

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁN CÔNG TÔN ĐỨC THẮNG  
KHOA MÔI TRƯỜNG VÀ BẢO HỘ LAO ĐỘNG

\*\*\*

TÀI LIỆU GIẢNG DẠY

**KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG ĐẠI CƯƠNG**

**PHẦN 2. NƯỚC**

**CHƯƠNG 4. KIỂM SOÁT Ô NHIỄM NƯỚC**

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, THÁNG 5 NĂM 2006

**MỤC LỤC**

phần 2. Nước .....	1
chương 4. kiểm soát ô nhiễm nước .....	1
MỤC LỤC.....	1
danh mục CÁC BẢNG.....	3
danh mục Các hình.....	4
<b>1     KIỂM SOÁT Ô NHIỄM NƯỚC .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1   Giảm thiểu nước thải .....</b>	<b>5</b>
1.1.1   Hệ thống cấp nước tuần hoàn .....	5
1.1.2   Hệ thống nước khép kín.....	6
<b>1.2   Tổng quan các phương pháp xử lý nước.....</b>	<b>7</b>
1.2.1   Các phương pháp xử lý chất ô nhiễm trong nước .....	7
1.2.2   Phân loại theo bản chất của phương pháp làm sạch nước .....	8
1.2.3   Các giai đoạn xử lý nước .....	9
<b>1.3   Phương pháp vật lí (cơ học) – physical treatment .....</b>	<b>10</b>
1.3.1   Tiếp nhận .....	10
1.3.2   Điều hoà – equalization.....	10
1.3.3   Xáo trộn – mixing.....	10
1.3.4   Lọc qua – screening.....	10
1.3.4.1   Song chấn rác – bar rack .....	11
1.3.4.2   Lưới lọc, rây - screen.....	11
1.3.4.3   Cơ cấu thu rác.....	11
1.3.5   Lắng tụ – sedimentation .....	11
1.3.5.1   Bể lắng cát - sand settling .....	12
1.3.5.2   Bể lắng ngang – horisontal clarifier .....	12
1.3.5.3   Bể lắng đứng – vertical clarifier .....	13
1.3.5.4   Bể lắng hướng kính – radical clarifier.....	13
1.3.5.5   Bể lắng dạng bảng- plate settler .....	14

1.3.5.6	Bể lắng trong .....	16
1.3.6	Lắng kết hợp tách tạp chất nổi .....	16
1.3.7	Ly tâm – centrifuge .....	17
1.3.7.1	Xiclon nước.....	17
1.3.7.2	Máy li tâm .....	18
1.3.8	Ép cặn – compression .....	18
1.3.9	Sử dụng bức xạ tử ngoại, sóng siêu âm.....	19
<b>1.4</b>	<b>Xử lý bằng phương pháp hoá lý .....</b>	<b>19</b>
1.4.1	Đông tụ, keo tụ – coagulation, flocculation .....	19
1.4.1.1	Đông tụ, keo tụ - coagulation .....	19
1.4.1.2	Trợ keo tụ - Flocculation .....	21
1.4.2	Tuyển nổi – flotation .....	22
1.4.2.1	Tuyển nổi bằng biện pháp tách không khí từ dung dịch.....	23
1.4.2.2	Tuyển nổi bằng cách phân tán không khí cơ bằng cơ khí.....	25
1.4.2.3	Tuyển nổi nhờ các tấm xốp .....	25
1.4.2.4	Các phương pháp tuyển nổi khác .....	26
1.4.2.5	Xử lí bằng phương pháp tách phân đoạn bọt (tách bọt).....	26
1.4.3	Hấp phụ – adsorption.....	27
1.4.3.1	Chất hấp phụ .....	28
1.4.3.2	Hệ thống hấp phụ .....	28
1.4.3.3	Tái sinh chất hấp phụ .....	30
1.4.4	Trao đổi ion – ion exchange .....	30
1.4.4.1	Ionit tự nhiên và tổng hợp .....	30
1.4.4.2	Cơ sở của quá trình trao đổi ion.....	31
1.4.4.3	Tái sinh ionit.....	32
1.4.5	Lọc – filtration .....	32
1.4.5.1	Lọc qua vách lọc .....	32
1.4.5.2	Thiết bị lọc qua vách ngăn bằng hạt .....	33
1.4.5.3	Vi lọc - microfiltration .....	34
1.4.5.4	Thiết bị lọc từ .....	34
1.4.5.5	Lọc nhũ tương .....	34
1.4.6	Thấm lọc ngược và siêu lọc – reverse osmosis and ultrafiltration .....	35
1.4.6.1	Thấm lọc ngược – reverse osmosis .....	35
1.4.6.2	Siêu lọc – Ultrafiltration.....	36
1.4.6.3	Ứng dụng .....	38
1.4.7	Tách khí .....	39
1.4.7.1	Nhả hấp thụ các tạp chất bay hơi .....	39
1.4.7.2	Tẩy uế .....	40
1.4.8	Trích ly - extraction.....	40
<b>1.5</b>	<b>Xử lý bằng phương pháp hóa học – chemical processes .....</b>	<b>41</b>
1.5.1	Trung hòa – neutralization.....	41
1.5.1.1	Trung hòa bằng cách trộn.....	41
1.5.1.2	Trung hòa bằng cách cho thêm tác chất .....	41
1.5.1.3	Trung hòa bằng lọc nước axit qua vật liệu trung hòa .....	42
1.5.1.4	Trung hòa bằng khí axít.....	42
1.5.2	Tạo tủa – chemical precipitation .....	42
1.5.3	Oxy hoá khử – Oxidation and Reduction.....	47
1.5.3.1	Oxi hóa bằng clo.....	47

1.5.3.2	Oxi hóa bằng $H_2O_2$ .....	49
1.5.3.3	Oxi hóa bằng oxi của không khí .....	49
1.5.3.4	Oxi hóa bằng piroluzit $MnO_2$ .....	50
1.5.3.5	Ozôn hóa .....	50
1.5.3.6	Xử lí bằng phương pháp khử.....	51
1.5.4	Oxy hoá nhiệt.....	52
1.5.4.1	Phương pháp oxi hóa pha lỏng.....	53
1.5.4.2	Phương pháp oxi hóa xúc tác pha hơi .....	53
1.5.4.3	Phương pháp đốt cháy .....	53
<b>1.6</b>	<b>Xử lý bằng phương pháp sinh học – biological processes.....</b>	<b>54</b>
1.6.1	Phân loại .....	54
1.6.2	Cơ sở lý thuyết quá trình phân huỷ sinh học.....	55
1.6.2.1	Các chỉ số cơ bản.....	55
1.6.2.2	Thành phần bùn hoạt tính và màng sinh học .....	55
1.6.2.3	Quy luật phân rã các chất hữu cơ .....	56
1.6.2.4	Cơ chế chuyển hóa một số chất.....	58
1.6.2.5	Động học phản ứng lên men.....	59
1.6.2.6	Sự tăng trưởng của khối sinh học.....	60
1.6.3	Phương pháp hiếu khí – aerobic digestion .....	61
1.6.3.1	Sự thông khí – aeration .....	61
1.6.3.2	Ao sinh học .....	62
1.6.3.3	Xử lí trong các aerotank .....	62
1.6.3.4	Lọc sinh học – biofiltration.....	65
1.6.3.5	Oxyten - Ứng dụng oxi để thông khí nước thải.....	66
1.6.4	Phương pháp kỵ khí – anaerobic digestion .....	67
1.6.4.1	UASB.....	67
1.6.4.2	Metan hoá – methan.....	68
1.6.5	Kết hợp hiếu khí và kỵ khí.....	68
1.6.5.1	Cánh đồng tưới .....	68
<b>1.7</b>	<b>quy trình công nghệ xử lý nước tiêu biểu .....</b>	<b>69</b>
1.7.1	Xử lý nước cấp .....	69
1.7.1.1	Nguồn nước mặt: nước sông .....	69
1.7.1.2	Nguồn nước ngầm.....	69
1.7.2	Xử lý nước thải sinh hoạt .....	69
	Tài liệu tham khảo .....	70

## DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.	Các yêu cầu chất lượng nước để bổ sung vào hệ thống cấp nước tuân hoán trong công nghiệp hóa học .....	6
Bảng 2.	Đặc tính thiết bị lọc liên tục và gián đoạn .....	33
Bảng 3.	Giá trị pH trong quá trình lắng các hydroxit kim loại .....	43
Bảng 4.	Phân loại các công trình xử lý sinh học .....	54
Bảng 5.	Bảng xác định vận tốc oxi hóa trung bình.....	61

## DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.	Sơ đồ cấp nước tuần hoàn .....	5
Hình 2.	Phân loại phương pháp xử lí nước thải công nghiệp .....	7
Hình 3.	Cơ cấu lọc và thu rác .....	11
Hình 4.	Bể lắng ngang .....	12
Hình 5.	Bể lắng hưởng kính .....	14
Hình 6.	Thiết bị lắng dạng bảng .....	15
Hình 7.	Các dạng bể lắng .....	15
Hình 8.	Bể lắng trong .....	16
Hình 9.	Bể tách dầu .....	16
Hình 10.	Xiclon nước .....	17
Hình 11.	Sơ đồ xử lí nước thải bằng máy li tâm .....	18
Hình 12.	Sơ đồ ép cặn .....	19
Hình 13.	Cơ chế đông tụ .....	20
Hình 14.	Cơ chế trợ keo tụ .....	21
Hình 15.	Sơ đồ hệ thống xử lí nước thải bằng đông tụ .....	22
Hình 16.	Sơ đồ hệ thống tuyển nổi áp suất.....	24
Hình 17.	Các sơ đồ tuyển nổi áp lực.....	24
Hình 18.	Sơ đồ hệ thống tuyển nổi bơm dâng .....	25
Hình 19.	Sơ đồ thiết bị xử lí nước thải bằng phương pháp tách bọt - bức xạ .....	27
Hình 20.	Sơ đồ hệ thống hấp phụ .....	29
Hình 21.	Cơ chế lọc qua lớp vật liệu hạt .....	33
Hình 22.	Bể lọc cát.....	34
Hình 23.	Nguyên tắc lọc ngược .....	36
Hình 24.	Hệ thống xử lý nước bằng lọc ngược .....	36
Hình 25.	Màng siêu lọc .....	37
Hình 26.	Quy trình xử lý nước bằng siêu lọc và lọc ngược.....	38
Hình 27.	Quy trình tách nhũ tương dầu nước thải .....	38
Hình 28.	Sơ đồ nhả hấp benzen từ nước thải .....	39
Hình 29.	Các dạng kết cấu bể tiếp xúc .....	48
Hình 30.	Vận tốc tăng trưởng vi sinh.....	60
Hình 31.	Sơ đồ hệ thống xử lí sinh học .....	62
Hình 32.	Aerotank với các cấu trúc dòng nước thải và bùn hoạt tính tuần hoàn khác nhau.....	63
Hình 33.	Các sơ đồ hệ thống xử lí nước thải trong aerotank.....	64
Hình 34.	Sơ đồ nguyên tắc thông khí - lọc sinh học .....	66
Hình 35.	Sơ đồ cấu tạo USAB .....	67
Hình 36.	Các phương án xử lí sinh học nước thải trong điều kiện tự nhiên .....	69

# 1 KIỂM SOÁT Ô NHIỄM NƯỚC

## 1.1 GIẢM THIỂU NƯỚC THẢI

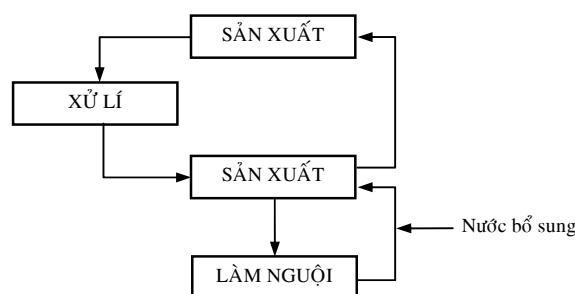
Giảm thiểu nước thải trong quy trình sản xuất có ý nghĩa rất quan trọng vì mang lại lợi nhuận cho đơn vị sản xuất. Có nhiều cách giảm lượng nước thải:

1. Nghiên cứu và áp dụng các quy trình công nghệ không có nước thải.
2. Hoàn thiện các quá trình hiện có.
3. Nghiên cứu và áp dụng các thiết bị hiện đại.
4. Áp dụng thiết bị làm nguội bằng không khí.
5. Sử dụng lại nước thải sau xử lý trong hệ thống nước tuần hoàn và nước khép kín.

Con đường triển vọng nhất để giảm nhu cầu nước sạch, đó là thiết lập các hệ thống cấp nước tuần hoàn và khép kín.

### 1.1.1 Hệ thống cấp nước tuần hoàn

Sơ đồ cấp nước tuần hoàn được trình bày trên hình sau. Trong cấp nước tuần hoàn, cần thiết phải làm sạch nước thải, làm nguội nước tuần hoàn và sử dụng lại nước thải.



Hình 1. Sơ đồ cấp nước tuần hoàn

Ứng dụng cấp nước tuần hoàn cho phép giảm 10 - 50 lần nhu cầu nước tự nhiên . Ví dụ, để chế biến 1 tấn cao su trong sản xuất cũ (cấp nước trực tiếp) yêu cầu  $2.100\text{m}^3$  nước, còn khi cấp nước tuần hoàn chỉ cần  $165\text{m}^3$ .

Nước tuần hoàn chủ yếu được sử dụng trong các thiết bị truyền nhiệt để giải nhiệt.

Phần lớn nước bị mất đi do bay hơi và cuốn theo khí. Ngoài ra, nó có thể bị ô nhiễm do các sự cố và độ kín của thiết bị không tuyệt đối.

Tỉ lệ phần thất thoát nước như sau: do bay hơi khoảng 2,5%; do cuốn theo khí 0,3-0,5%; thải ra 6-10%; tổng các thất thoát khác 1%. Lượng nước thất thoát này cần được bổ sung liên tục bằng nước sạch hoặc nước sau khi xử lý.

Lượng nước thải ra 6-10% cần thiết để giải quyết lớp cặn bao phủ thiết bị, tính ăn mòn và sự phát triển vi sinh trong nước tuần hoàn.

Các yêu cầu đối với chất lượng nước bổ sung trong hệ thống nước làm lạnh tuần hoàn được đưa ra trong bảng sau.

**Bảng 1. Các yêu cầu chất lượng nước để bổ sung vào hệ thống cấp nước tuân hoàn trong công nghiệp hóa học**

Chỉ số	Nước tuân hoàn	Nước bổ sung	
		Thải 8%	Không thải
Độ cứng dương lượng, g/m <sup>3</sup>			
Cacbonat	2,5	2	0,9
Cố định	5	4	1,9
Tổng hàm lượng muối	1200	900	445
Độ oxi hóa permanganat, g/m <sup>3</sup>	8-15	11,8-12,8	3-5,7
Nhu cầu oxi hóa học, g/m <sup>3</sup>	70	55	26
Clorua, g/m <sup>3</sup>	300	237	112
Sunfat, g/m <sup>3</sup>	350-500	277-395	119-187
Photpho và nitơ (tổng), g/m <sup>3</sup>	3	2,4	1,1
Hạt lơ lắng, g/m <sup>3</sup>	30	23,6	11,2
Dầu và chất tạo nhựa, g/m <sup>3</sup>	0,3	0,25	0,1

### 1.1.2 Hệ thống nước khép kín

Khuynh hướng cơ bản giảm lượng nước thải và khống chế ô nhiễm các nguồn nước là xây dựng hệ thống cấp nước khép kín.

Hệ thống cấp nước khép kín được hiểu là hệ thống mà trong đó nước được sử dụng nhiều lần trong sản xuất, không xử lí hoặc được xử lí, không hình thành và không thải nước ra nguồn tiếp nhận.

Hệ thống nước khép kín của toàn bộ khu công nghiệp được hiểu là hệ thống bao gồm việc sử dụng nước mặt, nước thải công nghiệp và sinh hoạt sau xử lí cho các xí nghiệp công nghiệp, để tưới đồng ruộng, hoa màu, để tưới rừng, để giữ mực nước ổn định trong các nguồn nước, loại trừ sự tạo thành nước thải và không thải nước bẩn vào nguồn.

Nước sạch bổ sung cho hệ thống cấp nước khép kín cho phép trong trường hợp nếu nước sau khi xử lí không đủ để bù đắp lượng thoát hoặc trường hợp nước thải được xử lí không thỏa mãn các yêu cầu công nghệ và vệ sinh. Nước sạch chỉ tiêu hao cho mục đích uống và sinh hoạt.

Cần thiết phải thành lập hệ thống cấp nước sản xuất khép kín do: nước quý hiếm, ưu thế về kinh tế so với việc sử lí nước thải đạt các yêu cầu cho phép thải. Vì vậy, tổ chức hệ thống khép kín hợp lí, khi chi phí cho việc phục hồi nước và các chất thải chế biến chúng thành sản phẩm hàng hóa hay nguyên liệu thứ cấp thấp hơn tổng chi phí cho việc xử lí và làm sạch nước đến các chỉ tiêu cho phép thải.

Hệ thống nước khép kín phải đảm bảo sử dụng hợp lí nước trong tất cả các quá trình công nghệ, thu hồi tối đa các chất trong nước thải, giảm bớt chi phí đầu tư và chi phí hoạt động, các điều kiện vệ sinh cho người lao động.

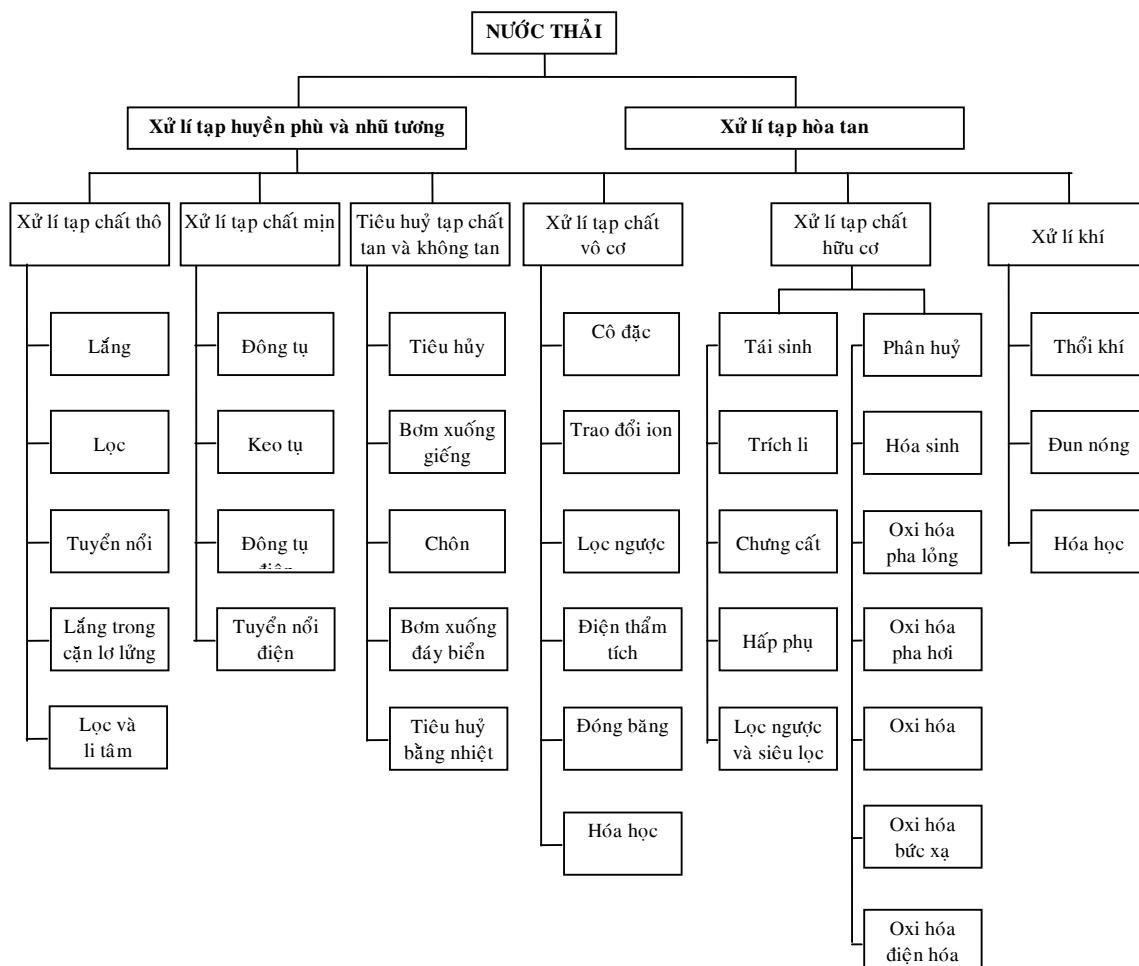
## 1.2 TỔNG QUAN CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC

Các nội dung nghiên cứu

- Nguyên tắc, khái niệm, bản chất, các phản ứng
- Thiết bị
- Ảnh hưởng
- Áp dụng
- Thông số kiểm soát

### 1.2.1 Các phương pháp xử lý chất ô nhiễm trong nước

Để xây dựng hệ thống khép kín, nước thải phải được làm sạch bằng phương pháp cơ học, hóa học, hóa lí, sinh học và nhiệt đến chất lượng cần thiết, tùy theo yêu cầu. Phân loại phương pháp xử lý ô nhiễm nước được tổng hợp trong sơ đồ sau.



