử lý bằng phương pháp trung hoà vì ở độ pH trung tính thường là điều kiện tối ưu cho các quá trình phân hủy chất ô nhiễm.

3. Nguyên lý

Bản chất của phương pháp trung hoà là phản ứng hóa học giữa axit và kiềm hoặc giữa muối với axit hoặc kiềm có trong nước thải. Chất được chọn để thực hiện phản ứng với các axit hoặc kiềm có trong nước thải gọi là tác nhân trung hoà hoá học.

Tác nhân trung hoà thường được dùng để xử lý chất thải chứa axit là đá vôi, đá dolomit, vôi các loại, xút, soda và để xử lý các chất thải chứa kiềm là khí CO₂ axit sulfuric. Quá trình trung hoà có thể thực hiện theo phương thức gián đoạn hoặc liên tục.

Chọn tác nhân trung hoà và phương pháp trung hoà thích hợp phải dựa trên một số yếu tố cơ bản sau:

- Lượng nước thải cần xử lý.
- Loại nước thải (nước thải chứa axit hay kiềm).
- Chất lượng nước thải (độ pH, các chất có trong nước thải và nồng độ của nó, v.v...).

- Yêu cầu cần xử lý (độ pH cần đạt).
- Tác nhân trung hoà cần rẻ tiền, dễ kiếm.
- Thiết bị đơn giản, dễ vận hành và dễ chế tạo.
- Tổng chi phí sao cho nhỏ nhất.

* Cho đến nay có một số phương pháp trung hoà thường được sử dụng là:

- + Trộn nước thải chứa axit và nước thải chứa kiềm với nhau.
- + Xử lý nước thải chứa axit

Cho nước thải đi qua lớp đệm đá vôi.

- Xử lý nước thải bằng vôi
- Trung hoà bằng xút NaOH hoặc soda Na₂CO₃
- Nếu dòng thải axit thiếu dinh dưỡng (N và P) thì dùng Na₃PO₄ hoặc NH₄H₂PO₄ thêm vào dung dịch nếu tiếp theo sẽ là xử lý sinh học.

+ Xử lý nước thải chứa kiềm

- Phương pháp sục khí CO₂
- Trung hòa bằng axit sunfuric
- Thổi khói lò qua dòng thải.
- Thêm axit H₂SO₄ hoặc HCl vào dòng thải.
- Các phương pháp xử lý khác.

Các phản ứng trung hoà đều toả một lượng nhiệt đáng kể. Nếu dòng thải axit chứa nhiều ion SO_4^{2-} thì không nên dùng CaCO_3 hoặc CaO làm chất trung hoà vì sản phẩm phản ứng là $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ở dạng kết tủa mịn sẽ bao bọc CaCO_3 hoặc CaO làm phản ứng ngừng.

* Lựa chọn các tác nhân trung hoà có nhiều loại:

- Loại khuấy trộn: Khuấy cơ khí hoặc sục khí.
- Loại tháp: Tháp phun, tháp chảy màng hoặc tháp đĩa.

*** Phương pháp trộn nước thải**

Phương pháp đơn giản nhất và kinh tế nhất là trộn các loại nước thải chứa axit và kiềm với nhau. Tùy theo công nghệ sản xuất của từng xí nghiệp, nhà máy mà nước thải của nó có thể mang tính axit, tính kiềm hoặc cả hai.

Phụ thuộc vào chế độ thải, lượng nước thải và chất lượng của từng loại nước thải mà thực hiện quá trình trung hoà 2 loại nước thải có tính chất khác nhau (tính axit và kiềm) theo phương thức trộn gián đoạn hay liên tục, thực hiện trong một ngăn hay nhiều ngăn nối tiếp nhau có khuấy trộn.

Nếu chế độ thải không đều đặn hoặc nồng độ axit hay kiềm trong nước thải quá cao thì dòng chất thải đó phải được điều hoà lưu lượng cũng như nồng độ trong các thiết bị điều hòa. Như vậy, đảm bảo chế độ làm việc ổn định trong các thiết bị trung hoà.

Nếu một xí nghiệp thải ra cả hai loại nước thải chứa axit và kiềm, quá trình trộn được thực hiện trong một thời gian thích hợp ở trong các thiết bị trung hoà đặt ngay trong trạm xử lý nước thải của xí nghiệp. Mặt khác, cũng có thể thực hiện quá trình trộn các dòng thải có tính chất khác nhau của các xí nghiệp công nghiệp ở gần nhau. Chẳng hạn một xí nghiệp chỉ thải ra nước thải chứa kiềm. Nước thải này được bơm đến trạm xử lý của xí nghiệp khác gần đó mà xí nghiệp này chỉ thải ra nước thải mang tính axit.

Thí dụ: Xí nghiệp chuyên sản xuất vật liệu xây dựng thải ra nước thải mang tính kiềm dưới dạng bùn vôi. Bùn vôi này sẽ được trộn với nước thải mang tính axit của một nhà máy hoá chất gần đó.

Phương pháp trộn các nước thải mang tính chất khác nhau là phương pháp xử lý đơn giản, hữu hiệu và kinh tế. Phương pháp này không tiêu tốn thêm hoá chất, thiết bị đơn giản, tận dụng dòng thải của xí nghiệp này để xử lý nước thải của xí nghiệp khác.

*** Các phương pháp xử lý nước thải axit**

Nước thải axit thường có trong dây chuyền công nghệ sản xuất của các ngành công nghiệp như: công nghiệp nhẹ, công nghiệp vật liệu và công nghiệp hóa chất. Thí dụ: nước thải của công nghệ cán thép, xí nghiệp sản xuất thuốc nhuộm, thuốc trừ sâu, được phẩm đều chứa axit sunfuric, axit nước, axit clohydric.

Nước thải chứa axit có thể phân thành 3 loại:

Nước thải chứa axit mạnh như axit clohydric (HCl), axit nước (HNO₃) các muối canxi của chúng dễ tan trong nước.

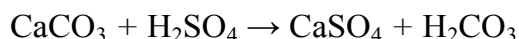
Nước thải chứa axit mạnh như axit sunfuric (H₂SO₄) axit cacbonic (H₂CO₃) các muối canxi của chúng khó tan trong nước.

- Nước thải chứa các axit yếu như axit acetic (CH₃COOH).

Phương pháp chủ yếu để xử lý nước thải chứa axit là phương pháp trung hòa. Khi trung hoà nước thải chứa axit mạnh, các muối của chúng khó tan trong nước sẽ bị kết tủa và lắng cặn.

1. Cho dòng nước thải chảy qua lớp đá vôi

Phương pháp này là một trong những phương pháp thường được dùng để xử lý nước thải chứa axit. Lớp đá vôi có thể coi như một lớp đệm có hoạt tính hoá học. Phản ứng hoá học xảy ra liên tục khi lớp đệm còn hoạt tính hoá học. Phản ứng xảy ra ở các tâm hoạt hoá theo phản ứng:



Vật liệu lớp đệm ngoài đá vôi CaCO₃ còn có thể dùng magiê cacbonat MgCO₃ đá dolômit v.v...

Tính toán lượng đá vôi thích hợp và duy trì tính hoạt hoá của nó phải dựa vào các yếu tố.

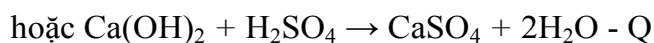
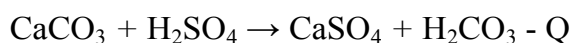
- Lượng nước thải cần xử lý
- Chất lượng nước thải cần xử lý
- Độ hoạt hoá của lớp đệm
- Kích thước của các hạt trong lớp đệm
- Chế độ thuỷ động trong tháp trung hòa.

Tuy nhiên trong thời gian sử dụng, tính hoạt hoá của lớp đá cũng bị giảm đòi hỏi phải thay bằng lớp mới. Chu kỳ thay lớp đá vôi phụ thuộc vào lượng và chất lượng của nước thải cần xử lý. Nhược điểm thứ hai của phương pháp này là nếu nước thải có nồng độ axit lớn hoặc chứa các chất hữu cơ sẽ xuất hiện hiện tượng tạo bọt làm giảm hiệu suất quá trình xử lý.

2. Xử lý nước thải bằng vôi

Vôi thường được dùng trung hoà nước thải chứa axit dưới dạng bột như cacbonat canxi CaCO₃, cacbonat magiê MgCO₃ dạng vôi bột hay sữa vôi của hydroxyt canxi Ca(OH)₂. Đây là tác nhân trung hoà rẻ tiền và dễ kiếm.

Phản ứng xảy ra với nước thải có chứa axit sunfuric:

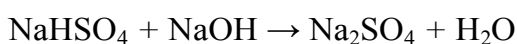
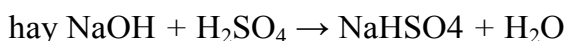
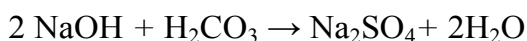


Sử dụng vôi tôi hay sữa vôi thường hay gặp hiện tượng đóng rắn tạo thành bờ ở các cửa nạp vôi vào thiết bị trung hoà vì khi hydroxit canxi Ca(OH)_2 gặp không khí sẽ tác dụng với CO_2 tạo thành CaCO_3 , CaCO_3 sẽ đóng rắn và làm giảm lưu lượng cũng như tắc đường ống.

Theo Nelson để trung hoà nước thải chứa axit sunfuric và axit nước có nồng độ 1,5% dùng đá đolômit nung với thành phần của nó gồm 47,5% CaO , 34,3% MgO và 1,8% CaCO_3 . Loại đá này có ưu điểm hơn các loại đá vôi khác là giữ lại lượng sunphat dư rất nhỏ và như vậy tránh được hiện tượng lắng cặn trong thiết bị phản ứng.

3. Xử lý nước thải bằng xút NaOH hoặc soda Na_2SO_4

Trung hoà nước thải chứa axit bằng xút hoặc soda sẽ nhanh và hiệu quả. Nếu nước thải chứa axit cacbonic và axit sunfuric phản ứng sẽ xảy ra như sau:



Xử lý nước thải chứa axit bằng xút hay bằng soda có ưu điểm:

Xử lý nhanh và càng có hiệu quả khi lượng nước thải cần xử lý nhỏ. Khi đó không cần phải thiết bị xử lý chứa kiềm mà chỉ cần tính lượng cần thiết và đưa vào trộn với nước thải ở đầu ống hút của bơm nước thải. Nếu lượng nước cần xử lý lớn người ta có thể thực hiện phản ứng theo phương thức gián đoạn hay liên tục trong các thiết bị phản ứng. Xút được chứa trong bể riêng và được nạp vào thiết bị phản ứng theo từng mẻ (phương thức gián đoạn) hay liên tục (phương thức liên tục) nhờ bơm đa tốc độ. Nước thải cần xử lý được đưa vào thiết bị phản ứng, trong đó axit chứa trong nước thải tham gia phản ứng với xút tạo thành muối và nước.

Sản phẩm của phản ứng phần lớn ở dạng tan và không làm tăng độ cứng của nguồn nước tiếp nhận.

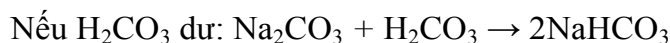
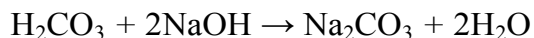
- Tuy nhiên xút và soda là những hoá chất đắt hơn các tác nhân trung hoà khác như vôi nên phương pháp này thường được dùng khi có xút và soda là những phế liệu của một công nghệ khác.

*** Xử lý nước thải chứa kiềm**

Nước thải chứa kiềm hay gặp trong công nghiệp hoá chất và công nghiệp dệt. Nước thải có tính kiềm mạnh phải được xử lý trước khi thải vào nguồn nước khác.

1. Phương pháp sục khí cacbonic CO_2

Nguyên lý của phương pháp này là sục khí CO_2 vào nước thải. Khí CO_2 tan vào nước và tác dụng với nước tạo thành axit cacbonic H_2CO_3 . Khi trong nước thải chứa kiềm, axit này sẽ phản ứng với chất kiềm (chẳng hạn nước thải chứa NaOH)



Khí cacbonic có thể là khí được chứa trong bình CO_2 tinh khiết. Nhưng nếu dùng khí CO_2 tinh khiết thì chi phí xử lý nước thải lớn. Do đó người ta phải tận dụng nguồn CO_2 phế thải có sẵn trong nhà máy.

Nguồn CO_2 rẻ tiền dễ kiếm và có ở bất kỳ nhà máy nào là khí CO_2 trong khí thải của ống khói nồi hơi - CO_2 chiếm khoảng 14% trong khí thải này. Thiết bị ở đây cần một quạt để hút khí thải, ống dẫn khí đến trạm xử lý, một phễu lọc khí để tách lưu huỳnh và bụi than trước khi sục vào bể trung hoà. Ngoài ra, còn bộ phận phân phối khí để khí được khuếch tán đều trong nước thải (đốt, hấp phụ...) để tránh gây mùi khó chịu cho những quá trình xử lý tiếp theo.

Ngoài ra, nguồn CO_2 phế thải có thể tận dụng được là nguồn CO_2 của thiết bị lên men cồn rượu, CO_2 của các lò vôi. Vấn đề ở đây là tính về mặt kinh tế sao cho việc thu hồi CO_2 và dẫn sục vào bể trung hoà tiện lợi và đơn giản.

2. Phương pháp tạo CO_2 trong nước thải chứa kiềm

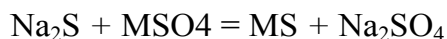
- Tạo CO_2 bằng cách đốt khí cháy dưới nước: Quá trình này được gọi là sự cháy chìm (submerged combustion) và đã được sử dụng để xử lý nước thải nylon đạt độ trung hoà trước khi xử lý bằng phương pháp sinh học. Ở đây một hệ thống phải làm việc theo phương thức liên tục bao gồm một thùng bốc hơi, một đèn cháy dưới mặt nước chứa trong thùng bốc hơi, một bể trộn không khí và khí đốt tạo thành hỗn hợp cháy.

- Tạo CO_2 bằng phương pháp lên men: Người ta cho lên men kỵ khí nước thải chứa kiềm hoặc nước thải chứa các chất hữu cơ nhờ các vi khuẩn sinh axit làm cho độ pH của môi trường giảm.

Kết tủa là quá trình chuyển các chất hoà tan trong dung dịch sang pha rắn dựa trên độ hoà tan của các hydroxit hoặc các muối vô cơ. Quá trình được ứng dụng để tách các kim loại Zn, Cd, Cr, Cu, Pb, Mn, Hg... ra khỏi nước thải ở dạng kết tủa hydroxit kim loại $\text{M}(\text{OH})_2$ hoặc dạng sunfit kim loại MS.

Tác nhân kim loại là sữa vôi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ và NaS

Phản ứng xảy ra như sau:



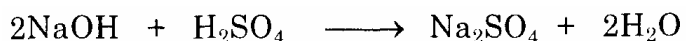
M^{2+} là kim loại nặng.

Độ hòa tan của đa số $\text{M}(\text{OH})_2$ và MS phụ thuộc vào độ pH.

Đa số các MS có độ hoà tan giảm khi độ pH tăng còn phần lớn các $\text{M}(\text{OH})_2$ có độ tan cực tiểu ở độ pH nhất định.

3. Xử lý nước thải chứa kiềm bằng axit sunfuric

Đây là phương pháp trung hoà giữa kiềm và axit. Nếu nước thải chứa axit thì phản ứng xảy ra như sau:



Tương tự như phương pháp xử lý nước thải chứa axit bằng xút, phương pháp này có ưu nhược điểm:

- Lượng tác nhân trung hòa nhỏ.
- Tốc độ phản ứng lớn, quá trình xảy ra nhanh dẫn đến hiệu quả quá trình cao. Song giá thành dùng tác nhân trung hòa là axit thường cao so với dùng khí thải CO_2 . Ngoài ra axit đậm đặc có tính ăn mòn nên gây khó khăn cho quá trình chứa, dẫn và nạp axit vào bể trung hoà. Thường những thiết bị chứa đường ống dẫn axit được tráng một lớp vật liệu chống ăn mòn axit.

7. 2.2. Phương pháp keo tụ

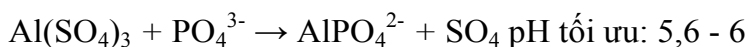
Tạo bông là quá trình làm keo tụ các hạt keo hoặc dính các hạt nhỏ lại thành một tập hợp hạt lớn hơn để lắng bằng cách đưa vào chất lỏng các tác nhân tạo bông có tác dụng phá keo hoặc hấp phụ các hạt nhỏ lên bề mặt của nó hoặc dính các hạt nhỏ lại với nhau.

Các chất thường dùng trong phương pháp lắng và đông tụ để loại bỏ các chất rắn lơ lửng trong nước thải là:

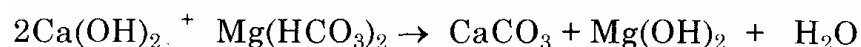
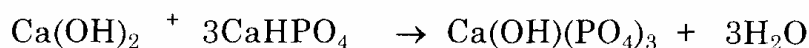
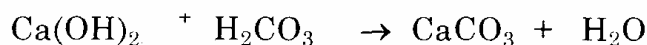
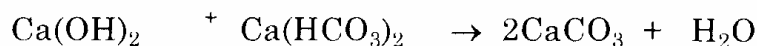
- Phèn $\text{Al}(\text{SO}_4)_n\text{H}_2\text{O}$ ($n = 13-18$).
- Sôđa kết hợp với phèn $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- Sắt Sunphat $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
- Nước vôi $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
- Natrialuminat $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$
- Sắt Clorua và sắt (III) sunphat FeSO_4

Thí dụ:

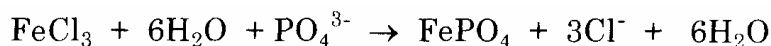
+ Dùng phèn loại bỏ photphat trong nước thải:



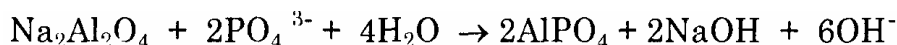
+ Dùng vôi loại bicacbonat, cacbonat photphat, magiê.



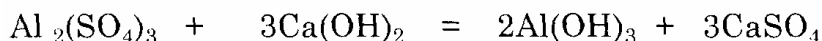
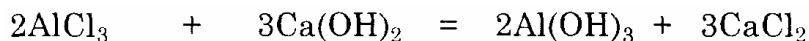
+ Dùng sắt clorua để tạo photphat



+ Dùng natri aluminat để loại photphat



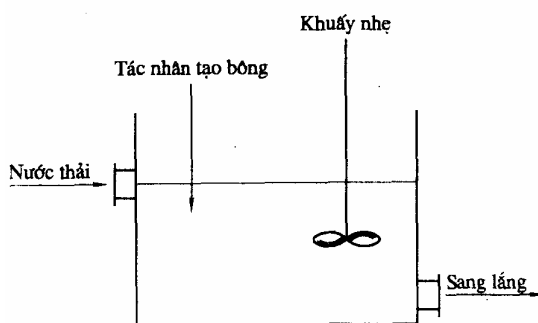
Cơ chế tạo bông trong môi trường hơi kiềm:



Với muối sắt cũng có phản ứng tương tự.

Các Al(OH)_3 và Fe(OH)_3 là keo dương, các hạt bùn trong nước là keo âm sẽ trung hoà và dính vào nhau hoặc các hạt keo Al(OH)_3 và Fe(OH)_3 sẽ hấp phụ các hạt bùn vào nó làm thành tập hợp hạt dễ lắng hơn.

Tác nhân tạo bông còn là các chất hữu cơ, ví dụ: Polyacryamit khi đưa vào nước thải do cấu tạo mạch dài của nó sẽ có những chỗ tích điện sẽ hút những hạt keo âm vào nó và theo cơ chế bắc cầu, các hạt bùn trong nước sẽ bám vào nó thành tập hợp hạt lớn hơn do lực hấp phụ.



Hình 7.3. Thiết bị tạo bông bởi khuấy cơ khí

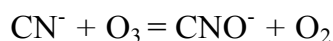
7.2.3. Phương pháp oxy hoá

a. Ozon hoá:

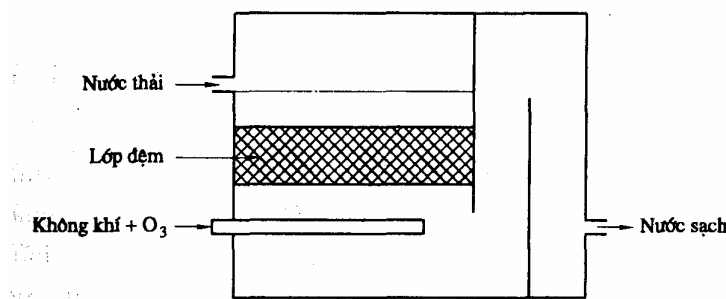
Ozon là chất oxy hoá có hoạt tính cao và độ hoà tan trong nước lớn gấp 10 lần O_2 . Nó bền trong môi trường axit hơn so với môi trường kiềm.

Phương pháp này thường dùng để xử lý nước thải có chứa các chất bản hữu cơ dạng hoà tan và keo. Đặc tính của ozon là có khả năng oxy hoá rất cao, dễ dàng nhường oxy nguyên tử hoạt tính cho các tạp chất hữu cơ. Oxy hóa bằng ozon có thể dùng để làm sạch nước thải khỏi phenol, sản phẩm dầu H_2S , hợp chất của As, hợp chất bề mặt, CN^- , các chất màu, hydrocacbon thơm, thuốc trừ sâu..., có khả năng tiêu diệt các vi khuẩn. Nếu kết hợp chiếu tia cực tím thì tốc độ oxy hoá bằng ozon sẽ tăng $10^2 - 10^4$ lần.

Phản ứng oxy hoá cyanit bằng ozon có dạng:



Thiết bị ozon hóa có nhiều dạng loại đệm, loại tháp sủi bọt...



Hình 7.4. Thiết bị loại đệm để thực hiện phản ứng oxy hoá bằng ozon.

b. Oxy hoá bằng peroxyt H_2O_2

H_2O_2 là chất oxy hoá mạnh dùng để oxi hóa phenol, CN^- , các hợp chất chứa S và các ion kim loại. Quá trình xảy ra mãnh liệt khi có mặt của chất xúc tác như Fe^{++} , Fe^{+++} , Cu^{++} , Cr^{+++} , pH tối ưu 3 - 4.

c. Oxy hoá bằng pemanganat kaly (KMnO_4)

KMnO_4 là chất oxy hoá tương đối mạnh được dùng để oxy hoá phenol, CN^- và các hợp chất chứa S, độ pH của quá trình là 9,5, pH càng cao thì phản ứng xảy ra càng nhanh. Phản ứng bằng pemanganat kaly có dạng:



Thiết bị dùng để thực hiện quá trình oxy hoá thường là loại khuấy trộn nếu các chất phản ứng là thể lỏng hoặc rắn- lỏng và là loại tháp nếu là thể lỏng- khí.

7.2.4. Phương pháp khử

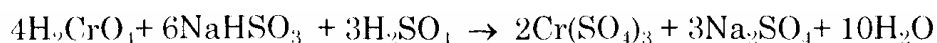
Quá trình khử cũng là thực hiện phản ứng oxy hoá khử được dùng để làm sạch nước thải khỏi các hợp chất Hg, Cr, As.

Để khử Hg và các hợp chất hữu cơ chứa Hg các chất khử thường dùng là FeS, NaHS, bột Fe, bột Al, H_2S . Trong quá trình khử các hợp chất hữu cơ chứa Hg, ban đầu các hợp chất chứa Hg bị phân huỷ sau đó các ion Hg^+ sẽ bị khử thành Hg kim loại và được tách ra khỏi nước bằng cách lắng, lọc... As trong nước thải nằm ở dạng ASO_2^- , AsO_3^{3-} , AsS^{2-} , AsS^3 .

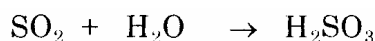
Để tách As khỏi nước thải ta tiến hành khử As thành hợp chất khó tan như As_2O_3 và được tách ra bằng cách lọc.

CrO_4^{2-} trong dung dịch thường bị khử đến Cr^{3+} bằng than hoạt tính, SO_2 , NaHSO_3 , NaHSO_4

Phản ứng khử CrO_4^{2-} bằng NaHSO_3 khi pH = 3 - 4 có dạng:



Phản ứng khử cro bằng So. Ở pH = 2,5 có dạng:



7.2.5. Phương pháp trao đổi ion

Trao đổi ion là quá trình tương tác của dung dịch với pha rắn có tính chất trao đổi lớn trong pha rắn với còn có trong dung dịch. Quá trình được dùng để tách các kim loại Pb, Zn, Cu, Hg, Cr, Ni, Cd, Mn... hợp chất As, P, CN các chất lỏng phóng xạ khỏi nước thải.

Trao đổi ion có thể sử dụng với cation và anion hữu cơ hoặc vô cơ. Tuy nhiên, phần lớn các ứng dụng trao đổi ion đều liên quan đến các loại chất vô cơ vì các loại chất hữu cơ thường đòi hỏi chất tái sinh có nồng độ rất cao hoặc sử dụng các dung môi hữu cơ để khử chất hữu cơ. Nói chung, các ion điện tích cao dễ tạo ra các muối bền vững với các chất trao đổi ion so với các ion có điện tích thấp vì các loại có hoá trị cao thường dễ bị khử khỏi dung dịch so với các loại có hoá trị thấp.

7.2.6. Phương pháp hấp phụ

Hấp phụ tách các chất hữu cơ và khí hoà tan khỏi nước thải bằng cách tập trung các chất đó trên bề mặt chất rắn (hấp phụ vật lý) hay bằng cách tương tác các chất bản hoà tan với các chất rắn (hấp phụ hoá học).

Phương pháp hấp phụ dùng để khử mùi vị, màu, chất bản hữu cơ khó phân hủy, kim loại nặng,... ra khỏi nước thải công nghiệp. Phương pháp này thường được sử dụng khi nước thải cần xử lý đạt tiêu chuẩn cao hoặc tái sử dụng lại nước thải.

Trong phần lớn các trường hợp, phương pháp hấp phụ được dùng như là phương pháp xử lý cuối cùng, sau xử lý sinh học. Chất hấp phụ dùng phổ biến là than hoạt tính và các loại vật liệu khác như than bùn, gỗ, than củi, tro, xỉ.

Quá trình hấp phụ bị chi phối bởi các yếu tố sau:

- Diện tích bề mặt chất hấp phụ
- Bản chất của sự hấp phụ.
- Độ pH.
- Nồng độ dung dịch.
- Thời gian tiếp xúc.
- Bản chất của hệ tiếp xúc.

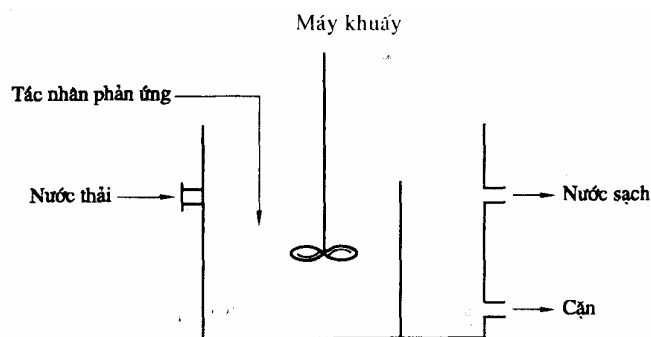
7.2.7. Phương pháp tuyển nổi

Tuyển nổi loại các tạp chất bản ra khỏi nước bằng cách tạo cho chúng khả năng dễ nổi lên mặt nước. Muốn vậy người ta cho vào nước chất tuyển nổi hoặc tác nhân tuyển nổi để thu hút và kéo các chất bản nổi lên mặt nước, sau đó loại hỗn hợp chất bản và chất tuyển nổi ra khỏi nước. Khi tuyển nổi người ta thường

dùng các bọt khí nhỏ li ti phân tán và bão hoà trong nước. Những hạt chất bẩn chứa trong nước (dầu, sợi giấy, cellulose, len...) sẽ dính vào các bọt không khí và cùng các bọt không khí nổi lên mặt nước, rồi được loại khỏi nước. Tuyến nổi là quá trình tách các hạt lơ lửng ra khỏi chất lỏng bằng cách sục vào chất lỏng dòng khí phân tán ở dạng bọt rất nhỏ, các hạt không thấm ướt sẽ dính vào bọt và cùng với bọt nổi lên trên bề chất lỏng và được hút ra ngoài.

Bọt khí có thể tạo ra bằng cách sục khí, bằng các phản ứng hoá học và sinh học sinh ra.

Ví dụ: Phản ứng sinh học sinh ra khí CO_2 tạo ra các bọt nhỏ làm dính các hạt bùn hoạt tính và nổi lên trên.



Hình 7.5. Thiết bị tuyển nổi, khí sinh ra do phản ứng hoá học

7.2.8. Phương pháp thẩm thấu ngược

Thẩm thấu ngược là quá trình tách nước qua màng bán thấm từ phía dung dịch đặc hơn sang phía dung dịch loãng hơn khi áp suất tác dụng lên dung dịch vượt quá áp suất thẩm thấu. Màng thường sản xuất từ vật liệu polyme.

Cơ chế thẩm thấu ngược

Màng hấp phụ một lớp nước lên bề mặt màng, lớp nước này không có khả năng hoà tan các chất tan. Nếu chiều dày lớp nước hấp phụ lớn hơn đường kính lỗ mao quản của màng thì màng chỉ cho nước sạch qua. Các ion khó qua hơn vì xung quanh ion có một lớp vỏ hydrat bao quanh làm cho đường kính lớp vỏ hydrat lớn hơn cả đường kính lỗ mao quản của màng nên chúng bị giữ lại không qua màng, trường hợp ngược lại thì lớn cũng lọt qua màng.

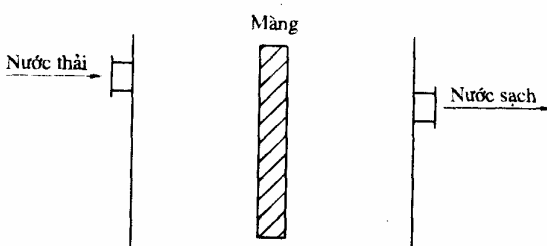
Độ thẩm thấu tính bằng $v(\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ s})$: Lượng nước lọc thu được trong một đơn vị thời gian trên một đơn vị bề mặt màng:

$$v = k(P - P_n)$$

trong đó P : áp suất tác dụng N/m^2

P_n : áp suất thẩm thấu N/m^2

k : hệ số phụ thuộc bản chất màng



Hình 7.6. Thiết bị lọc thẩm thấu ngược

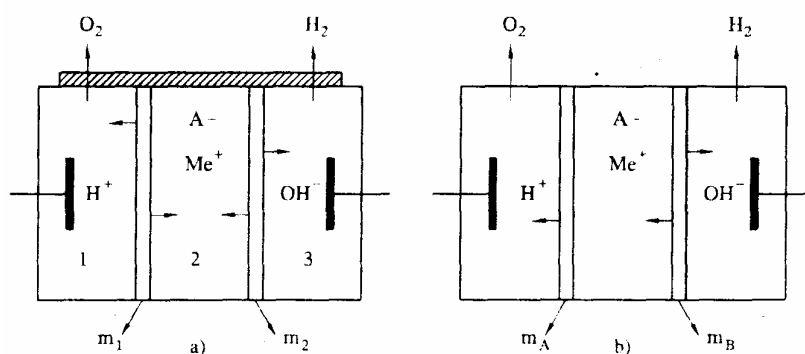
7.2.9. Phương pháp điện hoá học

Phương pháp điện hoá học phá huỷ các tạp chất độc hại trong nước thải hoặc trong dung dịch bằng cách oxy hoá điện hoá trên điện cực anốt hoặc cũng có thể phục hồi các chất quý rồi đưa về dùng lại trong sản xuất. Thông thường 2 nhiệm vụ phân huỷ các chất độc hại và thu hồi chất quý hiếm được giải quyết đồng thời. Nhờ các quá trình oxy hoá khử mà các chất bản độc hại được biến đổi thành các chất không độc. Vì vậy để khử các chất độc hại trong nước thải thường phải dùng nhiều phương pháp nối tiếp: oxy hoá-lắng cặn và hấp phụ: tức là hoá học, cơ học và hoá lý học.