Hình 2. Phân loại phương pháp xử lý nước thải công nghiệp

Các phương pháp nêu trên được chia ra tái sinh và phân huỷ. Phương pháp tái sinh bao gồm việc thu hồi và chế biến tiếp tục các chất có giá trị. Trong phương pháp phân huỷ, các chất ô nhiễm chịu sự phân huỷ bằng oxi hóa hoặc khử. Sản phẩm phân huỷ được

loại ra khỏi ở dạng khí hoặc cặn. Việc chọn phương pháp làm sạch và thiết kế hệ thống phụ thuộc các yếu tố:

1. Các yêu cầu về công nghệ và vệ sinh của nước.
2. Số lượng nước thải.
3. Các điều kiện của nhà máy về nhiệt lượng và vật chất (hơi, nhiên liệu, không khí nén, điện năng, tác chất, chất hấp thụ) cũng như diện tích cần thiết cho hệ thống xử lí.
4. Hiệu quả xử lí.

### **1.2.2 Phân loại theo bản chất của phương pháp làm sạch nước**

- Phương pháp vật lý (cơ học)
  - Điều hòa
  - Xáo trộn
  - Chắn rác,
  - Lọc qua
  - Lắng cặn
  - Ly tâm
  - Ép tách nước
  - Sử dụng bức xạ tử ngoại, sóng siêu âm,
- Phương pháp hoá lý
  - Keo tụ và đông tụ
  - Tuyển nổi
  - Lọc màng, Lọc ngược, thẩm lọc
  - Hấp phụ
  - Trao đổi ion
  - Các phương pháp điện
  - Các phương pháp nhiệt
- Phương pháp hoá học
  - Trung hoà
  - Kết tủa
  - Oxy hoá khử
  - Khử trùng bằng hoá chất
  - Oxy hoá nhiệt
- Phương pháp sinh học,
  - Phân hủy hiếu khí
    - Bùn hoạt tính

- Lọc sinh học
  - Thông khí
  - Mương oxy hoá
- Phân hủy khí khí
- Ốn định
  - Mê tan hoá

### 1.2.3 Các giai đoạn xử lý nước

- Tiền xử lý và xử lý bậc 1 (sơ cấp, sơ bộ): gồm các công trình thu gom từ song chấn rác đấn sau công trình lắng bậc 1. Giai đoạn này khử các vật rắn nổi có kích thước lớn và tạp chất có thể lắng để bảo vệ bơm và đường ống.
  - Tiếp nhận nước
  - Ốn định lưu lượng và nồng độ
  - Chấn rác
  - Tách hạt lơ lửng
    - Lắng
    - Lọc
    - Ly tâm
  - Tuyến nổi
  - Trung hòa
- Xử lý bậc hai (thứ cấp): nhằm xử lý chất hoà tan và chất keo bằng phương pháp hoá lý, và hầu hết các chất hữu cơ hoà tan có thể phân hủy sinh học bằng phương pháp sinh học.
  - Keo tụ, đông tụ
  - Xử lý chất hữu cơ phân hủy sinh học
  - Xử lý bùn
- Xử lý bậc cao (bậc ba): nhằm mục đích xử lý các chất dinh dưỡng, chất hoà tan còn lại
  - Vỉ lọc, tủa hoá học, thấm thấu, trao đổi ion...
  - Xử lý N, P
  - Khử mùi vị
  - Khử trùng
- Thải bỏ chất thải cuối cùng: gồm các công trình thải nước vào nguồn.

## 1.3 PHƯƠNG PHÁP VẬT LÍ (CƠ HỌC) – PHYSICAL TREATMENT

Phương pháp vật lý được dùng để loại chủ yếu là các tạp chất không tan ra khỏi nước.

### 1.3.1 Tiếp nhận

Hố thu nước hay ngăn tiếp nhận là công trình đón nhận nước thải, tạo điều kiện cho các công trình phía sau hoạt động ổn định và đảm bảo chế độ tự chảy.

### 1.3.2 Điều hoà – equalization

Nước thải công nghiệp có lưu lượng, thành phần, tính chất rất đa dạng, phụ thuộc vào công nghệ sản xuất, không đều trong ngày đêm và các thời điểm trong năm. Sự dao động lưu lượng và nồng độ chất ô nhiễm trong nước thải ảnh hưởng đến chế độ vận hành hệ thống xử lý, tốn kém trong xây dựng và quản lý hệ thống.

Phân loại theo chức năng, người ta chia bể điều hoà thành hai loại:

- Điều hoà lưu lượng. Yêu cầu đặt gần nơi tạo ra nước thải.
- Bể điều hoà nồng độ, nếu lưu lượng nhỏ, có thể đặt trong phạm vi trạm xử lý, ngay sau bể lắng. Nếu lưu lượng lớn, bể điều hoà nồng độ đặt trước bể lắng trong dây chuyền xử lý.

Phân loại theo nguyên tắc chuyển động của dòng nước:

- Đẩy lý tưởng: nồng độ đồng đều trên từng mặt cắt ngang của dòng chảy.
- Trộn lý tưởng: nồng độ đồng đều trên toàn bộ thể tích của bể tại từng thời điểm. Quá trình xáo trộn thực hiện cưỡng bức hoặc tự nhiên.

### 1.3.3 Xáo trộn – mixing

Trộn là phương pháp làm đồng đều nồng độ trong toàn bộ thể tích nước. Các biện pháp xáo trộn được phân loại theo bản chất như sau:

- Trộn thuỷ lực: sự trộn diễn ra do sự thay đổi hướng chuyển động và vận tốc dòng nước. Chế độ chảy tạo dòng xoáy rối khi ứng dụng kết cấu tạo bước nhảy thủy lực trên kênh hở, ống ventury, trong đường ống, bơm.
- Xáo trộn bằng cơ khí để tạo dòng chảy xoáy rối: cánh khuấy và động cơ.
- Khí động lực: sục khí. Phương pháp này ứng dụng trong kênh thông khí khi ứng dụng xử lý hiếu khí. Hai yếu tố quan trọng nhất là bộ phận phun khí.
- Xáo trộn tĩnh: trong công trình trộn không có cơ cấu chuyển động. Tiêu hao năng lượng dòng chảy trong công trình chính là năng lượng quá trình xáo trộn.

Mức độ khuấy trộn được xác định dựa vào thông số năng lượng khuấy trộn.

### 1.3.4 Lọc qua – screening

Lọc qua là công đoạn tách tạp chất khô trong nước.

#### **1.3.4.1 Song chấn rác – bar rack**

Công trình này có tác dụng thu vớt các tạp chất rắn kích thước lớn. Song chấn được đặt trước các công trình làm sạch, hoặc có thể đặt ngay miệng xả ở các phân xưởng khi nước thải sản xuất chứa tạp chất thô hoặc dạng sợi.

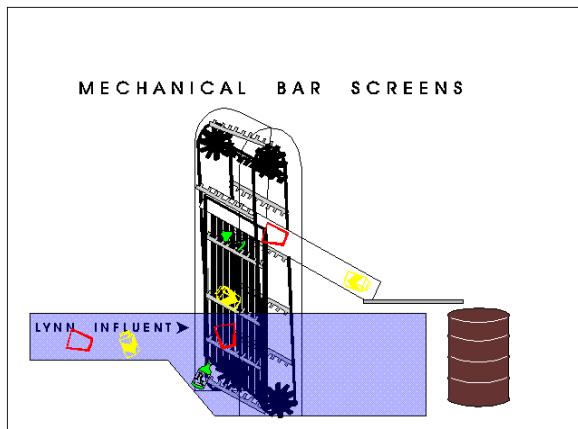
#### **1.3.4.2 Lưới lọc, rây - screen**

Trước khi cho nước vào hệ thống xử lí, người ta dùng lưới hoặc rây để tách các tạp chất thô, đặc biệt cần thiết khi thu hồi chất quý trong dòng nước thải.

Lưới được chế tạo từ các thanh kim loại và được đặt trên đường chảy của nước thải dưới góc  $60-75^\circ$ . Tạp chất lớn bị giữ lại trên lưới và được lấy ra bằng máy cào. Chiều rộng các khe của lưới bằng 16-19 mm vận tốc nước giữa các thanh kim loại bằng 0,8-1m/s.

Để tách các chất lơ lửng nhỏ hơn người ta ứng dụng rây. Rây có thể có hai dạng: trống và đĩa. Rây dạng trống có lỗ 0,5-1mm. Khi trống quay, nước sẽ được lọc qua bề mặt của nó. Tạp chất được giữ lại và được rửa bằng nước rồi chảy vào rãnh chứa.

#### **1.3.4.3 Cơ cấu thu rác**



**Hình 3. Cơ cấu lọc và thu rác**

#### **1.3.5 Lắng tụ – sedimentation**

Được dùng để lắng các tạp phân tán thô ra khỏi nước thải. Lắng diễn ra dưới tác dụng của trọng lực. Để lắng người ta sử dụng bể lắng cát, bể lắng và bể lắng trong.

Vận tốc lắng tự do của hạt cầu được tính theo công thức Stoke trong trường hợp lắng trong môi trường đứng yên.

- Trong quá trình lắng gián đoạn – discrete particle settling, các hạt lơ lửng phân bố không đều theo chiều cao lớp nước thải. Qua một khoảng thời gian nào đó, khi bắt đầu lắng trong, phần trên của thiết bị lắng xuất hiện lớp nước trong. Càng xuống đáy nồng độ chất lơ lửng càng cao và ngay tại đáy lớp cặn được tạo thành. Theo thời gian, chiều cao lớp nước trong và lớp cặn tăng lên. Sau một khoảng thời gian xác định, trong thiết bị lắng chỉ còn hai lớp nước trong và lớp cặn. Nếu cặn không được lấy ra sẽ bị ép và chiều cao lớp cặn bị giảm.
- Trong lắng liên tục cũng có các vùng như vậy nhưng chiều cao của chúng không thay đổi trong suốt quá trình.

### **1.3.5.1 Bể lắng cát - sand settling**

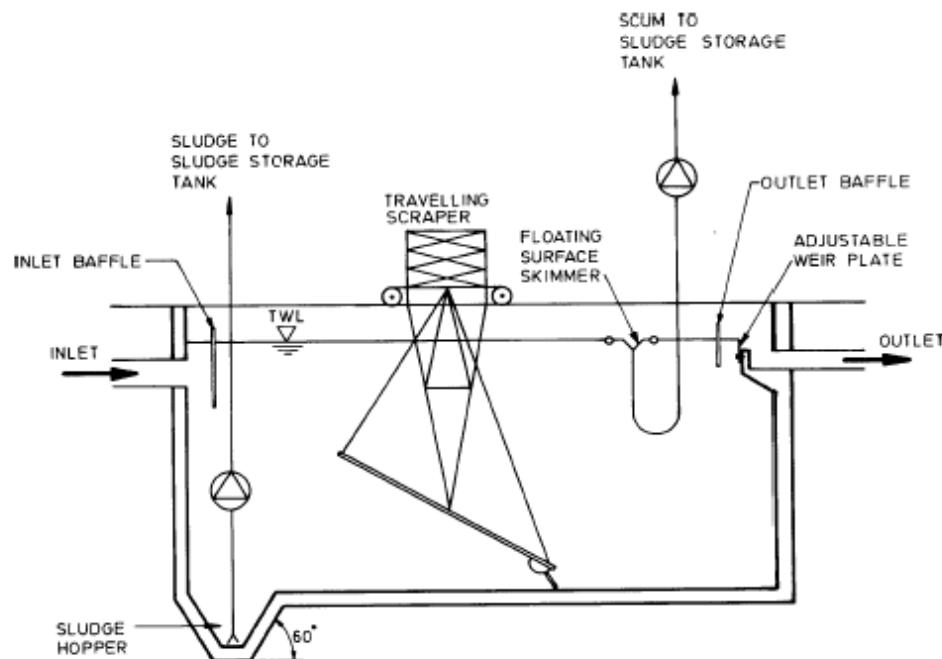
Được dùng để loại sơ bộ chất bẩn khoáng và hữu cơ (0,2-0,25mm) ra khỏi nước thải. Bể lắng cát ngang là hồ chứa có tiết diện nganh là tam giác hoặc hình thang. Chiều sâu bể lắng cát 0,25-1m. Vận tốc chuyển động của nước không quá 0,3m/s. Bể lắng cát dọc có dạng hình chữ nhật tròn, trong đó nước chuyển động theo dòng từ dưới lên với vận tốc 0,05m/s.

### **1.3.5.2 Bể lắng ngang – horizontal clarifier**

Bể lắng ngang là hồ chứa hình chữ nhật, có hai hay nhiều ngăn hoạt động đồng thời. Nước chuyển động từ đầu này đến đầu kia của bể.

Chiều sâu của bể lắng  $H=1,5-4m$ , chiều dài  $L=(8-12)\times H$ , chiều rộng  $B=3-6m$ . Bể lắng ngang được ứng dụng khi lưu lượng nước thải lớn hơn  $15.000m^3/ngày$  đêm. Hiệu quả bể lắng là 60%.

Trong bể lắng một hạt rắn chuyển động theo dòng nước có vận tốc  $v$  và dưới tác dụng của trọng lực chuyển động xuống dưới với vận tốc  $\omega$ . Như vậy, trong bể lắng chỉ kịp lắng những hạt nào mà quỹ đạo của chúng cắt ngang đáy bể trong phạm vi chiều dài của nó. Vận tốc chuyển động của nước trong bể lắng không lớn hơn  $0,01m/s$ . Thời gian lắng từ 1 đến 3 giờ.



**FIG. 5 TYPICAL LONGITUDINAL SECTION OF  
RECTANGULAR SEDIMENTATION TANK**

**Hình 4. Bể lắng ngang**

### **1.3.5.3 Bể lắng đứng – vertical clarifier**

Bể lắng đứng là bể chứa hình trụ (hoặc tiết diện vuông) có đáy chóp. Nước thải được cho vào theo ống trung tâm. Sau đó, nước chảy từ dưới lên trên vào các rãnh chảy tràn. Như vậy, quá trình lắng cặn diễn ra trong dòng đi lên, vận tốc nước là 0,5-0,6m/s. Chiều cao vùng lắng 4-5m. Mỗi hạt chuyển động theo nước lên trên với vận tốc  $v$  và dưới tác dụng của trọng lực hạt chuyển động xuống dưới với vận tốc  $\omega$ . Nếu  $\omega > v$ , hạt sẽ lắng nhanh; nếu  $\omega < v$ , hạt bị nước cuốn lên trên. Hiệu quả lắng của bể lắng đứng thấp hơn bể lắng ngang khoảng 10-20%.

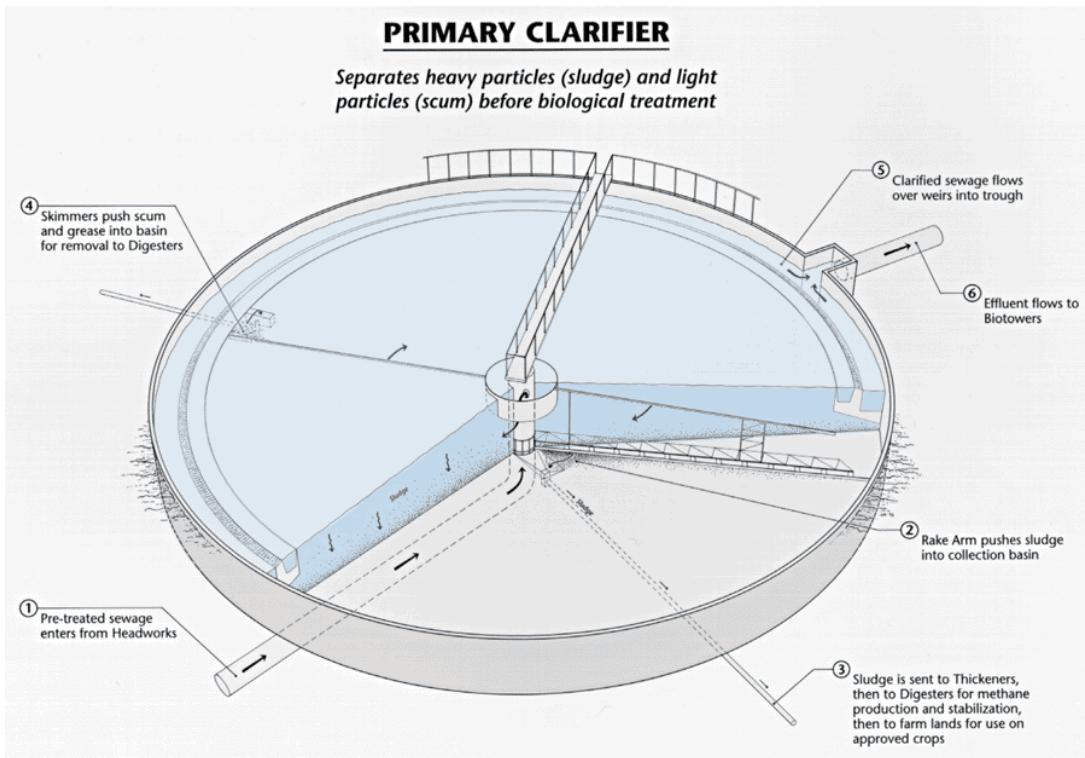
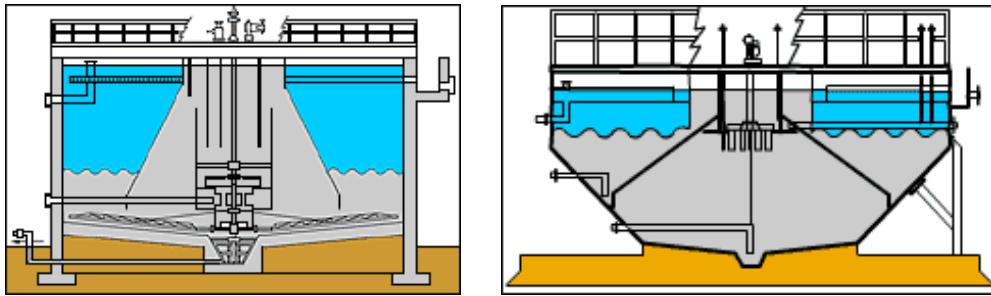
### **1.3.5.4 Bể lắng hướng kính – radical clarifier**

Theo mặt chiếu, bể lắng hướng tâm là bể chứa tròn. Nước trong đó chuyển động từ tâm ra vành đai. Vận tốc nước nhỏ nhất là ở vành đai. Loại bể lắng này được ứng dụng cho lưu lượng nước thải lớn hơn  $20.000\text{m}^3/\text{ngày}$  đến. Chiều sâu phần chảy của bể 1,5-5m, còn tỉ lệ đường kính trên chiều sâu từ 6-30. Người ta sử dụng bể có đường kính 16-60m. Hiệu quả lắng là 60%.

Hiệu quả lắng có thể nâng cao được bằng cách tăng vận tốc lắng nhờ chất keo trù và đồng tụ hoặc giảm độ nhớt của nước thải bằng cách đun nóng. Ngoài ra còn có thể tăng diện tích lắng và tiến hành quá trình lắng trong lớp nước mỏng. Khi chiều sâu nhỏ quá trình lắng diễn ra trong thời gian ngắn (4-10 phút) nên cho phép giảm kích thước bể lắng. Quá trình lắng nhanh này được thực hiện trong bể lắng dạng ống hoặc tấm chắn (*hình 9.1c*). Đường kính ống 25-50mm và chiều dài 0,6-1m. Các ống có thể đặt nghiêng một góc nhỏ đến  $5^\circ$  hoặc lớn  $45-60^\circ$ .

Thiết bị lắng dạng ống với góc nghiêng nhỏ hoạt động gián đoạn. Trước tiên tiến hành quá trình lắng, sau đó tiến hành rửa cặn khỏi ống. Để quá trình thuận lợi cần phải phân phối đều nước cho các và thực hiện chế độ chảy tầng. Các thiết bị kiểu này được sử dụng khi nồng độ tạp lơ lửng không lớn và lưu lượng  $100-10.000\text{m}^3/\text{ngày}$  đêm. Tải trọng thuỷ lực của thiết bị lắng là  $6-10\text{m}^3/\text{h}$  trên  $1\text{m}^2$  diện tích cắt ngang của ống. Hiệu quả xử lý 80-85%.

Trong thiết bị lắng dạng ống với góc nghiêng lớn, nước chảy từ dưới lên trên, còn cặn trượt luân tục theo ống xuống không gian chứa cặn. Sự tách cặn diễn ra liên tục nên không cần rửa ống. Tải trọng thuỷ lực của thiết bị này từ 2,4 đến  $7,2\text{m}^3/\text{h}$  trên  $1\text{m}^2$  tiết diện ống.

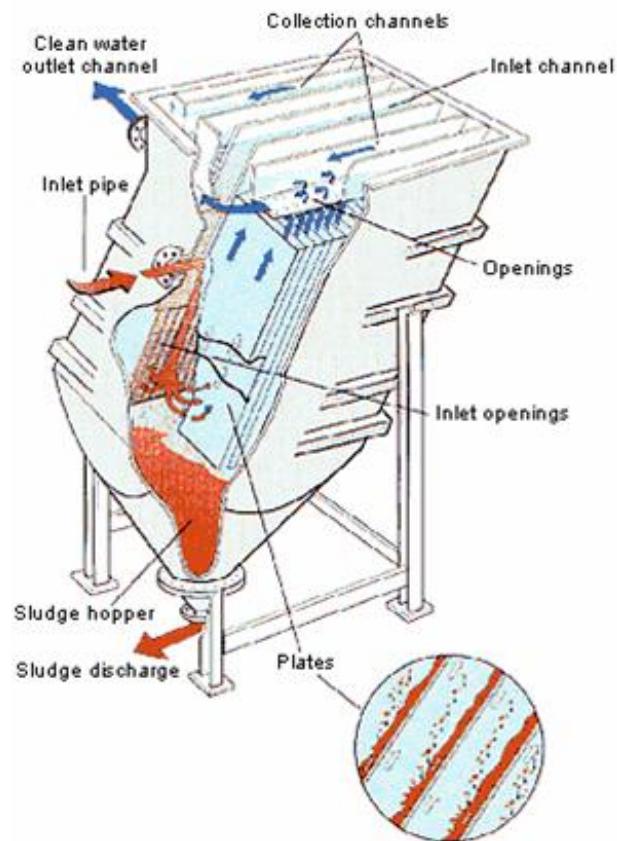


Hình 5. Bể lắng hướng kính

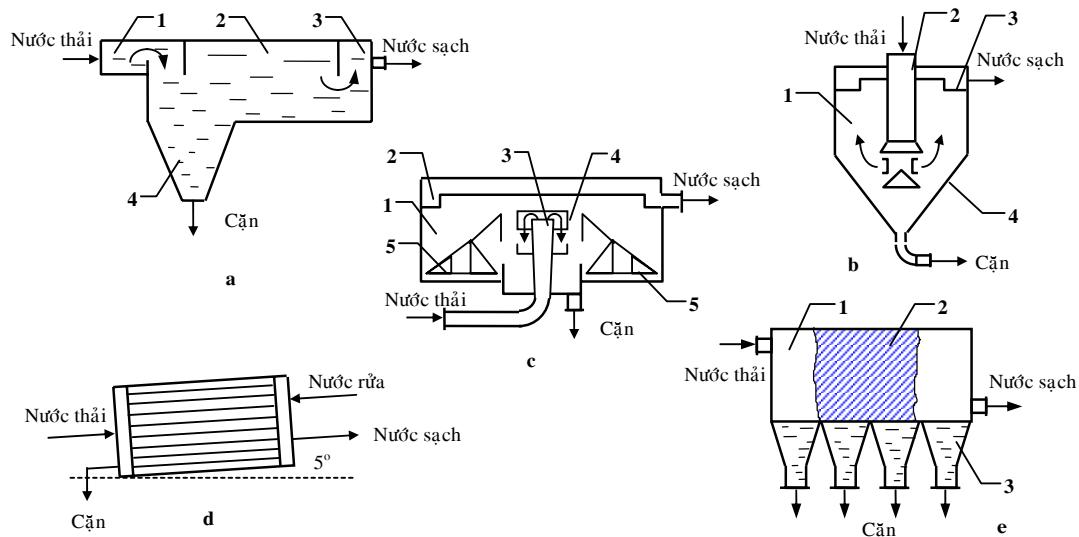
#### 1.3.5.5 Bể lắng dạng bảng- plate settler

Ở bên trong bể lắng dạng bảng có các bảng đặt nghiêng và song song với nhau. Nước chuyển động giữa các bảng, còn cặn trượt xuống dưới vào bình chứa.

Chế độ chảy trong bể lắng có thể cùng chiều (hướng chuyển động của nước và cặn cùng nhau), ngược chiều (nước và cặn chuyển động ngược nhau) và giao nhau (nước chuyển động thẳng góc với hướng chuyển động của cặn). Phổ biến nhất là thiết bị lắng ngược chiều.



**Hình 6. Thiết bị lắng dạng bảng**



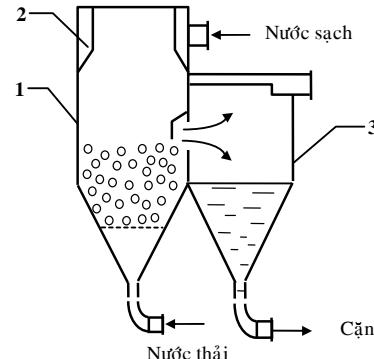
**Hình 7. Các dạng bể lắng**

a. Nằm: 1- cửa vào; 2- buồng lắng; 3- cửa ra; 4- buồng chứa cặn. b. Đứng: 1- thân; 2- ống trung tâm; 3- rãnh nước; 4- đáy chốp. c. Hướng tâm: 1- thân; 2- rãnh nước; 3- cơ cấu phân phối; 4- buồng ổn định; 5- cào. d. Dạng ống. e. Dạng bảng nghiêng: 1- thân; 2- các bảng; 3- buồng chứa cặn.

### **1.3.5.6 Bể lắng trong**

Bể lắng trong được sử dụng để làm sạch tự nhiên và để làm trong sơ bộ nước thải công nghiệp. Người ta thường sử dụng bể lắng trong với lớp cặn lơ lửng mà người ta cho nước với chất đồng tụ đi qua đó.

Sơ đồ nguyên lý của bể lắng trong được trình bày trên hình sau. nước với chất làm đồng tụ được cho vào phần dưới bể lắng. Các bông chất đồng tụ và các hạt lơ lửng được hấp phụ bởi các chúng được nâng lên, nhờ dòng nước chảy lên (mặt cắt I.I). lớp cặn lơ lửng hình thành trên mặt cắt này và qua lớp đó nước được lọc. Khi đó các hạt lơ lửng bám dính vào các bông đồng tụ. Cặn được tách ra trong thiết bị ép cặn, còn nước trong qua rãnh chảy tràn được đưa đến các công đoạn xử lí tiếp theo.



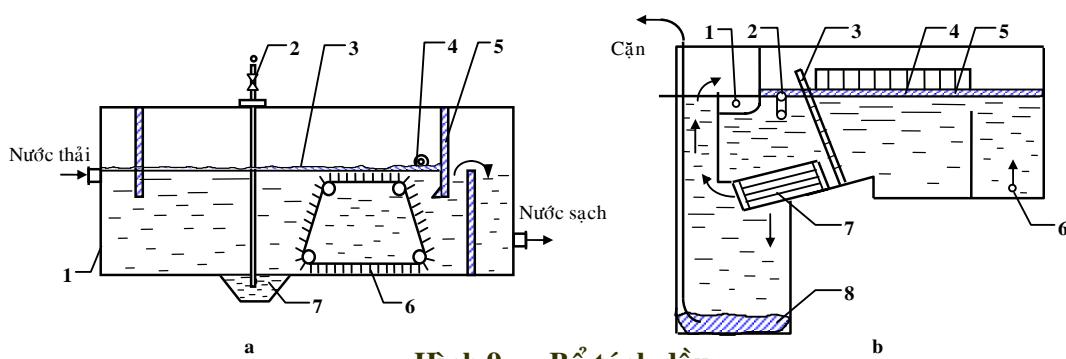
**Hình 8. Bể lắng trong**

1- phần lăng trong; 2- rãnh nước; 3- phần lăng cặn.

### **1.3.6 Lắng kết hợp tách tạp chất nổi**

Quá trình lắng cũng được ứng dụng để làm sạch nước khỏi dầu, mỡ, nhựa... Loại các tạp chất nổi tương tự như lắng chất rắn, chỉ khác là khối lượng riêng riêng hạt nổi nhỏ hơn khối lượng riêng của nước.

Sơ đồ bể tách dầu được trình bày trên. Vận tốc chuyển động của nước trong bể thay đổi trong khoảng 0,005-0,01m/s. Đối với các hạt dầu đường kính 80-100 $\mu\text{m}$  vận tốc nổi là 1-4m/s, chiều sâu của nước là 1,2-1,5m, thời gian lắng không nhỏ hơn 2giờ. Khi đó, 96-98% dầu nổi lên.



**Hình 9. Bể tách dầu**

a- nầm: 1- thân bể tách dầu; 2- máy nâng thủy lực; 3- lớp dầu; 4- ống thoát dầu; 5- vách ngăn dầu; 6- cào; 7- bể chứa cặn. b- lớp mỏng: 1- ống tháo nước sạch; 2- ống thoát dầu; 3- vách ngăn; 4- tấm nhựa xốp; 5- lớp dầu; 6- ống nhập nước thải; 7- bộ phận gồm các tấm đệm sóng; 8- cặn.

Ngoài ra, còn có thiết bị tách dầu bằng mỏng. Loại thiết bị này hoàn thiện hơn, có kích thước nhỏ hơn và kinh tế hơn. Khoảng cách giữa các bảng là 50mm, góc nghiêng  $45^\circ$ , thời gian lưu của nước thải trong vùng lăng 2-4 phút, chiều dày của dầu nổi 0,1m, nồng độ dầu còn lại trong nước thải là 100mg/l.

Nước thải của nhà máy sản xuất dầu ăn, chế biến thịt, các nhà ăn tập thể chứa mỡ cũng được xử lý trong thiết bị tương tự. Để tăng hiệu quả tách mỡ, người ta áp dụng các thiết bị thông khí.

Vận tốc nổi của hạt phụ thuộc kích thước của nó, khối lượng riêng và độ nhớt. Tính toán vận tốc nổi dựa vào chế độ thủy động ( $Re$ ), bản chất của hạt.

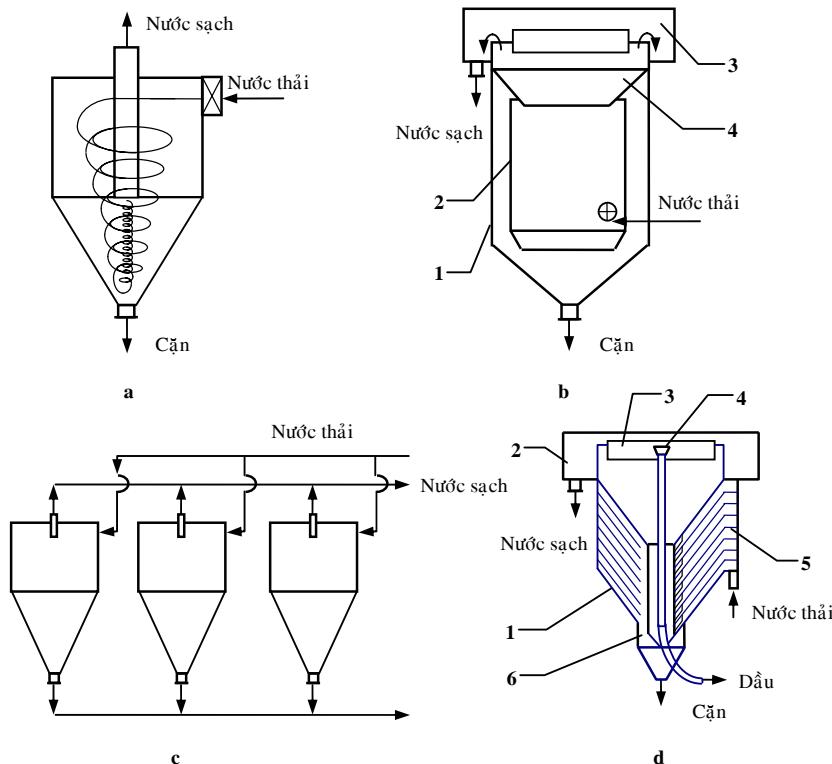
### 1.3.7 Ly tâm – centrifuge

Lưu chất chuyển động theo vòng xoáy tạo ra lực ly tâm làm pha rắn tách ra khỏi dòng nước hay pha lỏng tách khỏi chất rắn. Xyclon thuỷ lực là dạng thiết bị tiêu biểu ứng dụng nguyên tắc tách tạp chất cơ học bằng lực ly tâm. Nguyên tắc này còn ứng dụng trong thiết bị tách nước trong xử lý bùn.

Lăng các hạt lơ lửng dưới tác dụng của lực li tâm được tiến hành trong xyclon nước và máy li tâm.

#### 1.3.7.1 Xyclon nước

Xyclon nước có kết cấu đơn giản, gọn, vận hành dễ dàng, năng suất cao và giá không cao.



Hình 10. Xyclon nước

a. kiểu cột áp. b. có ống trụ bên trong và tấm chắn: 1- thân; 2- ống trụ trong; 3- rãnh vành đai; 4- tấm chắn. c. cụm xyclon nước kiểu cột áp. d. xyclon ướt nhiều tầng: 1- tấm chắn; 2- rãnh nước; 3- tấm chảy tràn; 4- phễu thu dầu; 5- rãnh phân phối; 6- khe thoát cặn.

Khi nước chuyển động quay trong xiclon nước, các hạt trong nước chịu tác dụng của lực li tâm, làm chúng văng ra thành, lực trọng trường, lực quán tính và lực cản của dòng chuyển động.

Vận tốc chuyển động của hạt trong chất lỏng dưới tác dụng của lực li tâm phụ thuộc đường kính của nó, hiệu khối lượng riêng  $\Delta\rho$  giữa nước và hạt, độ nhớt  $\mu$  và khối lượng riêng  $\rho$  của nước thải và gia tốc của trường li tâm  $I$ .

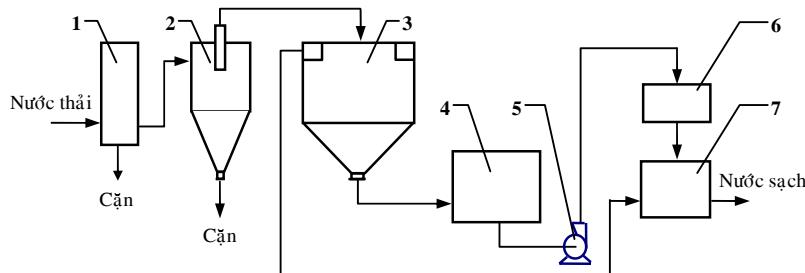
Hiệu quả của xiclon nước vào khoảng 70%. Khi giảm độ nhớt của nước thải vận tốc lăng của hạt trong trường lực li tâm tăng. Khi tăng khối lượng riêng nước thải, hiệu khối lượng riêng giảm đối với hạt nặng, do đó làm giảm tốc độ lăng của nó; còn đối với hạt nhẹ hơn - vận tốc tăng.

### **1.3.7.2 Máy li tâm**

Để loại cặn ra khỏi nước thải có thể ứng dụng máy li tâm lăng và thiết bị li tâm lọc.

Lọc li tâm được thực hiện bởi sự quay huyên phù trong trống vành khăn, được bọc dưới lớp vải lọc. Cặn ở lại bên thành trống và được lấy ra bằng tay hoặc dao. Loại này hiệu quả nhất khi cần thu sản phẩm với độ ẩm thấp nhất và yêu cầu rửa cặn.

Sơ đồ xử lý nước thải bằng máy li tâm được trình bày trên hình sau. nước thải đầu tiên được loại cặn bằng lưới, sau đó cát trong xiclon nước. Cặn sau khi nén trong thiết bị lăng được tách ra khỏi nước trong máy li tâm.

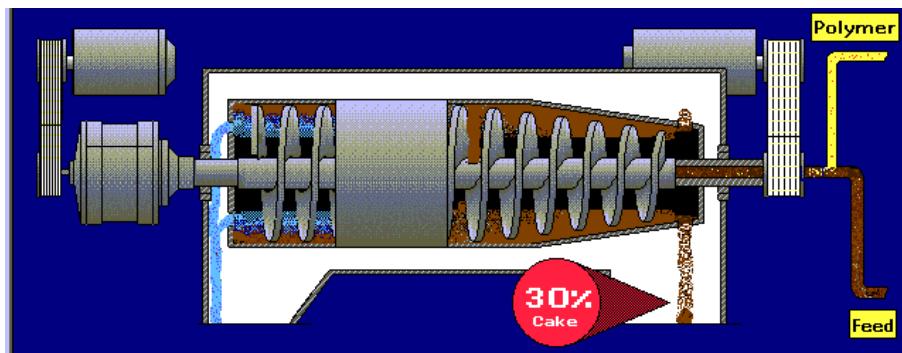


**Hình 11. Sơ đồ xử lý nước thải bằng máy li tâm**

1- lưới; 2- Xiclon nước; 3- bể lăng; 4- bể chứa; 5- bơm bùn; 6- máy li tâm; 7- bể chứa

### **1.3.8 Ép cặn – compression**

So với máy li tâm, thiết bị ép cặn có các ưu điểm sau: không có phần chuyển động nhanh, độ ẩm của cặn thấp, chế tạo đơn giản và làm việc liên tục. Nhược điểm là pha rắn bị cuốn theo nước nhiều khi nồng độ của nó nhỏ và hạt phân tán cao (nhỏ hơn 100 $\mu\text{m}$ ) và không thể rửa cặn trong thiết bị.