Những biện pháp hoá lý để xử lý nước thải đều dựa trên cơ sở ứng dụng các quá trình: keo tụ, hấp phụ, trích ly, bay hơi, tuyển nổi, trao đổi ion, tinh thể hoá, dùng màng bán thấm, cô đặc, khử hoạt tính phóng xạ, khử khí, khử màu...

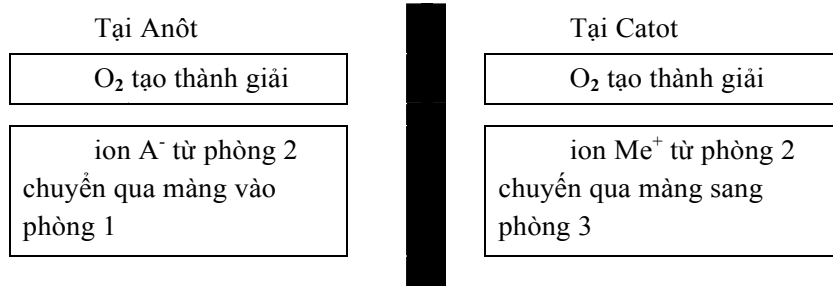
Điện thẩm tách là quá trình tách các chất độc hại bị ion hoá dưới tác dụng của lực điện động tạo ra trong dung dịch ở hai phía màng ngăn.

Sơ đồ nguyên tắc của quá trình đưa ra dưới đây:



Hình 7.7. Tách chất nguy hại bằng ion hoá dưới tác dụng của lực điện

Sơ đồ a và b có 3 phòng cách nhau bởi màng ngăn. Hai điện cực đặt ở hai đầu. Phòng 1, 3 đổ nước sạch. Phòng 2 đổ dung dịch chất cần tách. Màng mA là màng anion chỉ cho anion qua. Màng mB là màng cation chỉ cho cation qua. Màng m1 và m2 cho cả anion và cation đi qua. Dưới tác dụng của điện trường các ion dương (+) chuyển sang catot, các ion âm (-) chuyển sang anốt.



+ Kết quả: Phòng 1 tạo ra dung dịch của axit HA

Phòng 3 tạo ra dung dịch kiềm MeOH

Phòng 2 kết tủa chất MeA

Do màng m₁ và m₂ cho H⁺ và OH⁻ thấm qua vào phòng 2 tạo thành H₂O nên hiệu quả dùng màng m₁ và m₂ kém hơn dùng màng mA và mB.

+ Trao đổi ion:

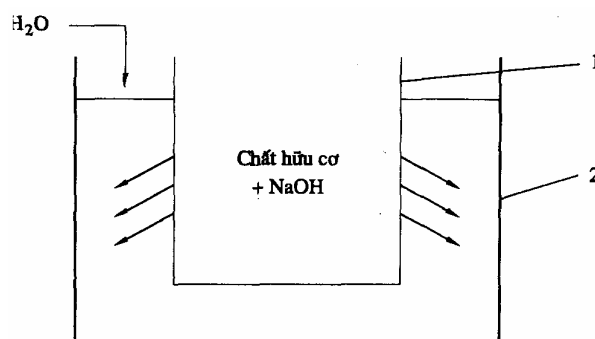
Phương pháp thu hồi các cation và anion bằng các chất trao đổi ion. Các chất trao đổi ion là các chất rắn trong thiên nhiên hoặc vật liệu nhựa nhân tạo. Chúng có khả năng trao đổi ion. Phương pháp trao đổi ion cho phép sử dụng được những chất quý có lẫn trong nước thải và cho hiệu suất xử lý khá cao.

+ Dializ - màng bán thấm:

Phương pháp tách các chất tan khỏi các hạt keo bằng cách dùng các màng bán thấm. Đó là các màng xốp đặc biệt không cho các hạt keo đi qua.

Ngoài các phương pháp hoá lý kể trên, để xử lý nước thải người ta còn dùng các phương pháp khác như: Khử chất phóng xạ khử khí, khử mùi, khử muối trong nước thải.

Ví dụ:



Hình 7. 8. Sơ đồ nguyên tắc quá trình thẩm tách

* Bình 1 cho dung dịch chứa chất hữu cơ phân tử lớn và NaOH

* Bình. 2 cho nước đi qua dung dịch NaOH

Ví dụ mục đích: Tách chất hữu cơ khỏi NaOH. Màng cho ion Na^+ và OH^- qua. Kết quả trong bình 2 chỉ còn dung dịch chứa chất hữu cơ còn dung dịch NaOH được tách qua màng.

7.2.10. Phương pháp hấp phụ cacbon

Tách các chất hữu cơ và khí hoà tan khỏi nước thải bằng cách tập trung các chất đó trên bề mặt chất rắn (hấp phụ) hoặc bằng cách tương tác giữa các chất bản hoà tan với các chất rắn (hấp phụ hoá học).

Hấp phụ là quá trình tách các cấu tử độc hại nằm trong pha khí hoặc pha lỏng với nồng độ rất thấp lên bề mặt hoặc trong các lỗ mao quản của chất hấp phụ là pha rắn xốp.

Hấp phụ lỏng - rắn dùng để tách các chất độc hại: Phenol, các thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ, các hợp chất nito của các hydrocarbon thơm, các hợp chất bề mặt, các chất màu ra khỏi nước thải.

Chất hấp phụ rắn thường dùng là than hoạt tính, tro, xỉ, silicagen...

Chất hấp phụ phải thoả mãn các yêu cầu:

- Hấp phụ chọn lọc.
- Bề mặt riêng lớn.
- Dễ hoàn nguyên.
- Đảm bảo độ bền cơ và nhiệt.
- Không có hoạt tính xúc tác với các phản ứng oxy hoá khử, dễ kiểm, rẻ tiền.

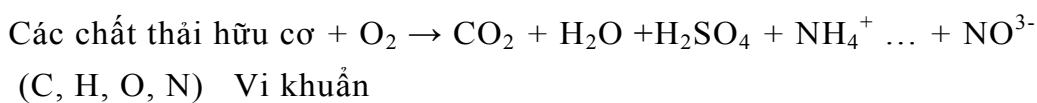
Chương 8

CÁC QUÁ TRÌNH XỬ LÝ SINH HỌC

8.1. MỘT SỐ VẤN ĐỀ CHUNG CỦA QUÁ TRÌNH XỬ LÝ SINH HỌC

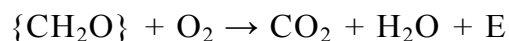
8.1.1. Một số loại vi khuẩn trong hệ thống xử lý nước thải

Các nhà máy xử lý nước thải thường dựa trên hoạt động phân huỷ các chất hữu cơ dạng dễ phân huỷ sinh học của các nhóm vi sinh vật. Sự phân huỷ sinh học này được tiến hành dưới điều kiện có oxy. Ví dụ oxy hoá 2 mg cacbon thì phải cần 2,67 mg oxy. Các nguyên tố hydro, lưu huỳnh và nitơ trong các chất hữu cơ - các nguyên tố chính chứa trong nước thải, đòi hỏi một lượng oxy bổ sung cho quá trình oxy hoá chúng.

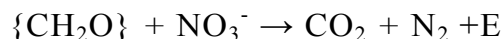


Dựa trên phương thức phát triển vi khuẩn được chia thành:

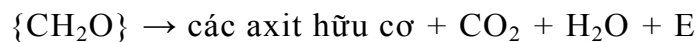
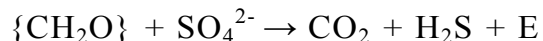
+ Các vi khuẩn dị dưỡng (heterotrophic): Sử dụng các chất hữu cơ làm nguồn năng lượng và nguồn cacbon để thực hiện các phản ứng sinh tổng hợp. Trong loại này có các loại vi khuẩn hiếu khí (*aerobic*) có thể oxy hoá hoà tan khi phân huỷ chất hữu cơ; vi khuẩn kỵ khí (*anaerobic*) có thể oxy hoá các chất hữu cơ mà không cần oxy tự do vì chúng có thể sử dụng oxy liên kết trong nitrat và sunphat.



Vi khuẩn hiếu khí



Vi khuẩn kỵ khí



Năng lượng E được dùng để tổng hợp tế bào mới và một phần thoát ra ở dạng nhiệt năng.

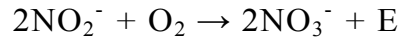
+ Các vi khuẩn tự dưỡng (autotrophic) có khả năng oxy hoá chất vô cơ để thu năng lượng và sử dụng CO_2 làm nguồn cacbon cho quá trình sinh tổng hợp. Ví dụ: các loại vi khuẩn nitrat hoá, vi khuẩn lưu huỳnh, vi khuẩn sắt v.v...

+ Quá trình nitrat hoá (nitrification)

nitrosomonas

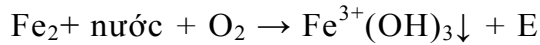


nitrobacter

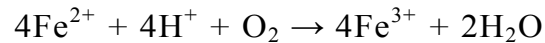


+ Các vi khuẩn sắt: Có khả năng xúc tiến cho phản ứng oxy hoá Fe^{2+} tan trong nước thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $[\text{FeO}(\text{OH})]$ kết tủa.

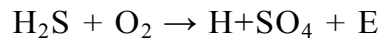
vi khuẩn sắt



hoặc



+ Các vi khuẩn lưu huỳnh: Có thể xúc tiến cho phản ứng gây ăn mòn thiết bị:



Vi khuẩn lưu huỳnh

8.1.2. Động học của phát triển vi sinh vật

Trong những thiết kế xử lý môi trường bằng phương pháp sinh học cần thiết phải có sự kiểm soát về môi trường và quần thể sinh vật. Điều kiện môi trường ở đây được thể hiện qua các thông số như độ pH, nhiệt độ, chất dinh dưỡng, hàm lượng oxy hoà tan, các chất vi lượng... Những thông số môi trường này được kiểm soát để giữ mức độ thích hợp đối với đời sống và sự phát triển của vi sinh vật.

Sinh trưởng phát triển vi sinh vật thường được mô tả như một phản ứng bậc một:

$$\frac{dX}{dt} X$$

trong đó:

X là nồng độ chất rắn hữu cơ, khối lượng / đơn vị thể tích

t là thời gian

Khi cơ chất trở thành yếu tố hạn định thì tốc độ sinh trưởng có thể được mô tả bởi phương trình sau:

$$\frac{dX}{dt} = \mu_m \cdot X \cdot S \frac{1}{K_s}$$

trong đó: S là nồng độ cơ chất

μ_m là tốc độ phát triển riêng cực đại

K_s là hằng số bão hòa hay hệ số bán vận tốc.

Với mức độ làm sạch nhất định các yếu tố chịu ảnh hưởng tới tốc độ phản ứng sinh hoá là chế độ thủy động, hàm lượng oxy trong nước thải, nhiệt độ, pH, các nguyên tố dinh dưỡng cũng như các kim loại nặng và các muối khoáng.

Tỷ lệ BOD₅: N: P trong nước thải để xử lý sinh học cần có giá trị khoảng 100:5:1.

Trong quá trình xử lý chất thải bằng phương pháp sinh học, ảnh hưởng của nhiệt độ tới tốc độ phản ứng giữ một vai trò rất quan trọng. Nhiệt độ không những ảnh hưởng tới các hoạt động chuyển hoá của vi sinh vật mà còn gây ảnh hưởng tới chính bản thân cơ thể của chúng như tính chất lắng đọng của các chất sinh học.

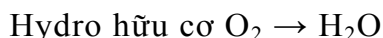
8.1.3. Quá trình oxy hoá sinh học

Oxy hoá sinh học là quá trình chuyển hoá các nguyên tố từ dạng hữu cơ sang các dạng vô cơ có trạng thái oxy hoá cao nhất dưới tác dụng của vi khuẩn. Vì vậy, quá trình này còn được gọi là sự khoáng hoá.

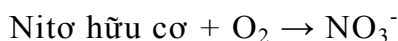
vi khuẩn



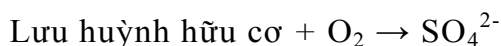
vi khuẩn



vi khuẩn



vi khuẩn



vi khuẩn



Vi khuẩn oxy hóa các chất thải nhằm tự cung cấp đủ năng lượng để có thể tổng hợp các phân tử phức tạp như protein và những chất khác cần thiết cho việc tạo nên các tế bào mới.

8.1.4. Phương pháp xử lý sinh hoá

Phương pháp này dựa vào khả năng sống của vi sinh vật.

Chúng sử dụng các chất hữu cơ có trong nước thải làm nguồn dinh dưỡng như cacbon, nitơ, photpho, kali...

Trong quá trình dinh dưỡng các vi sinh vật sẽ nhận các chất để xây dựng tế bào và sinh năng lượng nên sinh khối của nó tăng lên.

Quá trình diễn ra qua 2 giai đoạn:

1. Giai đoạn hấp phụ các chất phân tán nhỏ, keo và hoà tan (dạng hữu cơ và vô cơ) lên bề mặt tế bào vi sinh vật.
2. Giai đoạn phân huỷ các chất chỉ hấp phụ qua màng vào trong tế bào vi sinh vật. Đó là phản ứng hoá sinh (oxy hóa và khử).

Nước thải công nghiệp sau khi đã xử lý bằng phương pháp sinh hoá có thể xả ra nguồn nước tiếp nhận, trong những trường hợp cụ thể còn thực hiện giai đoạn khử trùng trước khi xả ra sông, ao hồ.

Có ba nhóm phương pháp xử lý nước thải theo nguyên tắc sinh học:

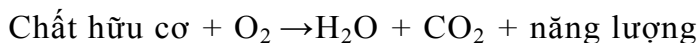
- 1 Các phương pháp hiếu khí (aerobic).
2. Các phương pháp thiếu khí (anoxic).
3. Các phương pháp kỵ khí (anaerobic).

Nguyên tắc các phương pháp xử lý

+ *Nguyên tắc các phương pháp xử lý hiếu khí:*

Phương pháp hiếu khí dùng để loại các chất hữu cơ dễ bị vi sinh phân huỷ ra khỏi nguồn nước. Các chất này được các loại vi sinh hiếu khí oxy hoá bằng oxy hòa tan trong nước.

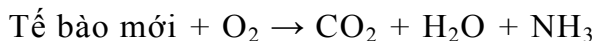
Vi sinh



Vi sinh

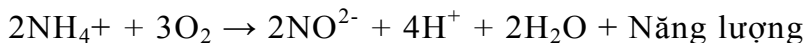


Năng lượng

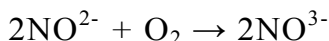


Trong phương pháp hiếu khí amoniac cũng được loại bỏ bằng oxy hoá nhờ vi sinh tự dưỡng (quá trình nitr hoá)

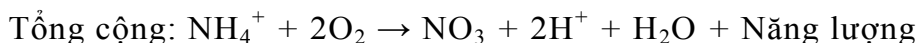
Nitrosomonas



Nitrobacter



Vi Sinh



Điều kiện cần thiết cho quá trình: pH = 5,5 - 9,0, nhiệt độ 5 - 40°C.

+ *Nguyên tắc các phương pháp xử lý thiếu khí*

Trong điều kiện thiếu oxy hoà tan sẽ xảy ra sự khử nitrit. Oxy được giải phóng từ nitrat sẽ oxy hoá chất hữu cơ và nitơ sẽ được tạo thành.

vi sinh



Chất hữu cơ



Trong hệ thống xử lý theo kỹ thuật bùn hoạt hóa sự khử nitric sẽ xảy ra khi không tiếp tục cung cấp không khí. Khi đó oxy cần cho hoạt động của vi sinh giảm dần và việc giải phóng oxy từ nitrat sẽ xảy ra. Theo nguyên tắc trên phương pháp thiếu khí (khử nitrat hóa) được sử dụng để loại nitơ ra khỏi nước thải.

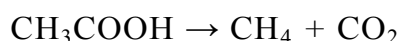
+ *Nguyên tắc các phương pháp xử lý yếm khí*

Phương pháp xử lý kỵ khí dùng để loại bỏ các chất hữu cơ trong phần cặn của nước thải bằng vi sinh vật tùy nghi và vi sinh kỵ khí.

Hai cách xử lý yếm khí thông dụng là:

- Lên men axit: Thủy phân và chuyển hoá các sản phẩm thủy phân (như axit béo, đường) thành các axit và rượu mạch ngắn hơn và cuối cùng thành khí cacbonic.
- Lên men metan: Phân huỷ các chất hữu cơ thành metan (CH_4) và khí cacbonic (CO_2) việc lên men metan nhạy cảm với sự thay đổi pH. pH tối ưu cho quá trình là từ 6,8 đến 7,4. Thí dụ về phản ứng metan hoá:

Methanosarcina



Các phương pháp kỵ khí thường được dùng để xử lý nước thải công nghiệp và chất thải từ trại chăn nuôi.

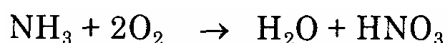
Tùy theo điều kiện cụ thể (tính chất, khối lượng nước thải, khí hậu, địa hình, mặt bằng, kinh phí...) người ta dùng một trong những phương pháp trên hoặc kết hợp chúng với nhau.

Quá trình khử nitrat

Trong quá trình phân huỷ hiếu khí, khi dinh dưỡng của môi trường đã suy kiệt, các vi sinh vật có khả năng sử dụng ngay chính tế bào của nó, kết quả của quá trình tạo ra NO_3 (còn gọi là quá trình nitrat hóa).



NH_3 bị oxy hóa theo phản ứng



Do vậy, việc khử nitrat là cần thiết sau các quá trình này.

Quá trình khử nitrat là biến đổi NH_3 - thành N_2 nhờ các vi sinh vật yếm khí nhận năng lượng để phát triển từ phản ứng khử NO_3 song lại yêu cầu nguồn cacbon từ ngoài để tổng hợp tế bào. Thông thường dòng thải chứa

NO_3^- nghèo dinh dưỡng bởi vậy CH_3OH thường được dùng làm nguồn cacbon.

Các yếu tố môi trường để đảm bảo duy trì cân bằng hoạt động của các vi khuẩn axitogenes và methanogen:

- Tránh oxy hoà tan.
- Không có các kim loại độc tố kìm hãm quá trình hoạt động của vi khuẩn.
- pH: 6,5 - 7,5 và không được dưới 6,2 vì ở điều kiện này các vi khuẩn tạo khí CH_4 không hoạt động.
- Đủ lượng dinh dưỡng N, P áp cho vi khuẩn.
- Nhiệt độ: 30-38°C thích hợp với vi khuẩn mesophilic, 55-60°C thích hợp với vi khuẩn thermophilic.

8.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

8.2.1. Ao hồ ổn định

Phương pháp xử lý sinh học đơn giản nhất là kỹ thuật "ổn định nước thải". Đó là một loại hồ chứa nước thải trong nhiều ngày phụ thuộc vào nhiệt độ, oxy được tạo ra do hoạt động tự nhiên của tảo trong ao. Cơ chế xử lý trong ổn định chất thải bao gồm cả hai quá trình hiếu khí và kỵ khí.

a. Ao ổn định hiếu khí

Là loại ao cỡ 0,3 - 0,5 m được thiết kế sao cho ánh sáng mặt trời thâm nhập vào lớp nước nhiều nhất làm phát triển tảo do hoạt động quang hợp để tạo oxy. Điều kiện không khí bảo đảm từ mặt đến đáy ao.

Hồ ưa khí (hồ oxy hoá cao tốc)

Dạng đơn giản nhất của các hồ ổn định ưa khí là những hồ lớn, nông bằng đất. Chúng được dùng để xử lý nước thải bằng những quá trình tự nhiên bao gồm việc sử dụng cả tảo và vi khuẩn.

Mô tả quá trình:

Hồ ổn định ưa khí chứa đựng vi khuẩn và tảo ở thể lơ lửng và các điều kiện ưa khí được ngự trị suốt chiều sâu của hồ. Có 2 loại hồ ưa khí chính. Trong loại đầu (cao tốc), mục tiêu là sản xuất tảo ở mức tối đa. Các hồ này thường bị giới hạn ở một độ sâu khoảng 15 - 45 cm. Loại thứ hai (hồ oxy hoá hoặc hồ ổn định), mục tiêu là sản xuất oxy ở mức tối đa và những độ sâu của hồ thường đạt tới 1,5 m. Lượng oxy cung cấp cho nước hồ từ 2 nguồn:

- Sản phẩm của quá trình quang hợp.
- Khuếch tán từ không khí.

Ngoài ra còn có thể nâng cao mức oxy trong nước bằng cách kết hợp sục khí.

b. Ao, hồ kỵ khí

Là loại ao sâu, không cần oxy hoà tan cho hoạt động vi sinh. Ở đây các loại vi sinh kỵ khí và vi sinh tùy nghi dùng oxy từ các hợp chất như nitrat, sunphat để oxy hoá chất hữu cơ thành metan và CO_2 . Như vậy các ao này có khả năng tiếp nhận khối lượng lớn chất hữu cơ và không cần quá trình quang hợp của tảo.

Hồ kỵ khí thường được dùng để xử lý nước thải có độ ô nhiễm hữu cơ cao và cũng chứa hàm lượng chất rắn lớn. Điển hình đó là một hồ sâu bằng đất với các ống dẫn vào và ra hợp lý. Để bảo toàn nhiệt năng và duy trì điều kiện kỵ khí, các hồ kỵ khí đã được xây dựng với chiều sâu lớn hơn 6 m. Thông thường các hồ này ở điều kiện kỵ khí suốt cả chiều sâu của chúng, trừ vùng rất nhỏ trên bề mặt. Sự ổn định các chất hữu cơ xảy ra bởi sự kết hợp của quá trình kết tủa và chuyển hóa kỵ khí CO_2 và CH_4 . Các sản phẩm cuối ở thể khí khác, các axit hữu cơ và các mô tế bào. Các chất thải bổ sung vào hồ sẽ lắng xuống đáy. Dòng ra đã được xử lý sơ bộ được đưa tiếp vào các quá trình xử lý khác. Ở đây hiệu suất chuyển hoá BOD thường đạt tới hơn 70%.

c. Ao hồ tùy nghi

Loại ao này thường được sử dụng nhiều hơn hai loại trên. Ao ổn định chất thải tùy nghi là loại ao hoạt động theo cả quá trình hiếu khí và kỵ khí. Ao thường sâu từ 1 - 2 m, thích hợp cho việc phát triển tảo và các vi sinh tùy nghi. Ban ngày, khi có ánh sáng quá trình chính xảy ra trong ao là hiếu khí. Ban đêm ở lớp đáy ao quá trình chính là kỵ khí.

Mô tả quá trình:

Có 3 vùng trong một hồ tùy nghi:

1. Vùng bề mặt trong đó các vi khuẩn ưa khí và tảo tồn tại trong một mối quan hệ cộng sinh.
2. Vùng đáy kỵ khí trong đó các chất rắn được tích tụ bị phân hủy bởi các vi khuẩn kỵ khí.
3. Vùng trung gian, vừa có một phần là ưa khí và một phần là kỵ khí, trong đó sự phân hủy của các chất thải hữu cơ được tiến hành bởi các vi khuẩn tùy tiện.

Trong thực tiễn, oxy được lưu giữ trong lớp trên bởi sự có mặt của các tảo hoặc bằng cách sử dụng các máy thông khí bề mặt. Nếu sử dụng các máy thông khí bề mặt thì không cần có tảo ưu điểm khi sử dụng các máy thông khí bề mặt là có thể nâng tải trọng hữu cơ lớn hơn. Tuy nhiên, tải

trọng hữu cơ đó không được vượt quá số lượng oxy được các máy thông khí cung cấp, không cần phải khuấy trộn toàn bộ thể tích nước trong hồ hoặc các lợi ích của việc phân huỷ kị khí sẽ bị mất đi.

d. Các hồ ưa khí có thông khí

Các hồ này được cải biên từ hồ ổn định tùy tiện (facultative) khi các máy thông khí ở bề mặt được lắp đặt để khắc phục, hạn chế mùi hôi từ các hồ "quá tải hữu cơ".

Mô tả quá trình:

Các quá trình trong hồ thông khí về cơ bản giống như quá trình hoạt hoá bùn thông khí kéo dài thông thường (thời gian lưu là 10 ngày) đều là hồ được làm bằng đất và oxy cần thiết cho quá trình được cung cấp bằng bề mặt của các máy thông khí khuếch tán. Trong hồ ưa khí tất cả chất rắn được giữ ở trạng thái lơ lửng. Trước đây các hồ thông khí được vận hành như là dòng chảy qua hệ thống hoạt hoá bùn không có tuần hoàn và thường được tiếp nối bằng các bể lắng lớn. Hiện nay rất nhiều hồ thông khí được dùng nối tiếp với các công trình lắng và kết hợp với tuần hoàn các chất rắn sinh học.

Trong tiêu hủy ưa khí thông thường, bùn được thông khí một thời gian dài trong một bể hở không được đốt ẩm, sử dụng các máy khuếch tán không khí thông thường hoặc thiết bị thông khí bề mặt. Quá trình này có thể vận hành theo phương thức liên tục hoặc gián đoạn, trong đó bùn được thông khí và trộn đều trong một thời gian dài, tiếp đó là lắng ở trạng thái tĩnh và gạn trong. Trong các hệ thống làm việc liên tục, người ta dùng một bể riêng để gạn và làm đặc bùn.

Ngoài các loại ao hồ trên, theo phương pháp "ao ổn định chất thải" người ta còn kết hợp với các loại ao nuôi cá, thả rau (rau muống, bèo Lục Bình...). Để tăng hiệu quả xử lý nước thải ta nên kết nối các loại ao với nhau.

8.2.2. Quá trình bùn hoạt tính

Đây là kỹ thuật được sử dụng rộng rãi để xử lý nước thải đô thị và công nghiệp. Theo cách này, nước thải được đưa qua bộ phận chắn rác, loại rác, chất rắn được lắng, bùn được tiêu huỷ và làm khô. Quá trình này có thể hồi lưu (bùn hoạt tính xoay vòng) làm tăng khả năng loại BOD (đến 60 - 90%), loại N (đến 40%) và loại coliform (60 - 90%).

Một dạng cải tiến của phương pháp bùn hoạt tính là phương pháp "thông khí tăng cường" gần đây đã được sử dụng ở nhiều nước phát triển dưới tên gọi "mương oxy hoá". Trong hệ thống này có thể bỏ qua các giai đoạn lắng bước một và tiêu huỷ bùn. Tuy nhiên quá trình lại cần biện pháp thông khí kéo dài với cường độ cao hơn.

Mô tả quá trình phản ứng có khuấy trộn liên tục với sự tuần hoàn các tế bào:

Về vận hành, xử lý chất thải bằng phương pháp sinh học với quá trình bùn hoạt tính được thực hiện theo kiểu dòng chảy (flow sheet). Chất thải hữu cơ được đưa vào một bể phản ứng trong đó một số lượng vi khuẩn cấy được giữ ở thể lơ lửng. Các chất trong bể phản ứng sẽ được khuấy trộn đều. Môi trường ưa khí trong bể phản ứng sẽ đạt được bằng cách dùng đầu khuếch tán hoặc thông khí cơ học. Đồng thời cũng có tác dụng để giữ hỗn hợp chất lỏng ở chế độ khuấy trộn hoàn toàn. Sau một thời gian, hỗn hợp các tế bào mới và cũ được đưa qua một bể lắng, ở đó các tế bào được tách ra khỏi nước thải đã xử lý.

Một phần các tế bào đã lắng sẽ được tuần hoàn để giữ sao cho trong bể phản ứng luôn luôn có một "mật độ" các sinh vật theo yêu cầu, còn một phần sẽ được thải ra.

Phần được thải ra ứng với sự tăng trưởng mới của khối mô tế bào liên hợp với một loại nước thải nào đó. Mức sinh khối cần được giữ lại trong bể phản ứng phụ thuộc vào hiệu suất xử lý theo yêu cầu và những yếu tố khác liên quan đến động học sinh trưởng, các bể tiêu huỷ ưa khí có thể dùng để xử lý:

1. Riêng đối với các loại bùn hoạt tính hoặc bùn từ lọc sinh học.
2. Những hỗn hợp của bùn lọc sinh học với bùn từ bể lắng sơ cấp.
3. Bùn thải từ các nhà máy xử lý hoạt hoá bùn được thiết kế không có phần lắng sơ cấp. Hiện nay, hai biến thể của quá trình tiêu huỷ ưa khí được dùng rộng rãi là: tiêu huỷ thông thường và tiêu huỷ với oxy bổ cấp. Quá trình tiêu huỷ ưa khí, ưa nhiệt cũng đang được cứu xét.

Mô tả quá trình:

Trong tiêu huỷ thông thường, bùn được thông khí một thời gian dài trong một bể hở và không được đốt ẩm... có các máy khuếch tán không khí thông thường hoặc một thiết bị thông khí bề mặt. Quá trình này có thể được vận hành theo phương thức liên tục hay gián đoạn.

Sự tiêu huỷ ưa khí bằng oxy tinh khiết là một biến thể của quá trình tiêu huỷ ưa khí trong đó oxy tinh khiết được sử dụng thay cho không khí. Khối bùn cuối cùng được sinh ra tương tự như bùn được tiêu huỷ thông thường. Sự thay đổi dùng oxy tinh khiết là một công nghệ mới hiện đang được nghiên cứu ở một số nơi trên quy mô thực tiễn.

Sự tiêu huỷ ưa khí, ưa nhiệt cũng thể hiện hãy còn là một tình chế khác của quá trình tiêu huỷ ưa khí. Quá trình này được thực hiện với các vi khuẩn ưa nhiệt ở một nhiệt độ lớn hơn từ 25°C-55°C (77-122°F) nhiệt độ

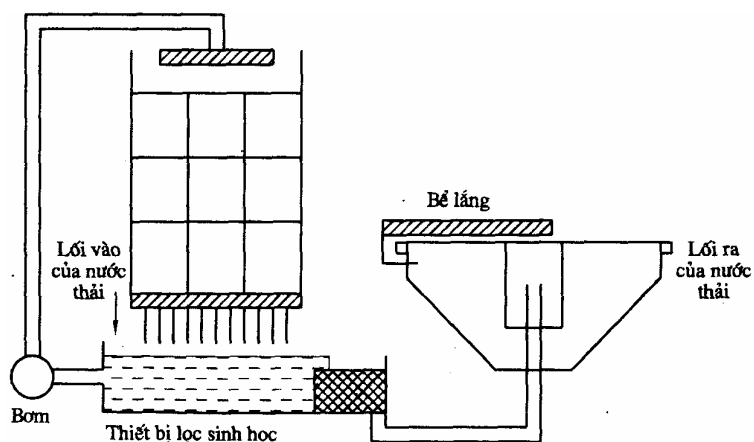
của không khí xung quanh. Nó có thể đạt hiệu suất khử phân có thể sinh huỷ cao (cho đến 80%) với thời gian lưu rất ngắn (3 - 4 ngày).