**Hình 12. Sơ đồ ép cặn**

### 1.3.9 Sử dụng bức xạ tử ngoại, sóng siêu âm...

Phương pháp khử trùng ứng dụng các dạng năng lượng vật lý gồm ánh sáng mặt trời, tia tử ngoại (UV), sóng siêu âm.

## 1.4 XỬ LÝ BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA LÍ

Các phương pháp hóa lí được áp dụng để xử lí nước thải là đông tụ, keo tụ, hấp phụ, trao đổi ion, trích li, chưng cất, cô đặc, lọc ngược và siêu lọc, kết tinh, nhả hấp... Các phương pháp này được ứng dụng để loại ra khỏi nước thải các hạt lơ lửng phân tán (rắn và lỏng), các khí tan, các chất vô cơ và hữu cơ hòa tan.

Việc ứng dụng các phương pháp hóa lí để xử lí nước thải so với phương pháp sinh học có các ưu điểm sau:

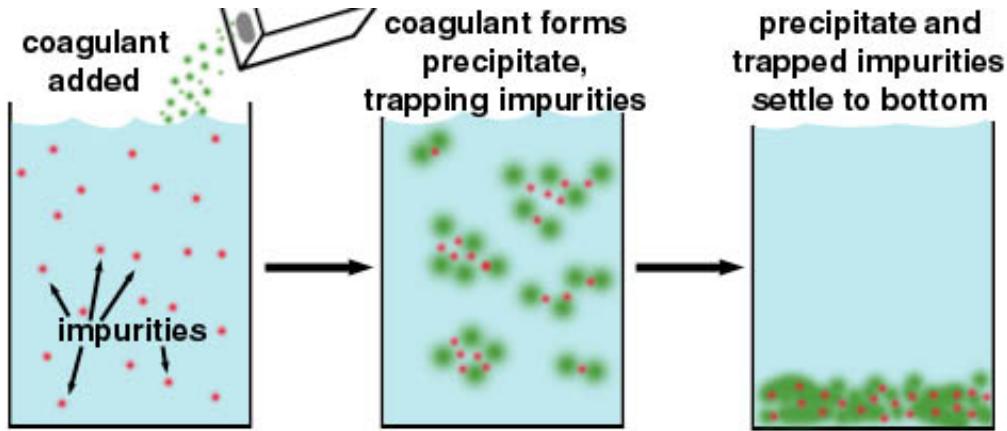
1. Có khả năng loại các chất độc hữu cơ không bị oxi hóa sinh học.
2. Hiệu quả xử lí cao hơn và ổn định hơn.
3. Kích thước hệ thống xử lí nhỏ hơn.
4. Độ nhạy đối với sự thay đổi tải trọng thấp hơn.
5. Có thể tự động hóa hoàn toàn.
6. Động học của các quá trình hóa lí đã được nghiên cứu sâu hơn.
7. Phương pháp hóa lí không cần theo dõi các hoạt động của sinh vật.
8. Có thể thu hồi các chất khác nhau.

### 1.4.1 Đông tụ, keo tụ – coagulation, flocculation

#### 1.4.1.1 Đông tụ, keo tụ - coagulation

Đông tụ là quá trình thô hóa các hạt phân tán và chất nhũ tương trong hệ keo. Phương pháp đông tụ hiệu quả nhất khi được sử dụng để tách các hạt keo phân tán có kích thước 1-100μm.

Trong xử lí nước thải, sự đông tụ diễn ra dưới tác động của chất đông tụ. Chất đông tụ trong nước tạo thành các bông hydroxit kim loại, lắng nhanh trong trường trọng lực. Các bông này có khả năng hút các hạt keo và hạt lơ lửng kết hợp chúng với nhau. Các hạt keo có điện tích âm yếu còn các bông đông tụ có điện tích dương yếu nên chúng hút nhau.

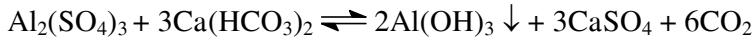


Hình 13. Cơ chế đông tụ

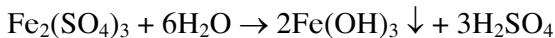
Quá trình hình thành các bông đông tụ diễn ra như sau:



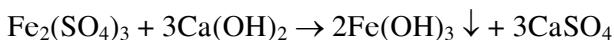
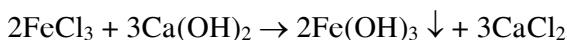
Chất đông tụ thường dùng là muối nhôm, sắt hoặc hỗn hợp của chúng. Việc chọn chất đông tụ phụ thuộc thành phần, tính chất hóa lí và giá thành của nó, nồng độ tạp chất trong nước, pH và giá thành phần muối của nước. Các muối nhôm được làm chất đông tụ là  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ;  $NaAlO_2$ ,  $Al_2(OH)_5Cl$ ;  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  và  $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ . Trong số đó, phổ biến nhất là sunfat nhôm. Nó hoạt động hiệu quả khi  $pH = 5-7,5$ . Sunfat nhôm tan tốt trong nước và có giá thành tương đối rẻ. Nó được sử dụng ở dạng khô hoặc dạng dung dịch 50%. Quá trình tạo bông đông tụ của một số muối nhôm như sau:



Các muối sắt được dùng làm chất đông tụ là  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 2H_2O$ ,  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 3H_2O$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  và  $FeCl_3$ . Hiệu quả lắng trong cao hơn khi sử dụng dạng khô hoặc dung dịch 10-15%. Các sunfat được dùng ở dạng bột. Liều lượng chất đông tụ phụ thuộc pH của nước thải. Đối với  $Fe^{3+}$   $pH = 6-9$ , còn đối với  $Fe^{2+}$   $pH \geq 9,5$ . Để kiềm hóa nước thải dùng  $NaOH$  và  $Ca(OH)_2$ . Quá trình tạo bông đông tụ diễn ra theo phản ứng



Khi kiềm hóa:



Muối sắt có ưu điểm so với muối nhôm:

- Hoạt động tốt hơn ở nhiệt độ nước thấp.
- Giá trị tối ưu pH trong khoảng rộng hơn.
- Bông bền và thô hơn.
- Có thể ứng dụng cho nước có khoáng nồng độ muối rộng hơn.
- Có khả năng khử mùi độc và vị lạ do có mặt của  $H_2S$ .

Tuy nhiên, chúng cũng có một số nhược điểm:

- Có tính axit mạnh, làm ăn mòn thiết bị.
- Bề mặt các bông ít phát triển hơn.
- Tạo thành các phứa nhuộm tan mạnh

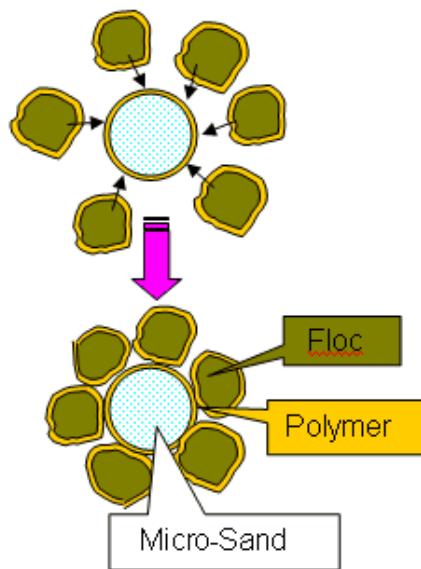
Ngoài các chất nêu trên còn có thể sử dụng chất đong tụ là các loại đất sét khác nhau, các chất thải sản xuất chứa nhôm, các hỗn hợp, dung dịch tẩy rửa, xỉ chứa dioxit silic.

Khi sử dụng hỗn hợp  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  và  $\text{FeCl}_3$  với tỉ lệ từ 1:1 đến 1:2 thu được kết quả đong tụ tốt hơn khi dùng tác chất riêng lẻ.

#### **1.4.1.2 Trợ keo tụ - Flocculation**

Trợ keo tụ là quá trình kết hợp các hạt lơ lửng khi cho các hợp chất cao phân tử vào nước. Khác với quá trình đong tụ, khi trợ keo tụ sự kết hợp diễn ra không chỉ do tiếp xúc trực tiếp mà còn do tương tác lẫn nhau giữa các phân tử chất keo tụ bị hấp phụ trên các hạt lơ lửng.

Trợ keo tụ thúc đẩy quá trình tạo bông hydroxit nhôm và sắt nhằm tăng vận tốc lắng của chúng. Việc sử dụng chất trợ keo tụ cho phép giảm chất đong tụ, giảm thời gian đong tụ và tăng vận tốc lắng.



**Hình 14. Cơ chế trợ keo tụ**

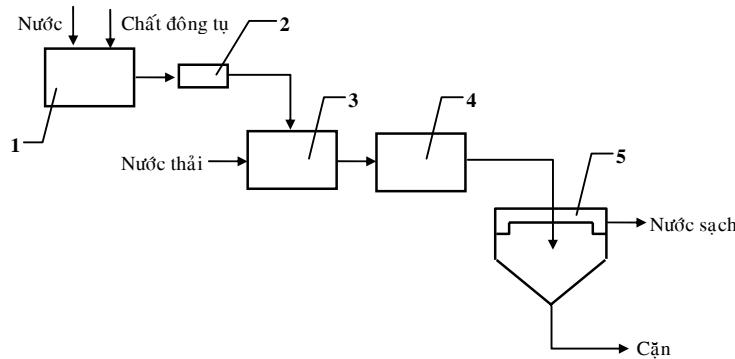
Chất trợ keo tụ có thể là hợp chất tự nhiên và tổng hợp. Chất trợ keo tụ tự nhiên là tinh bột, este, xenlulô, dectrin ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ )<sub>n</sub>. Chất trợ keo tụ vô cơ là dioxit silic đã hoạt hóa ( $x\text{SiO}_2.y\text{H}_2\text{O}$ ). Chất trợ keo tụ hữu cơ tổng hợp là  $[-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CONH}_2]_n$ , poliacrilamit kĩ thuật (PAA), PAA hydrat hóa.

Liều lượng PAA tối ưu để xử lí nước thải công nghiệp dao động trong khoảng 0,4÷1g/m<sup>3</sup>. PAA hoạt động trong khoảng pH của môi trường rộng. Tuy nhiên, vận tốc lắng bông keo tụ giảm khi pH > 9.

Cơ chế làm việc của chất trợ keo tụ dựa trên các hiện tượng sau: hấp phụ phân tử chất keo tụ trên bề mặt hạt keo, tạo thành mạng lưới phân tử chất trợ keo tụ. Sự dính lại của các hạt keo do lực Van der Waals. Dưới tác động của chất trợ keo tụ giữa các hạt keo tạo

thành cấu trúc ba chiều, có khả năng tách nhanh và hoàn toàn ra khỏi nước. Nguyên nhân xuất hiện cấu trúc này là sự hấp phụ các phân tử chất trợ keo tụ trên một số hạt tạo thành các cầu nối polime giữa chúng. Các hạt keo được tích điện âm nên thúc đẩy quá trình keo tụ với các hydroxit nhôm hoặc sắt. Khi cho thêm silicat hoạt tính sẽ làm tăng 2-3 lần vận tốc lắng và tăng hiệu quả lắng trong.

Quá trình xử lý nước thải bằng đồng tụ và keo tụ gồm các giai đoạn sau: định lượng và trộn tác chất với nước thải, tạp bông và lắng xuống.



**Hình 15. Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải bằng đồng tụ**

1- bình chứa để chuẩn bị dung dịch; 2- máy định lượng; 3- máy trộn; 4- buồng tạo bông; 5- thiết bị lắng cặn.

Nước thải trộn với chất trợ keo tụ ở tốc độ chậm để không phá vỡ bông cặn. Sau đó, nước được đưa vào buồng tạo bông. Sự tạo bông diễn ra chậm sau 10-30 phút. Nước thải trộn với chất đồng tụ theo ống đi vào ngăn tách không khí. Sau đó nước đi theo ống trung tâm đến các ống phân phối, là các vòi phun để phân phối và quay nước trong vùng vành ngăn. Các hạt lơ lửng cùng với bông đồng tụ tạo thành trong vùng vành khăn. Các hạt lơ lửng cùng với bông lắng xuống đáy và được lấy ra khỏi thiết bị. Nước trong chảy qua các lỗ vào rãnh thoát nước.

#### 1.4.2 Tuyển nổi – flotation

Tuyển nổi được ứng dụng để loại ra khỏi nước các tạp chất phân tán không tan và khó lắng. Trong nhiều trường hợp tuyển nổi còn được sử dụng để tách chất tan như chất hoạt động bề mặt. Tuyển nổi ứng dụng để xử lý nước thải của nhiều ngành sản xuất như: chế biến dầu mỏ, tơ sợi nhân tạo, giấy xenlulô, da, hóa chất, thực phẩm, chế tạo máy. Nó còn được dùng để tách bùn hoạt tính sau khi xử lý hóa sinh.

Ưu điểm của phương pháp tuyển nổi là hoạt động liên tục, phạm vi ứng dụng rộng rãi, chi phí đầu tư và vận hành không lớn, thiết bị đơn giản, vận tốc nổi lớn hơn vận tốc lắng, có thể thu cặn với độ ẩm nhỏ (90 - 95%), hiệu quả xử lý cao (95 - 98%), có thể thu hồi tạp chất. Tuyển nổi kèm theo sự thông khí nước thải, giảm nồng độ chất hoạt động bề mặt và các chất dễ bị oxi hóa.

Cơ sở tuyển nổi như sau: khi đến gần các bọt khí đang nổi lên trong nước, các hạt lơ lửng sẽ kết dính với các bọt khí này và cùng nó nổi lên trên mặt nước, tạo thành lớp bọt có nồng độ tạp chất cao hơn trong nước ban đầu.

Hiệu quả phân riêng bằng tuyển nổi phụ thuộc kích thước và số lượng bong bóng khí, kích thước tối ưu của bong bóng khí là 15 - 30 $\mu$ m. Để có kích thước bọt ổn định trong quá trình tuyển nổi người ta dùng các chất tạo bọt. Chất tạo bọt có thể là dầu thông, phenol, ankyl, sunfat natri, cresol  $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ .

Trọng lượng của hạt không được lớn hơn lực kết dính với bọt khí và lực nâng của bọt khí. Kích thước hạt để tuyển nổi hiệu quả để phụ thuộc trọng lượng riêng hạt và bằng 0,2-1,5 mm.

Có nhiều phương pháp tuyển nổi để xử lí nước thải: tuyển nổi bằng biện pháp tách không khí từ dung dịch; tuyển nổi với việc cho thông khí qua vật liệu xốp, tuyển nổi hóa học và tuyển nổi điện, tuyển nổi với sự phân tách không khí bằng cơ khí.

#### **1.4.2.1 Tuyển nổi bằng biện pháp tách không khí từ dung dịch**

Phương pháp này được áp dụng để làm sạch nước thải chứa hạt ô nhiễm rất mịn. Bản chất của phương pháp này là tạo dung dịch quá bão hòa không khí. Khi giảm áp suất các bọt không khí sẽ tách ra khỏi dung dịch và làm nổi chất bẩn.

Tùy thuộc vào biện pháp tạo dung dịch quá bão hòa người ta chia ra tuyển nổi chân không, áp suất và bơm dâng.

- Trong tuyển nổi chân không, nước thải được bão hòa không khí ở áp suất khí quyển trong buồng thông khí, sau đó cho vào buồng tuyển nổi, trong đó áp suất giữ ở khoảng 225-300mmHg bằng bơm chân không. Trong buồng tuyển nổi, các bong bóng khí rất nhỏ thoát ra làm nổi một phần chất bẩn. Quá trình tuyển nổi kéo dài 20 phút.

Ưu điểm của phương pháp này là: sự tạo bọt khí và sự kết dính với các hạt bẩn diễn ra trong môi trường yên tĩnh (xác suất phá vỡ tổ hợp bọt - hạt bẩn là tối thiểu); tiêu hao năng lượng là tối thiểu. Khuyết điểm là: độ bão hòa của nước bơm không khí không lớn, vì vậy phương pháp này không thể áp dụng khi nồng độ hạt lơ lửng cao (không lớn hơn 250-300mg/l); cần phải chế tạo thiết bị tuyển nổi kín và bố trí cào cơ khí trong đó.

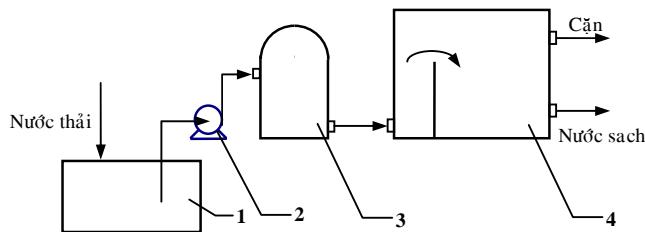
- Tuyển nổi áp suất phổ biến hơn tuyển nổi chân không. Phương pháp này cho phép làm sạch nước với nồng độ chất lơ lửng 4-5g/l.

Thiết bị tuyển nổi áp suất so với thiết bị tách dầu bảo đảm nồng độ tạp chất còn lại trong nước nhỏ hơn 5-10 lần và kích thước nhỏ hơn 5-10 lần. Quá trình được tiến hành trong 2 giai đoạn:

- Bão hòa nước bằng không khí dưới áp suất cao
- Tách khí hòa tan dưới áp suất khí quyển

Sơ đồ tuyển nổi cột áp được trình bày trên hình.

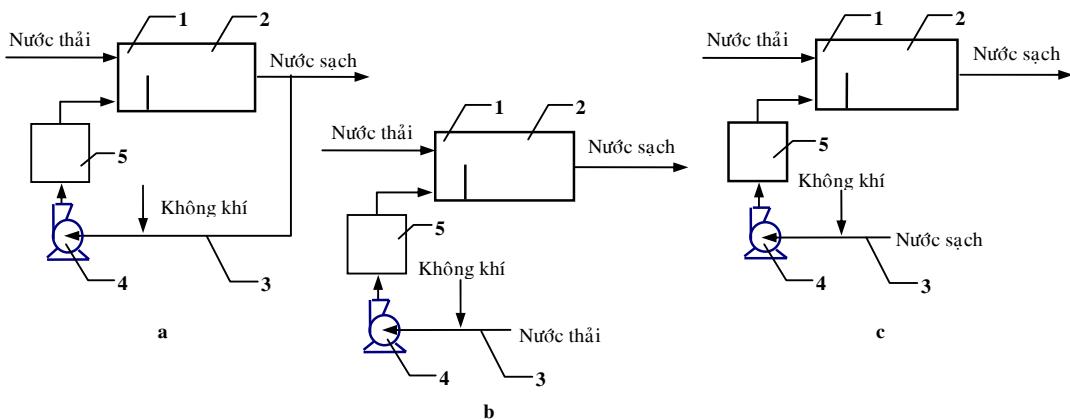
Nước thải vào bình tiếp nhận được bơm đẩy vào bình cao áp. Không khí được hút vào ống hút của bơm. Trong bồn cao áp (ở áp suất 0,15-0,4MPa) không khí sẽ hòa tan vào nước. Sau đó trong buồng tuyển nổi làm việc ở áp suất khí quyển không khí tách ra ở dạng các bọt khí và làm nổi các hạt lơ lửng. Lớp bọt cùng với hạt rắn được tách từ bề mặt nước bằng cào cơ giới. Nước trong khi ra từ đáy thiết bị tuyển nổi. Khi sử dụng chất đông tụ, sự tạo bong đỉen ra trong bình cao áp.



**Hình 16. Sơ đồ hệ thống tuyển nổi áp suất**

1- bồn chứa; 2- bơm; 3- bồn áp suất; 4- bể tuyển nổi.

Trong sơ đồ trên, toàn bộ nước thải được bão hòa không khí. Trong sơ đồ khác ở sau



**Hình 17. Các sơ đồ tuyển nổi áp lực**

a- tuần hoàn nước sau xử lí. b- bão hòa một phần nước thải. c- bão hòa nước sạch: 1- ngăn tiếp nhận; 2- ngăn tuyển nổi; 3- đường hút; 4- bơm; 5- bồn cao áp.

Sơ đồ a, bão hòa không khí cho phần nước sau xử lí.

Sơ đồ b bão hòa không khí cho một phần nước thải.

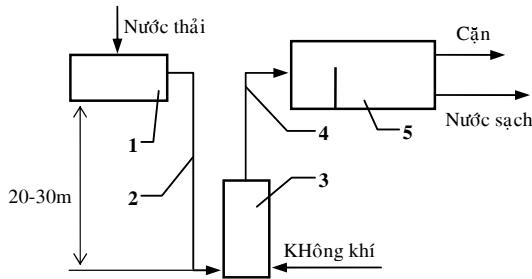
Các sơ đồ này nên sử dụng nếu tiến hành keo tụ nước thải sơ bộ nhằm mục đích giảm sự phá vỡ các bông keo tụ trong máy bơm.

Sơ đồ c bão hòa không khí trong nước sạch được sử dụng khi nồng độ chất bẩn cao. Trong trường hợp này lượng nước qua thiết bị tuyển nổi gia tăng do đó thể tích thiết bị lớn và chi phí năng lượng cho sự vận chuyển nước cũng lớn. Tuy nhiên, hiệu quả tuyển nổi cao hơn do các bông chất bẩn được giữ nguyên và do đó nổi nhanh hơn.

Thiết bị tuyển nổi áp lực có năng suất từ 5-10 đến 1.000-2.000 m<sup>3</sup>/h. Chúng hoạt động với các thông số kỹ thuật như sau: áp suất trong bình cao áp 0,17-0,39MPa; thời gian lưu trong bình cao áp 14 phút, còn trong buồng tuyển nổi 10-20 phút; thể tích không khí chiếm 1,5-5% thể tích nước cần xử lí.

Trường hợp cần thiết phải tiến hành đồng thời quá trình tuyển nổi và oxi hoá chất ô nhiễm nên bão hòa nước bằng không khí giàu oxi hoặc ozôn. Còn để tránh các quá trình oxi hóa người ta thay không khí bằng khí trơ.

Thiết bị bơm dâng được sử dụng để xử lý nước thải trong công nghiệp hóa học. Chúng có kết cấu đơn giản và chi phí năng lượng khoảng 2-4 lần ít hơn thiết bị áp suất. Nhược điểm của thiết bị này là buồng tuyển nổi phải được bố trí cao.



**Hình 18. Sơ đồ hệ thống tuyển nổi bơm dâng**

1- bồn cao vị; 2- ống dẫn; 3- bình sục khí; 4 - ống dẫn; 5- bể tuyển nổi.

#### **1.4.2.2 Tuyển nổi bằng cách phân tán không khí cơ bằng cơ khí**

Sự phân tán khí trong máy tuyển nổi này được thực hiện nhờ bơm tuabin kiểu cánh quạt, đó là đĩa có cánh quay hướng lên trên. Thiết bị kiểu này được ứng dụng để xử lý nước có nồng độ các hạt lơ lửng cao (lớn hơn 2g/l). Khi quay cánh quạt trong chất lỏng xuất hiện một số lượng lớn các dòng xoáy nhỏ và được phân tán thành các bọt khí có kích thước xác định. mức độ phân tán càng cao bọt khí càng nhỏ quá trình càng hiệu quả. Tuy nhiên, nếu vận tốc quay cao sẽ làm tăng độ ngọt dòng chảy rồi và có thể phá vỡ tổ hợp hạt - khí, do đó làm giảm hiệu quả xử lý.

Để đạt hiệu quả tuyển nổi độ bão hòa không khí của nước cao (10÷50% thể tích). Thông thường máy tuyển nổi gồm một số buồng mắc nổi tiếp. Đường kính cánh quạt 600-700mm.

Thiết bị khí động được sử dụng để xử lý nước thải chứa tạp chất hòa tan, có tính ăn mòn. Sự phân tán bọt khí đạt được nhờ vòi phun đặc biệt gắn trên ống phân phối khí. Thường vòi phun có đường kính lỗ 1-1,2mm, áp suất làm việc trước vòi phun 0,3-0,5MPa. Vận tốc tia khí ở đầu ra của vòi phun 100-200m/s. Thời gian tuyển nổi được xác định bằng thực nghiệm, thường trong khoảng 15-20 phút.

#### **1.4.2.3 Tuyển nổi nhờ các tấm xốp**

Khi cho không khí qua các tấm sứ xốp sẽ thu được bọt khí. Phương pháp này có các ưu điểm là kết cấu buồng nổi đơn giản, chi phí năng lượng thấp. Tuy nhiên, nó có khuyết điểm vì các lỗ xốp mau bị bẩn và dễ bị bịt kín, khó chọn vật liệu có lỗ giống nhau để tạo bọt khí nhuyễn và kích thước bằng nhau.

Hiệu quả tuyển nổi phụ thuộc lỗ xốp, áp suất không khí, lưu lượng không khí, thời gian tuyển nổi, mực nước trong thiết bị tuyển nổi. Theo số liệu thực nghiệm, kích thước lỗ 4-20µm, áp suất không khí 0,1-0,2MPa, lưu lượng không khí  $40-70\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ . thời gian tuyển nổi 20-30 phút, mực nước trong buồng tuyển nổi 1,5-2,0m.

#### **1.4.2.4 Các phương pháp tuyển nổi khác**

Đó là tuyển nổi hóa học, sinh học và ion.

- Tuyển nổi hóa học: trong quá trình xử lí nước có thể diễn ra các quá trình hoá học với sự phát sinh các khí khác như O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>... Bọt của các khí này có thể kết dính với các chất lơ lửng không tan và đưa chúng lên lớp bọt. Nhược điểm của phương pháp này là tiêu hao nhiều tác chất.
- Tuyển nổi sinh học: phương pháp này được ứng dụng để nén cặn từ bể lắng đợt I khi xử lí nước thải sinh hoạt. Trong phương pháp này cặn được đun nóng bằng hơi nước đến 35-55°C và nhiệt độ này được giữ vào ngày đêm. Do hoạt động của các vi sinh vật các bọt khí sinh ra và mang các hạt cặn lên lớp bọt, ở đó chúng được nén và khử nước. Bằng cách này trong vòng 5-6 ngày đêm độ ẩm của cặn có thể giảm đến 80% và đơn giản hóa quá trình xử lí cặn tiếp theo.
- Tuyển nổi ion: quá trình này được tiến hành như sau. Người ta cho không khí và chất hoạt động bề mặt vào nước thải. Chất hoạt động bề mặt trong nước tạo thành các ion có điện tích trái dấu với điện tích của ion cần loại ra. Không khí ở dạng bọt làm nhiệm vụ đưa chất hoạt động bề mặt cùng chất bẩn lên lớp bọt.

Phương pháp này có thể áp dụng để tách kim loại (Mo, W, V, Pt, Ce, Re... quá trình hiệu quả khi nồng độ ion thấp  $10^{-3} \div 10^{-2}$  mol/ion/l.

Trong trường hợp cần tiến hành đồng thời quá trình tuyển nổi và oxi hóa chất ô nhiễm, nên bão hòa nước bằng không khí giàu oxi hoặc ozôn. Còn để hạn chế quá trình oxi hóa thì thay không khí bằng khí trơ.

#### **1.4.2.5 Xử lí bằng phương pháp tách phân đoạn bọt (tách bọt)**

Phương pháp tách phân đoạn bọt dựa trên sự hấp phụ chọn lọc một hay vài chất tan trên bề mặt bọt khí, nổi lên trên xuyên qua dung dịch.

Quá trình này ứng dụng để loại chất hoạt động bề mặt ra khỏi nước thải, nó tương tự quá trình hấp phụ trên chất rắn.

Hiệu quả thu hồi phụ thuộc vào nhiều tham số. Cùng với sự gia tăng nồng độ chất hoạt động bề mặt khả năng tạo bọt của dung dịch và hiệu quả thu hồi tăng, còn thời gian cần thiết để thu hồi tối đa chất hoạt động bề mặt giảm. Điều này là do khi nồng độ chất hoạt động bề mặt tăng, độ phân tán bọt tăng. Khi độ kiềm của dung dịch tăng bắt đầu từ pH = 9,5, hiệu quả thu hồi chất hoạt động bề mặt ban đầu tăng, còn sau đó khi pH = 12,3 giảm xuất một chút. Với lượng phụ gia chất điện li không lớn ( $\leq 0,0005$  mol/l) KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KNO<sub>3</sub>, NaNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> cũng làm cho hiệu quả thu hồi tăng. Điều này được giải thích là các ion điện li hấp thu một phần nước nên làm gia tăng nồng độ hữu dụng chất hoạt động bề mặt.

Nhiệt độ ảnh hưởng đến tính ổn định bọt của chất hoạt động bề mặt. Khi nhiệt độ tăng tính ổn định bọt giảm. Ngoài ra, nhiệt độ tăng làm đường kính bọt tăng và làm thay đổi độ hòa tan của chất hoạt động bề mặt.

Thiết bị phân riêng có một số ngăn. Không khí được cho vào từng ngăn. Chiều cao lớp nước trong của các ngăn là 0,5 - 0,8 m. Nước sạch đi vào thùng chứa, còn bọt nhờ quạt cho vào xiclon, ở đây pha khí tách ra khỏi chất lỏng. Từ xiclon hỗn hợp nước và bọt đi vào

thiết bị lắng. Nước sau thiết bị lắng quay lại ngăn phân riêng đều tiên, còn bọt vào buồng cô đặc. Trong quá trình tách bọt không chỉ chất hoạt động bề mặt được thu hồi mà đồng thời còn loại bỏ khỏi nước các hạt huyền phù hoặc nhũ tương cũng như tách một phần chất tan.

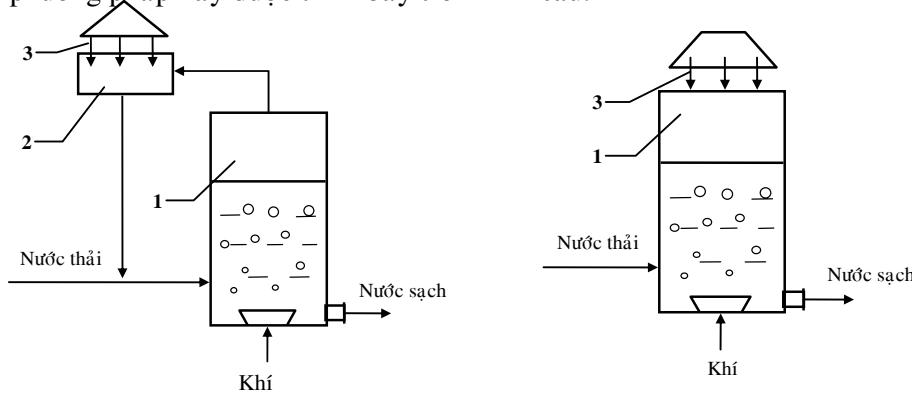
Trong quá trình phân riêng bọt tạo thành có nồng độ chất hoạt động bề mặt khá cao. Việc tách nó ra khỏi bọt rất khó khăn vì vậy trong đa số các trường hợp nó là chất thải.

Như vậy quá trình xử lý nước thải khỏi chất hoạt động bề mặt bằng phương pháp tách bọt có nhược điểm.

Tạo thành chất ngưng giàu chất hoạt động bề mặt, bị phân huỷ chậm

Khi nồng độ chất hoạt động bề mặt trong nước thải tăng hiệu quả xử lý giảm.

Do đó người ta đề nghị phương pháp xử lý chất hoạt động bề mặt kết hợp với phương pháp tách bọt rồi phân huỷ bức xạ, loại trừ hoàn toàn chất thải dạng bọt. Sơ đồ nguyên lý của phương pháp này được trình bày trên hình sau.



**Hình 19. Sơ đồ thiết bị xử lý nước thải bằng phương pháp tách bọt - bức xạ**

1- Tháp sục khí; 2- Thiết bị bức xạ; 3- Tia bức xạ.

Theo sơ đồ a, nước thải chứa chất hoạt động bề mặt được cho liên tục vào tháp. Không khí cũng được sủi bọt vào thùng này. Bọt tạo thành trong tháp được đưa qua thiết bị bức xạ, chiếu bằng tia gamma ( $\gamma$ ). Nhờ đó chất hoạt động bề mặt bị phân huỷ còn bọt ngưng tụ.

Theo sơ đồ b, bọt không đi ra khỏi tháp mà bị phân huỷ ngay trên đỉnh tháp bằng tia  $\gamma$ .

Phương pháp cho phép xử lý nước thải với nồng độ chất hoạt động bề mặt cao. Tuy nhiên, sự phân huỷ hoàn toàn chất hoạt động bề mặt thành nước và  $\text{CO}_2$  không kinh tế. Thích hợp nhất là phân huỷ chúng thành các chất dễ bị oxi hóa sinh học.

#### 1.4.3 Hấp phụ – adsorption

Phương pháp hấp phụ được ứng dụng rộng rãi để làm sạch triệt để nước khỏi các chất hữu cơ hòa tan sau xử lý hóa sinh, nếu nồng độ các chất này không cao và chúng không bị phân huỷ bởi vi sinh hoặc chúng rất độc.

Hấp phụ được ứng dụng để khử độc nước thải khỏi thuốc diệt cỏ, phenol, thuốc sát trùng, các hợp chất nitơ vòng thơm, chất hoạt động bề mặt, thuốc nhuộm... ưu điểm của phương pháp này là hiệu quả cao, có khả năng xử lý nhiều chất trong nước thải và có thể thu hồi các chất này.

Xử lí nước hấp phụ có thể tái sinh, tức là thu hồi và tận dụng chất thải và phân huỷ, tiêu huỷ chất thải cùng với chất hấp phụ. Hiệu quả xử lí của phương pháp này đạt 80-95% và phụ thuộc vào bản chất hóa học của chất hấp phụ, diện tích bề mặt chất hấp phụ, cấu trúc hóa học của chất cần hấp và trạng thái của nó trong dung dịch.

#### **1.4.3.1 Chất hấp phụ**

Để làm chất hấp phụ người ta sử dụng than hoạt tính, các chất tổng hợp và chất thải của một số ngành sản xuất (tro, xỉ, mạt cưa...). chất hấp phụ vô cơ như đất sét, silicagen, keo nhôm và các hydroxit kim loại ít được sử dụng vì năng lượng tương tác tương đối lớn. Phổ biến nhất là than hoạt tính, nhưng cần có các tính chất xác định như: tương tác yếu với phân tử nước và mạnh với các chất hữu cơ, có lỗ xốp thô tương đối (8-50Å) để có thể hấp phụ các phân tử hữu cơ lớn và phức tạp, có lượng chất bị hấp phụ lớn trong thời gian tiếp xúc ngắn, tính chọn lọc cao và có khả năng được phục hồi. Ngoài ra, than phải bền nước và thẩm nước nhanh. Trong quá trình xử lí nước thải, người ta sử dụng than hạt nhuyễn với kích thước hạt 0,25-0,5mm và than phân tán cao với hạt nhỏ hơn 40mm.

Quan trọng là than phải có hoạt tính xúc tác thấp đối với phản ứng oxi hóa và trùng ngưng vì một số chất hữu cơ trong nước thải có khả năng bị oxi hóa và bị hóa nhựa. Các quá trình này được thúc đẩy bởi xúc tác. Các chất hóa nhựa bít kín lỗ xốp của than và gây khó khăn cho việc tái sinh nó ở nhiệt độ thấp. Cuối cùng chúng phải có giá thành thấp, không giảm khả năng hấp phụ sau khi tái sinh và bảo đảm số chu kỳ làm việc lớn.

Nguyên liệu để sản xuất than hoạt tính có thể là bất kỳ vật liệu chứa cacbon nào như: than, gỗ, polime, chất thải rắn của công nghiệp thực phẩm, giấy xenlulô...

Vận tốc quá trình hấp phụ phụ thuộc nồng độ, cấu trúc của chất hòa tan, nhiệt độ nước, dạng và tính chất hấp phụ, trong trường hợp tổng quát quá trình hấp phụ bao gồm ba giai đoạn:

- Chuyển vật chất từ nước thải đến bề mặt hạt hấp phụ (khuếch tán ngoài)
- Hấp phụ
- Chuyển vật chất vào trong hạt hấp phụ (khuếch tán trong)

Quá trình hấp phụ diễn ra nhanh nên giai đoạn xác định tốc độ quá trình hấp phụ có thể là khuếch tán ngoài hoặc khuếch tán trong. Trong một số trường hợp cả hai giai đoạn khuếch tán cùng quyết định vận tốc hấp phụ.

Trong vùng khuếch tán ngoài vận tốc truyền khói được xác định chủ yếu bằng cường độ rối của dòng, mà trước hết nó phụ thuộc vào vận tốc chất lỏng. Trong vùng khuếch tán trong cường độ truyền khói phụ thuộc dạng và kích thước lỗ xốp, hình dạng và kích thước hạt, kích thước phân tử chất cần hấp phụ và hệ số truyền vật chất.

#### **1.4.3.2 Hệ thống hấp phụ**

Quá trình xử lí nước bằng hấp phụ tiến hành với sự khuấy trộn mãnh liệt chất hấp phụ với nước, lọc nước qua lớp chất hấp phụ đứng yên hoặc hoặc trong lớp giả lỏng, trong các thiết bị hoạt động liên tục hoặc gián đoạn.

Khi trộn chất hấp phụ với nước người ta sử dụng than hoạt tính ở dạng hạt 0,1mm và nhỏ hơn. Quá trình tiến hành trong một hoặc nhiều bậc.