8.3. CÁC QUÁ TRÌNH LỌC SINH HỌC

8.3.1. Điều kiện ưa khí

Thiết bị lọc sinh học (bể lọc nhỏ giọt)

Các quá trình xử lý sinh học bằng sinh trưởng ưa khí bám theo bề mặt thường được dùng để khử các chất hữu cơ có trong nước thải. Phương pháp này cũng được dùng để thực hiện quá trình nitrat hoá (chuyển hoá nitrogen ở dạng NH_3 thành NO_3). Các quá trình sinh trưởng bám theo bề mặt bao gồm: lọc sinh học, lọc nhỏ giọt, lọc thô và lọc quay tròn là những quá trình thông dụng nhất. Các quá trình này sẽ được xét đến một cách chi tiết hơn các quá trình khác.



Hình 8.1. Hệ thống xử lý nước thải dùng thiết bị tiếp xúc sinh học có kèm theo bể lắng trong

Khái niệm về một bể lọc sinh học, bể lọc nhỏ giọt xuất phát từ việc sử dụng các bể lọc tiếp xúc. Chúng là những bể kín nước chứa đầy đá vụn. Trong lúc vận hành, lớp lọc tiếp xúc được đổ đầy nước thải từ trên xuống cho phép nước thải tiếp xúc với môi trường lọc trong thời gian ngắn. Sau đó tháo cạn nước và bể lọc ngừng làm việc, trước khi lập lại chu kì mới. Một chu kì điển hình cần 12 giờ (6 giờ để vận hành và 6 giờ nghỉ). Những hạn chế của bể lọc tiếp xúc bao gồm: Dễ bị tắc, khoảng thời gian ngừng hoạt động dài và tải trọng tương đối thấp.

Mô tả quá trình:

Bể lọc sinh học loại nhỏ giọt hiện đại bao gồm một lớp môi trường lọc bằng các vật liệu dễ thấm. Các vi sinh vật bám vào đó và nước thải cần lọc thấm qua hoặc chảy nhỏ giọt qua lớp lọc có tên là "bể lọc nhỏ giọt" (hay còn gọi là bể lọc sinh học). Vật liệu làm môi trường lọc thường bằng đá có đường kính 25 - 100 mm.

Độ sâu của lớp đá thay đổi với từng thiết kế cụ thể, thông thường là từ 0,9 - 2,5m và trung bình là 1,8 m. Các bể lọc sinh học có sử dụng nhựa làm môi trường lọc là một kiểu mới, được áp dụng gần đây. Bể lọc này được xây dựng với dạng vuông hay các dạng khác có độ sâu từ 9 - 12 m. Các bể lọc với môi trường lọc bằng đá hiện nay thường là hình tròn và dung dịch nước thải được phân bố đều từ trên xuống bằng một bộ phận quay tròn.

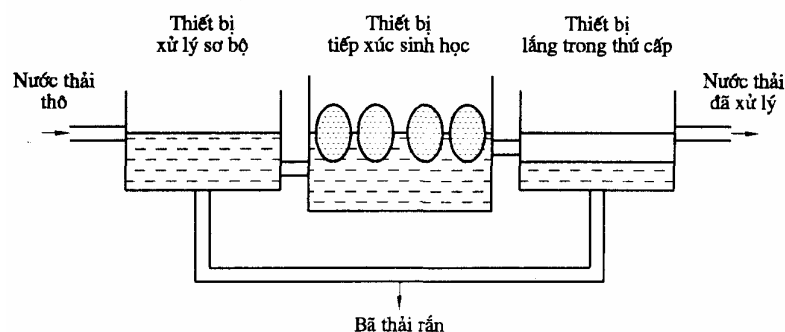
Các bể lọc được xây dựng với một hệ thống thoát nước phía dưới để thu thập nước thải đã xử lý và các chất rắn sinh học đã được tách khỏi môi trường lọc. Hệ thống thoát nước phía dưới là rất quan trọng vì nó vừa là bộ phận thu thập nước vừa là một kết cấu rỗng qua đó không khí có thể lưu thông. Chất lỏng thu được sẽ được đưa qua một bể lắng ở đó các chất rắn sẽ được tách khỏi nước thải đã được xử lý. Trong thực tiễn, một phần của nước thu lại từ hệ thống thoát phía dưới hoặc là dòng ra từ bể lắng sẽ được tuần hoàn lại, thường là để pha loãng nước thải đi vào.

Chất hữu cơ có trong nước thải được phân huỷ bởi các vi sinh vật bám vào môi trường lọc. Chất hữu cơ của chất lỏng được hấp phụ trên màng sinh học hoặc ở phần ngoài của lớp màng sinh học. Chúng sẽ bị các vi sinh vật ưa khí phân huỷ. Khi các vi sinh vật phát triển, độ dày lớp màng tăng lên. Như vậy một môi trường kỵ khí được thiết lập gần bề mặt của môi trường lọc.

Khi lớp bùn dày lên, chất hữu cơ được hấp phụ sẽ thực hiện quá trình trao đổi chất trước khi nó có thể tiếp cận với các vi sinh vật gần bề mặt của môi trường lọc. Kết quả là không có nguồn hữu cơ từ bên ngoài cho cacbon của các tế bào, nên các vi sinh vật gần bề mặt của môi trường lọc chuyển sang giai đoạn tăng trưởng nội sinh và mất đi khả năng bám vào bề mặt của môi trường lọc. Khi đó chất lỏng rửa trôi lớp bùn khỏi môi trường lọc và một lớp bùn mới bắt đầu phát triển. Hiện tượng mất đi lớp bùn đó gọi là "lột da" và là một chức năng cơ bản của tải trọng hữu cơ và thủy lực lên bể lọc. Tải trọng thủy lực để tính cho các vận tốc trượt, còn tải trọng hữu cơ để tính cho tốc độ trao đổi chất trong lớp bùn. Trên cơ sở tốc độ nạp tải trọng thủy lực và tải trọng hữu cơ, các bể lọc thường được chia ra làm hai loại: tốc độ thấp và tốc độ cao.

Thiết bị tiếp xúc sinh học loại quay tròn:

Thiết bị tiếp xúc sinh học quay tròn gồm một loại đĩa tròn cách nhau không xa bằng polystiren hoặc ciorua polyvinin. Các đĩa được ngập trong nước thải một phần và quay tròn với tốc độ chậm trong nước thải.



Hình 8.2. Thiết bị tiếp xúc sinh học loại quay tròn

Mô tả quá trình:

Khi vận hành, những khối tăng trưởng sinh học sẽ bám vào bề mặt của các đĩa và có thể hình thành một lớp bùn trên toàn bộ mặt ướt của các đĩa. Sự quay tròn của các đĩa làm cho sinh khối tiếp xúc với chất hữu cơ trong nước thải và sau đó với không khí để hấp thụ oxy. Sự quay tròn của các đĩa ảnh hưởng đến sự chuyển giao oxy và giữa khối sinh vật trong điều kiện "ưa khí".

Sự quay đó cũng là cơ chế để lấy đi các chất rắn thừa từ các đĩa bằng các lực trượt mà nó tạo ra và để giữ các chất rắn được tách rời ra ở thể lơ lửng, như vậy chúng có thể được dùng trong xử lý thứ cấp.

8.3.2. Điều kiện thiếu oxy

Việc loại nitrogen dưới dạng nitrat hoá bằng cách chuyển hoá thành khí nitrogen có thể thực hiện theo phương pháp sinh học trong những điều kiện thiếu oxy. Quá trình này gọi là khử nitrat. Trước đây, chuyển hoá thường được coi như là một sự khử nitrat kị khí. Tuy nhiên, các quá trình chính về sinh hoá không phải kị khí mà lại là một biến thể của quá trình ưa khí. Vì vậy, việc sử dụng từ "thiếu oxy" thay cho từ "kị khí" được coi là thích hợp. Các quá trình khử nitrat chính có thể xếp loại là các quá trình sinh trưởng ở thể huyền phù và sinh trưởng bám theo bề mặt.

Khử nitrat bằng sinh trưởng ở thể huyền phù

Khử nitrat bằng sinh trưởng ở thể huyền phù thường được thực hiện trong một hệ thống hoạt hoá bùn theo kiểu dòng chảy (nghĩa là tiếp theo sau bất kỳ quá trình chuyển hoá amoniac và nitrogen ở dạng hữu cơ thành nitrat - nitrat hóa). Các vi khuẩn kị khí nhận được năng lượng để tăng trưởng từ việc chuyển nitrat qua thành khí nitrogen nhưng đòi hỏi một nguồn cacbon từ bên ngoài để thực hiện sự tổng hợp tế bào. Các dòng ra được nitrat hóa thường chứa ít hợp chất có cacbon vì thể metanol thường được dùng làm nguồn cacbon, nhưng các chất thải công nghiệp nghèo chất dinh dưỡng cũng đã được dùng. Vì khí nitrogen tạo thành trong phản ứng khử nitrat cản trở sự lắng xuống của hỗn hợp dung dịch nên một bề phản ứng khử khí

nitrogen phải hoạt động trước bể lắng trong cho quá trình khử nitrat. Việc khử metanol dư còn lại, kể cả BOD cũng là một thuận lợi nữa của việc dùng bể khử khí nitrogen.

Khử nitrat bằng màng cố định

Sự khử nitrat qua một màng cố định được tiến hành trong một bể phản ứng hình tháp trụ chứa đá hoặc một trong những vật liệu tổng hợp làm môi trường lọc để làm chỗ bám cho vi khuẩn sinh trưởng. Tùy thuộc vào kích thước của môi trường lọc, quá trình này có thể cần hoặc không cần nối tiếp theo một "bể lắng trong". Việc thải các chất rắn được thực hiện thông qua việc tải đi chất rắn ở thể lơ lửng trong dòng ra ở mức thấp. Việc rửa sạch bằng nước theo chu kì hoặc rửa bằng không khí là điều cần thiết để ngăn cản các chất rắn đóng chặt trong tháp. Điều đó có thể gây ra tổn thất áp suất quá lớn.

Cũng như trong quá trình khử nitrat bằng sinh trưởng ở thể huyền phù, thông thường một nguồn cacbon cấp từ ngoài là cần thiết cho quá trình. Hầu hết các ứng dụng của quá trình này bao gồm phương thức "chảy xuống" (bằng trọng lượng hay bằng áp lực).

8.3.3. Điều kiện kỵ khí

Hai quá trình sinh trưởng ở thể huyền phù, kỵ khí thông dụng nhất để xử lý nước thải là:

- + Quá trình tiêu huỷ kỵ khí
- + Quá trình tiếp xúc kỵ khí

Sự tiêu huỷ kỵ khí

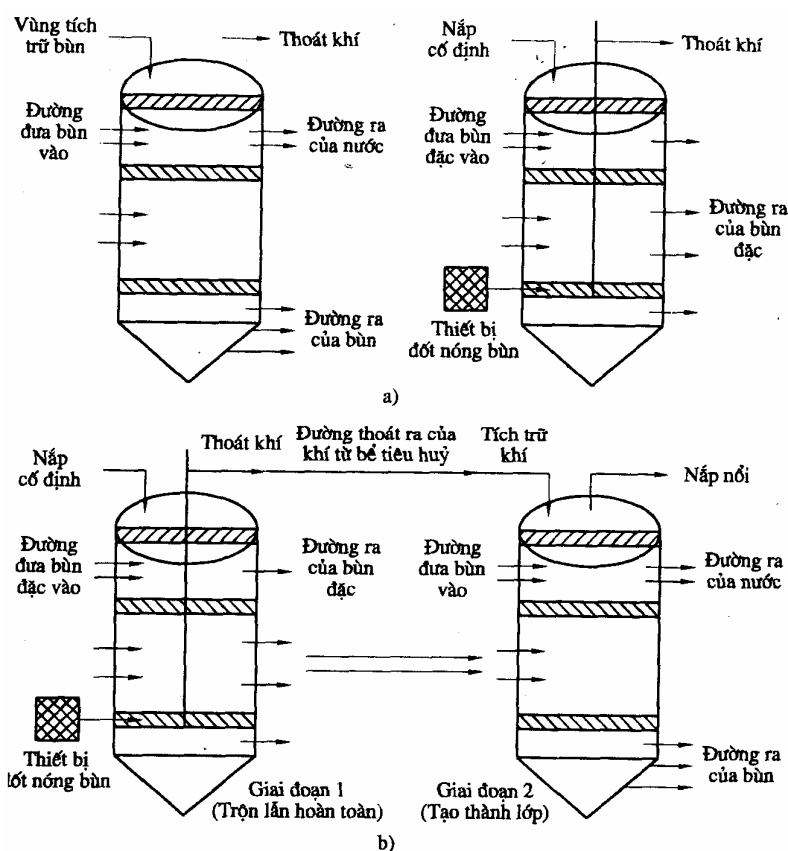
Tiêu huỷ kỵ khí là một trong 3 quá trình sử dụng lâu nhất dùng để ổn định các chất bùn. Nó bao gồm sự phân huỷ chất hữu cơ và vô cơ khi không có oxy phân tử. Quá trình này đã và đang được áp dụng chính trong ổn định các chất bùn sinh ra trong xử lý nước thải và trong xử lý một số chất thải công nghiệp.

Mô tả quá trình:

Trong tiêu huỷ kỵ khí, chất hữu cơ trong hỗn hợp bùn lắng sơ cấp và bùn sinh học, trong điều kiện kỵ khí được chuyển hoá sinh học thành mê tan (CH_4) và cacbon dioxide (CO_2). Quá trình được thực hiện trong một bể phản ứng kín khí. Bùn được đưa vào một cách liên tục hoặc theo đợt và được giữ lại trong bể phản ứng với những thời gian khác nhau. Bùn đã được ổn định sẽ được lấy ra liên tục hoặc theo đợt trong quá trình, không bị thổi rửa và số các chất gây bệnh trong bùn được giảm đi rất nhiều.

Hiện nay, người ta dùng 2 kiểu bể tiêu huỷ, tốc độ bình thường (chuẩn) và tốc độ cao. Trong quá trình tiêu huỷ tốc độ chuẩn (hình a), các chất

trong bể tiêu huỷ thường là không được đun ấm lên và không được khuấy trộn. Thời gian lưu cho quá trình này dao động từ 30 - 60 ngày. Trong quá trình tiêu huỷ tốc độ cao (hình b) các chất tiêu huỷ được đốt ấm và khuấy trộn đều. Thời gian lưu là 15 ngày hoặc ít hơn. Một sự phối hợp giữa hai quá trình cơ bản đó được gọi là quá trình hai giai đoạn (hình c). Chức năng chủ yếu của giai đoạn 2 là tách các chất rắn được tiêu huỷ khỏi phần nước nổi lên trên mặt. Tuy nhiên, một sự tiêu huỷ khác và một sự sản sinh ra khí có thể xảy ra.



Hình 8.3. Những bể kiểu tiêu huỷ kỵ khí điển hình

Quá trình một giai đoạn năng suất thông thường: Quá trình một giai đoạn, bể chứa được khuấy trộn, nước thải vào thành dòng liên tục, năng suất cao.

Quá trình hai giai đoạn - Quá trình tiếp xúc kỵ khí

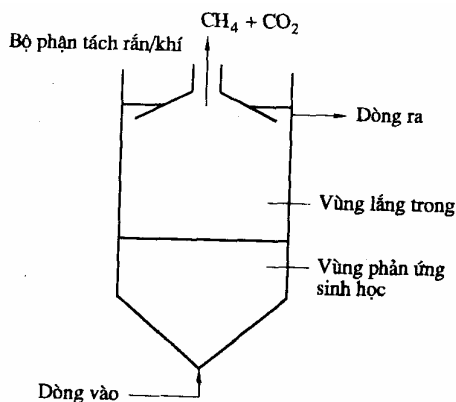
Một số chất thải công nghiệp có BOD cao có thể được ổn định rất hiệu quả bởi xử lý kỵ khí. Trong quá trình tiếp xúc kỵ khí, các chất thải chưa được xử lý được trộn với các chất rắn trong bùn tuần hoàn lại, xong rồi được tiêu huỷ trong một bể phản ứng gắn vào nơi không khí đi vào. Các chất chứa trong bể được trộn lẫn hoàn toàn. Sau sự tiêu huỷ, hỗn hợp đó được tách ra ở một bể lắng trong hoặc hệ thống tuyển nổi bằng chân không, phần nước trong trên bề mặt được đưa ra để xử lý tiếp. Bùn đặc kỵ khí đã lắng được đưa vào hệ tuần hoàn lại để "cấy giống" cho nước thải mới đưa vào. Vì các

vi sinh vật kỵ khí có năng suất tổng hợp thấp nên số bùn đặc thừa ra cần phải là nhỏ nhất.

Quá trình này đã được dùng có hiệu quả cho việc ổn định chất thải của các nhà máy đóng gói thịt và của các chất thải có độ hoà tan cao.

Thiết bị phản ứng dòng ngược qua lớp bùn kỵ khí (UASB)

Ưu thế của thiết bị phản ứng loại này là sự có mặt của lớp bùn lắng có hoạt tính rất cao ở dưới đáy. Trong đó, các vi sinh vật bám vào nhau hoặc vào các chất rất nhỏ ở thể huyền phù để hình thành những hạt nhỏ hoặc những khối kết. Một nét quan trọng khác có liên quan đến sự lấy đi chất khí mà không ảnh hưởng đến sự lắng xuống của các vi sinh vật và sự quay trở lại lớp bùn lắng. Trong quá trình này, chất thải được đưa vào từ dưới đáy của bể phản ứng vào trong lớp bùn, ở đây hầu hết chúng được chuyển hóa thành metan và cacbon dioxide. Chất khí phát sinh gây ra một sự rung chuyển đủ để giữ cho các hạt của lớp bùn chuyển động liên tục và giữ cho cả lớp bùn được trộn đều. Một số hạt bị đẩy lên khỏi lớp bùn, nhưng khi mất "bẫy khí" chúng lắng xuống trở lại lớp bùn. Thiết bị UASB được trang bị với một "bộ phận tách" khí và chất rắn ở phần trên của thiết bị (hình 8.4).

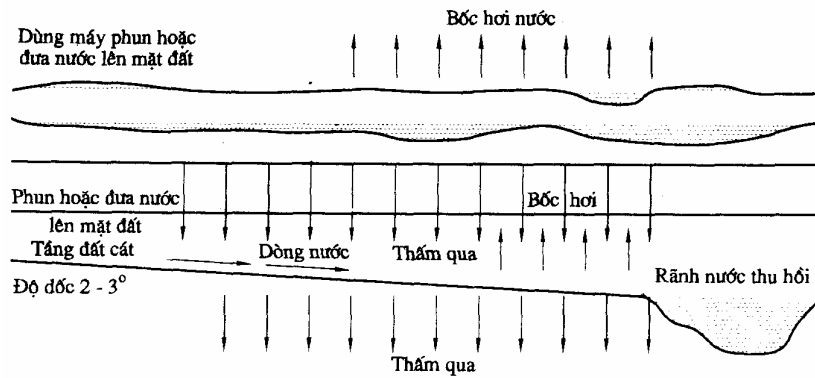


Hình 8.4. Thiết bị phản ứng dòng ngược qua lớp bùn kỵ khí

Bộ phận tách này hoạt động để tách khí sinh ra trong phản ứng metan hoá từ các hạt bùn phân tán. Điều này rất quan trọng đối với sự lưu lại của bùn trong thiết bị phản ứng. Lượng sinh khối được giữ lại tính theo một đơn vị thể tích của bể phản ứng thường lớn hơn là trong bể phản ứng có màng cố định, dòng chảy xuống hoặc trong bể lọc dòng chảy hướng lên trên. Hệ thống này đã được ứng dụng cho cả chất thải có độ ô nhiễm hữu cơ thấp và cao.

8.4. XỬ LÝ THẨM QUÁ ĐẤT

Xử lý nước thải qua đất bao gồm việc sử dụng cây cối, mặt đất và nền đất để xử lý nước thải. Ba phương pháp điển hình để xử lý nước thải qua đất được trình bày ở hình 8.5 là sự "tưới" nước, thấm nhanh qua đất, chảy tràn mặt đất. Các quá trình sử dụng đất ngập nước, sử dụng lớp dưới mặt đất và trồng trọt dưới nước ít được áp dụng hơn trên quy mô lớn.



Hình 8. 5. Các quá trình về xử lý bằng đất

Tưới nước

Tưới bằng nước thải, quá trình xử lý bằng đất được áp dụng phổ biến nhất hiện nay, bao gồm việc tưới nước thải vào đất và để đáp ứng các yêu cầu sinh trưởng của cây cối. Dòng nước thải khi đi vào đất sẽ được xử lý bằng những quá trình vật lý, hoá học và sinh học. Dòng nước thải đó có thể dùng tưới cho các loại cây bằng cách phun mưa hoặc bằng các kỹ thuật tưới bề mặt như là làm ngập nước hay tưới theo rãnh, luống. Có thể tưới cho cây trồng với tốc độ tiêu thụ từ 2,5 - 7,5 cm / tuần.

Thấm nhanh vào đất

Theo phương pháp này, dòng nước thải được đưa vào đất với tốc độ lớn (10 - 210 cm / tuần) bằng cách rải đều trong các bồn chứa hoặc phun mưa. Việc xử lý xảy ra khi nước chảy qua nền đất (đất dưới mặt) ở những nơi mà nước ngầm có thể dùng để đảo ngược lại gradient thủy lực và bảo vệ nước ngầm hiện có ở những nơi chất lượng nước ngầm không đáp ứng với chất lượng mong đợi nước được phục hồi quay trở lại bằng cách dùng bơm để hút nước đi, hoặc là những đường tiêu nước dưới mặt đất, hoặc tiêu nước tự nhiên.

Hố xử lý

Trong phương pháp này, nước cần xử lý được cho chảy xuống hố hay rãnh đào. Từ hố hay rãnh này nước thấm vào đất và diễn ra quá trình làm sạch.

Phương pháp này chỉ dùng khi lưu lượng nước xử lý nhỏ và lớp đất phía dưới có độ rỗng lớn. Đây là một phương pháp xử lý đơn giản, ít tốn kém trong đầu tư nhưng cần thận trọng để tránh gây ô nhiễm nước ngầm.

Chảy tràn mặt đất

Chảy tràn mặt đất là quá trình xử lý chủ yếu bằng sinh học, trong đó nước thải được đưa đến các tầng trên của các ruộng bậc thang và cho chảy tràn qua bề mặt trồng trọt đến các hố thu gom nước. Sự phục hồi nước được thực hiện bằng các quá trình vật lý, hoá học và sinh học.

Dòng chảy tràn mặt đất có thể sử dụng hoặc như là quá trình xử lý thứ cấp, ở đó dòng thải đã nitrat hoá có nồng độ BOD thấp. Ở những nơi không cho phép tháo nước

trên mặt đất nước thải có thể tuần hoàn lại hoặc đưa vào đất trong những hệ thống tưới tiêu hay là hệ thống thấm nhanh.

Trong điều kiện diện tích đất cho phép có thể xử lý nước ô nhiễm hay nước thải bằng cách cho chảy tràn lên một vùng đất có độ dốc nhất định. Trên vùng đất này (được gọi là bãi tưới) có thảm thực vật thích hợp.

Lớp nước thải chảy tràn có chiều dày, vận tốc và chiều dài (tới rãnh góp) được tính toán sao cho luôn giữ được điều kiện hiếu khí và có thời gian lưu trên bãi đủ để cho quá trình xử lý thực hiện được thuận lợi và đạt tới mức cần thiết. Cơ chế loại chất ô nhiễm trong trường hợp xử lý này bao gồm: tác dụng lọc ở phần nước thấm xuống đất, tác dụng phân huỷ sinh học xảy ra trên mặt bãi và trong lớp đất sát mặt và do quá trình bốc hơi. Sản phẩm phân huỷ được bộ rễ thực vật hấp thụ. Nước sau khi chảy qua bãi được tập trung vào rãnh đào ở cuối bãi để dẫn đến kênh tiêu ra sông hay hồ.

Cũng như phương pháp dùng hồ xử lý, khi dùng phương pháp này cần chú ý đến chiều sâu nước ngầm để tránh làm ô nhiễm nước ngầm. Mặt khác, bãi tưới phải bố trí ở xa vùng dân cư để tránh gây ô nhiễm không khí vùng dân cư. Đất dùng để làm bãi tưới phải đạt độ tơi xốp nhất định.

Chương 9

MỘT SỐ QUÁ TRÌNH XỬ LÝ

NƯỚC THẢI

9.1. XỬ LÝ CÁC CHẤT VÔ CƠ HOÀ TAN

Hầu hết các loại nước thải công nghiệp đều chứa các tạp chất vô cơ hoà tan. Chúng có thể sinh ra do những phản ứng hoá học trong nước thải giữa các chất với nhau, do quá trình rò rỉ nguyên vật liệu trên đường ống, do hoà tan trong nước rửa, do nước thải có độ kiềm hoặc axit cao gây ăn mòn đường ống vận chuyển và cả do chính công nghệ sản xuất sinh ra. Ví dụ: Trong nước thải của cơ khí gia công chế tạo, bột màu vô cơ thường có các hợp chất của xianua CN, của crôm (Cr^{+6}), ion sắt Fe, kẽm Zn, thiếc Sn... Trong công nghiệp dược phẩm thường có muối vô cơ gốc sunphat (SO_4^{-2}) hoặc Clo (Cl^-). Trong công nghiệp phân bón thường có các muối gốc photphat (PO_4^{-3}), amôn (NH_4^+)... đều có chứa muối vô cơ.

Việc xử lý các chất vô cơ tan trong nước thường ở giai đoạn cuối của công nghệ xử lý nước thải sau khi đã tách các chất rắn không tan, keo, huyền phù. Quá trình xử lý các chất vô cơ là cần thiết trước khi đưa nước trở về nguồn hoặc đưa nước đi sử dụng lại. Tránh ảnh hưởng xấu đến sản phẩm công nghiệp (ví dụ nước sử dụng trong công nghiệp giấy, dệt, thực phẩm...) tránh tạo nên cặn rỉ đường ống, ăn mòn thiết bị kim loại, tránh việc tạo nên nguồn dinh dưỡng cho sự sinh trưởng của tảo và các cây mọc trong nước... và tránh gây những biến đổi về màu sắc, mùi vị của nước đối với những nơi sử dụng ở hạ lưu.

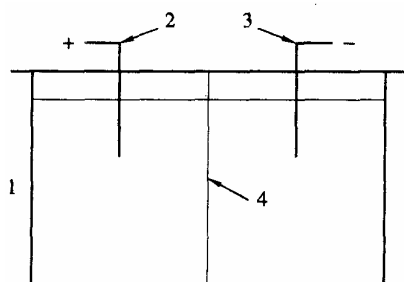
Phương pháp hoá học

Là phương pháp sử dụng hoá chất để tách hoặc chuyển dạng các muối vô cơ hoà tan trong nước thải, thông dụng nhất là phương pháp oxy hoá khử.

Phương pháp oxy hoá khử: Là phương pháp sử dụng chất có khả năng oxy hoá (hoặc khử) để chuyển chất vô cơ hoà tan dạng độc sang dạng không độc trong nước thải. Ví dụ xử lý crôm và cyanua.

Phương pháp điện hóa: Có thể sử dụng phương pháp điện hoá để tách các chất vô cơ hoà tan trong nước thải. Quá trình này xảy ra ở các điện cực khi cho dòng điện một chiều chạy qua nước thải, không sử dụng các chất hoá học và chỉ sử dụng năng lượng điện, trên các thùng điện phân đã được tự động hoá, có thể tiến hành liên tục hoặc gián đoạn.

Sau đây là phương pháp oxy hóa quặng và khử canh:



1 Bình điện phân

2. Cực Anốt

3. Cực Cathốt

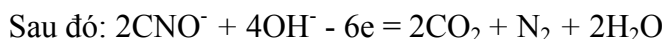
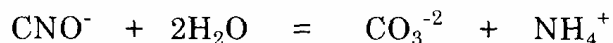
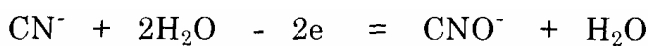
4. Màng ngăn

Hình 9. 1. Phương pháp oxy hoá quặng và khử canh
(Bình điện phân)

Bình điện phân

Theo sơ đồ trong bình điện phân chứa nước cần xử lý, ở anốt các ion nhường điện tử, nghĩa là xảy ra phản ứng oxy hoá điện hóa, ở catot các ion nhận điện tử nghĩa là xảy ra phản ứng khử điện hóa. Quá trình này dùng để xử lý nước thải chứa các hợp chất hòa tan như cyanua, amin, rượu, các hợp chất nitơ, sunfua và các ion kim loại nặng. Sau khi oxy hóa khử điện hóa, các chất trong nước thải được phân hủy hoàn toàn thành CO_2 , NH_3 , H_2O hoặc tạo thành những chất đơn giản và không độc có thể tách bằng phương pháp khác.

Thí dụ: Xử lý hợp chất cyanua trong nước thải, người ta đưa nước thải qua bình điện phân. Quá trình oxy hoá atốt của cyanua xảy ra theo phản ứng:



Phương pháp trao đổi ion

Phương pháp này được ứng dụng truyền thống để làm mềm nước (xử lý nước cứng) và ngày càng được ứng dụng để xử lý các chất vô cơ hoà tan trong nước thải và giảm khó khăn trong việc cấp nước nội bộ và ngay cả trong việc xử lý nước thải, thu hồi lại các kim loại.

Ví dụ về xử lý nước thải bằng phương pháp trao đổi ion là việc xử lý nước thải của quá trình mạ kim loại. Trong nước thải chứa ion crommat (CrO_4^{2-}), đồng (Cu^{+2}), kẽm (Zn) niken (Ni^{+2})... Như vậy quá trình xử lý sẽ gồm hai giai đoạn: xử lý các cation bằng trao đổi cation và xử lý anion bằng trao đổi anion.

9.2. XỬ LÝ CÁC CHẤT HỮU CƠ

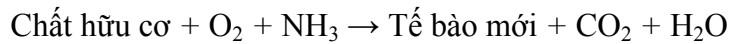
Khi khử các chất rắn hữu cơ hoà tan chứa trong nước thải, nhờ hoạt động của vi sinh vật có hai hiện tượng cơ bản xảy ra:

Các vi sinh vật sử dụng oxy để tổng hợp năng lượng và tế bào mới.

Các vi sinh vật tự oxy hóa khối xe1lulo của chính cơ thể mình.

Các phản ứng này có thể được minh họa bằng phương trình tổng quát như sau:

tế bào



Quá trình phân huỷ BOD từ bùn sinh học có thể xảy ra theo hai giai đoạn:

Giai đoạn đầu: Hiệu quả xử lý cao về chất lơ lửng, keo và màu.

Giai đoạn tiếp theo: Phân huỷ các chất hòa tan BOD xảy ra với tốc độ chậm.

Phụ thuộc vào tính chất lý học, hoá học của các chất hữu cơ mà cơ chế phân huỷ BOD ban đầu có thể là một hoặc một số cơ chế sau đây:

1 Phân huỷ các chất rắn nhờ hoạt động của màng tụ sinh học. Sự phân huỷ này xảy ra nhanh và phụ thuộc vào sự khuấy trộn giữa chất thải với bùn.

2. Phân huỷ các chất dạng keo nhờ khả năng hấp thụ lý- hoá học của các màng tụ sinh học.

3. Hấp thụ sinh học các chất hữu cơ hoà tan nhờ hoạt động của vi sinh vật.

Hiện tại vẫn còn những tranh luận cho rằng sự phân huỷ này là kết quả tham gia của các tổ hợp men hay là do sự tham gia hoạt động của vi sinh vật hoặc cũng có thể đây là kết quả của hai loại hoạt động trên.