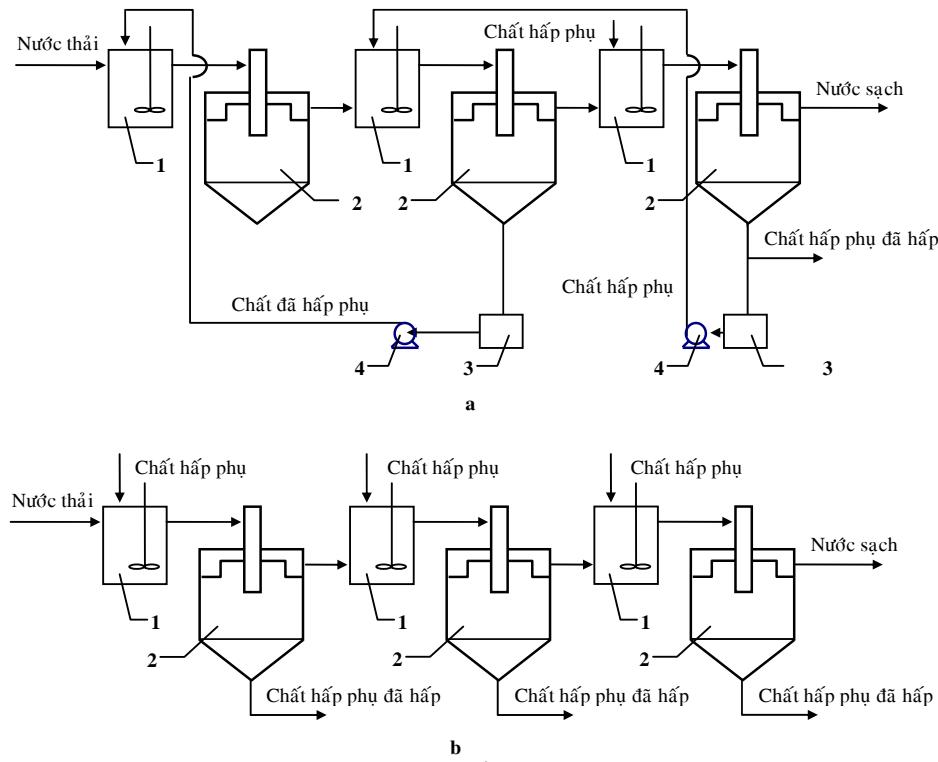
Hấp phụ một bậc được ứng dụng khi chất hấp phụ rất rẻ hoặc là chất thải của sản xuất. Quá trình hấp phụ nhiều bậc đạt hiệu quả cao hơn. Khi đó ở bậc một người ta chỉ sử dụng lượng than cần thiết để giảm nồng độ chất ô nhiễm từ  $C_0$  đến  $C_1$ , sau đó than được tách ra bằng lăng hay, còn nước thải đi vào bậc hai để được tiếp tục xử lý bằng than mới.

Trong sơ đồ ngược chiều, chất hấp phụ được cho một lần vào bậc cuối cùng và nó chuyển động ngược chiều nước thải. Theo sơ đồ này quá trình xử lý tiến hành liên tục với lượng chất hấp phụ ít hơn rất nhiều so với sơ đồ nhập chất hấp phụ liên tiếp. Tuy nhiên, thiết bị loại này đắt hơn và vận hành phức tạp hơn.

Bằng lý thuyết truyền khối, người ta tính được số bậc hấp phụ, nồng độ chất ô nhiễm mở từng bậc hấp phụ, thời gian lưu nước, thể tích thiết bị, lượng chất hấp phụ cần thiết.

Xử lý trong điều kiện động được tiến hành khi lọc nước thải qua lớp chất hấp phụ. Vận tốc lọc phụ thuộc nồng độ chất tan dao động từ 2-4 đến 5-6  $m^3/m^2\cdot h$ . Nước trong tháp chuyển động từ dưới lên trên. Chất hấp phụ được sử dụng ở dạng hạt kích thước trong khoảng 1,5-5mm. Nếu hạt nhỏ hơn sẽ làm tăng trở lực lọc. Than được xếp trên lớp sỏi, còn sỏi được bố trí trên lưới đỡ. Để tránh sự bít kín chất hấp phụ nước thải không được chứa tạp chất lơ lửng.

Do đó muốn thúc đẩy quá trình hấp phụ có thể cho quá trình tiến hành trong chế độ chẩy sao cho quá trình tiến hành trong chế độ chẩy sao cho giai đoạn khuếch tán trong quyết định vận tốc của quá trình, mà trở lực giai đoạn này có thể giảm bằng cách thay đổi cấu trúc hạt, giảm kích thước hạt.



**Hình 20. Sơ đồ hệ thống hấp phụ**

a- nạp chất hấp phụ tuần tự: 1- bình khuấy trộn; 2-bình lăng. b- nạp chất hấp phụ ngược dòng: 1- bình khuấy trộn; 2- bình lăng; 3- bình nhận chất hấp phụ; 4- bơm. c- hoạt động liên tục: 1- bình chứa; 2- bơm; 3- máy lọc; 4,5,6- tháp hấp phụ; 7- bình chứa.

#### **1.4.3.3 Tái sinh chất hấp phu**

Tái sinh than hoạt tính có thể bằng hơi nước bão hòa hoặc quá nhiệt hoặc bằng khí tro nóng. Nhiệt độ hơi quá nhiệt 200-300°C, còn khí tro 120-140°C.

Để tái sinh than hoạt tính có thể ứng dụng phương pháp chiết các dung môi hữu cơ có nhiệt độ bay hơi cùng với hơi nước. Các dung môi hữu cơ được sử dụng là metanol, benzen,toluen, dicloetan... Sau xử lý phần dung môi còn lại trong than được loại ra bằng hơi nước hoặc khí tro.

Trong trường hợp chất thải không đáng giá người ta tiến hành phục hồi phân huỷ bằng tác chất hóa học (oxi hóa bằng clo, ozôn hoặc bằng nhiệt...). tái sinh bằng nhiệt được tiến hành trong lò ở nhiệt độ 700-800°C trong dung môi không có oxi.

Người ta còn nghiên cứu phương pháp tái sinh than bằng vi sinh, trong đó chất thải được oxi hóa bởi vi sinh. Phương pháp này làm tăng thời gian sử dụng than.

#### **1.4.4 Trao đổi ion – ion exchange**

Phương pháp trao đổi ion được ứng dụng để loại ra khỏi nước các kim loại (kẽm, đồng, crom, niken, chì, thuỷ ngân, cadmi, mangan...), các hợp chất của arsen, photpho, xianua và các chất phóng xạ. Phương pháp này cho phép thu hồi các chất có giá trị với độ làm sạch nước cao. Trao đổi ion được ứng dụng rộng rãi để khử muối trong nước cấp.

Bản chất của trao đổi ion. Đó là quá trình tương tác của dung dịch với pha rắn có tính chất trao đổi các ion chứa trong nó bằng các ion khác có trong dung dịch. Các chất cấu thành pha rắn này được gọi là ionit. Chúng không tan trong nước. Các ionit có khả năng hấp thu các ion dương được gọi là cationit và các ionit có khả năng hấp thu các ion dương được gọi là anionit. Nếu ionit vừa trao đổi cation và anion người ta gọi chúng là ionit lưỡng tính. Cationit có tính axit, còn anionit có tính kiềm.

Khả năng hấp thu của ionit được đặc trưng bởi dung lượng trao đổi, nó được xác định bằng số đương lượng ion được hấp thu bởi một đơn vị khối lượng hay thể tích ionit. Dung lượng trao đổi được chia làm dung lượng toàn phần, tĩnh, động. Dung lượng toàn phần là lượng chất được hấp phụ khi bão hòa hoàn toàn một đơn vị khối lượng hay thể tích ionit. Dung lượng tĩnh là dung lượng trao đổi của ionit khi cân bằng trong điều kiện làm việc cho trước. Dung lượng tĩnh thường nhỏ hơn dung lượng toàn phần. Dung lượng động là dung lượng trao đổi của ionit đến giai đoạn trượt qua của các ion trong nước lọc. Dung lượng động thường nhỏ hơn dung lượng tĩnh. Cation có tính axit, còn anion có tính kiềm.

##### **1.4.4.1 Ionit tự nhiên và tổng hợp**

Các ionit có thể là vô cơ và hữu cơ, có thể là chất tự nhiên hay nhân tạo.

Các ionit tự nhiên vô cơ là zeolit, đất sét, đá bồ tát (fenspat)... Các chất này có tính trao đổi cation là do chúng chứa các nhóm silicat dạng  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ . Các chất flo apatit ( $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{F}$ ) và hydroxit apatit ( $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{OH}$ ) cũng có tính chất trao đổi ion.

Các chất vô cơ tổng hợp là silicagen, pectinit (chất làm mềm nước), các oxit và hydroxit khó tan của một vài kim loại (nhôm, crom, kẽm...). Tính trao đổi cation của silicagen là do sự trao đổi ion hydro của nhóm hydroxit với ion kim loại có trong môi

trường kiềm. Pecmutit được điều chế bằng cách làm nóng chảy các hợp chất chứa nhôm silic. Nó có tính chất trao đổi cation.

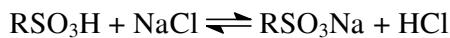
Các ionit hữu cơ tự nhiên là các chất axit mùn của đất và than. Chúng có tính axit yếu, không bền hóa học và cơ học cũng như dung lượng trao đổi nhỏ (đặc biệt trong môi trường trung tính).

Các ionit hữu cơ nhân tạo là các nhựa trao đổi ion với bề mặt phát triển. Các nhựa tổng hợp là hợp chất cao phân tử, các gốc hydrocacbon của chúng tạo thành mạng lưới không gian với các nhóm trao đổi ion định vị trên đó (ví dụ như  $\text{RSO}_3\text{H}$ ,  $\text{ROH}$ ). R- ma trận (mạng lưới); H- ion đối kháng.

#### **1.4.4.2 Cơ sở của quá trình trao đổi ion**

Phản ứng trao đổi ion diễn ra như sau:

Khi tiếp xúc với cationit:



Khi tiếp xúc với anionit:



Ở dạng tổng quát các phản ứng này có thể trình bày như sau:



Phản ứng xảy ra cho đến khi đạt trạng thái cân bằng ion. Vận tốc xác lập cân bằng phụ thuộc các yếu tố bên ngoài và bên trong: chế độ thuỷ động của chất lỏng, nồng độ các ion trao đổi, cấu trúc hạt ionit, khả năng thấm đổi với ion.

Quá trình trao đổi ion có thể tiến hành qua một số giai đoạn:

- Vận chuyển các ion A từ trong dòng chất lỏng đến mặt ngoài màng bao quanh hạt ionit.
- Khuếch tán các ion qua lớp biên.
- Vận chuyển ion qua bề mặt phân chia pha vào hạt nhựa.
- Khuếch tán ion A vào trong hạt đến các nhóm trao đổi ion.
- Phản ứng trao đổi ion A và B.
- Khuếch tán ion B bên trong hạt đến bề mặt phân chia pha.
- Chuyển ion B qua bề mặt phân chia pha đến mặt trong màng biên.
- Khuếch tán ion B qua màng.
- Khuếch tán ion B vào trong lòng dòng lỏng.

Vận tốc trao đổi ion được xác định bởi giai đoạn chậm nhất:

- Khuếch tán trong màng lỏng hoặc khuếch tán trong hạt ionit. Phản ứng hóa học trao đổi ion diễn ra nhanh và không xác định vận tốc chung của quá trình.

#### **1.4.4.3 Tái sinh ionit**

Người ta phục hồi cationit bằng dung dịch axit 2-8%, khi đó chúng chuyển sang dạng  $H^+$ . Sau khi xối lại và rửa, các cationit được tích điện bằng cách cho dung dịch muối đi qua chúng. Khi đó nhóm  $H^+$  được thay bằng nhóm  $Na^+$ , còn dung dịch muối được axit hóa thành HCl.

Các anionit được phục hồi bằng dung dịch kiềm 2-6%, khi đó chúng chuyển sang dạng  $OH^-$ .

#### **1.4.5 Lọc – filtration**

Quá trình lọc được ứng dụng để loại ra khỏi nước thải các chất rắn hoặc lỏng phân tán rất nhỏ khó tách bằng phương pháp lắng. Quá trình phân riêng được thực hiện nhờ vách ngăn xốp. Vách ngăn xốp cho nước đi qua và giữ pha phân tán lại. Quá trình diễn ra dưới tác dụng của áp suất thuỷ tĩnh của cột nước, áp suất cao trước bề mặt vách ngăn hoặc chân không sau vách lọc.

##### **1.4.5.1 Lọc qua vách lọc**

Chọn vách lọc phụ thuộc vào tính chất nước thải, nhiệt độ, áp suất lọc và cơ cấu của thiết bị. Vách lọc có thể là các tấm lưới bằng thép không rỉ, nhôm, niken, đồng thau... và cũng có thể là các màng vải khác nhau (amiăng, thuỷ tinh, bông, luợt, sợi tổng hợp và nhân tạo).

Đối với nước thải có tính ăn mòn hóa học và ở nhiệt động cao có thể sử dụng các vách lọc bằng kim loại. Các vách lọc bằng kim loại phải thỏa mãn các yêu cầu như trở lực tối thiểu, bền cơ học, dẻo, bền hóa học và không nở (trưởng phồng), không bị phá vỡ ở điều kiện lọc. Quá trình lọc được tiến hành với sự hình thành lớp cặn trên bề mặt vách lọc hoặc với sự bít kín các lỗ xốp của màng lọc.

Cặn tạo thành trong quá trình lọc có thể bị nén ép hoặc không nén ép. Cặn nén ép đặc trưng bởi sự giảm độ rỗng do nén ép và tăng trở lực cùng với tăng độ giảm áp. Còn đối với cặn không bị nén ép độ rỗng và trở lực dòng lỏng trong quá trình lọc không thay đổi. Các cặn loại này là các khoáng chất như cát, vôi, soda... có kích thước hạt  $>100\mu m$ .

Năng suất của thiết bị lọc được xác định bằng vận tốc lọc, là lượng nước đi qua trong một đơn vị thời gian. Thời gian lọc được xác định thông qua phương trình lọc.

Người ta sử dụng nhiều loại thiết bị lọc khác nhau. Các yêu cầu cơ bản là hiệu quả lọc tạp chất cao và vận tốc lọc tối đa. Trong hệ thống xử lý nước thải người ta sử dụng các thiết bị lọc gián đoạn như: lọc hút, lọc dạng tấm, lọc ép và các thiết bị lọc liên tục như: lọc thùng quay, lọc đĩa. Lọc băng tải. Các đặc tính so sánh của thiết bị lọc cho trong bảng sau.

**Bảng 2. Đặc tính thiết bị lọc liên tục và gián đoạn**

Yếu tố ảnh hưởng đến việc chọn thiết bị lọc	Thiết bị lọc gián đoạn			Thiết bị lọc gián đoạn		
	Lọc hút	Lọc tấm	Lọc ép	Thùng quay	Đĩa quay	Băng tải
Nồng độ huyền phù ban đầu, % tt						
< 0,5	1	2	2	-	-	-
< 1,0	2-3	1-2	1	-	-	-
< 15,0	4	3-4	2-3	1-2	2	1
Khả năng rửa	4	3	2	1	-	2
Khả năng chế tạo từ thép chịu axit	1	4	4	1	4	3

Các kí hiệu đặc trưng cho chỉ số kinh tế kỹ thuật của thiết bị lọc

1- cao; 2- tốt; 3- đạt; 4- thấp (được ứng dụng khi thập cần thiết); gạch ngang (-) - không đạt, không nên ứng dụng.

#### **1.4.5.2 Thiết bị lọc qua vách ngăn bằng hạt**

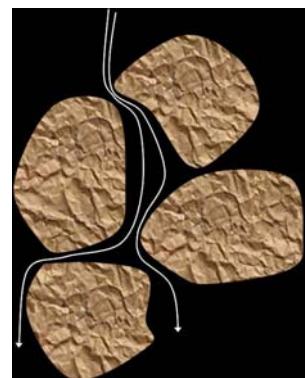
Đó là các hồ chứa mà ở phần dưới của nó có cơ cấu thoát nước. Trên cơ cấu thoát nước người ta đặt lớp vật liệu đỗ, rồi trên đó là vật liệu lọc.

Các đặc trưng quan trọng của môi trường xốp là độ rỗng ( $\varepsilon$ ) và bề mặt riêng (a). Độ rỗng phụ thuộc cấu trúc môi trường xốp, nó liên quan với kích thước, hình dạng của hạt.

Thiết bị lọc với lớp hạt được chia ra thiết bị lọc nhanh và lọc chậm, thiết bị kín và hở. Chiều cao lớp hạt trong thiết bị lọc hở là 1-2m, còn trong thiết bị lọc kín 0,5-1m.

Các thiết bị lọc chậm được sử dụng để lọc nước thải không đồng tụ. Chúng là hồ chứa bằng bê tông hoặc gạch với cơ cấu thoát nước mà ở phía trên đó có bố trí một lớp hạt. Vận tốc lọc phụ thuộc vào nồng độ các hạt lơ lửng: dưới 25mg/l vận tốc lọc 0,2-0,3m/h; 25-30mg/l vận tốc lọc 0,1-0,2m/l. Ưu điểm của chúng là hiệu quả làm sạch nước thải cao. Khuyết điểm là kích thước lớn, giá cao và xử lý cặn phức tạp.

Các thiết bị lọc nhanh có 2 dạng: một lớp và nhiều lớp. Trong thiết bị một lớp chỉ có một lớp lọc với các hạt lọc đồng nhất. Còn trong thiết bị nhiều lớp, các lớp lọc bao gồm các vật liệu khác nhau. Lớp trên có hạt lớn hơn lớp dưới. Chúng có năng suất cao và thời gian lọc lâu. Vận tốc lọc khoảng 12-20m/h.

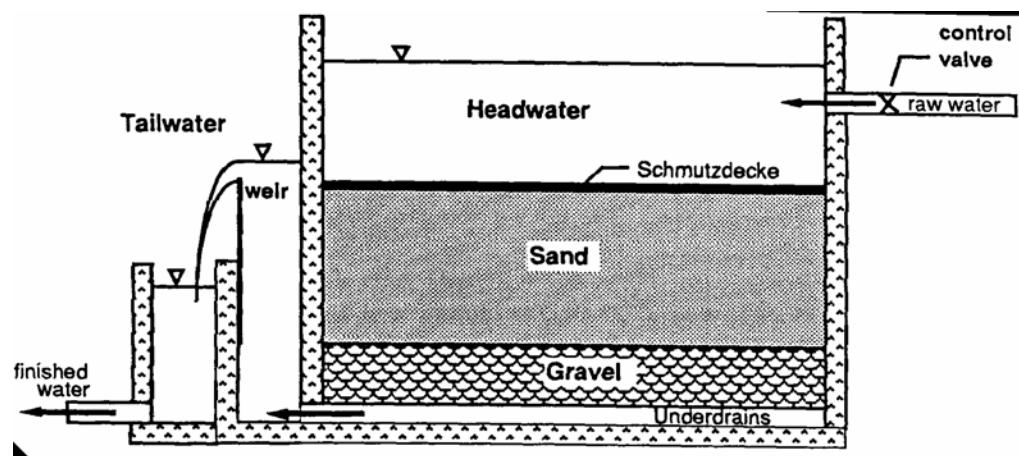


**Hình 21. Cơ chế lọc qua lớp vật liệu hạt**

Nước thải đi vào thiết bị lọc, qua lớp vật liệu lọc và cơ cấu thoát nước rồi đi ra khỏi thiết bị lọc. Sau khi bị nhiễm bẩn, vật liệu lọc được rửa bằng nước, chảy từ dưới lên. Cơ cấu thoát nước là các tấm bằng bê tông xốp. Vật liệu lọc được bố trí bên trên nó từ 2 đến 4 lớp. Trong mỗi lớp các hạt có kích thước bằng nhau. Chiều cao mỗi lớp là 1,5-2m. Vận tốc lọc 12-20m/h.

Thiết bị lọc với lớp hạt chuyển động có lớp hạt được bố trí thẳng đứng còn nước chuyển động ngang. Vật liệu lọc là cát thạch anh (1,5-3mm) hoặc đá cuội (3-10mm). Vận tốc lọc 15m/h, lưu lượng nước rửa bằng 1-2% năng suất nước lọc; cột áp cửa nước trước lớp lọc là 2-2,5m. Hiệu quả xử lý 50-55%.

Ưu điểm của thiết bị lọc dạng này là vận tốc lọc lớn, hiệu quả lọc cao, chiếm diện tích ít. Khuyết điểm là lượng kim loại chế tạo lớn, vận hành phức tạp, cát dễ bị cuốn theo nước, mài mòn thành ống.



**Hình 22. Bể lọc cát**

#### **1.4.5.3 Vi lọc - microfiltration**

Quá trình lọc micron là lọc nước thải qua lưới xuyên lỗ, có kích thước 40-70 $\mu\text{m}$ . Chúng được ứng dụng để, làm sạch nước thải khỏi vật liệu rắn và sợi. Vận tốc lọc khoảng 25-45m/h. Khi nồng độ hạt rắn lơ lửng 15-20mg/l, hiệu quả xử lý 50-60%.

#### **1.4.5.4 Thiết bị lọc từ**

Thiết bị lọc từ được ứng dụng để loại bỏ các hạt nhiễm từ rất nhuyễn (0,5-5 $\mu\text{m}$ ) ra khỏi nước. Thiết bị này có thể được trang bị từ cố định hoặc điện từ. Năng suất của chúng đến 60m<sup>3</sup>/h, hiệu quả xử lý 80%. Ngoài các hạt nhiễm từ, thiết bị lọc có thể loại các hạt mài mòn, cát và các chất ô nhiễm khác. Khi nước thải chảy tầng qua các từ trường các hạt có từ tính kích thước đến 50 $\mu\text{m}$ . Các hạt này sẽ được tách ra bằng lọc hoặc lắng trong trọng trường. Hướng dòng nước thải trùng với hướng trường trường để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình lắng.

#### **1.4.5.5 Lọc nhũ tương**

Khi lọc nhũ tương qua lớp hạt, bề mặt lọc đóng vai trò quan trọng. Sự chảy của các hạt nhũ tương qua bề mặt kị nước mạnh hơn qua bề mặt hóa nước, vì trên bề mặt vật liệu hao nước có đám mây H<sub>2</sub>O làm cản trở đường đi của các hạt nhũ tương.

Để loại sản phẩm dầu khí và nhớt có thể sử dụng thiết bị lọc với lớp hạt bong bóng poliuretan. Chiều cao lớp vật liệu 2-2,5m, kích thước hạt bong bóng poliuretan 5-10 $\mu\text{m}$ . Vận tốc lọc đến 25m/h. Các thiết bị lọc kiểu này có thể áp dụng khi nồng độ dầu trong nước thải đến 1000mg/l.

Nước thải được cho vào từ phía trên, chảy qua lớp vật liệu lọc, các giọt dầu được giữ lại còn nước sạch chảy ra ngoài. Sau khi bão hòa dầu mỡ vật liệu lọc được tái sinh bằng cách vắt cơ học ba lần và được rửa bằng nước.

#### 1.4.6 Thẩm lọc ngược và siêu lọc – reverse osmosis and ultrafiltration

Thẩm lọc ngược và siêu lọc là quá trình lọc dung dịch qua màng bán thẩm thấu dưới áp suất cao hơn áp suất lọc. Màng lọc cho các phân tử dung môi đi qua và giữ lại các hạt (phân tử, ion hydrat hóa) có kích thước không lớn hơn kích thước phân tử dung môi. Còn siêu lọc loại các hạt có kích thước lớn hơn 10 lần. Giới hạn ứng dụng của các quá trình lọc như sau:

Quá trình d, $\mu\text{m}$	Thẩm lọc ngược 0,0001-0,001	Siêu lọc 0,001-0,02	Lọc thông thường 0,02-10
-------------------------------	--------------------------------	------------------------	-----------------------------

##### 1.4.6.1 Thẩm lọc ngược – reverse osmosis

Như vậy quá trình thẩm lọc ngược khác với lọc thông thường là loại các hạt có kích thước nhỏ nhất. Áp suất cần thiết để tiến hành quá trình lọc ngược là 6-10MPa, lớn hơn áp suất của quá trình siêu lọc rất nhiều (0,1-0,5MPa).

Thẩm lọc ngược được ứng dụng rộng rãi để khử muối trong hệ thống cấp nước cho nhà máy nhiệt điện. Trong những năm gần đây, quá trình này bắt đầu được ứng dụng để xử lý nước thải cho công nghiệp và đô thị.

Ưu điểm của phương pháp thẩm lọc ngược là:

- Không có sự chuyển pha khi loại tạp chất nên quá trình tiêu hao năng lượng ít.
- Có thể tiến hành quá trình ở nhiệt độ thường, không dùng hoặc bổ sung tác chất rắn rất ít.
- Kết cấu đơn giản.

Khuyết điểm của phương pháp này là:

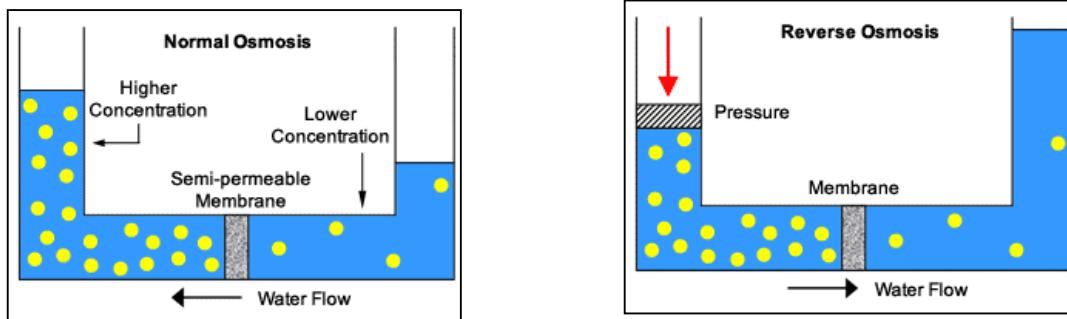
- Năng suất, hiệu quả làm sạch và thời gian làm việc của màng lọc giảm khi nồng độ chất tan trên bề mặt màng lọc tăng.
- Quá trình hoạt động dưới áp suất cao, do đó cần có vật liệu đặc biệt làm kín thiết bị.

Hiệu quả quá trình thẩm lọc ngược phụ thuộc tính chất màng lọc. Màng lọc cần có các ưu điểm sau: có khả năng phân riêng lớn, có khả năng xuyên thấu lớn (nặng suất cao), bền dưới tác dụng của môi trường, không thay đổi tính chất trong khi vận hành, bền cơ học và rẻ. Áp suất thẩm lọc của một số muối có nồng độ 1.000mg/l như sau:

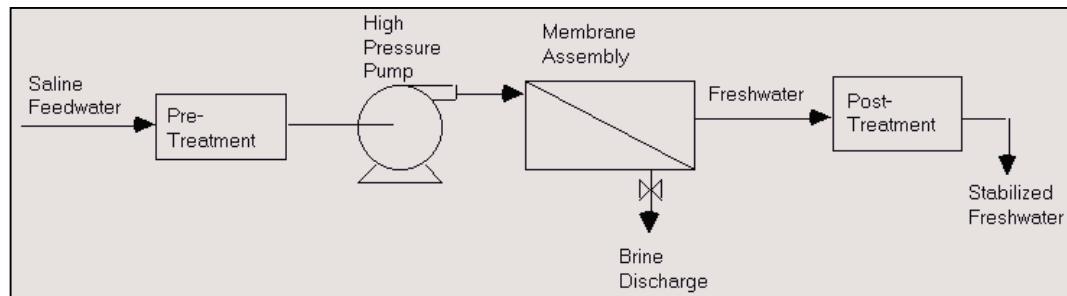
Muối	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	CaCO <sub>3</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	MgCl <sub>2</sub>
Áp suất thẩm lọc, kPa	79	42	25	58	89	67

Áp suất của quá trình thẩm lọc ngược lớn hơn áp suất thẩm lọc rất nhiều.

Cơ chế của quá trình thấm lọc ngược có thể được hiểu như sau: màng lọc thu gom nước tự do (không tham gia vào quá trình hòa tan) trên bề mặt của màng. Chiều dày của lớp phân tử nước bị hấp phụ bằng hoặc lớn hơn phân nửa đường kính lỗ xốp của màng lọc dưới thì dưới tác dụng của áp suất chỉ có nước sạch đi qua lỗ xốp. Mặc dù các ion khác kích thước nhỏ hơn kích thước phân tử nước nhưng chúng không đi qua lỗ xốp là do xung quanh chúng có đám mây hydrat bao bọc. Kích thước của đám mây hydrat khác nhau. Nếu chiều dày lớp phân tử nước nhỏ hơn 1/2 đường kính lỗ xốp thì cùng với các nước các chất tan sẽ đi qua màng.



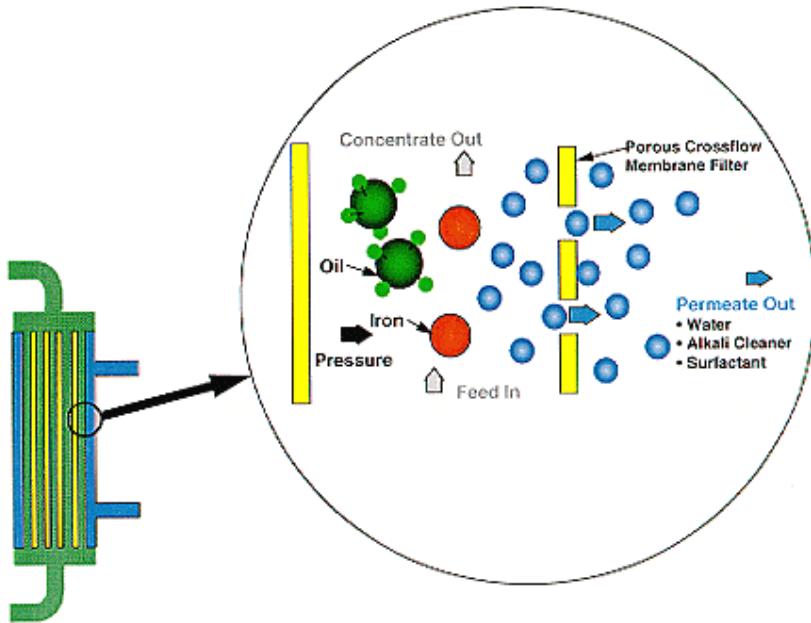
Hình 23. Nguyên tắc lọc ngược



Hình 24. Hệ thống xử lý nước bằng lọc ngược

#### 1.4.6.2 Siêu lọc – Ultrafiltration

Cơ chế của siêu lọc hoàn toàn khác. Chất tan bị giữ trên màng lọc vì kích thước phân tử của chúng lớn hơn đường kính lỗ xốp hoặc do ma sát phân tử với thành lỗ xốp của màng. Quá trình này phức tạp hơn nhiều.



**Hình 25. Màng siêu lọc**

Để tiến hành quá trình người ta sử dụng các màng không lỗ xốp, màng động và khuếch tán là màng nhựa giả đồng thể và màng xốp ở dạng màng mỏng chế tạo từ vật liệu polime. Phổ biến nhất là màng polime bằng axetat xenlulô. Ngoài ra, còn có các màng từ polietylen, đồng polime etylen-propylene được flo hóa, politetrafloetylen, thuỷ tinh xốp, axeto butyrat xenlulô...

Màng lọc axetat xenlulô có cấu trúc không đẵng hướng. Lớp hoạt tính phía trên có chiều dày đến  $0,25\mu\text{m}$  là lớp không phân riêng, còn ở dưới là lớp hạt thô ( $100-200\mu\text{m}$ ) đảm bảo độ bền cơ của màng lọc. Màng lọc axetat xenlulô làm việc ổn định trong khoảng áp suất  $1-8\text{MPa}$ , nhiệt độ  $0-30^\circ\text{C}$  và  $\text{pH} = 3-8$ . Để làm màng siêu lọc người ta sử dụng nitrat xenlulô, cấu trúc của nó tương tự màng lọc axetat xenlulô.

Quá trình phân riêng bằng màng phụ thuộc áp suất, điều kiện thuỷ động và cấu trúc thiết bị, bản chất và nồng độ nước thải, nồng độ tạp chất và nhiệt độ. Nồng độ dung dịch tăng làm cho áp suất thẩm lọc tăng càng làm giảm khả năng thẩm thấu cũng như tính chọn lọc.

Lọc ngược được sử dụng cho nồng độ chất điện phân như sau:

- Đối với muối hóa trị 1 - không lớn hơn 5-10%
- Đối với muối hóa trị 2 - không lớn hơn 10-15%
- Đối với muối đa hóa trị - không lớn hơn 15-20%

Đối với các chất hữu cơ các giới hạn nồng độ sẽ cao hơn. Để giảm sự ảnh hưởng của phân cực do nồng độ, người ta tổ chức dòng tuần hoàn dung dịch và rối hóa lớp chất lỏng sát màng bằng cánh khuấy, rung và tăng vận tốc.

Bản chất chất tan ảnh hưởng đến tính chọn lọc.

Khi có cùng khối lượng phân tử chất vô cơ được giữ trên màng tốt hơn chất vô cơ. Khi tăng áp suất, năng suất máy tăng theo bởi vì động lực quá trình tăng. Tuy nhiên, áp suất

tăng làm màng bị ép chặt và do đó giảm tính xuyên thấm vì vậy đối với mỗi loại màng phải xác định áp suất làm việc tối đa.

Khi nhiệt độ giảm, độ nhớt và khối lượng riêng dung dịch giảm nên khả năng xuyên thấm tăng. Tuy nhiên, lúc này áp suất thấm lọc tăng và màng bị chảy làm cho khả năng xuyên thấm giảm. Ngoài ra, vận tốc thuỷ phân tăng nên thời gian làm việc của màng giảm.

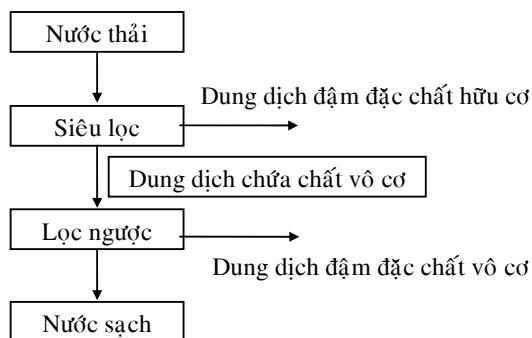
Màng axetat xenlulô bị phá huỷ ở  $50^{\circ}\text{C}$  nên nhiệt độ làm việc của nó là  $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ .

Cấu trúc thiết bị để tiến hành quá trình lọc ngược và siêu lọc phải đảm bảo bề mặt màng trong 1 đơn vị thể tích lớn, tháo lắp đơn giản, bền cơ học và kín.

#### **1.4.6.3 Ứng dụng**

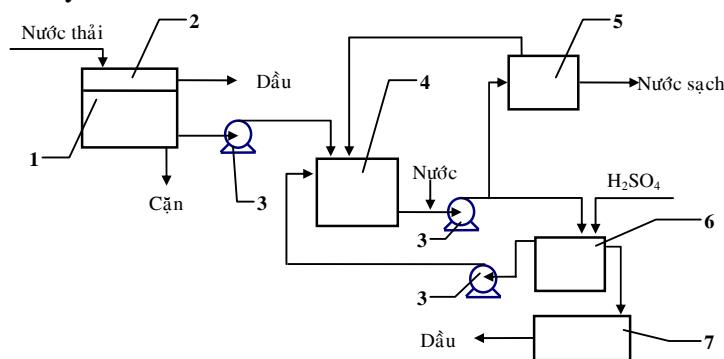
Sử dụng lọc ngược và siêu lọc có thể tách ra khỏi nước các dung dịch đậm đặc chất hữu cơ và vô cơ.

Theo sơ đồ này, trong quá trình siêu lọc thu được dung dịch đậm đặc chất hữu cơ, còn trong quá trình lọc ngược thu được dung dịch đậm đặc chất hữu cơ và nước sạch.



**Hình 26. Quy trình xử lý nước bằng siêu lọc và lọc ngược**

Sơ đồ hệ thống siêu lọc để tách nhũ tương dầu nước thải với nồng độ dầu nhỏ hơn 10% được trình bày trên hình.



**Hình 27. Quy trình tách nhũ tương dầu nước thải**

1- bể chứa; 2- lớp dầu không hòa tan; 3- bơm; 4- bể chứa; 5- máy siêu lọc; 6- bình chứa nước bổ sung; 7- bình chứa dầu.

Máy siêu lọc làm việc dưới áp suất từ  $0,14\text{MPa}$  đến  $0,42\text{MPa}$  ở nhiệt độ  $32\text{-}38^{\circ}\text{C}$  (không quá  $50^{\circ}\text{C}$ ), vận tốc dòng  $5,5\text{m/s}$ .

Trong bể (6), nước được đun nóng và bổ sung  $H_2SO_4$  để tách dầu. Sau đó nước quay vòng vào bể chứa, còn dầu được dùng làm nhiên liệu.

### 1.4.7 Tách khí

#### 1.4.7.1 Nhả hấp thu các tạp chất bay hơi

Nhiều nước thải bị ô nhiễm bởi các tạp chất vô cơ và hữu cơ,  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $CS_2$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ...

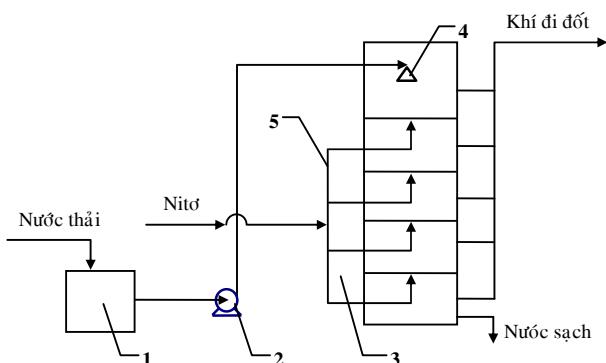
Khi cho không khí hoặc khí trơ ít tan rong nước (như  $N_2$ ,  $CO_2$ , khói lò...) qua nước thải các cấu tử dễ bay hơi sẽ khuếch tán vào pha khí, do áp suất riêng phần của nó trên bề mặt dung dịch lớn hơn trong không khí. Áp suất riêng phần của cấu tử cần tách được xác định theo định luật Henri.

Quá trình nhả hấp thụ bằng khí trơ có thể được tiến hành trong tháp mâm, tháp đệm và tháp phun. Hiệu quả nhất là tháp mâm với chế độ sủi bọt hoặc tháp đệm với chế độ nhũ tương hóa.

Hiệu quả xử lý chất bay hơi tăng theo nhiệt độ hỗn hợp lỏng khí, hệ số truyền khói và bề mặt tiếp xúc pha. Các chất được loại ra khỏi nước được đưa đi hấp thụ hoặc đốt xúc tác.

Khi lượng tạp chất nhỏ và không có giá trị hoặc khó thu hồi từ pha khí, người ta cho oxi hóa xúc tác. Trong trường hợp này không khí cùng với hơi tạp chất ở nhiệt độ 280-350°C được cho qua lớp xúc tác như piroluzit, oxit crom...) khi cho các chất hữu cơ bị oxi hóa thành  $CO_2$  và  $H_2O$ .

Sơ đồ nhả hấp clobenzen từ nước thải bằng nitơ được trình bày trên hình sau.



**Hình 28. Sơ đồ nhả hấp benzen từ nước thải**

1- bể chứa nước thải; 2- bơm nước; 3- tháp mâm nhả hấp; 4- vòi phun; 5- hệ thống phân phối khí nitơ.

Nước thải ngoài clobenzen còn chứa metanol, có amin vòng thơm, formaldehyd và clorua natri. Tháp gồm 4 đoạn, trong mỗi đoạn có 3 mâm sủi bọt. Nitơ cho vào đáy mỗi đoạn qua ống phân phối khí. Nếu nồng độ ban đầu của clobenzen trong nước là 1,8-2,0mg/l, lưu lượng là  $0,15m^3/h$  và nitơ  $44m^3/h$  thì nồng độ clo benzen còn lại trong nước nhỏ hơn hoặc bằng tiêu chuẩn ( $0,02mg/l$ ). Thời gian lưu của chất lỏng trên các mâm là 8 phút. Nồng độ còn lại của clobenzen trong nước sau xử lý phụ thuộc nồng độ ban đầu. Các tạp chất khác không ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý.