Ba cơ chế trên được hình thành ngay từ khi có sự tiếp xúc giữa bùn và các chất thải. Những chất thải lắng đọng và keo cần thiết được phân ly thành các chất có phân tử lượng nhỏ để tế bào dễ tổng hợp. Thời gian để xảy ra quá trình này trước tiên phụ thuộc vào nồng độ các chất bùn hoạt hoá và đặc điểm cụ thể của các chất hữu cơ.

Khi có sự thông khí liên tục thì quá trình phân huỷ các chất hữu cơ nói chung sẽ xảy ra nhanh hơn. Tốc độ phát triển của tế bào sẽ giảm đi cùng với sự giảm nồng độ BOD còn lại trong nước thải. Khi tốc độ phân huỷ bắt đầu giảm, trong bùn bắt đầu chứa các chất hữu cơ cacbon không bị đồng hoá. Trong khi đó, mức phân huỷ đã giảm nhưng cường độ của quá trình hoạt động tổng hợp vẫn liên tục tăng tới mức cực đại cho tới khi hàm lượng cacbon trong tế bào bị giảm đi do chuyển thành xe lulo.

9.3. XỬ LÝ VÀ THẢI BÙN

Để thiết kế các thiết bị xử lý và thải bùn, những điều cần biết là: Nguồn gốc bùn (loại bùn) và bùn sinh ra từ quá trình nào? Các thông số đặc trưng của bùn: nồng độ x, khối lượng riêng p, trở lực riêng khi lọc r, nhiệt trị Q, thành phần hoá học (C, N, P, K, kim loại...) vi sinh vật gây bệnh.

Lượng bùn: đây là thông số cần thiết để thiết kế các thiết bị xử lý và thải bùn. Lượng chất rắn ở đầu vào nhà máy xử lý nước hàng ngày thay đổi trong giới hạn rộng. Để đảm bảo khả năng xử lý nước của nhà máy cần xem xét các yếu tố dưới đây:

- + Tốc độ tạo bùn trung bình và lớn nhất.
- + Tiềm năng về thể tích chứa của nhà máy.
- + Các công nghệ xử lý và thải bùn.

Các quá trình xử lý nước thải dân dụng và nước thải công nghiệp đều dẫn đến việc tách các chất gây ô nhiễm và chuyển chúng sang pha có thể tích nhỏ hơn.

Các quá trình thường được áp dụng là tách pha rắn ra khỏi nước thải bằng lắng, gạn, tuyển nổi, lọc.

Dùng các quá trình hóa học để tách các chất gây ô nhiễm ở dạng keo tụ, tạo bông, kết tủa. Dùng các quá trình sinh học để phân huỷ các chất hữu cơ gây ô nhiễm (hiếu khí, yếm khí).

Như vậy sau quá trình xử lý và làm sạch nước thải, nước đã qua xử lý được quay trở lại môi trường để sử dụng lại còn bùn tạo thành sẽ được thải đi.

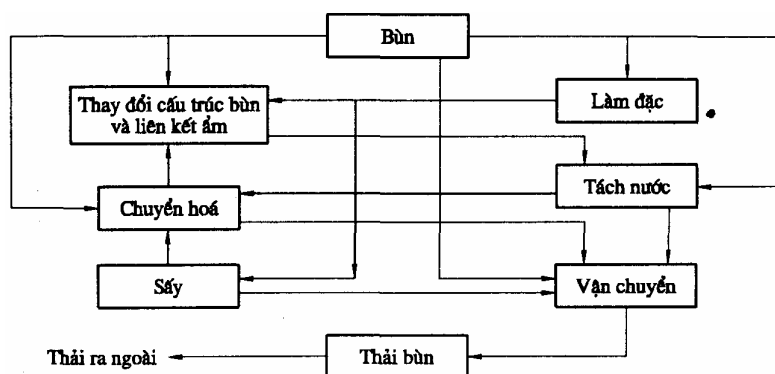
Thông thường ta có: $(V \text{ bùn} / V \text{ nước thải}) \times 100\% < 1\%$.

Tuy nhiên, việc xử lý và thải bùn rất khó do lượng bùn lớn, thành phần khác nhau, độ ẩm cao và bùn rất khó lọc. Các nghiên cứu cho thấy giá thành xử lý và thải bùn chiếm khoảng 25 - 50% tổng giá thành quản lý chất thải.

Sơ đồ công nghệ xử lý bùn:

Có nhiều sơ đồ công nghệ xử lý bùn, việc chọn sơ đồ nào tùy thuộc vào các yếu tố sau:

- Giá thành xử lý.
- Đảm bảo tiêu chuẩn môi trường.



Hình 9.2. Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý bùn

Trong công nghệ xử lý và thải bùn có các quá trình cơ bản:

1. Điều hoà (conditioning)
2. Làm đặc (thickening)
3. Tách nước (dewatering)
4. Chuyển hóa (conversion)
 - Phân hủy yếm khí (anaerobic digestion)
 - Phân hủy hiếu khí (aerobic digestion)
 - Đốt (combustion)
 - Chế thành phân bón composting)

- Ổn định bằng vôi (*lime stabilization*)
- Tẩy trùng bằng clo (*disinfection Cl_2*)

5. Vận chuyển (*transportation*).

6. Thải bùn (*ultimate disposal*).

Xử lý bùn có hai hướng sau:

- Tái sử dụng phân dinh dưỡng và chất hữu cơ có trong bùn: Khi đó sẽ ổn định bùn, loại trừ vi sinh vật gây bệnh, phân huỷ chất hữu cơ độc.
- Thải bỏ: Xử lý sơ bộ để giảm thể tích bùn rồi thải bỏ. Các vật liệu chứa trong bùn có thể thải vào: không khí, nước và đất.

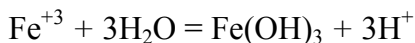
Các phương án xử lý bùn

1. Điều hoà bùn

Điều hoà bùn là sử dụng các tác nhân hoá học và biện pháp vật lý làm thay đổi liên kết ẩm với rắn trong bùn để tăng tốc độ tách nước khỏi bùn. Quá trình này thường tiến hành trước khi tách nước hoặc kết hợp với tách nước.

Các tác nhân điều hoà thường là: CaO (hay dùng cho bùn lắng thô), $FeCl_3$ (hay dùng cho bùn sinh học và polyme). Các tác nhân này khi hoà vào nước sẽ tăng tốc độ tạo bông, keo tụ, các hạt rắn và làm dễ dàng cho quá trình tách nước, hoặc có thể dùng biện pháp cấp nhiệt để phá keo.

Ví dụ: Khi $FeCl_3$ tan vào nước sẽ tạo bông $Fe(OH)_3$



Các bông này hấp phụ các hạt keo, làm phá vỡ các vỏ solvat của các hạt hoặc các hạt $Fe(OH)_3$ là keo dương, các hạt bùn trong nước là những hạt keo âm sẽ trung hoà và dính vào nhau, dễ dàng lắng xuống. Còn khi thêm polyme: polycrylamit chỗ tích điện sẽ tích các hạt keo âm vào nó và theo cơ chế bắc cầu, các hạt bùn trong nước sẽ bám vào nó thành tập hợp các hạt lớn hơn. Lượng tác nhân điều hoà tùy thuộc loại bùn và loại thiết bị tách nước được xác định bằng thực nghiệm.

2. Làm đặc

Các quá trình:

- + Lắng trọng lực
- + Tuyển nổi
- + Lắng ly tâm

thường được sử dụng để làm đặc bùn. Các phương pháp này dễ áp dụng và giảm được đáng kể thể tích bùn khoảng 60% ẩm được tách ra. Thể tích bùn giảm và giảm giá thành các khâu xử lý bùn tiếp theo.

Các nghiên cứu đã chỉ ra:

Nồng độ bùn tăng. Giá thành phân huỷ bùn giảm từ 2%-8%.

Lắng trọng lực

Thiết bị là các bể lắng làm việc theo nguyên tắc lắng trọng lực nhưng tốc độ chậm hơn lắng tự do.

Làm đặc theo nguyên tắc tuyển nổi

Tuyển nổi là quá trình làm đặc bùn do sục vào bùn một dòng khí phân tán ở dạng bọt rất nhỏ. Các hạt bùn không thấm ướt sẽ dính vào bọt và cùng với bọt nổi lên trên bề mặt chất lỏng và được hút ra ngoài. Để thay đổi tính thấm ướt của hạt và giữ cho các hạt nhỏ bên không dính vào với nhau thành bọt lớn làm giảm năng suất quá trình người ta cho thêm tác nhân trợ nổi: Polyme.

Bảng 9.1. Các thông số làm việc của thiết bị làm đặc bùn bằng tuyển nổi

Loại bùn	Nồng độ bùn	Tốc độ nạp bùn theo pha tấn (kg/m ² ngày)		
		Trước làm đặc (%)	Sau làm đặc (%)	Không có polyme có polyme
Lắng sơ bộ + bùn hoạt tính	2,0	5,5	9,8	294
Lắng sơ bộ +(bùn hoạt tính + FeCl ₃)	1,5	3,5	73,5	220,5
(Lắng sơ bộ + FeCl ₃) + bùn hoạt tính.	1,8	4,0	73,5	220,5
Bùn hoạt tính	1, 0	3,0	49	147
Bùn hoạt tính + FeCl ₃	1,0	2,5	49	147
Bùn lắng đã phân huỷ + bùn hoạt tính.	4	10,0	98	294
Bùn lắng đã phân huỷ +bùn hoạt tính + FeCl ₃	1	8,0	73,5	220,0

Đính các hạt bùn với bọt khí và nổi cùng với bọt lên trên bề mặt. Để tạo bọt không khí có thể dùng phương pháp sục khí, hút chân không, điện phân dung dịch, sinh học (do sự phát triển và hoạt động sống của vi sinh vật khi đun nóng bùn tới 35 - 55⁰c).

Hiệu quả làm sạch tăng khi số bọt n tăng và kích thước bọt thích hợp ($r_{\text{bọt}}=15 - 50 \mu\text{m}$).

Làm đặc bằng ly tâm

Thường được đo bằng %.

$$\text{Tỷ lệ làm đặc bùn} = \left[1 - \frac{(C_c - C_s)}{C_s(C_c - C_r)} \right] \times 100$$

Ở đây:

C_r là nồng độ rắn trong nước thải đã ly tâm (màu hoặc %)

C_c là nồng độ rắn trong bã

C_s là nồng độ rắn trong bùn vào ly tâm.

Mục đích chính là phân huỷ phần hữu cơ của bùn là phương pháp ổn định bùn, giảm lượng vi sinh vật gây bệnh, giảm lượng bùn.

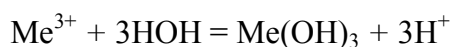
3. Thay đổi cấu trúc bùn và liên kết ẩm

Đây là quá trình làm thay đổi cấu trúc bùn và dạng liên kết ẩm với bùn cho các quá trình tách nước và làm sạch bùn.

Quá trình có thể có tác nhân và không có tác nhân tham gia.

+ Tác nhân keo tụ là các muối Fe và Al: FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, NaAlO_2 .

+ Các muối này khi hoà tan trong nước sẽ tạo bông $\text{Me}(\text{OH})_3$



Các bông này lắng xuống đáy sẽ kéo theo các hạt keo, hạt mịn bị phá vỡ, kết quả làm thay đổi dạng liên kết của nước với bùn và thay đổi cấu trúc bùn làm dễ dàng cho quá trình tách nước và làm đặc.

Tốc độ kết tụ phụ thuộc nồng độ tác nhân keo tụ, kích thước và hình dạng hạt. Khi độ kiềm của bùn lớn người ta rửa bùn trước khi cho tác nhân keo tụ vào.

Tác nhân tăng cường tạo bông là các hợp chất cao phân tử: tinh bột, đường dextrin, este, xelulo, polyarerylamit.

Các chất này sẽ hấp phụ trên bề mặt hạt và hạt làm tăng cường quá trình kết tụ nhờ lực hấp phụ Vandecvan.

Không dùng tác nhân gia công nhiệt, chiếu xạ, điện.

Các biện pháp này cũng làm phá vỡ vỏ hạt làm thay đổi cấu trúc và dễ dàng tách nước.

Ví dụ: Khi gia công nhiệt bùn được đun ở 170 - 200°C trong 1 giờ khi đó cấu trúc của bùn bị phá vỡ. Bùn sau khi xử lý nhiệt và tách nước có thể dùng làm phân bón hỗn hợp N - P.

4. Tách nước (Dewatering)

Mục đích

- + Giảm thể tích bùn
- + Tăng giá trị nhiên liệu của bùn

Các phương pháp:

- + Lọc chân không
- + Lọc ly tâm
- + Lọc ép: Lọc qua lớp cát, lớp sỏi, lớp than; Sân phơi bùn

Sân phơi bùn: là một kiểu lọc bùn qua lớp vật liệu cát sỏi.

- Bùn được bơm trải đều trên mặt sân phơi một lớp dày 200 - 300 mm.
- Sân có bề mặt diện tích phơi khoảng 6m chiều rộng, 6 - 30m chiều dài.

Phía dưới có hệ thống cống ngầm với ống thải ra xa 2,5 - 6m.

- Hàm lượng ẩm trong bùn sao cho 10 - 15 ngày phơi khoảng 60%.

5. Chuyển hoá (Conversion)

Mục đích: làm phân huỷ các chất hữu cơ và khử các chất độc trong bùn.

Các phương pháp:

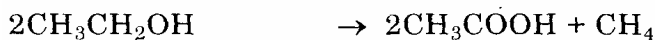
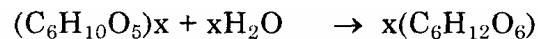
- + Phân huỷ yếm khí (Anaerobic digestion)
- + Phân huỷ hiếu khí (Aerobic digestion)+ Đốt (combustion)
- + Chế thành phân bón (Composting)
- + Cho vôi bột vào (Lime stabilization)
- + Tẩy bằng clo (Disinfection Clo).

a. Phân huỷ yếm khí

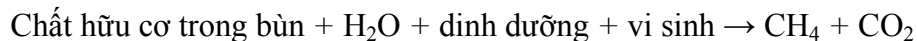
Các chất hữu cơ trong bùn bị phân huỷ trong điều kiện yếm khí bởi 2 nhóm vi khuẩn:

Vi khuẩn phân huỷ (có sẵn một lượng lớn trong nước thải và bùn thảo sẽ phân huỷ với tốc độ cao các chất hữu cơ phức tạp thành các chất hữu cơ đơn giản hơn có khối lượng phân tử nhỏ hơn thành các axit và rượu.

Vi khuẩn tạo khí metan: phân huỷ hoặc tiêu hóa các axit và rượu (sản phẩm của giai đoạn thủy phân) thành CH_4 và CO_2 . Các phương trình phản ứng phân huỷ yếm khí các chất hữu cơ xảy ra như sau:



Các vi khuẩn này rất nhạy với sự thay đổi độ pH. Khoảng pH hoạt động là từ 6,5 - đến 8,0; độ pH thích hợp là 7,2 - 7,4. Tốc độ phân huỷ tùy thuộc vào lưu lượng cấp bùn, độ pH, đặc trưng của pha rắn, nhiệt độ, mức độ pha trộn giữa bùn thô với phần đã phân huỷ.



Thiết kế dựa trên:

- Thời gian lưu trung bình của tế bào.
- Tốc độ nạp liệu tính theo pha rắn.
- Thể tích sản phẩm phân huỷ.
- Bùn sau khi phân huỷ sẽ được sấy khô hoặc đốt rồi dùng làm phân bón hoặc vùi lấp.

b. Phân huỷ hiếu khí

Phân huỷ các chất hữu cơ trong bùn trong điều kiện có oxy nhờ các vi khuẩn hiếu khí thành CO_2 , NH_3 , H_2O và giải phóng năng lượng.

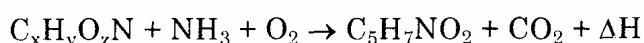
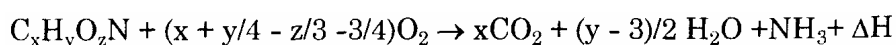
Ưu điểm

- Vận hành đơn giản
- Thời gian phân huỷ nhanh

Nhược điểm

- Tách nước khỏi bùn khó
- Tốn năng lượng để sục khí.

Các phản ứng có thể viết như sau:



Các yếu tố ảnh hưởng tới tốc độ quá trình là:

- Nồng độ các chất hữu cơ trong bùn
- Hàm lượng O_2 hoà tan
- Nhiệt độ
- Độ pH
- Các tạp chất trong dung dịch: kim loại nặng, muối khoáng (là các chất kìm hãm).

6. Quá trình chế biến ủ phân (composting)

Quá trình phân huỷ hiếu khí cũng được ứng dụng làm phân hữu cơ để xử lý chất thải rắn và bùn. Các vật liệu làm phân được trộn với nhau đảm bảo tỷ lệ C:N = 25; độ ẩm 50 - 60% có bổ sung dinh dưỡng và vi sinh vật hiếu khí.

Quá trình được tiến hành như sau:

- Ủ đồng, đảo trộn định kì để cấp oxy luân chuyển lớp ngoài vào trong để vật liệu tham gia phản ứng.

- Ủ đồng, thổi khí để cấp oxy.

Tiến hành trong thiết bị phản ứng. Nhiệt độ quá trình 50 - 60°C vì vậy các vi sinh vật gây bệnh bị tiêu diệt.

Thời gian phân huỷ nếu cấp oxy và đảo trộn tốt: 3 - 4 tuần.

Thời gian ủ tiếp sau: 2 - 8 tuần.

Nếu đảo trộn kém 11 lần/ năm, thời gian phân huỷ có thể từ 3 - 5 năm.

Kết quả của quá trình làm phân bón:

- Tách nước của bùn

- Khử mùi
- Giảm vi sinh vật gây bệnh
- Tạo cảnh quan và sản phẩm hữu cơ có lợi
- Phân hữu cơ để cải tạo đất, giữ ẩm và cây dễ mọc rễ.

Các thông số kỹ thuật khi làm phân hữu cơ:

- Độ ẩm: 50 - 60%
- Nhiệt độ: 50 - 60°C
- Độ pH gần trung tính
- C/N: 20 - 25
- $O_2 = 5 - 15\%$

Phân huỷ yếm khí

Quá trình phân huỷ yếm khí các chất hữu cơ về lý thuyết chia làm 3 bước:

Bước 1: Chất có khối lượng phân tử lớn → Phân tử thích hợp cho vi sinh vật sử dụng.

Bước 2: Các chất sau bước 1 → Chất có phân tử lượng thấp hơn chủ yếu là axit axitogen.

Bước 3: Các chất sau bước 2 → $CH_4 + CO_2$

Sự ổn định của chất thải trong điều kiện phân huỷ yếm khí được hoàn thành khi CH_4 và CO_2 được Sinh ra.

7. Đốt

Mục đích: Đốt bùn để phân huỷ các chất hữu cơ (cháy trong không khí) thành hơi nước, N_2 , CO_2 , tro và tận dụng nhiệt của quá trình đốt, mặt khác khử trùng được bùn.

8. Vận chuyển

Tùy dạng bùn, điều kiện địa phương có thể dùng các phương tiện khác nhau để chuyển bùn tới chỗ thải (ô tô, tàu hỏa, thùng chứa, ống dẫn, tàu biển,...).

9. Thải bùn

- Vùi lấp
- Cải tạo đất hoang.

Chương 10

CÁC VÍ DỤ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CỤ THỂ

10.1. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Việc xử lý nước thải trong bệnh viện là một vấn đề rất quan trọng, bởi vì ngoài hàm lượng các chất bẩn thường gặp như nitơ, photpho, clorua, kali, chất béo, hydrocacbon còn chứa thêm một lượng vi khuẩn như: vi trùng lao, vi trùng gan, vi trùng tả, lỵ, thương hàn, sốt rét v.v... Chúng được thải ra từ các chất cặn bã của bệnh viện, từ các phòng nuôi cấy vi trùng. Đây là mầm mống ban đầu để phát triển bệnh dịch kéo dài, trên phạm vi rộng lớn khi gặp điều kiện môi trường thích hợp.

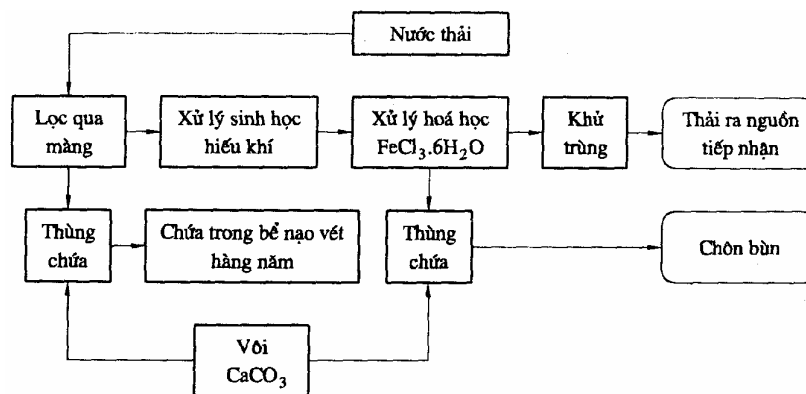
Hệ thống xử lý nước thải

Trạm được thiết kế để thu nguồn nước thải từ bệnh viện.

Sau đó đưa nước đã xử lý vào hệ thống nhận nước chung của thành phố. Sơ đồ của trạm được xây dựng theo trình tự:

- Sàng lọc thô - trống sàng.
- Bể thông khí và các bộ phận thông khí.
- Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh hoá.
- Bể nổi váng và tách bùn sinh hoá.
- Trạm đo kết quả.
- Xử lý bùn (bể bùn).

Dao động nước trong ngày được điều chỉnh ở bể điều hoà.



*Hình 10.1. Sơ đồ xử lý nước thải tại bệnh viện
Bảo vệ Sức khỏe Trẻ em*

Giai đoạn tiền xử lý nước thải được tách thành hai phần:

- + Phần thô: bao gồm cặn, bã, rác thải nhỏ. Chúng bị giữ lại, đem đi khử trùng bằng vôi.
- + Phần còn lại bao gồm nước và bùn, chúng tiếp tục được đưa xuống bể thông khí sơ bộ.

1. Xử lý bằng phương pháp sinh học

+ Bể thông khí sơ bộ:

Một trong những điều kiện cơ bản để bể lọc làm việc bình thường là cung cấp oxy của không khí cho sinh vật hiếu khí.

Bên cạnh đó, thông khí còn có tác dụng loại khí CO₂ khỏi bể lọc, tạo điều kiện cho quá trình sống và hoạt động của vi sinh vật. Nguồn oxy được đưa vào bể từ môi trường bên ngoài nhờ máy bơm khí.

+ Bể lọc sinh vật (bao gồm các bể nhỏ):

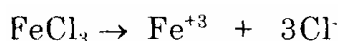
Bể lọc sinh vật nối với bể thông khí bằng một hệ thống bơm tuần hoàn. Trong bể có các đĩa nhựa xếp chéo nhau làm nhiệm vụ lọc sinh học.

Nhờ hệ thống bơm tuần hoàn nên nước được phân phối đều trên bề mặt các bể lọc, theo chiều từ dưới lên trên và quá trình này được lặp đi lặp lại nhiều lần.

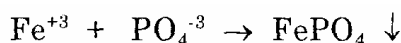
Ở giai đoạn đầu khi tưới nước thải vào các vật liệu lọc sẽ diễn ra quá trình oxy hoá một phần các chất ô nhiễm có trong nước thải và cho hiệu suất làm sạch là thấp nhất. Song khi đó trên bề mặt vật liệu lọc sẽ có vi sinh vật, động vật bậc thấp... bám vào và chúng tạo ra màng sinh vật. Trong khi lọc sẽ diễn ra quá trình hấp phụ sinh học, đông tụ và oxy hoá các chất bẩn trong nước chủ yếu ở dạng hoà tan, một phần ở dạng keo và lơ lửng. Quá trình làm sạch nước thải được diễn ra ngay từ khi nước chảy qua bể lọc, nhưng hiệu quả làm sạch cao nhất chỉ đạt được khi đã hình thành màng sinh vật vì chúng có khả năng phá huỷ các liên kết hữu cơ tạo thành nước và giải phóng CO₂. Nước được đưa lên bể lọc sinh học rồi đổ xuống bể thông khí nhiều lần. Sau đó chúng tiếp tục được đưa sang bể nổi vẩn nhờ một van nhỏ.

2. Xử lý bằng phương pháp hoá học

Người ta sử dụng hoá chất FeCl₃.6H₂O Với hàm lượng 100g/m³ để làm sạch nước, thực chất của quá trình này là:



Nhưng do trong nước còn tồn tại lớn PO₄³⁻



FePO₄ là hợp chất kết tủa không tan, chúng có tỷ trọng nhỏ hơn tỷ trọng của nước nên bị đẩy lên bề mặt, tạo thành các vẩn nổi. Ngoài ra nước đi vào đã bị nén lại, nên khi trả về áp suất bình thường thì chúng tạo ra các hạt bọt khí. Các bọt khí này bị đẩy lên trên bề mặt và chúng kéo theo các màng sinh vật già cỗi có lẫn trong nước, tạo thành kết tủa xốp.

Nước trong được đưa ra ngoài qua máng tràn, còn phần kết tủa chủ yếu được chuyển xuống bể bùn nhờ hoạt động của băng gạt và một phần nhỏ được trả về

bể không khí nhằm cung cấp thêm hàm lượng photpho cho nước tạo điều kiện cho vi sinh vật hoạt động.

Xử lý bùn:

Bùn từ quá trình trên được đưa xuống bể bùn và tiến hành xử lý bằng vôi.

Giai đoạn khử trùng nước thải:

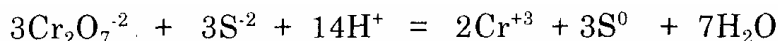
Mục đích của giai đoạn này là nhằm tiêu diệt các vi khuẩn gây bệnh trước khi xả vào nguồn nước thải chung. Theo một số nghiên cứu cho thấy các vi khuẩn đường ruột vẫn còn sót lại trong nước thải đã xử lý, thậm chí ngay cả khi số trực khuẩn đường ruột bị tiêu diệt đến 99%. Vì vậy sau giai đoạn xử lý nước thải nhất thiết phải qua khâu khử trùng để đảm bảo an toàn.

Hàm lượng NaClO được sử dụng là 50g/m³, thời gian tiếp xúc 0,5 giờ. Sau đó nước được xả vào hệ thống thoát nước chung của khu vực.

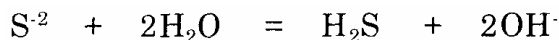
10.2. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHỨA CRÔM

Crôm (thường ở dạng Cr⁺⁶) thường có trong nước thải của các nhà máy: hoá chất sản xuất các sản phẩm của crôm như bột màu gốc crôm, mạ điện (mạ crôm), thuộc da (dùng hợp chất crôm để xử lý da). Vì hợp chất có ít độc hơn so với hợp chất Cr⁺⁶ nên cơ sở của phương pháp hóa học để xử lý nước thải chứa crôm là phản ứng khử để biến Cr⁺⁶ thành Cr⁺³, tiếp đó tách Cr⁺³ ở dạng hydroxyt kết tủa. Những chất khử có thể là Na₂S, Na₂SO₃, NaHSO₃, FeSO₄, SO₂...

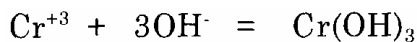
Quá trình phản ứng có thể tiến hành theo các bước với natri sunfit Na₂S, trong môi trường axit:



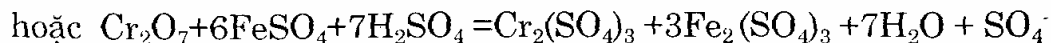
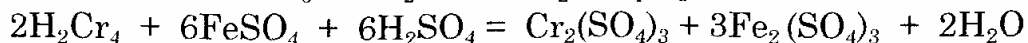
vì natri sunfit bị thuỷ phân rất mạnh



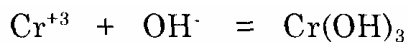
nên sẽ tạo ra hydroxyt crôm kết tủa:



Với FeSO₄ trong môi trường axit:

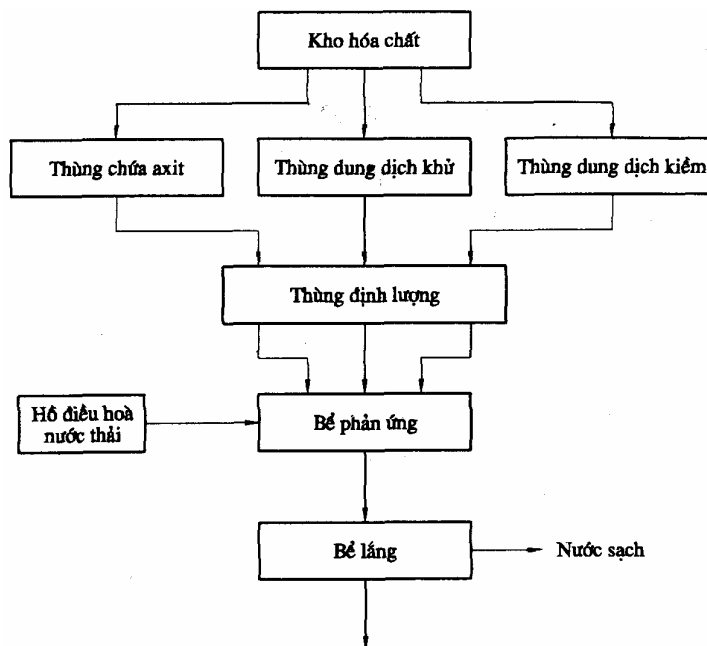


Sau đó cho thêm sữa vôi (hoặc một loại kiềm nào đó) để Cr⁺³ có thể kết tủa ở dạng hydroxit:



Để khử Cr⁺⁶ thành Cr⁺³ các phản ứng luôn diễn ra trong môi trường axit, tốt nhất pH = 2 (do vậy thường phối hợp nước thải chứa crôm với nước thải chứa axit trong cùng một hệ thống xử lý hoặc cho thêm axit vào cho tới khi đạt pH = 2). Sau khi phản

ứng chuyển Cr^{6+} về Cr^{3+} đã xong, để kết tủa $\text{Cr}(\text{OH})_3$ lại cần bổ sung thêm kiềm để trung hòa nước thải từ pH = 2 (cho tới pH = 7 rồi lại tăng lên pH = 9), ngoài ra còn phải tiêu hao một lượng kiềm nữa cho quá trình liên kết Cr^{+3} thành hydroxyt crôm kết tủa lắng xuống. Tính chất của loại cặn lắng này tùy thuộc vào thành phần, tính chất nước thải, nồng độ crôm, pH và loại kiềm sử dụng. Nếu muốn dùng cặn hydroxyt crôm để làm bột màu xanh ve nên dùng kiềm kali hoặc natri, tuy nhiên việc lắng cặn kết tủa có khó khăn hơn khi dùng sữa vôi.



Hình 10.2. Sơ đồ công đoạn xử lý nước thải chứa crôm

Nước thải được điều hoà lưu lượng và nồng độ crôm với pH > 4 thì phải bổ sung axit đến pH = 2 (trước khi thực hiện phản ứng khử). Sau đó dựa vào nồng độ crôm tính lượng chất khử cần thiết (thường dư 1,25 lần so với lý thuyết nếu dùng natrisunfit và sắt sunphat). Chất khử được chuẩn bị ở dạng dung dịch 10% được đưa vào bể phản ứng nhờ thiết bị định lượng, thời gian khuấy trộn ở bể phản ứng thường nhỏ hơn 30 phút. Sau đó khi phản ứng khử kết thúc thì cho kiềm vào (sữa vôi hoặc xút NaOH). Vôi được chuẩn bị ở dạng dung dịch 2,5% theo CaO được thêm vào sao cho hỗn hợp đạt pH = 9. Tiếp tục khuấy trộn 3 - 5 phút và cuối cùng cho hỗn hợp sang bể lắng (thường không quá 2 giờ)

10.3. XỬ LÝ CÁC HỢP CHẤT CYANIDES

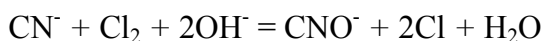
Các hợp chất cyanua chứa trong nước thải sản xuất thủy tinh hữu cơ, các xí nghiệp mạ (mạ đồng, kẽm), nhà máy cơ khí chế tạo, nhà máy luyện kim màu, nước thải làm sạch lò cao... Vì các muối cyanua (CNO^-) thường không độc như cyanua (CN^-) nên cơ sở của phương pháp hoá học xử lý nước thải chứa hợp chất cyanua là oxy hóa các cyanua thành cyanat hoặc chuyển các hợp chất độc thành phức chất với sắt ($\text{Fe}(\text{CN})^{+4}$ và $(\text{Fe}(\text{CN}))^{-3}$ hoặc tạo các kết tủa từ các cyanua đơn giản, phức chất với cyanua được tách khỏi nước bằng phương pháp lắng hoặc lọc. Trong đó biện pháp oxy

hoá cyanua độc thành các sản phẩm không độc là có nhiều ưu điểm hơn cả vì nhanh, CN hoàn toàn bị phân huỷ và nước sẽ không nhiễm bẩn trở lại bởi các hợp chất cyanua.

Những chất oxy hoá có thể là do lỏng (Cl_2) trong môi trường kiềm, permangatkali (KMnO_4), ôzôn (O_3) hoặc các gốc hypoclorit.

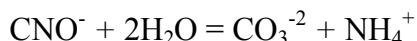
Với Clo lỏng trong môi trường kiềm:

Để oxy hóa cyanua đơn giản, tan độc.

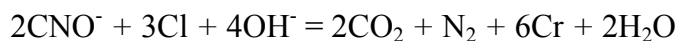


Rất độc 1000 lần ít độc hơn so với CN^-

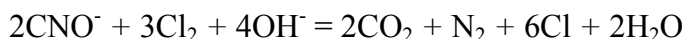
CNO^- sẽ bị thủy phân dần dần



Nếu bổ sung thêm chất oxy hóa

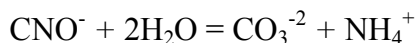


Để oxy hoá cyanua phức hợp tan, độc

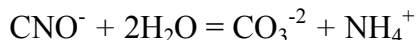


Với permangatkali:

Để oxy hoá cyanua đơn giản, tan độc



Để oxy hoá cyanua phức hợp tan, độc



Như đã thấy để oxy hoá các cyanua thành cyanat điều kiện tối ưu để phản ứng diễn ra ở môi trường kiềm là với $\text{pH} = 10 - 11$. Sau khi cyanua đã oxy hoá thành cyanat thì cần tiếp tục oxy hoá cyanat thành nitơ phân tử và CO_2 diễn ra một cách có hiệu quả.

Ngoài ra trong kỹ thuật xử lý thường tính dư liều lượng chất oxy hoá vì trong nước thải ngoài cyanua còn có các tạp chất khác cũng có thể bị oxy hoá bởi chất oxy hoá đưa vào.

10.4. XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHÀ MÁY BIA

Trong các nhà máy bia 30% khối lượng nước thải là từ quá trình sản xuất bia và 70% là từ quá trình rửa chai lọ.

Hỗn hợp nước thải chứa 500 mg/l BOD và khoảng 550mg/l COD, 400 - 700 mg/l SS và độ pH từ 3,5 - 11. Nước thải này được xử lý bằng bùn hoạt tính để tạo ra chất lỏng chứa 20mg/l BOD, 20 mg/l COD và 70 mg/l rắn lơ lửng. Khi áp dụng thêm các

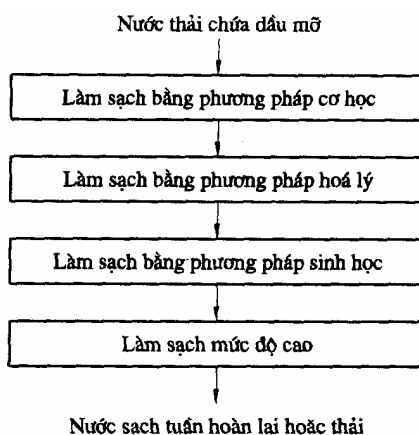
phương pháp keo tụ, lắng lọc cùng với bùn hoạt tính có thể giảm hàm lượng COD, BOD₅... xuống mức thấp hơn nhiều.

Tiêu chuẩn thiết kế và kích thước của phin lọc dùng cho các mục đích trên được trình bày ở bảng sau:

Bảng 10. 1. Tiêu chuẩn thiết kế các thiết bị khác nhau để xử lý nước thải nhà máy bia

Thiết bị	Tiêu chuẩn thiết kế
Bể trung hoà	Thời gian lưu giữ 8 mìn
Bình không khí	Thời gian lưu giữ 22h, tải BOD 1,2 kg/m ³ /d
Bể lắng	Thời gian lưu giữ 9h, bề mặt chất tải 10m/d
Bể lắng keo tụ	Thời gian lưu giữ 2,5h bề mặt chất tải 50m/d
Phin lọc cacbon hoạt tính	Tốc độ tuyến tính 5 - 20m/h, tốc độ không gian 2,51/h
Phin lọc	Tỷ lệ lọc 200m/d Antraxit E.S = 1,2m L = 200m Cát E.S = 0,6m L = 500m Tỷ lệ rửa lại: 1 m/min Tỷ lệ sục khí: 1 m/min Thời gian lọc: 12h.

10.5. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHỨA DẦU



Hình 10. 3. Sơ đồ nguyên tắc của hệ thống xử lý nước thải dầu mỡ

Như vậy để xử lý nước thải chứa dầu mỡ, thường có 3 giai đoạn chính:

- Làm sạch bằng phương pháp cơ học: tách các tạp chất rắn và lỏng có độ phân tán cao.

- Làm sạch bằng phương pháp hoá lý: tách các hạt keo, khử độc nước chứa axit, kiềm và hoá chất.

- Làm sạch bằng phương pháp sinh học: tách các chất hữu cơ hoà tan.

Làm sạch bằng phương pháp cơ học

Để làm sạch nước thải chứa dầu mỡ với việc tách các hạt có độ phân tán cao cũng như các hạt rắn huyền phù người ta sử dụng bể lắng cát, bể lắng phân ly dầu, bể lắng thứ cấp, bể lọc cát.

a. Bể lắng cát

Tại bể lắng cát sẽ tách được hơn 5% hạt có kích thước lớn (0,15 - 0,2 mm và tách được hơn 25% dầu trong nước thải. Cấu tạo, nguyên lý làm việc và cách tính toán bể lắng cát tương tự như đối với phòng lắng thông thường.

b. Bể phân ly dầu (bể thu dầu)

Để tách dầu và các tạp chất cơ học trong nước thải người ta sử dụng bể phân ly dầu. Đây là thiết bị chính trong sơ đồ trạm xử lý nước thải chứa dầu bằng phương pháp cơ học.

Trung bình trong nước thải dầu chiếm 10% tổng số các chất hữu cơ. Có thể tách dầu trong nước thải bằng phương pháp trọng lực. Ở điều kiện tĩnh, một lượng dầu được lắng cùng cặn, còn phần lớn sẽ nổi lên bề mặt. Loại các tạp chất nổi khỏi nước thực chất cũng giống như lắng các hạt rắn chỉ khác là trong trường hợp này khối lượng riêng của dầu nhỏ hơn của nước. Do đó hạt sẽ nổi lên, còn kết cấu thiết bị cũng giống như thiết bị lắng hạt rắn được lật ngược lại. Có thể áp dụng định luật Stoc để tính tốc độ nổi của hạt dầu. Tốc độ tách dầu phụ thuộc vào khối lượng riêng, độ nhớt của tạp chất và nước thải, kích thước hạt dầu, chế độ thủy động lực của các pha...

c. Bể lắng thứ cấp

Thực tế để làm sạch triệt để nước thải, sau khi ra khỏi bể phân ly dầu người ta cho nước thải chảy qua bể lắng thứ cấp. Sau khi qua bể này, hàm lượng dầu trong nước thải giảm còn 30 - 60 mg/l. Thời gian lắng của chất thải trong bể từ 3 giờ đến 2 - 3 ngày đêm. Việc thu và tách dầu trên bề mặt bể nhờ ống thu dầu và bằng phương pháp cơ học. Bể lắng thứ cấp có nhược điểm chính sau: khó tách dầu và cặn, chiếm mặt bằng xây dựng lớn, giá thành cao, làm bẩn khí quyển do dầu bay hơi. Chính các nhược điểm này làm cho việc sử dụng nó bị hạn chế.

d. Bể lọc cát

Để tiếp tục tách dầu trong nước thải, người ta còn sử dụng bể lọc cát. Vật liệu lọc là cát thạch anh hạt lớn có kích thước 0,5 - 2 mm. Chiều cao lớp cát 1 - 1,2m. Thường cho nước thải đi từ dưới lên với tốc độ 5m/giờ. Nước thải trước khi vào bể lọc cát có hàm lượng dầu khoảng 50 - 60mg/l và khi ra là 20 - 30mg/l. Ở chế độ ứng với các

thông số lọc tối ưu thì thời gian làm việc của vật liệu lọc sẽ là 150 - 200 giờ. Khi đó dầu nằm trong vật liệu lọc chiếm 0,5%. Việc tái sinh vật liệu lọc bằng cách rửa nước nóng và lạnh có kết hợp thổi khí theo các bước sau:

- 1- Tháo cạn hết nước thải trong bể
- 2- Cấp đầy nước nóng ở nhiệt độ 80°C vào bể
- 3- Thổi không khí trong khoảng 10 - 15 phút với lưu lượng 201m³/s.
- 4- Rửa bằng nước nóng trong 15 phút với lưu lượng 201m³/s.
- 5- Thổi không khí trong khoảng 10 - 15 phút với lưu lượng 201m³/s.
- 6- Rửa bằng nước lạnh khoảng 5 phút với lưu lượng 151m³/s.

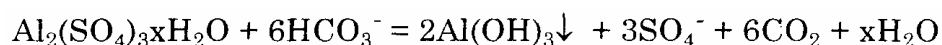
Làm sạch bằng đông tụ

Đông tụ là một trong những phương pháp cơ bản để làm sạch nước thải có dầu mỡ, các hạt nhũ tương và huyền phù. Tác nhân đông tụ có thể sử dụng các bazơ của các muối nhôm, sắt. Trong quá trình làm sạch bằng đông tụ sẽ xảy ra việc lắng các tạp chất tan trong nước vì vậy làm giảm chỉ số BOD, COD trong nước thải. Lượng chất đông tụ phụ thuộc vào nồng độ tạp chất, lượng chất hoạt động bề mặt trong nước thải và các yếu tố khác, thường khoảng 25 - 100mg/l. Hàm lượng dầu trong nước thải sau khi làm sạch không vượt quá 30 - 40mg/l.

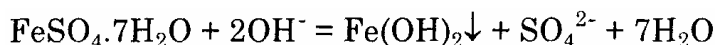
Chất đông tụ và tuyển nổi được sử dụng: Al₂(SO₄)₃, FeCl₃, Poliac rilamid... Lượng chất đông tụ phụ thuộc vào chất lượng nước thải (thường >25 mg/l). Hàm lượng dầu trong nước thải sau khi tuyển nổi khoảng 10 - 20 mg/l. Hiệu quả làm sạch các tạp chất cơ học là 80 - 95%.

Ngoài ra người ta còn dùng phương pháp tuyển nổi điện để xử lý nước thải chứa dầu, để tách triệt để dầu trong nước thải bằng phương pháp hoá lý, sau khi được làm sạch bằng đông tụ và tuyển nổi nước thải có thể xử lý tiếp bằng phương pháp ozôn hoá, hấp thụ, thẩm thấu ngược... Tuy nhiên, các phương pháp này đều phải chi phí lớn do công nghệ và thiết bị phức tạp. Vì vậy chúng ít được sử dụng, trừ trường hợp mức độ yêu cầu làm sạch cao.

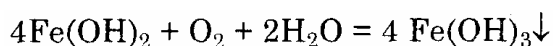
Giai đoạn đông tụ sử dụng các hoá chất cần thiết vào để tác dụng với các thành phần gây độ kiềm nhằm tạo ra kết tủa trong giai đoạn keo tụ kế tiếp. Hoá chất thông dụng nhất có tác dụng gây độ kiềm là Al₂(SO₄)₃.xH₂O, chất này, ví dụ: HCO₃⁻ theo phản ứng



Từ phản ứng trên ta thấy khi cho hoá chất Al₂(SO₄)₃.xH₂O vào thì pH sẽ giảm xuống. Nếu dùng sunphat sắt sẽ diễn ra phản ứng:

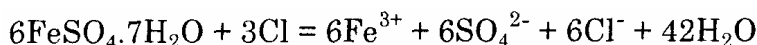


Khi trong hệ có mặt O₂ thì Fe(OH)₂ được oxy hoá thành Fe(OH)₃

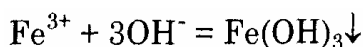


$\text{Fe}(\text{OH})_3$ ít tan hơn $\text{Fe}(\text{OH})_2$ tại pH thông thường, vì vậy khi trong nước có đủ O_2 hòa tan thì người ta dùng $\text{FeSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$.

Trong trường hợp ngược lại, người ta dùng hỗn hợp Cl_2 và $\text{FeSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$ để oxy Fe^{2+} thành Fe^{3+} :



Fe^{3+} bị thủy phân tạo thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$



Việc lựa chọn hoá chất gây đông tụ tùy thuộc vào đặc tính của nước thải cần xử lý.

10.6. XỬ LÝ CHẤT THẢI NGUY HẠI

Các chất thải nguy hại ở dạng khí, lỏng, rắn được thải ra từ các cơ sở công nghiệp trong các dòng thải: khí thải, nước thải, rác thải, các chất độc hại có trong các sản phẩm sử dụng trong sinh hoạt: xăng, dầu, ắc quy, chất tẩy, sơn, thuốc trừ sâu... do người dân thải bỏ cùng với nước thải và rác thải gây ô nhiễm không khí, nước bề mặt, nước ngầm, gây ô nhiễm đất, gây tích tụ sinh học, gây cháy nổ làm ảnh hưởng nghiêm trọng tới môi trường sinh thái và gây nguy hiểm cho sức khỏe cộng đồng.

Các chương trình xử lý chất thải nguy hại bao gồm những chiến lược sau:

- + Giảm lượng và độ độc hại của chất thải nguy hại tại nguồn.
- + Xử lý để tách riêng các chất thải nguy hại, biến đổi hoá học, sinh học nhằm phá huỷ các chất thải nguy hại hoặc biến đổi chúng thành các chất ít nguy hại hơn.
- + Thải bỏ chất thải nguy hại theo đúng kỹ thuật để không gây tác hại tới môi trường và sức khỏe cộng đồng.

Các quá trình kỹ thuật cơ bản xử lý chất thải nguy hại: Có nhiều quá trình kỹ thuật được áp dụng để xử lý chất thải nguy hại. Các quá trình điển hình nhất có thể chia ra thành 4 nhóm:

- Các quá trình hoá lý: chủ yếu để tách chất thải nguy hại từ pha này sang pha khác hoặc để tách pha nhằm giảm thể tích dòng thải chứa chất thải nguy hại.
- Các quá trình hoá học: để biến đổi hóa học các chất thải nguy hại thành chất không độc hay ít độc hơn.
- Các quá trình sinh học: để phân huỷ sinh học các chất thải nguy hại hữu cơ.
- Các kỹ thuật thải bỏ chất thải nguy hại.

Mỗi phương pháp đều có những ưu điểm và mặt hạn chế của nó, vì vậy việc lựa chọn phương pháp xử lý là tùy thuộc vào:

- + Bản chất chất thải

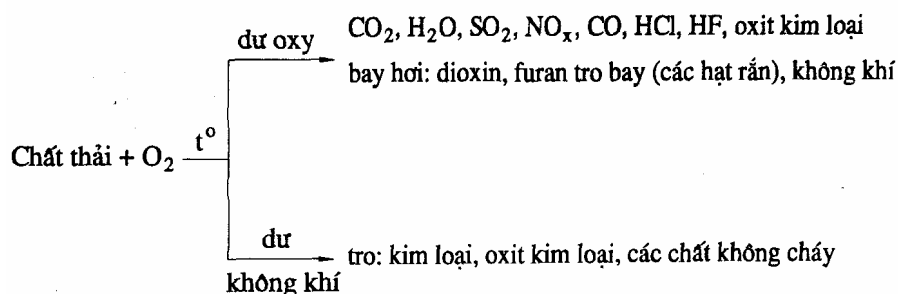
- + Nồng độ chất thải
- + Tiêu chuẩn môi trường
- + Các yếu tố kinh tế - kỹ thuật

Mặt khác, không một phương pháp nào có thể xử lý triệt để chất thải do vậy trên thực tế thường áp dụng dây chuyền xử lý bao gồm một tập hợp các quá trình xử lý liên kết và bổ sung cho nhau để đạt được mục tiêu xử lý.

Ví dụ: Để tách các kim loại nặng ra khỏi dòng thải người ta dùng nối tiếp 3 quá trình: Kết tủa, tạo bông, lắng. Để tách dầu khỏi nhũ tương dầu - nước, người ta dùng 3 quá trình phá nhũ tương (bằng hoá học), phân ly, gạn.

Đốt (inineration)

Đốt chất thải là quá trình oxy hoá chất thải bằng oxy không khí ở nhiệt độ cao. Các chất thải nguy hại có thể xử lý bằng phương pháp đốt là dung môi hữu cơ, dầu thải và các chất chứa dầu, plastic cao su, sơn, chất thải bệnh viện, chất thải của các xí nghiệp dược phẩm, phenol, nhựa và sáp, chất thải hữu cơ chứa S, P, N và halogen, thuốc trừ sâu,... Các chất thải không nên xử lý bằng phương pháp đốt: chất thải phóng xạ, chất thải dễ nổ.



Nhiệt độ quá trình $t^\circ > 900^\circ\text{C}$ vì:

900 - 10000 $^\circ\text{C}$ hydrocarbons cháy hết

1100 - 1200 $^\circ\text{C}$ PCB: hợp chất hữu cơ chứa Cl sẽ cháy hết

< 900 $^\circ\text{C}$ dioxin và furan sẽ hình thành

Thời gian lưu của chất thải trong lò đốt đủ để cháy đối với pha khí ít nhất là 2 giây, còn với pha rắn phải 1 vài giờ tùy loại và kích thước chất thải, phải đảm bảo tiếp xúc tốt giữa oxy không khí với chất thải bằng đảo trộn pha rắn và tốc độ dòng khí.

Sản phẩm của quá trình đốt là khói lò có chứa bụi, các oxit kim loại nặng và các khí axit vì vậy phải xử lý trước khi đưa vào không khí.

Xử lý bụi bằng: cyclone, lọc điện, lọc túi, tháp rửa.

Xử lý khí bằng tháp lọc bụi: dùng các dung dịch kiềm của sữa vôi, soạn để hấp thụ hoá học. Tro của lò đốt đem vùi lấp.

Lò đốt chất thải có nhiều loại: Lò đứng, lò tầng sôi, lò quay,...

Có thể đốt chất thải trong lò xi măng, lò nung kiểu lò quay vì có nhiệt độ cao và thời gian lưu đủ để phân huỷ chất thải. Cũng có thể đốt chất thải trong lò hơi, song hệ thống sau lò hơi, lò xi măng, lò nung không đủ để xử lý các chất độc trong khói. Nhiệt toả ra khi đốt chất thải được tận dụng để cấp nước nóng, tạo hơi nước,...

Trao đổi ion (ion exchange)

Trao đổi ion là quá trình tương tác của dung dịch với pha rắn có tính chất trao đổi ion trong pha rắn với ion có trong dung dịch. Quá trình được dùng để tách các kim loại Pb, Zn, Cu, Hg, Cr Ni, Cd, Mn, hợp chất As, P, CN⁻, các chất lỏng phóng xạ khỏi nước thải.

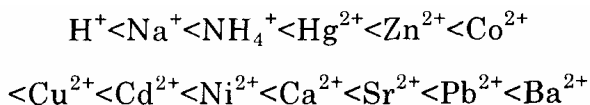
Pha rắn trao đổi ion gọi là các ionit.

Pha rắn trao đổi các ion dương gọi là cation.

Pha rắn trao đổi các ion âm gọi là anion.

Pha rắn trao đổi cả con dương và con âm gọi là hỗn hợp.

Dưới đây là dãy xếp thứ tự các con theo năng lượng đẩy của chúng:



Ổn định, đóng rắn (Stabilization/Solidification)

Ổn định/đóng rắn là công nghệ trộn vật liệu khác (chất đóng rắn) tạo thành thể rắn bao lấy chất thải hoặc cố định chất thải trong cấu trúc của vật rắn.

Quá trình này được sử dụng phổ biến để xử lý chất thải của sản xuất kim loại, mạ kim loại, nóng chảy Pb, chất thải tuyển khoáng, bùn, tro của lò đốt... tạo thành khối rắn dễ vận chuyển và thải bỏ.

Phần III

CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN

Chương 11

THU DỌN CHẤT THẢI RẮN

Thu dọn chất thải rắn trên địa bàn thành phố là một công việc khó khăn và phức tạp vì sự "sản xuất" chúng ở các khu nhà ở, nhà máy, khu thương mại là quá trình xảy ra rộng khắp mọi nơi, mọi nhà, mọi cơ quan, đường phố, nhà máy, công viên v.v... Do sự phức tạp như thế nên phải tập trung một khoản kinh phí khá lớn cho việc quản lý chất thải rắn chỉ cho khâu thu dọn và vận chuyển. Chẳng hạn ở Mỹ, trong năm 1975 trong số kinh phí dành cho giai đoạn thu dọn chất thải rắn chiếm 60 đến 80%.

Các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình thu gom chất thải rắn:

- Yếu tố địa hình (vùng trũng hay ngập nước khi trời mưa to sẽ gây khó khăn cho xe, người đến điểm thu gom).
- Quy hoạch đô thị, xây dựng nhà ở: quy hoạch các khu dân cư các công trình công cộng, hạ tầng cơ sở...
- Đường phố, chiều dài, chiều rộng của đường, chất lượng đường.
- Thời tiết: thời tiết nóng, ẩm, mưa, gió, băng tuyết...
- Kinh phí: kinh phí sử dụng cho trang thiết bị, lương trả cho công nhân.
- Phương tiện thu dọn chất thải rắn: xe, chổi quét, quần áo bảo hộ lao động.
- Ý thức, thái độ công chúng: ý thức gìn vệ sinh chung, hợp tác với cơ quan chuyên trách thu dọn rác.
- Quy định, luật lệ về vệ sinh công cộng: quy định về nơi đổ rác, quy định về thùng chứa rác.

Ở Hà Nội, tất cả các yếu tố nêu trên đều có nhiều mặt không thuận lợi cho việc thu dọn rác thành phố. Chẳng hạn về mùa mưa, nhiều đường phố, nhiều khu tập thể bị ngập nước, nước rút trong 1 đến 2 giờ, thậm chí có khi 2 đến 3 ngày và còn lâu hơn nữa. Nước ngập làm rác trôi dạt từ nơi này đến nơi khác, xe lấy rác không thể tiếp cận điểm lấy rác, v.v...

Ở Hà Nội trong mấy năm gần đây, việc xây dựng nhà ở, công sở, công trình công cộng phát triển mạnh nhưng chưa theo một quy hoạch nghiêm ngặt nào nên quá trình thoát nước của thành phố rất kém, việc đó dẫn đến tồn đọng nhiều chất thải rắn.

- Phương tiện thu dọn chất thải rắn (xe ôm, xe đẩy tay v.v...) còn thiếu nhiều so với mức yêu cầu và kém về mặt chất lượng.

- Sự hợp tác của công chúng trong việc giữ gìn vệ sinh còn chưa cao. Ngoài ra, người dân thiếu tôn trọng các quy định về vệ sinh công cộng (tuân thủ các nội quy về đổ rác, gom rác, v.v...).

11.1. CÔNG CỤ VÀ PHƯƠNG TIỆN THU GOM CHẤT THẢI RẮN

Trong khâu chuẩn bị và thực hiện thu dọn chất thải rắn (rác thải) thì công cụ thu gom và vận chuyển đóng vai trò rất quan trọng. Thiếu công cụ và phương tiện chất lượng kém có ảnh hưởng rất lớn đến công tác thu gom và vận chuyển rác như mất nhiều thời gian, rác không được thu gom hết và ảnh hưởng đến môi trường, ảnh hưởng đến các hoạt động đi lại trên đường phố...

11.1.1. Công cụ thu dọn rác

a. Thùng đựng rác

Thùng đựng rác có kích thước khác nhau phù hợp với nguồn thải. Ở các nước phát triển, kích thước cũng như chất liệu màu sắc của thùng đựng rác được chuẩn hoá. Thùng đựng rác gia đình thường có kích thước nhỏ từ 10 - 20 lít. Hiện nay các gia đình sử dụng thùng nhựa, bên trong có thêm bao plastic và có nắp đậy chống ruồi nhặng và bốc mùi hôi thối. Ở nước ta, các thùng đựng rác gia đình chưa được chuẩn hoá về kích thước cũng như chất liệu, màu sắc. Việc sử dụng thùng để đựng rác còn rất tùy tiện; rất nhiều gia đình sử dụng những thùng nhựa, chậu sắt, nhựa, nhôm hỏng để đựng rác.

Thùng đựng rác của khu chung cư có kích thước lớn hơn nhiều khoảng 200l hoặc hơn. Thùng nhựa có nắp đậy quai xách và có gắn bánh quay để dễ di chuyển. Thùng đựng rác kiểu này cũng được trang bị cho các phân xưởng sản xuất, các khu công cộng,...

Ở Việt Nam các thùng đựng rác tại các khu tập thể, nhà máy, xí nghiệp, khu công cộng được thay bằng các bể xây gạch, thùng bê tông, hổ, thậm chí bãi đất có diện tích vài chục m².

Hiện nay túi plastic đựng rác được sử dụng khá phổ biến ở các hộ gia đình. Ở các nước phát triển kích thước và màu sắc của túi plastic được chuẩn hoá và được bán ở các siêu thị, thí dụ túi màu đen để đựng rác thực phẩm.

b. Chổi quét rác

Chổi quét rác dùng trong gia đình cũng rất đa dạng về kích thước, chất liệu và được bán ở các cửa hàng đồ gia dụng. Chổi dóc (làm từ cây dóc) được sử dụng rất phổ biến trong các gia đình nông thôn và thành thị của Việt Nam. Ở châu âu, chổi nhựa (làm từ các sợi nhựa cứng vừa phải) khá thông dụng.

Chổi quét đường thường làm bằng chất liệu cứng hơn chổi dùng trong gia đình. Ở Việt Nam, chổi này thường là chổi tre có cán dài tạo cho người quét rác có tư thế thoải mái, không phải khom lưng trong khi làm việc.

c Xẻng hót rác

Xẻng hót rác bao gồm 2 loại chính: loại dùng cho gia đình và loại dùng cho công nhân quét rác. Loại dùng cho gia đình có cán ngắn khoảng 20cm, làm bằng nhựa hoặc bằng kim loại (tôn, nhôm,...). Loại dành cho công nhân quét rác có cán dài, làm bằng kim loại cứng và to hơn loại xẻng dùng cho gia đình.

Loại xẻng này còn được dùng để xúc bùn, xúc cát, đất, v.v...

d. Giày, ủng, găng tay, khẩu trang, kính, mũ, quần áo

Các loại bảo hộ lao động này nhằm giúp công nhân dọn rác bảo vệ da, ngăn ngừa bụi, mùi hôi xâm nhập vào đường hô hấp. Đặc biệt quan trọng đối với những công nhân phải thu dọn các loại chất thải rắn độc hại như chất thải rắn bệnh viện, hóa chất v.v...

e. Xe đẩy tay

Ở các thành phố, thị xã, thị trấn của Việt Nam, các công ty môi trường đô thị đã trang bị các xe đẩy tay có thùng đựng rác khoảng $0,5m^3$. Cứ 2 - 3 công nhân quét rác phụ trách 1 xe đẩy tay.

11.1.2. Phương tiện vận chuyển rác

Ngày nay các phương tiện vận tải như ô tô, tàu hỏa, xà lan được sử dụng để chở rác đến khu vực xử lý, tái chế, bãi thải.

Ô tô tải có nhiều loại khác nhau về trọng tải, kiểu dáng thiết kế, thiết bị kèm theo. Một số loại ô tô tải chở rác như: ô tô tải thường có gắn thùng phía sau để chở rác rời, xe moóc, xe tải chở các thùng đựng rác, xe tải có gắn thiết bị (khung) đỡ thùng rác tự động, xe tải đồ rác có thiết bị nén ép tự động v.v...

Tàu hỏa, goòng chuyên sử dụng để chở rác từ trạm trung chuyển đến bãi rác. Sử dụng các phương tiện chở rác cần đạt các yêu cầu sau đây:

- + Chi phí thấp.
- + Phương tiện chở rác phải được che đậy.
- + Cần có quy định những con đường dành cho xe chở rác.
- + Đảm bảo trọng tải, tốc độ.

11.2. HỆ THỐNG, CÁC PHƯƠNG THỨC THU DỌN RÁC

11.2.1. Các loại dịch vụ thu dọn rác

a. Dịch vụ thu gom rác tại các khu dân cư

Dịch vụ này phụ thuộc vào loại nhà ở, loại khu tập thể, nhà cao tầng,... Đối với nhà ít tầng có các loại dịch vụ như sau: Lề đường: theo kiểu dịch vụ này thì gia đình đưa thùng rác (sọt rác) của mình đổ vào điểm đổ rác lề đường trong ngày thu gom rác.

Ngõ hay hành lang.

Để sẵn thùng rác (bao plastic đựng rác): các gia đình có thể để thùng rác hay bao plastic đựng rác ở nơi thích hợp tạo điều kiện cho nhân viên thu dọn tiếp cận với thùng, bao đựng rác.

Phía sân sau: người dọn rác có nhiệm vụ đi vào sân từng gia đình để lấy rác.

b. Phương thức đổ thùng rác, lấy rác

Hiện nay ở các thành phố, thị xã, thị trấn ở nước ta, việc thu dọn rác được tiến hành như sau: đến ngày thu dọn rác, thông thường người dọn rác (thu rác) đẩy xe (xe

tay) đi dọc theo phố mà mình chịu trách nhiệm thu rác gia đình. Hiện nay ô tô tải có thùng đi dọc phố để nhận rác từ gia đình. Khi có chuông, xe thu rác qua nhà nào thì nhà đó đưa sọt rác đổ vào xe.

Người thu dọn rác còn có nhiệm vụ quét rác đường phố, khu vực công cộng nơi mình chịu trách nhiệm. Hiện nay người quét rác được trang bị chổi cán dài và xe tay.

11.2.2. Loại hệ thống thu dọn chất thải rắn thành phố

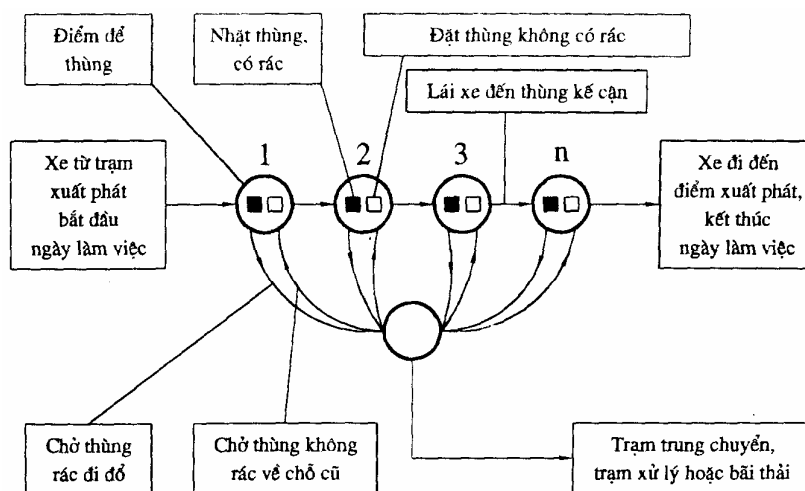
Trong thực tế có nhiều loại hệ thống thu dọn chất thải rắn nhưng có thể chia làm hai loại hệ thống chính dựa trên hình thức hoạt động, thiết bị sử dụng và loại chất thải rắn thu gom.

a. Hệ thống chở thùng (HCS)

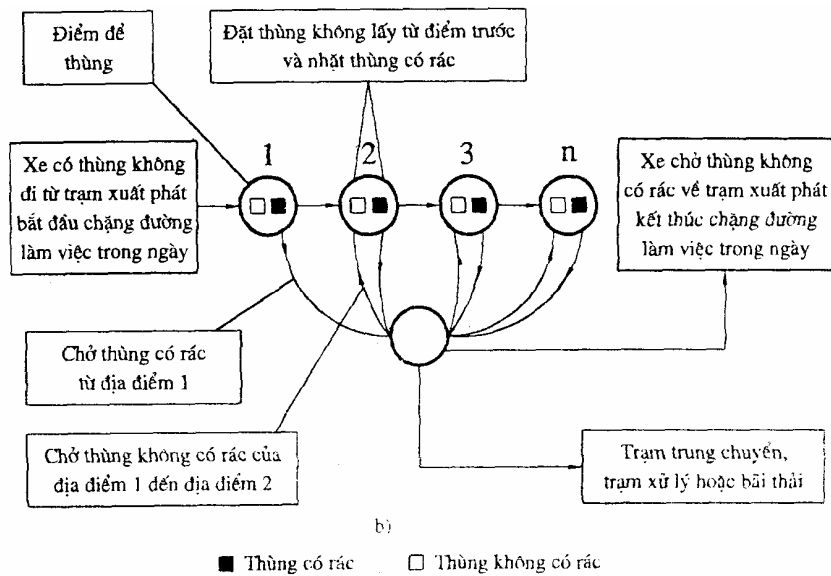
Trong hệ thống này thùng có rác được chở đến địa điểm bãi rác, tại bãi rác được dỡ ra sau đó thùng chứa này hoặc được chở về chỗ cũ hoặc được đưa đến chỗ khác (hình 11.1).

Thiết bị thu gom rác: có 3 hệ thống thiết bị thu gom rác sử dụng trong hệ thống vận chuyển thùng:

- (i) Xe tải có hệ thống găng nâng cơ học (hoist truck mechanism).
- (ii) Xe tải có khung nghiêng (track with tilt-frame loading).
- (iii) Xe moóc chở các chất thải rắn nặng như gạch vỡ, đất, cát, que gỗ.



a)



Hình 11.1. Sơ đồ hoạt động của hệ thống thùng được chở
(a) Hệ thống quy ước; b) Hệ thống đổi thùng

Xác định các thông số trong hệ thống chở thùng:

$$T_{hcs} = \frac{P_{hcs} + s + h}{1 - W} \quad (1)$$

Ở đây:

T_{hcs} : thời gian cho một chuyến đối với hệ thống thùng được chở (giờ/chuyến)

P_{hcs} : thời gian nhặt cho một chuyến đối với hệ thống thùng được chở (giờ/chuyến)

s : thời gian tại địa điểm đặt thùng (giờ/chuyến)

h : thời gian chuyển chở (đi lại) (giờ/chuyến)

W : thời gian lãng phí không làm ra sản phẩm

Thời gian chuyển chở h trong công thức (1) có thể tính như sau:

$$h = a + bx \quad (2)$$

ở đây:

a : hằng số kinh nghiệm không đổi (giờ/chuyến)

b : hằng số kinh nghiệm không đổi (giờ/km)

x : khoảng cách tuyến vận chuyển (km/chuyến)

Kết hợp hai phương trình (1) và (2) trên ta có:

$$T_{hcs} = \frac{P_{hcs} + s + a + bx}{1 - W} \quad (3)$$

Thời gian nhặt thùng đổ và đặt thùng trong hệ thống thùng được chở được tính theo công thức sau:

$$P_{hcs} : (PC + UC + dbc) \quad (4)$$

Ở đây:

PC: thời gian cần thiết để nhặt thùng đã nạp rác (giờ/chuyến)

UC: thời gian cần thiết để đổ thùng rác (h/chuyến)

dbc: thời gian cần thiết để lái xe đi đến các điểm có thùng rác (giờ/chuyến)

Trong hệ thống thùng được chở, số lượng chuyến cho một xe trong 1 ngày được tính như sau:

$$N_d = \frac{(1 - W)H}{P_{hes} + s + a + bx} \quad (5)$$

Ở đây:

N_d : số chuyến trong 1 ngày (chuyến/ngày)

H: thời gian làm việc trong một ngày (giờ/ngày)

Giả sử biết được số thùng rác được đổ trong một tuần thì thời gian cần thiết trong tuần được tính theo công thức sau:

$$D_w = \frac{t_w(P_{hes} + s + a + bx)}{(1 - W)H} \quad (6)$$

Ở đây:

D_w : thời gian cần thiết trong một tuần (số ngày/tuần)

t_w : số nguyên chuyến trong một tuần (chuyến/tuần)

Số chuyến trong tuần có thể được tính như sau:

$$N_w = \frac{V_w}{c \cdot f} \quad (7)$$

Ở đây:

N_w : số chuyến trong tuần (chuyến/tuần)

V_w : lượng rác thải ra hàng tuần (m^3 /tuần)

C: kích thước trung bình của thùng đựng rác (m^3 /chuyến)

f: yếu tố sử dụng thùng (theo trọng lượng trung bình).

f có thể hiểu là một phần nhỏ thể tích thùng rác thải chiếm mất.

b. Hệ thống để thùng tại chỗ (Statuinary container system – SCS)

Trong hệ thống này, các thùng sử dụng để chứa rác được để tại chỗ có rác, trừ trường hợp khi có khoảng cách ngắn đến xe thu dọn rác (hình 11.2).

Có hai loại hệ thống thiết bị thu dọn rác chính:

(i) Hệ thống xúc ép hoạt động xúc rác và đổ rác tự động.

(ii) Hệ thống trong đó việc đổ rác vào xe chủ yếu bằng tay.

Xác định các thông số

Trong hệ thống này có hai hình thức đổ rác: bằng thủ công (tay) và bằng cơ học, do đó cách tính thời gian, số chuyến, số xe cần để chuyên chở rác cũng khác nhau.

Đổ rác bằng cơ học (xe).

$$T_{scs} = \frac{P_{scs} + S + a + bx}{1 - W} \quad (8)$$

Ở đây:

T_{scs} : Thời gian của một chuyến cho hệ thống thùng đặt tại chỗ (giờ/chuyến)

P_{scs} : Thời gian nhặt cho một chuyến trong hệ thống đặt thùng tại chỗ (giờ/chuyến)

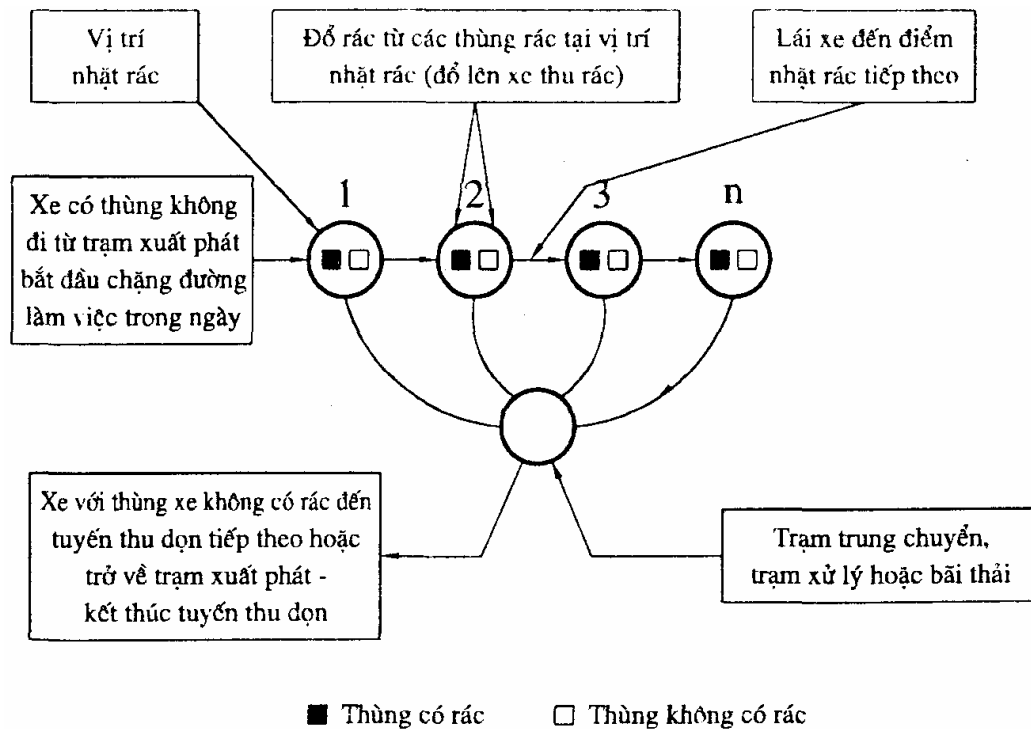
S : Thời gian tại điểm rác trong 1 chuyến (giờ chuyến)

a : Hệ số kinh nghiệm không đổi (giờ/chuyến)

b : Hệ số kinh nghiệm không đổi (giờ/km)

X : Độ dài của tuyến dọn rác/chuyến (km/chuyến)

W : Thời gian lãng phí, không làm ra sản phẩm



Hình 11.2. Sơ đồ phối hợp hoạt động cho hệ thống để thùng tại chỗ (theo tài liệu 12)

Trong hệ thống này, thời gian P_{scs} được tính như sau:.

$$P_{scs} = C_t(uc) + (n_p - 1)dbc \quad (3)$$

Ở đây:

C_t : Số lượng thùng đổ hết rác trong một chuyến (thùng/chuyến)

uc : Thời gian trung bình xúc rác (đỡ, ra khỏi) một thùng (giờ/thùng)

n_p : số điểm nhặt thùng trong một chuyến

dbc : Thời gian trung bình để lái xe từ điểm này đến điểm tiếp theo (giờ/điểm).

Số thùng có rác được đem đi đổ trên một chuyến thu dọn có liên quan trực tiếp đến khối lượng (thể tích) của xe thùng và tỷ lệ ép nén có thể đạt được. Số thùng đó có thể xác định:

$$C_t = \frac{V \cdot r}{c \cdot f} \quad (10)$$

Ở đây:

C_t là số lượng thùng đã đổ hết rác (thùng/chuyến)

V là thể tích thùng xe (m^3 /chuyến)

r là tỷ lệ nén

C là thể tích thùng rác (m^3 /chuyến)

f là yếu tố sử dụng thùng cân

Số chuyến cần thiết trong một tuần N_w được tính bằng công thức sau:

$$N_w = \frac{V_w}{V_r} \quad (11)$$

Ở đây: N_w là số chuyến thu gom trong tuần (chuyến/tuần)

V_w là lượng rác thải (mtuần)

Thời gian cần thiết trong một tuần có thể xác định bằng công thức sau:

$$D_w = \frac{(N_w)P_{hes} + t_w(S + a + bx)}{(1 - W)H} \quad (12)$$

Ở đây:

D_w là thời gian cần thiết trong tuần (ngày/tuần)

t_w là giá trị của (N_w) được làm tròn tới số nguyên cao nhất mặc dù trong chuyến cuối cùng có thể xe chở rác không có đủ rác để chở nhưng trọn bộ chuyến đi đến bãi đổ rác vẫn được tính.

H là khoảng thời gian của ngày làm việc (giờ/ngày)

c. Xe nạp rác thủ công

Nếu thu dọn rác bằng xe nạp rác thủ công thì việc tính toán một thông số có thể tiến hành như sau: Giả sử H là khoảng thời gian làm việc trong một ngày và số chuyến cần có trong một ngày cũng được biết hoặc đã định sẵn, thời gian cần thiết để nhặt rác có thể tính theo công thức sau:

$$H = \frac{N_d(P_{scs} + S + a + bx)}{1 - W} \quad (13)$$

Ở đây:

N_d : Số chuyến thu dọn trong một ngày (chuyến/ngày)

Số điểm nhặt rác trong một chuyến thu dọn, N_p (điểm/chuyến) được tính theo công thức:

$$N_p = \frac{60P_{scs} n}{tp} \quad (14)$$

Ở đây:

60 : Đổi 1 giờ ra phút, 60 phút/giờ

n : Số người thu dọn (người)

t_p : Thời gian nhặt tại một điểm (người - phút/điểm)

11.2.3. Tuyến thu dọn

Nếu phương tiện và lực lượng lao động đã xác định thì tuyến thu dọn cũng phải được bố trí để làm sao hai thành phần nêu trên được sử dụng một cách có hiệu quả nhất. Nhìn chung bố trí tuyến thu dọn là việc làm có tính thử nghiệm và còn sai sót. Tất nhiên không có một quy luật định sẵn nào có thể áp dụng cho tất cả mọi tình huống. Một vài yếu tố sau đây có thể xét tới khi bố trí các tuyến thu dọn:

1. Cần nắm được các chính sách, quy định hiện có liên quan đến các hạng mục trong quản lý rác (thu dọn rác, số lần thu dọn trong tuần).
2. Cần phải kết hợp các điều kiện hiện có như cỡ nhóm, loại xe, v.v...
3. Tuyến thu dọn có thể được bố trí sao cho tuyến bắt đầu và kết thúc gần những đường chính (phố chính - arterial streets). Sử dụng vật cản vật lý hay địa hình làm ranh giới của tuyến.
4. Ở khu vực miền núi, tuyến thu dọn nên bắt đầu từ đỉnh dốc và đi dần xuống chân dốc (downhill) ở đó xe bắt đầu bốc nạp rác.
5. Tuyến thu dọn nên bố trí làm sao để thùng rác cuối cùng trên tuyến được đặt ở địa điểm gần nhất với bãi đổ rác.
6. Rác thải tại địa điểm giao thông dày đặc (confested) cần được thu dọn vào thời gian sớm nhất trong ngày.
7. Những khu vực có nhiều rác thải cần phải thu dọn trước (vào đầu buổi sáng của ngày làm việc).
8. Đối với các điểm nằm rải rác có tượng rác ít thì có thể thu dọn trên cùng một tuyến hay trong một ngày làm việc.

Bố trí tuyến thu dọn

Trong khi bố trí tuyến thu dọn cần phải quan tâm đến các bước sau đây:

1. Chuẩn bị bản đồ khu vực trong đó có chứa số liệu về điểm rác, nguồn rác.
2. Phân tích số liệu, các bảng tổng hợp về khối lượng rác, thành phần lý, hoá, cơ học của rác.
3. Bố trí sơ bộ tuyến thu dọn.

4. So sánh tuyến sơ bộ và mở rộng, phát triển tuyến cân đối theo thử nghiệm và sai sót.

Thí dụ về bước 1 : Lập ký hiệu trên sơ đồ tuyến thu dọn

Hệ thống thùng đặt tại chỗ

Hệ thống thùng	Xe nạp rác chở	Nạp rác bằng tay
$\frac{F}{N}$	$\frac{SW}{(N/F)}$	○ ● □ ■ △ ▲

trong đó:

F: Tần số thu dọn rác

N: Số lượng thùng đựng rác

SW: Lượng rác được thu gom (m³/chuyến)

O: 1 thùng, 1 lần trong tuần

□; 2 thùng, 1 lần trong tuần

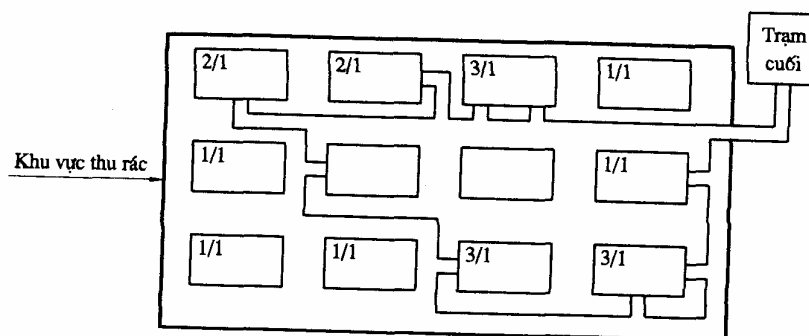
△: Phục vụ không hạn định, 1 lần trong tuần

●: 1 thùng, 2 lần trong tuần

■: 2 thùng, 2 lần trong tuần

▲: Phục vụ không hạn định, 2 lần trong tuần

Thí dụ về bước 2:



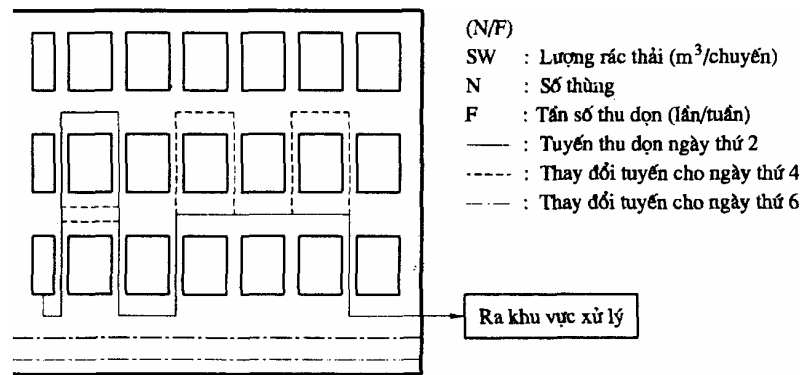
F/N: 2/1

F : Tần số thu dọn (lần/tuần)

N : Số lượng thùng

—: Tuyến thu dọn điển hình cho ngày thứ hai

Hình 11. 3. Sơ đồ chức năng sử dụng khu vực



Hình 11.4. Sơ đồ thu dọn rác cho khu vực thương mại

Lịch hoạt động (thu gom rác)

Trong hoạt động thu dọn rác, cần phải có lịch cho từng ca, kíp, tuyến thu dọn. Đặc biệt người lái xe đến các điểm rác cần có trong tay lịch trình (giờ, điểm lấy rác v.v...), có lịch trình tốt thì công việc thu dọn mới có hiệu quả cao.

11.2.4. Kỹ thuật phân tích hệ thống thu gom chất thải rắn

Sự quan tâm về phân tích hệ thống thu dọn rác nảy sinh từ thực tế là phải nâng cao chất lượng hoạt động của hệ thống hiện có và mở rộng kỹ thuật xử lý số liệu mà có thể sử dụng để thiết kế đánh giá các hệ thống mới trong tương lai. Những năm trước đây việc thiết kế và hoạt động của hệ thống thu dọn rác chủ yếu dựa vào kinh nghiệm và trực giác.

Kỹ thuật phân tích tiên trên bao gồm

a. Phân tích hệ thống

Phân tích hệ thống có liên quan đến sự lựa chọn các mối quan hệ hợp lý, quy trình và các thành phần để đạt được một mục tiêu riêng biệt nào đó. Tất nhiên, định nghĩa này mang tính chất chung và áp dụng cho nhiều lĩnh vực khác nhau. Có thể áp dụng phân tích hệ thống trong thiết kế hệ thống thu dọn chất thải rắn hay trong sự lựa chọn tổ hợp thiết bị xử lý chất thải rắn. Kỹ thuật điều tra, kỹ thuật phân tích hệ thống nghiên cứu hoạt động, mô phỏng, v.v... có thể được sử dụng rộng rãi trong việc phân tích hệ thống.

b. Nghiên cứu hoạt động

Nghiên cứu hoạt động được phát triển trong lĩnh vực quân sự ở Anh ngay từ những năm 40 của thế kỷ XX. Nói chung, nó là cách tiếp cận khoa học khi đưa ra quyết định cho bất cứ hệ thống có tổ chức nào. Nghiên cứu hoạt động có thể bao gồm:

1. Hình thành vấn đề.
2. Xây dựng mô hình toán học để trình bày hệ thống đang được nghiên cứu.
3. Tìm lời giải từ mô hình.
4. Kiểm tra mô hình và lời giải thu được từ mô hình.
5. Thiết lập kiểm tra trên lời giải.

6. Đưa lời giải vào công việc thực hiện.

c. Mô phỏng

Mô phỏng có thể được hiểu là sự tiến hành thí nghiệm bao gồm vật lý, sự tương đồng hay mô hình biểu tượng được sử dụng để mô tả câu trả lời của hệ thống (hay các hợp phần của nó) đang được nghiên cứu. Trong khi nghiên cứu hoạt động người ta quan tâm nhiều đến xây dựng và tìm lời giải của mô hình toán học. Để trình bày những hệ thống thực tế thì mô phỏng được sử dụng để mô tả hoạt động của cả hệ thống thực tế lẫn hệ thống đề xuất theo các thành phần riêng lẻ. Theo một vài tài liệu thì thí nghiệm tiến hành với mô hình bởi vì thử nghiệm trên bất cứ một hệ thống thu dọn chất thải rắn hiện tại có thể không thực thi được, bằng mô phỏng hoạt động của một hệ thống được đề xuất có thể được sử dụng để dự báo nó và để nghiên cứu các ảnh hưởng của việc thay đổi về xe cộ, tuyến, trạm trung chuyển và địa điểm đổ rác.

Mô hình có thể được định nghĩa như sau: là sự mô tả, biểu diễn một số đối tượng nghiên cứu (chẳng hạn các mục tiêu, sự việc, quá trình, hệ thống). Thông thường thì những mô hình như thế được sử dụng cho mục đích kiểm tra hoạt động hay dự báo. Một số loại mô phỏng cơ bản được sử dụng cho mục đích mô tả như: tương đồng, hình tượng, ký hiệu (iconic, analog, symbolie).

d. Áp dụng

Những kỹ thuật nêu trên đã được áp dụng để:

1. Đánh giá hệ thống hiện có.
2. Thiết kế các hợp phần mới trong hệ thống hiện có.
3. Thiết kế hệ thống đề xuất mới.

11.2.5: Bom động trung chuyển rác

Trong lĩnh vực quản lý rác thải, khâu chuyển dời và vận tải rác cũng đóng vai trò hết sức quan trọng. Khâu này liên quan đến thiết bị, phương tiện dời rác từ các điểm gom rác nhỏ, từng xe ô tô rác đến các khu vực lớn hơn hay đến xe ô tô rác to hơn và cuối cùng chở rác từ các điểm trung gian đó đến bãi thải rác của thành phố hay đến khu tái chế rác.

a. Sự cần thiết có các hoạt động trung gian trong vận chuyển chất thải rắn

Hoạt động trung gian này (trung chuyển) có thể áp dụng thành công cho hầu hết các loại hệ thống thu dọn rác. Các yếu tố tạo ra việc sử dụng hoạt động trung chuyển bao gồm:

- + Sự hình thành các bãi đổ rác không hợp lệ và có nhiều rác thải.
- + Địa điểm bãi rác của thành phố nằm tương đối xa tuyến thu dọn (thông thường trên khoảng 10 dặm).
- + Sử dụng các xe ô tô có sức chứa nhỏ.
- + Mật độ khu nhà ở thấp hoặc khoảng cách đường đi xa.

+ Sử dụng rộng rãi các loại thùng thu rác có cỡ trung bình từ các nguồn thương mại.

+ Sử dụng hệ thống thu dọn thủy lực.

b. Trạm trung chuyển

Trạm trung chuyển đóng vai trò bán hoàn thành (hoàn thành một phần công việc) vận chuyển rác đến khu vực bãi thải của thành phố hay đến khu vực xử lý, tái chế rác. Trạm trung chuyển đảm nhiệm nhận rác từ các điểm rác nhỏ, từ các loại xe nhỏ rồi chuyển nó bằng thiết bị lớn hơn đến bãi thải chung. Phân loại các trạm trung chuyển rác theo kích thước của nó.

Bé: ít hơn 100 tấn/ngày

Trung bình: 100 - 500 tấn/ngày

Lớn: trên 500 tấn/ngày

Các yếu tố cần quan tâm khi thiết kế trạm trung chuyển rác:

- Kiểu hoạt động trung chuyển đang được sử dụng.
- Yêu cầu về khả năng hoạt động.
- Yêu cầu về thiết bị và phụ tùng.
- Yêu cầu về vệ sinh.

Loại trạm trung chuyển

Dựa trên phương pháp (cách) bốc dỡ rác lên ô tô vận tải, có thể chia các trạm trung chuyển thành 3 loại như sau:

Thải trực tiếp.

Gom giữ thải.

Kết hợp cả hai loại thải trực tiếp và gom giữ rác thải.

c. Địa điểm của trạm trung chuyển

Tùy thuộc vào điều kiện (sử dụng đất...) địa điểm của trạm trung chuyển nên:

- Gần trung tâm của từng Chu sản xuất ra rác.
- Trong khu vực dễ đi vào các tuyến đường cao tốc chính cũng như gần với phương tiện vận tải cấp hai bổ sung.
- Ở khu vực ít các ý kiến phản đối về cộng đồng và môi trường đối với hoạt động trung chuyển.
- Ở nơi mà việc xây dựng và hoạt động (trung chuyển) là kinh tế nhất.

Chương 12

PHÂN LOẠI VÀ GIẢM KÍCH THUỐC CHẤT THẢI RẮN

Công nghệ chế biến chất thải rắn đóng vai trò quan trọng nhằm nâng cao hiệu quả của hệ thống quản lý chất thải rắn. Mục đích của công nghệ này nhằm tận thu các phế thải, tạo ra các nguyên liệu, bán thành phẩm, thành phẩm, năng lượng.

12.1. PHÂN LOẠI CHẤT THẢI RẮN

Trước khi chất thải rắn được sử dụng lại (reuse), tái chế (recovery), làm nguyên liệu cho sản xuất công nghiệp, làm phân compost, tạo khí mê tan, cần thiết phải qua giai đoạn phân loại. Hoạt động phân loại chất thải rắn có thể được tiến hành tại các hộ gia đình, các điểm trung chuyển, các bãi thải.

Tại các hộ gia đình

Phân loại chất thải rắn tại các hộ gia đình là bước đầu tiên giúp cho công tác xử lý tiếp theo được thuận lợi hơn. Đây là hoạt động mang tính hợp tác của mỗi người dân với cơ quan phụ trách vệ sinh môi trường khu vực. Ngay tại các gia đình, chung cư, các chất thải rắn đã được phân loại có thể theo đặc điểm lý, hóa hoặc theo kích thước của nó. Thí dụ: túi đựng riêng rác thực phẩm, túi dành cho giấy loại, báo cũ, túi đựng chai mảnh thủy tinh vỡ...

Ở các nước phát triển việc phân loại chất thải rắn tại gia đình đã trở thành quy định và mọi gia đình đều tuân thủ.

- **Tại các điểm tập trung rác trung gian, trạm trung chuyển**

Trong trạm trung chuyển, công tác phân loại rác được tiến hành. Tại đây người ta phân loại rác bằng các phương pháp như ly tâm, thổi khí, từ tính và các thiết bị kèm theo.

Ở các đô thị của nước ta, trạm trung chuyển rác chưa được hình thành mà đang tồn tại các điểm rác tạm thời là nơi tập trung rác thu gom được từ 1 hay 2, 3 đường phố, khu chung cư v.v... Thời gian lưu giữ của những đồng rác này chỉ khoảng 2 - 3 giờ, sau đó nó được chở đến bãi thải chung của địa phương.

- **Phân loại rác tại bãi thải**

Ở các nước phát triển, loại rác thải không còn được sử dụng vào mục đích nào khác sẽ được chở đến bãi thải và được chôn lấp cẩn thận. Do đó công tác phân loại ít được tiến hành tại đây.

Nhưng ở nước ta, nhặt rác (một hình thức phân loại rác) không chỉ tiến hành tại các bãi rác tập trung của đô thị mà còn được thực hiện tại các điểm đổ rác nhỏ trong thành phố, thị xã.

Hàng ngày những người nhặt rác đào bới các đồng rác để thu nhặt những loại rác có thể sử dụng được cho nhiều mục đích khác nhau. Công việc này thực hiện chủ yếu bằng tay và không an toàn về mặt vệ sinh.

Phương pháp và thiết bị phân loại rác

• Phương pháp thủ công

Trong phương pháp này người phân loại dùng tay để nhặt từng loại rác theo mục đích. Các công cụ thô sơ được sử dụng kèm theo như que gắp, xẻng bới rác, xúc rác...

• Phân loại bằng luồng khí thổi

Phương pháp này sử dụng trong sản xuất công nghiệp, nhằm tách các vật liệu, các sản phẩm hỗn hợp khô. Trong phân loại chất thải có trọng lượng nhẹ (hữu cơ) lẫn chất thải rắn có trọng lượng nặng hơn (vô cơ) người ta sử dụng phương pháp khí thổi rất có hiệu quả.

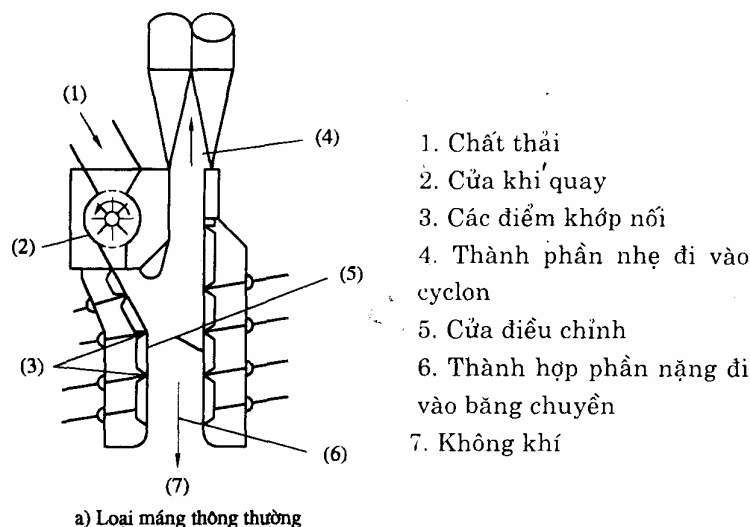
Thiết bị thổi khí hình 12.1: Loại máng quy ước, loại đường ống Zigzag, loại đường ống rung hờ.

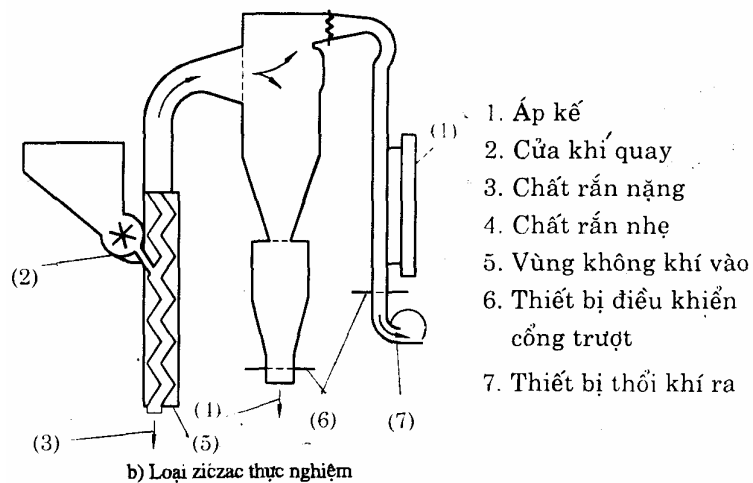
• Phân loại bằng từ tính

Phương pháp này dựa vào đặc tính hút kim loại (sắt) của nam châm để tách kim loại thải với các thành phần phi kim loại khác trong đồng rác. Phương pháp phân loại này được sử dụng đối với chất thải rắn sau khi đã nghiền và trước khi đưa vào hệ thống phân loại bằng thổi khí hoặc cả sau khi nghiền và thổi khí.

Nếu thiết bị có đầu nam châm lớn thì có thể sử dụng cả đối với chất thải rắn trước khi đập, nghiền.

Phương pháp từ tính cũng được áp dụng để hút kim loại từ tro tàn sau khi thiêu đốt chất thải rắn và cả ở bãi thải.





Hình 12. 1. Các thiết bị phân loại bằng thổi khí điển hình

Thiết bị có mang từ tính (hình 12.2) để phân loại chất thải rắn bao gồm: loại đặt lơ lửng (suspended magnetic drum), loại băng từ tính (belt type magnetic separator) hoặc phân loại bằng 2 trống từ.

• Sàng phân loại chất thải rắn

Đối với phân loại chất thải rắn hỗn hợp nhiều thành phần có kích thước khác nhau người ta sử dụng hệ thống sàng động hoặc tĩnh nhiều lớp. Sàng phân loại sử dụng cho cả chất thải rắn khô lẫn ướt, nặng và nhẹ. Thông thường phương pháp này được áp dụng đối với chất thải rắn trước và sau khi đập, nghiền và sau khi phân loại bằng thổi khí.

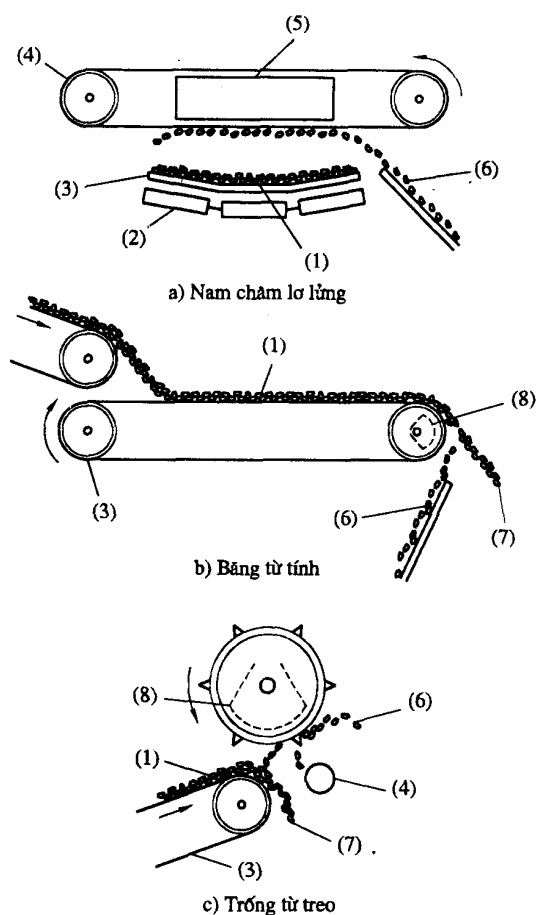
Thiết bị sàng bao gồm các loại như sau: loại sàng rung (vibrating screen), loại sàng hình trụ tròn quay (rotary drum screen).

Ngoài các phương pháp phân loại chất thải rắn nói trên, người ta còn áp dụng các phương pháp khác như "rác nổi trong nước" (flotation process), "quán tính" (inertial), "quang học" (optical sorting) hoặc tĩnh điện (electrostatic), v.v...

12.2. GIẢM KÍCH THƯỚC CHẤT THẢI RẮN

Giảm kích thước chất thải rắn là giảm thể tích, có (size) trọng lượng từ lớn xuống bé. Giảm thể tích, cỡ có thể không làm thay đổi trọng lượng của chất thải rắn (nếu là chất thải rắn khô) nhưng khi làm giảm trọng lượng thì sẽ giảm đáng kể về thể tích.

Giảm kích thước chất thải rắn nhằm nâng cao hiệu quả thu gom, vận chuyển chất thải rắn: thu gom, vận chuyển được nhiều chất thải rắn hơn, sử dụng ít chuyến xe hơn, giảm thời gian đi lại và chi phí. Tại bãi thải giảm thể tích chất thải rắn nhằm tăng thời gian hoạt động và giảm diện tích đất của bãi thải.



- | | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| 1 Chất thải rắn từ thiết bị chặt mảnh | 5 Nam châm cố định treo |
| 2. Trục lăn | 6. Vật liệu sắt |
| 3. Dải băng chuyển | 7. Vật liệu phi sắt |
| 4. Dải băng liên tục | 8. Nam châm điện |

Hình 12.2. Thiết bị tách nam châm điện hình

a. Công nghệ nén, ép

Nén, ép nhằm làm giảm thể tích ban đầu của chất thải rắn.

Các yếu tố sau đây cần xem xét khi lựa chọn thiết bị nén ép:

Đặc điểm của rác cần phải ép nén (bao gồm kích thước, thành phần, độ ẩm, mật độ rác).

- Phương pháp chuyển rác và nạp rác vào thiết bị ép nén.
- Phương pháp gom giữ và sử dụng rác đã nén ép.
- Đặc điểm thiết kế thiết bị ép, nén.
- Đặc điểm hoạt động bao gồm yêu cầu về năng lượng, yêu cầu cơ chế làm việc về bảo dưỡng, về mức độ tiếng ồn, yêu cầu về kiểm soát ô nhiễm khí và nước.

Công nghệ nén, ép được sử dụng trong khâu trung chuyển và đổ thải tại bãi

- Thiết bị nén, ép: lựa chọn thiết bị nén ép thích hợp cho từng loại chất thải rắn sau đây:

- + Bụi nhẹ (đùng cho khu vực nhà ở).
- + Rác công nghiệp nhẹ, thương mại.
- + Rác công nghiệp nặng.
- + Trong trạm trung chuyển.

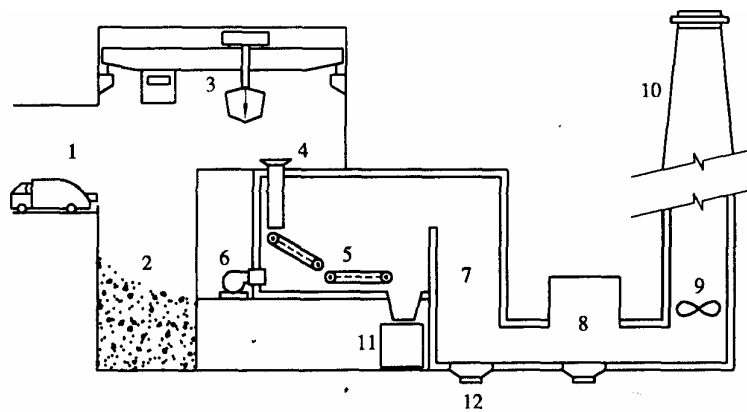
- Máy ép dùng trong trạm trung chuyển có thể còn phân ra nhiều loại tùy thuộc vào độ nén ép áp lực:

- + Áp lực nhỏ hơn $100 \text{ lb/in}^2 = 0,45 \text{ kg}$, ($\text{in} = 2,54\text{cm}$)
- + Áp lực cao hơn 100 lb/in^2

Đối với thiết bị nén ép lớn, rác có thể được ép, nén: (1) trực tiếp vào xe vận tải; (2) vào những thùng thép; (3) vào một buồng thép được thiết kế đặc biệt.

b. Công nghệ thiêu đốt

Thiêu đốt rác cũng được áp dụng để làm giảm thể tích ban đầu của các loại chất thải rắn cháy được. Sử dụng công nghệ này có thể giảm thể tích từ 80 đến 90%. Trong quá trình thiêu đốt, vấn đề ô nhiễm không khí cần được quan tâm một cách thích đáng. Sản phẩm của quá trình thiêu đốt chất thải rắn là tro tàn. Nếu công việc phân loại chất thải rắn được thực hiện tốt và loại chất thải rắn đưa vào lò thiêu là chất hữu cơ thì tro tàn nên được sử dụng để làm phân bón. Thiết bị lò thiêu chất thải rắn đó được trình bày trong hình 12.3.



*Hình 12.3. Lò thiêu chất thải thành phố
với phương pháp nạp liên tục*

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. Xe thùng rác | 7. Buồng đốt |
| 2. Thùng chứa | 8. Thiết bị lọc |
| 3. Cản nâng | 9. Quạt |
| 4. Phễu nhận | 10. Ống khói |
| 5. Sàn di chuyển | 11. Phễu hứng vật liệu thừa |
| 6. Quạt | 12. Kênh thải tro |

c. Công nghệ nghiền, cắt, băm nhỏ

Sử dụng công nghệ này nhằm biến những chất thải rắn có kích thước lớn thành những mảnh, cục vụn nhỏ, nhằm nâng cao hiệu quả thu gom và vận chuyển. Thí dụ: các hộp giấy to, các mảnh bê tông, hòn đá, bàn, ghế... cần phải được cắt, chặt, đập nhỏ.

Công nghệ đập, nghiền nhỏ đã được áp dụng cho một số ngành công nghiệp như sản xuất xi măng, sản xuất giấy, v.v...

Thiết bị nghiền, chặt

Để tăng hiệu quả của hoạt động nghiền chặt cần phải quan tâm đến các yếu tố sau đây:

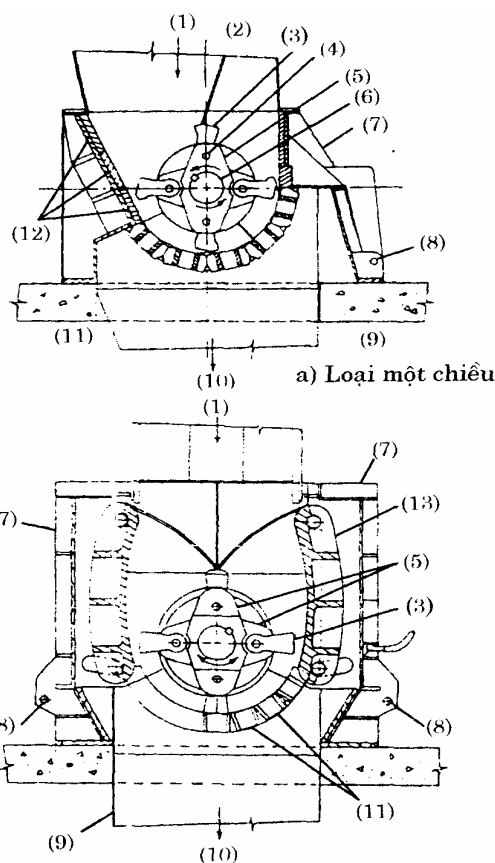
- + Đặc điểm rác được chặt mảnh và đặc điểm rác sau khi chặt nhỏ.
- + Yêu cầu kích thước chặt nhỏ.
- + Phương pháp nạp rác vào máy chặt nhỏ.
- + Loại hoạt động.
- + Đặc điểm hoạt động bao gồm yêu cầu về năng lượng, cơ chế làm việc, bảo dưỡng, tiếng ồn, ô nhiễm không khí, nước.
- + Địa điểm bao gồm: Không gian, độ cao, yếu tố hạn chế về môi trường.
- + Cất giữ chất thải rắn sau khi đã làm giảm kích thước...

Một số thiết bị nghiền, chặt điển hình được trình bày ở hình 12.4.

b. Đĩa đập nhỏ thuận nghịch

Hình 12.4. Thiết bị đập nhỏ để giảm kích thước chất thải rắn

1. chất thải rắn
2. Phễu chứa
3. Búa ra.
4. Vít búa
5. Đĩa
6. Trục
8. Bàn lề nắp đập
9. Phễu chứa rác đã đập
10. Rác đã đập nhỏ
11. Sàng
12. Tấm chắn có thể di chuyển
13. Đĩa đập nhỏ thuận nghịch



Chương 13

CHẾ BIẾN CHẤT THẢI RẮN VÀ BÃI THẢI

13.1. CÁC MỤC ĐÍCH SỬ DỤNG CHẤT THẢI RẮN

Sử dụng lại, làm nguyên liệu cho một số ngành công nghiệp, thủ công nghiệp, làm nhiên liệu, chất đốt, vật liệu xây dựng, làm phân bón, làm thức ăn cho gia súc... là những hoạt động nhằm tận dụng và giảm thiểu khối lượng chất thải rắn.

a. Sử dụng lại: Nhiều loại chất thải rắn được sử dụng lại mà không cần thêm kỹ thuật nâng cấp, tái chế.

Loại chất thải rắn này sau khi sử dụng đang còn nguyên vẹn, chất lượng tốt, bao gồm: chai thủy tinh, chai, hộp, túi plastic, đồ dùng không thích hợp, cũ của chủ nhân này được chuyển sang cho chủ nhân khác v.v...

b. Tái chế. Một số loại chất thải rắn được sử dụng như là một phần nguyên liệu, phụ gia cho nhiều ngành sản xuất công nghiệp, thủ công nghiệp như: thủy tinh vỡ, lốp xe hỏng, nhựa hỏng, sắt, xỉ than (làm phụ gia cho sản xuất xi măng) v.v...

c. Làm chất đốt: Rơm, rạ, lá cây, cành cây, que tre, nứa, gỗ, mặt cưa, vỏ bào... là nguồn chất đốt rất tốt. Từ trước đến nay ở nông thôn nước ta, đặc biệt ở các tỉnh đồng bằng sông Hồng các chất thải nói trên đóng vai trò rất quan trọng trong cân cân sử dụng chất đốt.

d. Vật liệu xây dựng. Gạch, ngói vỡ, xỉ than,... được sử dụng để rải đường nông thôn, ngõ phố hẹp, gạch ba banh được làm từ xỉ than trộn với xi măng, vôi.

f. Làm thức ăn cho gia súc: Rơm, rạ, dây khoai lang, cây lạc, rác thực phẩm như cơm, rau thừa, bã mía, bã rượu, phân gia súc... đều được các gia đình ở nông thôn sử dụng làm thức ăn cho gia súc và cá.

13.2. CHẾ BIẾN PHÂN VI SINH (COMPOST)

a. Quá trình phân huỷ sinh học chất thải rắn

Quá trình phân huỷ sinh học chất thải rắn tạo ra sản phẩm mới bao gồm phân compost, khí mê tan, các protein, alcohol và các thành phần hữu cơ trung gian khác. Tóm tắt các quá trình trên được trình bày ở bảng 13.1.

b. Các vi sinh vật tham gia vào quá trình phân huỷ sinh học chất thải rắn

Các vi sinh vật tham gia quá trình phân huỷ chất thải rắn tạo ra những sản phẩm hoặc bán thành phẩm mới là PROTIST (nguyên sinh), các vi sinh vật trong nhóm này có thể là đơn bào hoặc đa bào nhưng không có sự khác biệt về cấu tạo tế bào. Đại diện cho nhóm PROTIST là các vi khuẩn, nấm, nấm men (Yeast), actinomycetes, động vật nguyên sinh (Protozoa) và tảo...

Bảng 13. 1. Quá trình phân hủy sinh học chất thải rắn

Quá trình	Sản phẩm phân hủy	Yêu cầu chế biến	Ghi chú
Compost	Humus	Nghiền, chặt, phân loại chất thải rắn bằng thổi khí.	Làm phân hữu cơ vi sinh đòi hỏi có thị trường tiêu thụ, áp dụng đồng bộ công nghệ tiên tiến
Tiêu huỷ yếm khí (Bể phốt)	Khí mêtan	Nghiền, chặt, phân loại chất thải rắn bằng thổi khí.	Thực hiện trong phòng thí nghiệm, trường hợp sử dụng khí sinh học.
Quá trình sinh học tạo ra protein.	Protein, alcohol	Nghiền, chặt, phân loại chất thải rắn bằng thổi khí.	Thực hiện trong 1 phòng thí nghiệm.
Quá trình lên men	Đường glucose	Nghiền, chặt, phân loại chất thải rắn bằng thổi khí	Kết hợp với phương pháp thủy phân.

Các vi khuẩn đơn bào là khuẩn cầu (Cocci), khuẩn que (Rod) hoặc khuẩn xoắn (Spiral). Khuẩn cầu có đường kính khoảng 0,5 - 4 μm , khuẩn que có chiều dài từ 0,5 - 20 μm và chiều rộng 0,5 - 4 μm , khuẩn xoắn có chiều dài trên 10 μm , rộng khoảng 0,5 μm .

Nấm được coi là đa bào, không quang hợp, là các PROTIST dị dưỡng. Hầu hết các loại nấm có khả năng phát triển trong điều kiện độ ẩm thấp mà với độ ẩm này không thích hợp cho các vi khuẩn hoạt động. Thêm vào đó, các nấm có thể chịu được ở độ pH thấp và dải rộng từ 2 - 9 pH lý tưởng cho các loại nấm là 5 - 6.

- **Nấm men** là vi sinh vật đơn bào, có hình cầu với đường kính từ 8-12 μm hoặc có hình elip (chiều dài không quá 15 μm). Hoạt động mạnh nhất của loại nấm này là lên men đường thành rượu và CO_2

- **Khuẩn tia (Actinomycete)** là một nhóm với đặc điểm trung gian giữa vi khuẩn và nấm. Khuẩn tia có tế bào với kích thước từ 0,5 - 1,4 μm .

c. Compost

Các chất thải rắn hữu cơ có thể được phân loại như sau: Các thành phần hoà tan trong nước như đường, bột, axit amin và các axit hữu cơ khác.

- Các sản phẩm Hemicel lulose có 5 đến 6 đường cacbon
- Cel lulose - sản phẩm của 6 đường cacbon, glucose.
- Dầu, mỡ là các este của rượu và các axit béo bậc cao
- Lignin
- Các lignin - cel lulose
- Các protein là sự kết hợp của chuỗi amino axit

Nếu các thành phần hữu cơ nêu trên được phân loại từ chất thải rắn đô thị và để cho các vi khuẩn phân hủy thì sản phẩm còn lại sau hoạt động đồng hoá, dị hoá của vi

khuẩn là mùn (humus). Quá trình này còn được gọi là quá trình compost (tạo phân vi sinh). Sự phân huỷ chất hữu cơ có thể được thực hiện bởi các sinh vật kỵ khí hoặc yếm khí phụ thuộc vào điều kiện oxy. Quá trình phân huỷ kỵ khí thường xảy ra khá chậm và gây mùi do đó hầu hết các quá trình compost thường ở dạng hiếu khí.

Đặc tính lý hoá của mùn biến động theo loại chất thải rắn, điều kiện hoạt động của quá trình compost. Những đặc điểm chính sau đây mà ta có thể phân biệt mùn với các vật chất tự nhiên khác là:

- Có màu nâu đen đến đen
- Tỷ lệ nitơ-carbon thấp
- Có sự thay đổi tiếp tục do sự hoạt động của vi sinh vật.
- Có khả năng trao đổi bazơ

d. Quy trình làm phân vi sinh (compost)

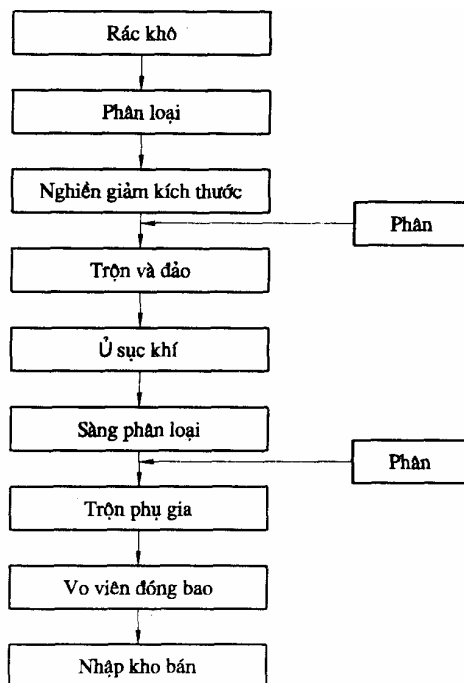
Làm phân vi sinh theo ba bước: Chuẩn bị rác để làm phân; Phân huỷ (ủ) rác; Thành phẩm, tiêu thụ.

- Trong khâu chuẩn bị rác để làm phân, bao gồm: phân loại, giảm kích thước rác, điều chỉnh độ ẩm rác và các thành phần dinh dưỡng trong rác.

- Phân huỷ rác hiếu khí: Rác được rải ra và đảo 1 - 2 lần/tuần và liên tục trong 5 tuần. Để thực hiện quy trình phân huỷ rác người ta áp dụng một số hệ thống thiết bị cơ học. Nếu kiểm soát tốt quá trình hoạt động trên hệ thống cơ học thì mùn có thể được hình thành trong thời gian từ 5 - 7 ngày.

Nghiên nhỏ phân rác, có thể thêm một số phụ gia, đóng gói và đưa vào kho chứa.

Quy trình chế biến phân ủ compost tại một xí nghiệp chế biến rác ở Hà Nội như hình sau:



Hình 13. 1. Sơ đồ công nghệ chế biến phân rác vi sinh (compost)

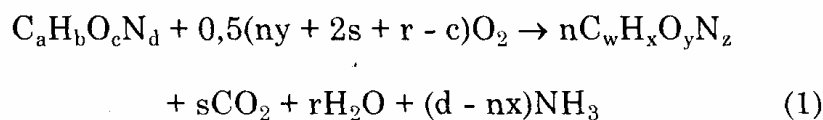
Hoạt động của vi sinh vật trong quá trình ủ rác compost

Các vi sinh vật có mặt trong quá trình ủ phân rác compost bao gồm vi khuẩn, nấm, men, khuẩn tía v.v... Người ta xác định rằng hầu hết các loài trong nhóm vi sinh vật nêu trên đều có khả năng phân giải gần hết các chất hữu cơ thô trong rác thải. Tất nhiên mỗi một loài vi sinh vật có khả năng tốt nhất để phân huỷ một dạng chất hữu cơ nào đó.

Thí dụ đường hoà tan trong nước là tốt nhất đối với vi khuẩn trong khi đó nấm, men, khuẩn tía lại hoạt động rất mạnh đối với chất cellulose và hemicellulose. Quá trình trao đổi chất là hiện tượng phổ biến trong ủ phân rác và một yếu tố quan trọng khác là sự phân giải nhiệt do hoạt động đồng hoá và dị hoá của vi sinh vật để tạo ra mùn. Ở nhiệt độ 45 – 50°C các vi sinh vật ưa nhiệt (mesophilic) bắt đầu hoạt động là chủ yếu.

Đối với các vi sinh vật mesophilic này nhiệt độ 55°C là tối ưu và do đó nó có số lượng chiếm đại đa số. Ở nhiệt độ 45 - 50°C còn có các vi khuẩn và khuẩn tía hoạt động. Trong điều kiện bình thường ở nhiệt độ cao các vi sinh vật hoạt động mạnh và ổn định hơn ở nhiệt độ trung bình.

Khối lượng oxy cần thiết cho quá trình phân giải hiếu khí của vi sinh vật được xác định bằng phương trình sau đây:



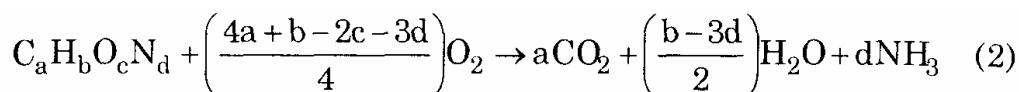
Ở đây:

$$r = 0,5 [b - nx - 3(d - nx)]$$

$$s = a - nw$$

Trong công thức (1): $C_aH_bO_cN_d$ và $C_wH_xO_yN_z$ rút ra từ thực nghiệm về phân tử gam thành phần vật chất hữu cơ tham gia ban đầu và cuối của quá trình phân huỷ.

Nếu quá trình biến đổi vật chất hữu cơ của rác thành mùn hoàn toàn tốt thì yêu cầu về oxy được xác định bằng phương trình sau:



Nếu amonia (NH_3) bị oxy hoá thành nitrat NO_3^- thì lượng oxy cần thiết để quá trình phân huỷ hoàn toàn được xác định bằng 2 phương trình sau:



Những thông số quan trọng trong qui trình ủ phân vi sinh compost

Thông số	Giải thích
Cấp hạt	Cấp hạt tối ưu khoảng 2,54 - 8 cm.
Môi và trộn đảo	Thời gian phân hủy có thể giảm xuống nhờ thêm 1 môi vào rác thải (khoảng 1-50/0 trọng lượng). Bùn 1 công rãnh làm môi rất tốt ngay từ khâu chuẩn bị 1 rác đưa vào ủ 1
Trộn/ đảo	Để chống khô đóng bánh cần phải trộn, đảo thường xuyên rác thải trong quá trình ủ.
Yêu cầu về không khí	Trong quá trình ủ phân vi sinh compost thì không khí với lượng oxy giữ ở mức thấp nhất là 50% lượng oxy ban đầu
Tổng lượng oxy cần thiết	Tổng lượng oxy cần thiết theo lý thuyết sẽ được tính theo công thức (I). Lượng không khí thực tế phải cung cấp sẽ biến động theo hoạt động của hệ thống ủ phân.
Tiêu thụ oxy tỷ lệ cực đại.	Tỷ lệ oxy cực đại được xác định bằng công thức: $WO_2 = 0,07 \times 10^{-0,31}$, ở đây WO_2 bằng tỷ lệ tiêu thụ oxy (mg oxy/h/g) của chất bay hơi ban đầu.
Độ ẩm	Độ ẩm của rác thải trong quá trình ủ giữ ở mức 50-60%, mức tối ưu là 55%.
Nhiệt độ	Nhiệt độ tối ưu của quá trình ủ phân vi sinh compost là 45- 55°C. Nếu hệ thống hoạt động tốt thì vài ngày đầu nhiệt độ duy trì ở mức 50-55°C và sau đó ở mức 55 - 60°C. Nếu nhiệt độ trên 66°C thì hoạt động của vi sinh vật sẽ giảm đáng kể.
Phân giải nhiệt	Nhiệt thoát ra từ quá trình ủ phân vi sinh compost sẽ tương đương với nhiệt lượng của các thành phần vật chất tham gia ở giai đoạn đầu và cuối của quá trình.
Tỷ lệ nitơ - cacbon	Tỷ lệ nitơ - cacbon ban đầu tính theo trọng lượng khoảng giữa 35 đến 50 là tối ưu cho quá trình phân hủy hiếu khí rác thải hữu cơ. Nếu tỷ lệ này thấp dẫn đến tình trạng thừa nitơ và tạo ra nhiều amonia. Ở tỷ lệ thấp hoạt động sinh học sẽ bị cản trở. Nếu tỷ lệ nhỏ cao dẫn đến tình trạng dinh dưỡng trong rác bị hạn chế. Sau quá trình phân hủy compost, tỷ lệ nitơ - cacbon đối với hầu hết rác thải thành phố khoảng 10 đến 20%.
Độ pH	pH cần được điều chỉnh đến mức 8,5 nhằm giảm thiểu sự mất mát nitơ ở dạng khí amonia.
Mức độ phân giải	Mức độ phân giải có thể được xác định bằng cách kiểm tra COD do mức giảm chất hữu cơ hiện có.
Xác định hệ số RQ	$RQ = \frac{O_2 \text{ có } CO_2}{O_2 \text{ tiêu thụ}}$ R: Respiratory - Sự hô hấp Q: Quosient - Thương số RQ có thể được sử dụng để xác định mức độ phân hủy. Khi RQ = 1 thì toàn bộ lượng oxy cung cấp được sử dụng để oxy hoá cacbon. Khi RQ>1 thì có nhiều CO₂ được tạo ra hơn lượng cung cấp là dấu hiệu của quá trình phân hủy yếm khí, khi RQ < 1 thì một phần oxy được sử dụng để oxy hoá cacbon. Nếu giá trị RQ thấp chứng tỏ quá trình phân hủy hiếu khí đang xảy ra.
Kiểm tra vi khuẩn gây bệnh	Cần thiết phải tiến hành công tác kiểm tra để khử vi khuẩn gây bệnh trong quá trình ủ phân (compost). Để làm việc này phải duy trì nhiệt độ khoảng 60 - 70°C trong vòng 24 giờ.

13.3. SẢN XUẤT KHÍ SINH VẬT (BIOGAS)

a. Đặt vấn đề

Nhiều vùng nông thôn của một số nước trên thế giới như Ấn Độ, Trung Quốc, Nepal, Pakistan, Bangladesh, Thái Lan đã sử dụng phân gia súc (trâu, bò, lợn, gà,...) để sản xuất khí mê tan phục vụ cho nhu cầu chất đốt, điện năng cho gia đình. Ở Việt Nam công nghệ sản xuất khí mê tan từ phân gia súc cũng đã được đưa về một số địa phương như Cần Thơ, Sơn Tây, Bắc Ninh và một số vùng khác.

Việc sử dụng phân gia súc mang lại nhiều lợi ích đáng kể:

- Giảm sức ép về củi đun, khí đốt tự nhiên. Việc cung cấp củi đun ngày càng khan hiếm, đặc biệt đối với vùng đồng bằng. Ngay cả vùng trung du củi đun đang ngày càng ít và là vấn đề quan tâm của nhân dân vùng thôn quê.

- Hạn chế được nạn chặt cây rừng lấy củi: phát triển sản xuất khí mê tan đến từng hộ gia đình sẽ hạn chế nạn chặt cây, phá rừng để lấy củi đun với mục đích tự cấp và thương mại.

- Tận dụng nguồn phân gia súc làm phân bón hữu cơ góp phần tích cực vào công tác giảm thiểu chất thải rắn ở nông thôn.

Góp phần làm sạch môi trường tại các hộ gia đình, trang trại: Phân tươi được thu dọn hàng ngày, được ủ kín tránh mùi hôi thối và không còn là nơi lý tưởng để ruồi, nhặng phát triển.

Trong phân gia súc đã ủ, không còn các vi khuẩn gây bệnh và mùi hôi của phân được giảm rất nhiều.

- Lợi ích kinh tế: 1 m³ khí mê tan có thể cung cấp năng lượng cho các nguồn sau đây:

- + Một số tủ lạnh 300l hoạt động trong 3 giờ.
- + Một đầu máy 2 mã lực hoạt động trong 1 giờ.
- + Thắp sáng 1 bóng đèn 60W trong vòng 7 giờ.
- + Đun 3 bữa ăn cho một gia đình 4 người.
- + Tạo ra nguồn điện 1,25KW.

Một số hạn chế:

- + Đòi hỏi đầu tư kinh phí ban đầu tương đối cao so với những hộ có thu nhập hàng năm thấp.

- + Yêu cầu đủ số lượng gia súc như trâu, bò, lợn.
- + Cần được quan tâm hàng ngày.
- + Có thể xảy ra sự cố như cháy, nổ.

b. Lượng phân gia súc cần thiết

Để sản xuất 1 m³ khí mê tan/ngày, lượng phân gia súc cần có như sau:

- + Phân trâu, bò: 32 kg

- + Phân lợn: 20 kg
- + Phân gà, vịt: 12 kg

Theo sách hướng dẫn "Phát triển khí sinh học" của ủy ban Kinh tế và Xã hội châu Á và Thái Bình Dương mỗi ngày:

- + 1 con bò thải ra: 10 - 15 kg phân.
- + 1 con trâu thải ra: 15 - 20 kg phân.
- + 1 con lợn thải ra: 2,5 - 3,5 kg phân.
- + 1 con gà thải ra: 90 g phân.

Mức độ sinh khí của một số phân gia súc như sau (đơn vị tính: lít khí/kg phân):

- + Phân trâu, bò: 22 - 40.
- + Phân lợn: 40 - 60.
- + Phân gà vịt: 65,5 - 115.
- + Phân người: 20 - 28.

c. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình sản xuất khí sinh vật

Đầu vào hệ thống: Đầu vào của hệ thống sản xuất khí sinh vật bao gồm phân tươi, nước giải, nước trộn có thể cả rác hữu cơ. Nếu không duy trì sự ổn định về lượng vật chất nói trên sẽ ảnh hưởng đến khối lượng khí sinh ra và các hoạt động phân huỷ của vi sinh vật trong bể phôi.

Theo dõi, kiểm tra: Trong quá trình hoạt động của bể phôi (bể sinh khí) có thể xảy ra những sự cố như tạo lớp váng dày hạn chế thoát khí; rò rỉ khí từ bể phôi, kiểm tra nhiệt độ. Đối với các túi plastic sinh khí cần phải kiểm tra thường xuyên vì loại này dễ bị rách, thủng do chó, mèo cào, cắn.

Thời tiết: Sự thay đổi thời tiết có ảnh hưởng lớn đến quá trình sinh khí. Nhiệt độ không khí hạ thấp làm giảm hoạt động phân huỷ của các vi sinh vật trong bể phôi do đó khối lượng khí sinh ra sẽ giảm ảnh hưởng này đặc biệt dễ nhận thấy đối với các bể túi sinh khí nằm lộ thiên.

d. Cấu tạo của hệ thống sản xuất khí sinh vật

Bộ phận cơ bản của hệ thống sản xuất khí sinh vật là bể sinh khí hay còn gọi là bể phân huỷ, bể phôi (Digester/Septic tank). Kích thước của bể tùy thuộc vào khả năng về tài chính, số lượng gia súc và nhu cầu về chất đốt (khí đốt) của chủ nhân.

Thể tích chung của bể sinh khí và bể chứa khí như sau:

- + Sản xuất 2 m³ khí/ngày thể tích chung của bể sinh khí + chứa khí là 10 m³
- + Sản xuất 3 m³ khí/ngày thể tích chung của bể sinh khí + chứa khí là 15m³.
- + Sản xuất 5 m³ khí/ngày thể tích chung của bể sinh khí + chứa khí là 25m³.
- + Sản xuất 10 m³ khí/ngày thể tích chung của bể sinh khí + chứa khí là 50m³

Thể tích của riêng bể sinh khí (digester) như sau (sản xuất 1 m³ khí/ngày):

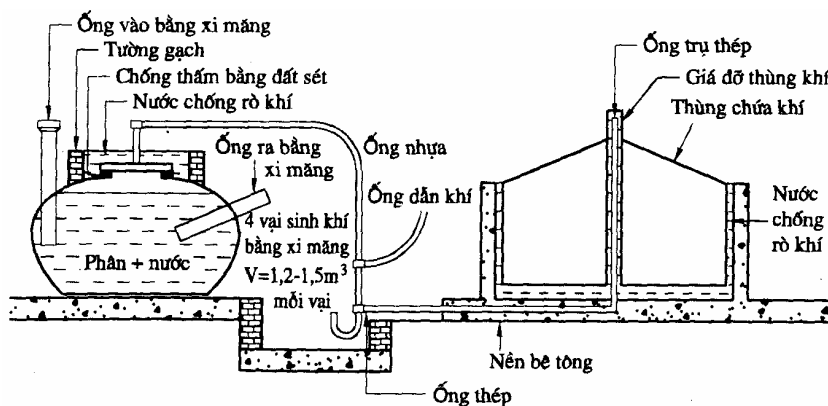
- + Sản xuất từ phân trâu, bò: ít nhất là 2,8 m³ thì cần nuôi 2 con trâu, bò.
- + Sản xuất từ phân gà, vịt ít nhất là 1,38 m³ thì cần nuôi 260 con.
- + Sản xuất từ phân người: ít nhất là 5,04 m³ thì nhà vệ sinh cho 42 người.
- + Sản xuất từ phân lợn: ít nhất là 1,76 m³ thì cần nuôi 9 con lợn.

Thể tích của bể (thùng, túi) chứa khí phụ thuộc vào chế độ tiêu dùng khí hàng ngày của chủ nhân. Trong một số loại hình bể sinh khí cụ thể thì thể tích của thùng chứa khí không dưới 20% thể tích của bể sinh khí.

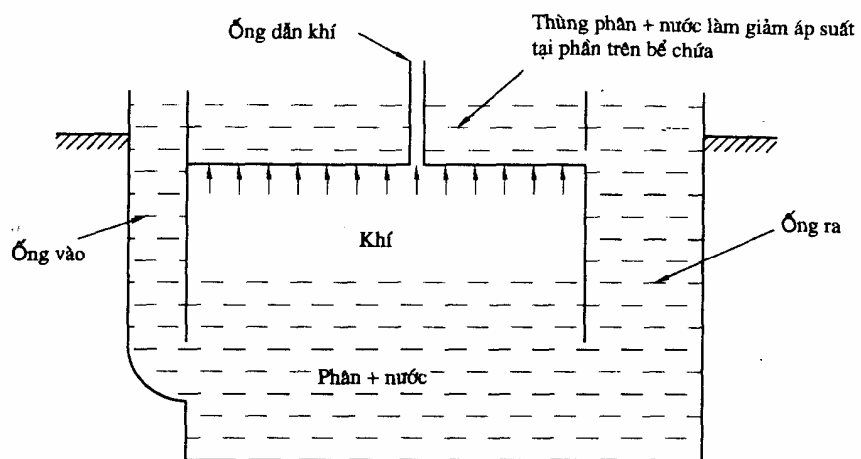
Về cách tính toán thể tích cần thiết của các bể có thể tham khảo tài liệu "Sách hướng dẫn phát triển khí sinh vật" do Hội đồng Kinh tế và Xã hội châu Á và Thái Bình Dương thuộc Việt Nam 1980 (xem trong tài liệu tham khảo).

Bể sinh khí mê tan (bể phối, bể phản ứng) và bể (thùng, túi) chứa khí có nhiều kiểu dáng khác nhau như hình trống, hình vại, hình hộp chữ nhật, hình vòm... Nối với bể sinh khí là 2 đường ống: ống vào của hỗn hợp phân tươi, nước tiểu, nước pha trộn và ống ra của hỗn hợp phân lẫn nước sau khi đã phân huỷ.

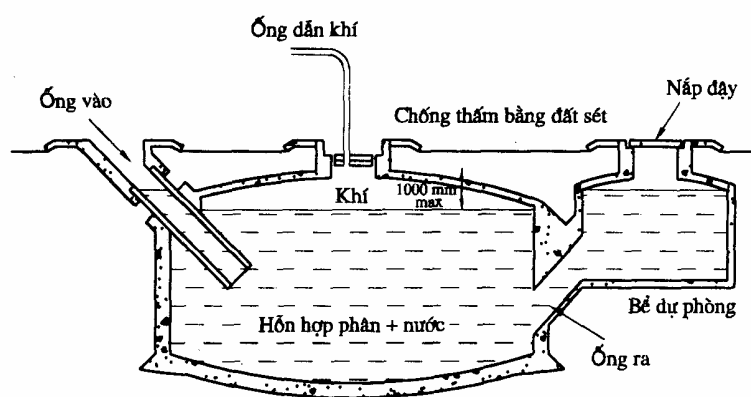
Nối với bể (thùng, túi) chứa khí là ống dẫn khí đến nguồn tiêu thụ như bếp đun, đèn... Cấu tạo của hệ thống sản xuất khí sinh vật được trình bày trong hình 13.2 (a, b, c, d, e).



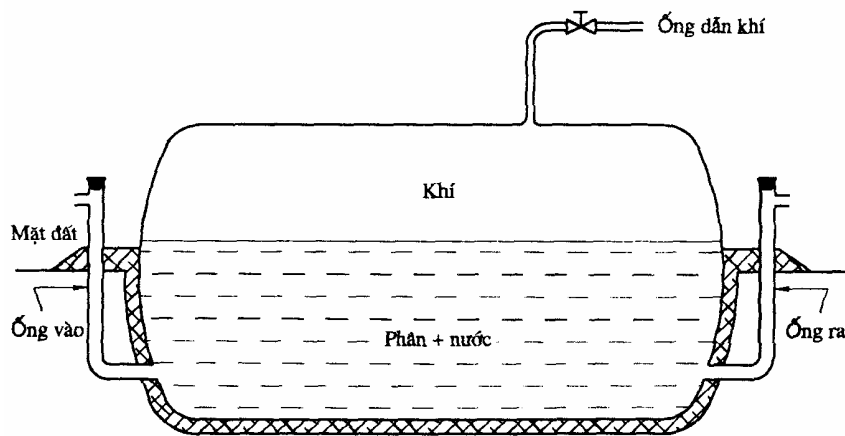
a. Bể sinh khí hình vại với thùng chứa khí tách riêng



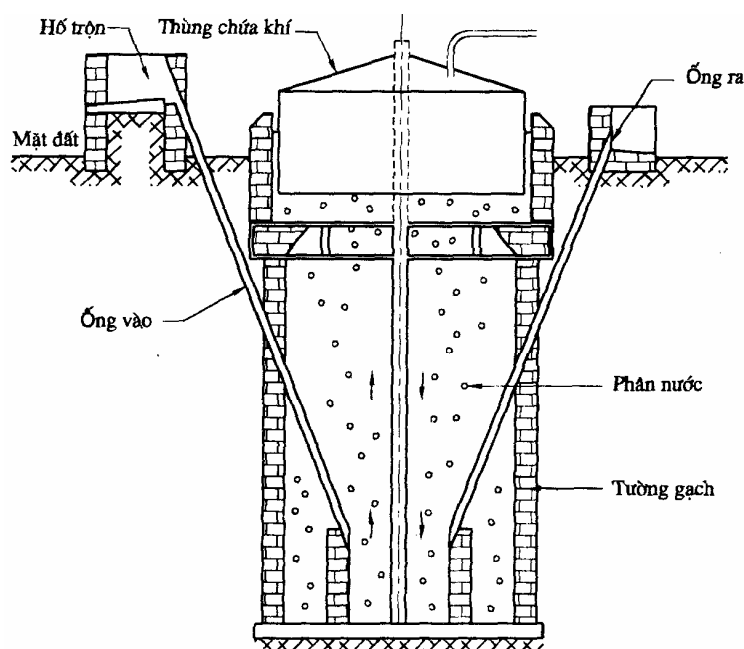
b) Bể sinh khí vòm vuông



c) Hệ thống sản xuất khí metan với bể sinh khí hình vòm



d) Bể sinh khí là túi plastic dẻo



e) Bể sinh khí hình trụ tròn với bể chứa khí

e. Hoạt động của hệ thống

Trong bể sinh khí, hỗn hợp phân và nước bị phân huỷ yếm khí tạo thành khí mê-tan dưới tác động lên men của vi khuẩn methanogenes. Ở nhiệt độ trong bể là 35°C vi khuẩn sẽ hoạt động rất mạnh và sẽ sản xuất được nhiều khí. Nhiệt độ càng thấp thì hoạt động sinh khí của vi sinh vật càng giảm. Ở nhiệt độ 10°C hoạt động sinh khí ngừng hẳn. Ở các nước nhiệt đới, nhiệt độ trung bình của không khí thường từ 25°C – 30°C . Thời gian trung bình đủ để cho vi khuẩn hoạt động lên men trong điều kiện nhiệt đới là 50 ngày. Trong điều kiện khí hậu nóng hơn thời gian này sẽ giảm xuống còn 40 ngày. Ở các khu vực có khí hậu lạnh hơn thì thời gian hoạt động lên men lâu hơn, ít nhất 60-70 ngày.

Để cho bể sinh khí hoạt động tốt, cần phải đảm bảo một số yếu tố sau đây:

- Hàng ngày nạp đủ lượng phân, nước theo tỷ lệ hợp lý. Tỷ lệ phân/nước có thể là 1:1, 2:3 nhưng nhiều người thích tỷ lệ 4:5.

Đảm bảo pH=8 (mức tối ưu) của hỗn hợp phân, nước.

Kiểm tra hoạt động ban đầu của bể sinh khí, hoạt động của vi khuẩn, dinh dưỡng cho vi sinh vật.

Kiểm tra đầu ra: khối lượng khí, đặc điểm của phân sau khi phân huỷ.

13.4. BÃI CHỨA CHẤT THẢI RẮN (BÃI THẢI)

a. Khái niệm về bãi chứa chất thải rắn

Không phải tất cả rác thải đều được chế biến, tác chế hay tạo ra năng lượng mà phần còn lại và phần dư thừa sau các khâu nêu trên được đổ vào bãi đổ rác chung của thành phố.

Hiện tại có 2 phương án để giữ rác lâu dài đó là bãi rác trên đất liền và đổ rác xuống đáy biển, đại dương. Phương án bãi rác trên đất liền là phương án được coi là tối ưu nhất và được sử dụng chung nhất hiện nay. Ngoài ra còn phương án xây dựng bãi rác trong khí quyển, nhưng phương án này xem ra khó thực hiện vì nhiều lý do như đặc điểm các chất thải hiện tượng thiên nhiên, khí tượng v.v...

Một số nước trên thế giới hiện nay còn đổ rác xuống biển và đại dương. Riêng ở Mỹ, cho đến năm 1933 rác của thành phố vẫn được đem đổ xuống đại dương, sau đó quyết định của Hội đồng tối cao Mỹ đã cấm việc đổ rác thải này. Nhưng một số rác thải công nghiệp vẫn còn được đổ xuống biển.

Dựa trên kinh nghiệm trước đây của các thành phố ở nước Mỹ và một số nơi khác trên thế giới thì đổ rác xuống đất (bãi rác hay bãi đổ rác vệ sinh) là biện pháp kinh tế nhất và được chấp nhận nhất. Bãi đổ rác vệ sinh (lấp đất vệ sinh- sanitary landfill) là một khu đất trũng có diện tích, độ sâu tùy thuộc vào lượng và thời gian tích giữ rác. Rác đổ vào bãi thải này được nén ép và sau mỗi ngày người ta phủ một lớp đất lên lớp rác đó. Sau khi bãi rác này đã đầy (đạt tới thể tích tối đa) người ta phủ một lớp đất cuối cùng (dày khoảng 0,5 m hoặc hơn) lên toàn bộ diện tích bãi rác.

Bãi đất trống để đổ rác khác với bãi đổ rác vệ sinh và nó còn được sử dụng ở một số địa phương ở Mỹ và rất nhiều nước trên thế giới đặc biệt ở các nước đang phát triển. Tuy nhiên trong tương lai không xa, phương pháp này sẽ không được chấp nhận vì những yếu điểm về thẩm mỹ, môi trường và vệ sinh.

Dựa trên kinh nghiệm sử dụng bãi rác vệ sinh, người ta rút ra một số ưu và nhược điểm sau đây:

- **Ưu điểm**

- Nơi nào có sẵn đất thì phương pháp này là kinh tế nhất.
- Đầu tư ban đầu ít so với các phương pháp khác.
- Bãi rác vệ sinh là phương pháp hoàn chỉnh hay là cuối cùng nếu so với phương pháp thiêu rác hay composting. Hai phương pháp này đòi hỏi phải có phần xử lý phụ thêm.
- Bãi rác vệ sinh có thể nhận tất cả các loại rác và không cần khâu tách hay phân loại rác.
- Bãi rác vệ sinh là một phương pháp linh hoạt, khi cần thiết có thể tăng số lượng rác đổ vào bãi thải đồng thời chỉ thêm một ít nhân lực hoặc thiết bị.
- Vùng đất rìa bãi thải có thể sử dụng cho các mục đích khác nhau như bãi đỗ xe, sân chơi, sân golf.

- **Nhược điểm**

- Ở khu vực đông dân, đất thích hợp cho bãi rác có thể không có sẵn theo yêu cầu về khoảng cách vận chuyển rác tối ưu nhất. Các tiêu chuẩn bãi đổ rác vệ sinh thích hợp phải được gắn với hoạt động hàng ngày nên có thể dẫn đến đổ thải vào bãi thải trống.

Bãi rác vệ sinh nằm trong khu vực dân cư sẽ gây sự phản đối của dư luận công chúng.

- Một bãi rác vệ sinh hoàn chỉnh sẽ phải thực hiện và đòi hỏi bảo dưỡng định kỳ.

Các thiết kế và kỹ thuật xây dựng đặc biệt cần phải được áp dụng để xây dựng bãi rác vệ sinh hoàn chỉnh.

Một số khí (như me tan, khí nổ...) sinh ra từ quá trình phân huỷ có thể gây nguy hiểm hay gây ra khó chịu cho người và động vật ở xung quanh.

b. Các yếu tố cần quan tâm đối với bãi rác

Trong qui hoạch và thiết kế hệ thống bãi rác vệ sinh hiện đại cần phải quan tâm đến các yếu tố quan trọng như cơ sở khoa học, kỹ thuật và kinh tế. Các yếu tố về thiết kế, vận hành của một bãi rác vệ sinh bao gồm:

Các yếu tố để lựa chọn phương án xây dựng bãi chôn lấp vệ sinh

- Phương pháp lắp đặt và vận hành.
- Phản ứng xảy ra khi bãi rác vệ sinh kết thúc hoạt động.
- Sự vận động và rò rỉ của khí và nước từ bãi thải.
- Thiết kế bãi rác vệ sinh.
- Chính sách quản lý và các qui định.

• *Lựa chọn địa điểm xây dựng bãi rác vệ sinh*

Các yếu tố sau đây cần phải được quan tâm và đánh giá trong khi chọn địa điểm xây dựng bãi rác vệ sinh:

Có diện tích đất: xem xét khu vực có sẵn đất và sẽ không sử dụng vào mục đích sản xuất nông nghiệp, công nghiệp hoặc định cư.

- Tác động môi trường xung quanh của việc chế biến và tái chế rác (tại khu vực bãi thải) hoặc trong quá trình xây dựng và vận hành của bãi rác.

- Khoảng cách chuyên chở rác: đảm bảo các yêu cầu về môi trường và kinh tế.

- Điều kiện địa hình và đặc điểm thổ nhưỡng: quan tâm đến hướng thoát nước mặt, độ thấm của đất, độ cao của địa hình và ảnh hưởng của bãi rác đến môi trường xung quanh.

- Điều kiện khí hậu: xem xét sự thay đổi mùa trong năm, lượng mưa, nhiệt độ không khí, gió và hướng gió và đánh giá mối quan hệ giữa nó với sự vận chuyển chất thải.

- Điều kiện thủy văn: xem xét khoảng cách từ địa điểm đặt bãi thải đến nguồn nước mặt (sông, suối), mạch nước ngầm và đánh giá ảnh hưởng môi trường.

- Điều kiện địa chất và thủy địa chất: cấu tạo đá mẹ, tầng chứa nước ngầm, chấn động, sụt lún.

- Điều kiện môi trường địa phương: môi trường tự nhiên, kinh tế, xã hội xung quanh bãi thải dự kiến.

- Tiềm năng sử dụng tối đa của bãi thải, quỹ đất.

c. Phương pháp lấp đất và vận hành

Các phương pháp thông thường cho vùng đất khô.

Phương pháp chủ yếu được sử dụng để lấp đất có thể phân ra như sau:

+ Mương máng rộng

Phương pháp này sử dụng với khu vực có độ sâu thích hợp để chứa được rác thải và tại đó mạch nước ngầm gần với mặt đất. Thông thường rác thải được đổ vào mương máng rộng có chiều dài từ 3 m đến 12 m, có độ sâu từ 1 đến 2 m và có chiều rộng từ 5 đến 8 m. Khi rác đổ xuống mương rãnh, cần phải phân tán nó rộng ra thành một lớp mỏng (từ 45 đến 53 cm và sau đó nén chặt.

+ Khu đất

Phương pháp này được sử dụng khi địa hình của khu vực không thích hợp cho việc đào các mương rộng. Rác đổ ra từ xe tải và được phân tán dọc theo các dải dài và hẹp trên mặt đất. Trên mỗi lớp rác được nén, ép (thường có bề dày từ 2 đến 3 m), người ta phủ một lớp đất có bề dày từ 15 đến 30 cm sau mỗi ngày làm việc.

+ Phương pháp trũng

Khu vực nào có đất trũng tự nhiên hay nhân tạo thì có thể được sử dụng một cách rất có hiệu quả. Phương pháp đổ, ép rác theo phương pháp này tùy thuộc và đặc điểm địa chất, thủy văn, trắc lượng hình thái của vùng trũng.

Các phương pháp thông thường đối với vùng ướt. Bãi đầm lầy, phá, ao hồ đều có thể được sử dụng để làm bãi thải. Nhưng do ô nhiễm nước ngầm, tạo mùi, tính ổn định trong xây dựng nên việc thiết kế bãi thải vệ sinh cần phải thận trọng.

Trước đây bãi thải rác lấp đất ở khu vực ẩm ướt coi như được chấp nhận nếu việc tiêu thoát nước được thực hiện tốt và không gây tình trạng khó chịu (nhất là mùi hôi thối).

d. Các phản ứng xảy ra ở bãi thải rác vệ sinh

Để xây dựng kế hoạch và thiết kế bãi rác vệ sinh có hiệu quả điều quan trọng là phải hiểu được cái gì sẽ xảy ra bên trong lớp rác thải khi các hoạt động lấp đất được hoàn thành. Những sự thay đổi về vật lý, hóa học, sinh học đều có thể xảy ra trong rác thải ở bãi đổ rác:

Phân huỷ sinh học các chất hữu cơ (phân huỷ yếm khí hay hiếu khí) cũng đều gắn liền với sinh khí và chất lỏng.

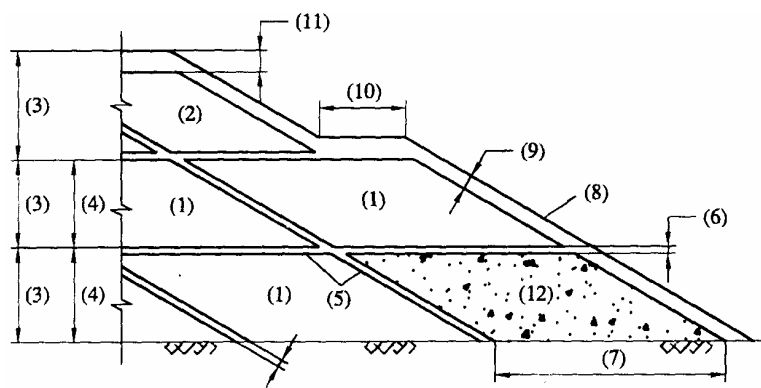
- Quá trình oxy hóa học của các chất trong bãi thải.
- Thoát khí ra ngoài từ bãi chôn lấp vệ sinh (NH_4 , CO_2 , H_2 , H_2S , CH_4)
- Sự vận chuyển của chất lỏng do sự khác biệt về độ cao.
- Hòa tan và rò rỉ của chất hữu cơ trong nước.
- Vận động của các chất hòa tan.

e. Quy hoạch bãi chôn lấp vệ sinh

Trong quy hoạch một bãi chôn lấp vệ sinh, các vấn đề sau đây cần xem xét:

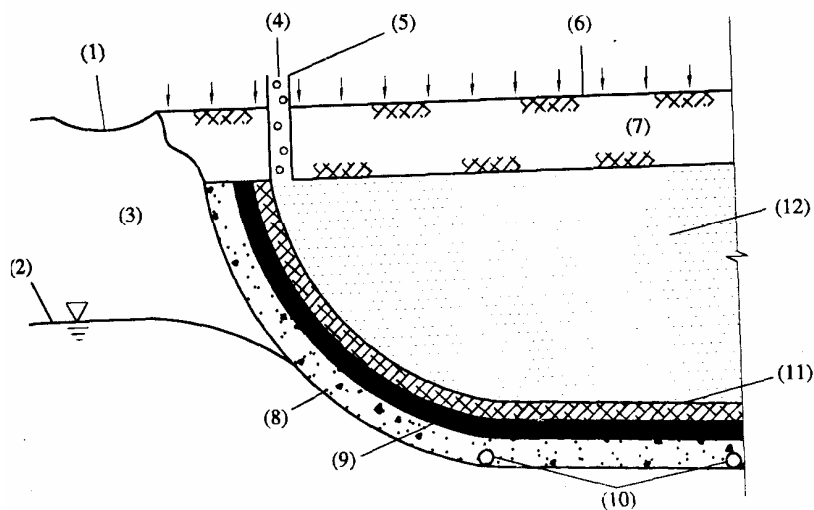
- + Diện tích đất đủ công để có thể chứa rác của địa phương trong một thời gian tương đối dài, từ 10 năm trở lên.
- + Có nguồn cung cấp đất để phủ rác.
- + Có diện tích để xây dựng các công trình phụ trợ như bãi đỗ xe, nhà điều hành, xưởng cơ khí, kho, dải cây quanh bãi thải, vườn hoa, đường vào và ra v.v...
- + Có hệ thống ống, mương rãnh thoát nước, ống thoát khí từ bãi thải có hệ thống xử lý nước từ bãi thải.
- + Có hoá chất để diệt vi khuẩn gây bệnh truyền nhiễm.
- + Có nước sạch lấy từ nơi khác đến.
- + Có hệ thống tường rào bảo vệ an toàn lao động và vệ sinh môi trường.
- + Phân lô đất dành riêng cho từng loại chất thải, đặc biệt cho chất thải rắn độc hại, khó phân huỷ.
- + Xây dựng kế hoạch quản lý hoạt động của bãi thải.
- + Xây dựng kế hoạch hậu bãi thải (bãi thải sau khi ngừng hoạt động).

f) Sơ đồ mặt bằng và cấu tạo của một bãi chôn lấp vệ sinh được trình bày trong các hình 13.3, 13.4, 13.5.



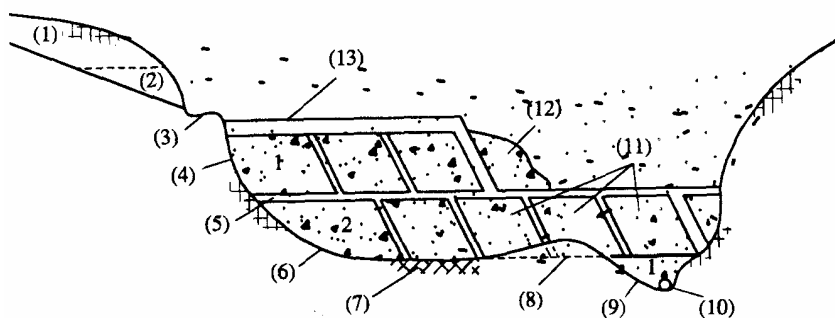
Hình 13.3. Mặt cắt hệ thống lấp đất vệ sinh

- | | |
|---------------------------|--|
| 1 Các lớp rác | 7. Chiều rộng ngăn |
| 2. Lớp rác cuối cùng | 8. Tỷ lệ 2:1 hoặc 3:1 của độ dốc điển hình |
| 3. Lớp rác + đã phủ | 9. Lớp phủ cuối trên mặt dốc |
| 4. Chiều cao | 10. Mặt sàn như yêu cầu |
| 5. Lớp phủ thường ngày | 11. Lớp đất phủ cuối |
| 6. Lớp đất phủ trung gian | 12. Chất thải rắn đã nén chặt |



Hình 13.4. Mặt cắt lớp đất cho quản lý nước mặt, nước ngầm, sắp xếp vật liệu che phủ, rãnh và đường thoát khí

- 1 Rãnh được đào dốc cho thoát 7. Lớp vật liệu che phủ chúng nước thấm
2. Mực nước ngầm 8. Sỏi hoặc cát
3. Đất 9. Lớp sét chống thấm (độ dày 4. Lỗ thoát khí phụ thuộc địa hình khu vực)
5. Bậc nâng cao nhằm tránh 10. Đường thoát nước thấm nước.
- 1 1. Lớp đất nén trên lớp chống 6. Lớp dốc phủ vật liệu thấm
12. Rác thải đã được nén ép



Hình 13.5. Phương thức xử lý rác thải hợp vệ sinh trong hẻm núi hay khe sâu

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1 Lớp cắt | 8. Lớp cắt 1 |
| 2. Lớp cắt 2 | 9. Lớp rác thử 1 |
| 3. Rãnh thoát | 10. Ống thu nước từ rác thải |
| 4. Lớp nâng 3 | 11. Những ngăn đã hoàn thành |
| 5. Lớp phủ trung gian | 12. Bề mặt rác |
| 6. Lớp nâng 2 | 13. Lớp tập đất cuối cùng |

7. Mặt đất nguyên khai

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Khoa học - Công nghệ và Môi trường, *Tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường*, 1995.
- [2] Lê Thạc Cán, *Cơ sở khoa học môi trường*, Viện Đại học mở, 1995.
- [3] Trần Hiếu Nhuệ, *Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp*, NXB Khoa học Kỹ thuật, 1992.
- [4] Lê Văn Khoa, *Ô nhiễm môi trường*, NXB Khoa học Kỹ thuật, 1995.
- [5] Nguyễn Công Thành, B.N. Lohani, Gunter Tharun (Editors), *Bãi thải rác và tái chế rác*, Tuyển tập báo cáo tại Seminar về quản lý chất thải rắn. AIT, Bangkok, Thái Lan, 25 - 30 tháng 9 năm 1978 (bản tiếng Anh).
- [6] Nguyễn Công Thành, B.N. Lohani, Michel Bestt, Robin Bidwell, Gunter Tharun, *Bãi thải rác và tái chế rác*, Tuyển tập báo cáo tại hội thảo vùng về Quản lý chất thải rắn. Bangkok, Thái Lan, 3 - 10 tháng 12 năm 1979 (bản tiếng Anh).
- [7] Lê Trình, *Quan trắc và kiểm soát ô nhiễm môi trường nước*, NXB Khoa học Kỹ thuật, 1997.
- [8] Nguyễn Đình Chi, Phạm Thúc Côn, *Cơ sở lý thuyết hóa học*, NXB Đại học và Trung học Chuyên nghiệp, 1979.
- [9] Nguyễn Trần Dương, Trần Trí Luân, Nguyễn Ngọc Quán, Nguyễn Xuân Thu (dịch). *Hóa lý*, NXB Khoa học Kỹ thuật, 1977.
- [10] Miljokonsulterna Sebra Envotec, *Quản lý chất thải nguy hiểm* (tiếng Anh), Tài liệu biên soạn cho khóa đào tạo (5 tuần) về chất thải nguy hiểm tại Nyköping, Thụy Điển, 1992.
- [11] H. Mark.J. *Water and Waste Water Technology*, 2nd edition, John Wiley & Sons, New York, 1986.
- [12] Tchobanoglous, T. Hilary, R. Eliassen, *Solid wastes: Engineering Principles and Management Issues*, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, 1977.
- [13] UNEP. *Fresh Water Pollution*, Nairobi, 1991.
- [14] WHO. *Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution*.
- [15] Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. *Guidebook on Biogas Development, Energy Resources Development*, Series No. 21, United Nations, New York, 1980.
- [16] B. R. Saubolle and A. Bachmann. *Fuel gas from cowdung*, Second Edition, Sahayogi Press, Katmandu, April, 1980.
- [17] Global Environment Centre Foundation 2-110. *Air pollution control technology in Japan*, Ryokuchikoen, Tsurumika, Osaka 538, Japan.