#### **1.4.7.2 Tẩy uế**

Trong một số nước thải có chứa mercaptan, amin, amoniac, sunfua hydro, hydrocacbon làm cho nước có mùi hôi. Để xử lí nước thải có mùi hôi có thể áp dụng các phương pháp khác nhau như: thông khí, clo hóa, chưng cất, xử lí bằng khói lò, oxi hóa bằng oxi dưới áp suất, ozôn hoá, trích li, hấp phụ và oxi hóa vi sinh.

Phương pháp hiệu quả nhất là không khí (thổi không khí qua nước thải). Sau đó, không khí cùng với tạp chất được cho và tháp đệm để rửa bằng dung dịch kiềm.

Để đạt hiệu quả xử lí 85-90% cần có lưu lượng không khí là  $12-15\text{m}^3$  trên  $1\text{m}^3$  nước thải, số mâm không nhỏ hơn 10, mật độ tưới  $20-80\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ , nồng độ kiềm không thấp hơn  $40\text{g/l}$ . Nhược điểm cơ bản của phương pháp này là một số chất không được loại bằng thông khí và ở lại trong nước thải.

Trong công nghiệp xenlulô, nước bị ô nhiễm bởi các hợp chất chứa lưu huỳnh, mrtanol và dầu thông. Thổi bằng hơi nước cho phép loại các chất này ra khỏi nước thải. Các thiết bị cơ bản được dùng để thực hiện phương pháp này là tháp mâm xuyên lỗ hoặc tháp đĩa chớp. Hiệu quả xử lí  $\text{H}_2\text{S}$  và methyl mercaptan gần 100%, còn các chất khác 90% tiêu hao hơi nước cho  $1\text{m}^3$  nước thải là 60kg. Để giảm tiêu hao nước, người ta đun nóng nước thải.

#### **1.4.8 Trích ly - extraction**

Trích li pha lỏng được ứng dụng để làm sạch nước thải chứa phenol, dầu, axit hữu cơ, ion kim loại... Về phương diện kinh tế, phương pháp này được ứng dụng khi nồng độ chất thải lớn hơn  $3-4\text{g/l}$  vì khi đó giá trị chất thu hồi mới đủ bù đắp chi phí cho quá trình trích lì.

Làm sạch nước thải bằng phương pháp trích li bao gồm ba giai đoạn:

- Giai đoạn thứ nhất: trộn mạnh nước thải với chất trích li (dung môi hữu cơ). Trong điều kiện bề mặt tiếp xúc pahl triển giữa các chất lỏng hình thành hai pha lỏng. Một pha là chất trích với chất được trích, còn pha khác là nước thải với chất cần trích.
- Giai đoạn thứ hai: phân riêng hai pha lỏng nói trên.
- Giai đoạn thứ ba: tái sinh chất trích.

Để giảm nồng độ tạp chất tan thấp hơn giới hạn cho phép cần phải chọn đúng chất trích và vận tốc nạp nó vào nước thải.

Chất trích li phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Hòa tan chất cần trích nhiều hơn nước. Khả năng hòa tan càng cao chi phí xử lí càng thấp.
- Có tính chọn lọc cao. Chất cần trích hòa tan càng ít cấu tử thì hiệu quả trích càng cao.
- Tan rất ít hoặc không tan trong nước thải, không hình thành nhũ tương bền.
- Có trọng lượng riêng khác xa trọng lượng riêng của nước để tách nhanh và hoàn toàn ra khỏi nước.
- Có hệ số khuếch tán lớn.
- Phục hồi đơn giản và ít tốn kém.

- Có nhiệt độ sôi khác xa nhiệt độ sôi của chất cần trích li, có nhiệt hóa hơi và nhiệt dung riêng nhỏ.
- Không tương tác với các chất cần trích.
- Không độc, không nguy hiểm cháy nổ, không ăn mòn thiết bị và giá rẻ.

Chất trích li phải được phân bố đều trong thể tích nước thải. Vận tốc nhập chất trích vào nước phải tối thiểu, thường nó được xác định bằng thực nghiệm.

Trong trường hợp nước thải chứa vài tạp chất hoặc độc hại nhất, rồi sau đó trích các cấu tử khác. Đối với từng cấu tử có thể sử dụng chất trích khác nhau. Cũng có thể tiến hành trích nhiều tạp chất cùng một lúc, nhưng khi đó khó chọn chất trích và khó tái sinh nó.

Trong quá trình trích cần phải thu hồi chất trích vì mục đích kinh tế. Tái sinh chất trích có thể được thực hiện bằng các biện pháp sau: áp dụng quá trình trích thứ cấp với dung môi khác, bay hơi, chưng, tương tác hóa hoặc lăng.

Bởi vì không có chất lỏng nào hoàn toàn không tan trong nước nên trong quá trình một phần dung môi tan trong nước thải và làm ô nhiễm nước do đó cần phải loại nó. Các phương pháp phổ biến được áp dụng cho việc loại dung môi là hấp thụ và bay hơi bằng hơi nước thải hoặc khí.

## 1.5 XỬ LÝ BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC – CHEMICAL PROCESSES

Phương pháp hóa học làm sạch nước thải bao gồm trung hòa, oxi hóa và khử. Tất cả các phương pháp này đều liên quan đến việc tiêu hao tác chất, vì vậy chi phí lớn. Người ta ứng dụng các phương pháp này để loại các chất hòa tan và trong hệ thống cấp nước khép kín.

### 1.5.1 Trung hòa – neutralization

Nước thải chứa các axit hoặc kiềm vô cơ trước khi thải vào hệ thống nước hoặc trước khi sử dụng trong các quá trình công nghệ cần được trung hòa. Nước được cho là trung tính khi nó có độ pH = 6,5 - 8,5.

Trung hòa có thể được tiến hành bằng nhiều cách khác nhau: trộn nước thải axit và kiềm với nhau, cho thêm tác chất, lọc nước axit qua vật liệu trung hòa, hấp thụ các khí axit bằng nước kiềm hoặc hấp thụ amoniac bằng nước axit. Chọn phương pháp trung hòa phụ thuộc vào thể tích và nồng độ nước thải.

#### 1.5.1.1 Trung hòa bằng cách trộn

Phương pháp này được ứng dụng nếu trong một nhà máy hoặc các nhà máy lân cận có nước thải axit và kiềm không bị ô nhiễm bởi các cấu tử khác. Người ta trộn nước axit và kiềm vào bình có cánh khuấy hoặc không có cánh khuấy (khuấy trộn bằng không khí).

#### 1.5.1.2 Trung hòa bằng cách cho thêm tác chất

Để trung hòa nước axit có thể dùng: NaOH, KOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH, CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>, dolomit (CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>), xi măng. Tuy nhiên tác chất rẻ nhất là sữa vôi với nồng độ Ca(OH)<sub>2</sub> 5 - 10%. Đôi khi để trung hòa người ta sử dụng các chất thải khác nhau. Ví dụ, người ta dùng xỉ của sản xuất hợp kim sắt - crôm, luyện thép và luyện gang để trung hòa nước chứa axit sunfuric.

Tác chất được chọn phụ thuộc vào thành phần và nồng độ nước thải. Có ba dạng nước thải chứa axit:

- 1. Nước chứa các axit yếu: axit cacbonic ( $H_2CO_3$ ), axit axetic ( $CH_3COOH$ );
- 2. Nước chứa axit mạnh: axit clohydric ( $HCl$ ), axit nitric ( $HNO_3$ ). Để trung hòa chúng có thể dùng bất kỳ tác chất nào nêu trên. Muối của các axit này dễ tan trong nước;
- 3. Nước chứa axit sunfuric ( $H_2SO_4$ ), axit sunfurơ ( $H_2SO_3$ ). Muối canxi của các axit này khó tan trong nước và tạo cặn.

Khi trung hòa nước thải chứa axit sunfuric bằng sữa vôi sẽ hình thành thạch cao ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) ở dạng cặn lỏng. Các cặn này sẽ lắng trên thành ống dẫn và làm tắc nghẽn chúng. Do đó, cần phải rửa chúng bằng nước sạch hoặc cho thêm vào nước thải các chất làm mềm nước, ví dụ hexan photphat. Tăng vận tốc chuyển động của nước cũng làm giảm sự trầm tích của thạch cao.

Để trung hòa nước thải có tính kiềm người ta sử dụng các axit hoặc khí axit.

#### **1.5.1.3 Trung hòa bằng lọc nước axit qua vật liệu trung hòa**

Trong trường hợp này để trung hòa nước axit người ta cho lọc nước qua lớp magezit ( $MgCO_3$ ), dolomit ( $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ ),  $CaCO_3$ , chất thải rắn (xỉ, tro). Người ta sử dụng thiết bị lọc đứng có lớp hạt  $CaCO_3$  hoặc dolomit kích thước 30 - 80 mm, với chiều cao lớp lọc 0,85 - 1,2 m vận tốc không được lớn hơn 5 m/s và thời gian tiếp xúc không nhỏ hơn 10 phút. Vận tốc trong thiết bị nằm ngang là 1 - 3 m/s.

#### **1.5.1.4 Trung hòa bằng khí axit**

Để trung hòa nước thải có tính kiềm thời gian gần đây người ta bắt đầu sử dụng khí thải chứa  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_3$ ... Việc ứng dụng phương pháp này cho phép vừa trung hòa nước thải vừa làm sạch khí khỏi các chất độc hại.

Ứng dụng khí  $CO_2$  có nhiều ưu điểm so với sử dụng  $SO_2$  hoặc  $HCl$  như:

- Cho phép giảm giá thành quá trình trung hòa.
- Độ hòa tan  $CO_2$  kém nên giảm được nguy hiểm của sự oxi hóa quá độ.
- Hình thành cacbonat được ứng dụng nhiều hơn so với các sunfat và clorua.
- Tác dụng ăn mòn và độc hại của ion  $CO_3^{2-}$  ít hơn các ion  $SO_4^{2-}$  và  $Cl^-$ .

#### **1.5.2 Tạo tủa – chemical precipitation**

Phương pháp tạo tủa ứng dụng phổ biến để xử lý ion kim loại nặng. Các ion kim loại nặng như thuỷ ngân, crom, cadmi, kẽm, chì, đồng, nikén, arsen được loại ra khỏi nước thải bằng phương pháp hóa học. Bản chất của phương pháp này là chuyển các chất tan trong nước thành không tan, bằng cách cho thêm chất phản ứng, và tách chúng ra ở dạng cặn lắng.

Chất phản ứng được dùng là hydroxit canxi và natri, cacbonat natri, sunfit natri, các chất thải khác nhau như xỉ sắt - crom, chứa (%):  $CaO$  - 51,3;  $MgO$  - 9,2;  $SiO_2$  - 27,4;  $Cr_2O_3$  - 4,13;  $Al_2O_3$  - 7,2;  $FeO$  - 0,73.

Gía trị pH tương ứng cho sự bắt đầu lắng và lắng hoàn toàn của các hydroxit kim loại khác nhau được cho trong bảng 10.1.

**Bảng 3. Giá trị pH trong quá trình lắng các hydroxit kim loại**

Dạng cation	Giá trị pH	
	Bắt đầu lắng (nồng độ ion ban đầu 0,01mol/l)	Lắng hoàn toàn (nồng độ còn lại $10^{-3}$ mol/l)
Sắt ( $\text{Fe}^{2+}$ )	7,5	9,7
Sắt ( $\text{Fe}^{3+}$ )	2,3	4,1
Kẽm ( $\text{Zn}^{2+}$ )	6,4	8,0
Crôm ( $\text{Cr}^{3+}$ )	4,9	6,8
Niken ( $\text{Ni}^{2+}$ )	7,7	9,5
Nhôm ( $\text{Al}^{3+}$ )	4,0	5,2
Cadmi ( $\text{Cd}^{2+}$ )	8,2	9,7

- Xử lí các hợp chất thuỷ ngân:

Nước thải bị ô nhiễm thuỷ ngân (Hg) và các hợp chất của nó, được tạo thành do sản xuất Clo, NaOH, trong các quá trình điện phân dùng điện cực thuỷ ngân, do sản xuất thuỷ ngân, điều chế thuốc nhuộm, các hydrocacbon, do sử dụng thuỷ ngân làm chất xúc tác, trong một vài ngành mạ điện.

Thuỷ ngân trong nước có thể tồn tại ở dạng thuỷ ngân kim loại, các hợp chất vô cơ và hữu cơ. Hợp chất vô cơ thuỷ ngân: Oxit -  $\text{HgO}$ , clorua -  $\text{HgCl}_2$ , sunfat -  $\text{HgSO}_4$ , sunfua -  $\text{HgS}$ , nitrat -  $\text{Hg(NO}_3)_2$ , xianua -  $\text{Hg(CN)}_2$ , thioxianat -  $\text{Hg(NCS)}_2$ , xianat -  $\text{Hg(OCN)}_2$ .

Trong các hợp chất vô cơ, chất độc chủ yếu là ion  $\text{Hg}^{2+}$ . Do đó nguy hiểm nhất là các muối dễ tan và dễ phân li.

Hợp chất hữu cơ thuỷ ngân được ứng dụng trong tổng hợp các chất hữu cơ kim loại, như chất độc hóa học, để bảo vệ vật liệu nhựa, giấy, hàng dệt, để bảo quản gỗ...

Hợp chất hữu cơ thuỷ ngân rất độc và không cho phản ứng với ion Hg. Trong nguồn nước, thuỷ ngân dưới ảnh hưởng của các hợp chất hữu cơ trong nước tự nhiên, chuyển hóa thành hợp chất có độc tính mạnh. Nồng độ giới hạn cho phép thuỷ ngân trong nguồn nước là 0,005mg/l.

Thuỷ ngân kim loại được lọc và lắng. Các hạt không lắng được oxi hóa bằng clo hoặc  $\text{NaOCl}$  đến  $\text{HgCl}_2$ . Sau đó xử lí nước bằng chất khử ( $\text{NaHSO}_4$  hoặc  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) để loại chung và clo dư.

Thuỷ ngân có thể được tách ra khỏi nước bằng phương pháp khử với chất khử là: sunfua sắt, bisulfat natri, bột sắt, khí  $\text{H}_2\text{S}$ , hydrazin.

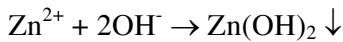
Bể lắng Hg, trước tiên người ta cho vào nước thải sunfua natri, bisulfua natri hoặc sunfua hydro. Sau đó xử lí nước bằng clorua natri, kali, magie, canxi hoặc sulfat magiê với số lượng 0,1g/l. Khi đó sunfua thuỷ ngân được lắng ở dạng hạt. Để loại các hạt keo phân tán cao người ta dùng chất kết tụ  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ...

Các hợp chất hữu cơ thuỷ ngân đầu tiên được phân huỷ bằng oxi hóa (khí clo). Sau khi loại clo dư, cation Hg được khử đến Hg kim loại hoặc chuyển sang dạng sunfua khí, rồi loại cặn.

- Xử lí các hợp chất kẽm, đồng, niken, chì, cadmium, coban

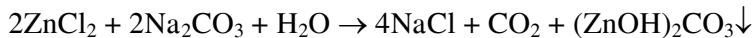
Muối các kim loại này chứa trong nước thải của nhà máy tuyển quặng, luyện kim, chế tạo máy, chế biến kim loại, hóa chất, dược phẩm, chế biến sơn, dệt...

Xử lí nước thải chứa muối kẽm bằng hydroxit natri



Khi  $\text{pH} = 5,4$  hydroxit kẽm bắt đầu lắng. Khi  $\text{pH}$  bằng 10,5 bắt đầu tan các hydroxit kẽm lưỡng tính. Do đó, quá trình xử lí cần tiến hành khi  $\text{pH} = 8-9$ .

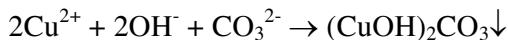
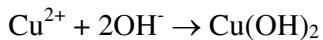
Nếu sử dụng soda:



Khi  $\text{pH} = 7-9,5$  hình thành cacbonat có thành phần  $2\text{ZnCO}_3$ ,  $3\text{Zn}(\text{OH})_2$ , khi  $\text{pH} \geq 10$  thành phần hydroxit tăng.

Mặc dù quá trình lắng cacbonat bắt đầu khi  $\text{pH}$  thấp hơn hydroxit, nhưng tiêu hao soda nhiều hơn  $\text{NaOH}$  hoặc  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Điều đó được giải thích rằng khi lắng kim loại nặng bằng soda quá trình diễn ra qua giai đoạn tạo thành bicacbonat và để kết thúc phản ứng cần lượng dư tác chất.

Xử lí nước thải chứa ion đồng bằng hydroxit:

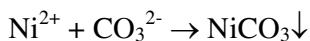
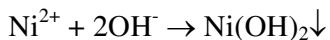


Quá trình diễn ra khi  $\text{pH} = 5,3$ .

Có thể dùng feroxianua kali để tách đồng và các ion kim loại nặng ra khỏi nước thải.

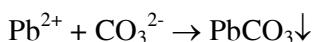
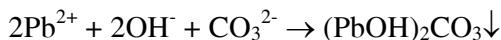
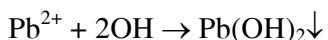
Để loại đồng và cadmi người ta cho nước thải tiếp xúc với  $\text{SO}_2$  hoặc các sunfic và bột kim loại như kẽm, sắt. Khi đó kim loại khử sunfic thành sunfua, cùng với kim loại nặng hình thành sunfua khó tan.

Xử lí nước thải chứa niken bằng hydroxit, cacbonat:



$\text{Ni}(\text{OH})_2$  bắt đầu lắng khi  $\text{pH} = 6,7$

Cation chì trong dung dịch chuyển thành cặn lắng ở một trong ba dạng hợp chất khó tan:



Hydroxit chì bắt đầu lắng khi  $\text{pH} = 6,0$

Xử lí nước thải chứa coban và cadmi bằng sữa vôi có thể đạt hiệu quả tối đa.

Nước thải có thể chứa nhiều kim loại khác nhau, chúng thường được loại đồng thời bằng hydroxit canxi. Khi lắng đồng thời vài kim loại khác nhau hiệu quả đạt tốt hơn khi lắng từng kim loại. Điều đó là do hình thành các tinh thể hỗn hợp và hấp phụ ion kim loại trên bề mặt pha rắn.

Xử lí nước thải bằng tác chất kiềm cho phép giảm nồng độ kim loại nặng đến đại lượng cho phép thải vào hệ thống nước thải sinh hoạt. Tuy nhiên, khi độ sạch yêu cầu cao hơn thì phương pháp này không đạt yêu cầu.

Để làm sạch nước hơn người ta xử lí nó bằng sunfua natri, vì độ hòa tan của các sunfua kim loại thấp hơn của hidroxit và cacbonat rất nhiều. Quá trình lắng các sunfua diễn ra khi pH thấp hơn so với lắng hydroxit và cacbonat. Ví dụ sunfua kẽm lắng khi pH = 1,5, sunfua nikén và coban lắng khi pH = 3,3.

Ngoài ra, để loại ion kim loại nặng còn có thể sử dụng pirit hạt hoặc bột, sunfua các kim loại không độc.

Nhược điểm của phương pháp hóa học là hình thành cặn khó tách nước. Ngoài ra, nước sau khi xử lí chứa lượng lớn muối canxi, khó sử dụng trong hệ thống nước tuân hoàn.

- Xử lí hợp chất arsen

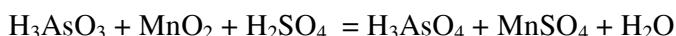
Nồng độ giới hạn cho phép của arsen trong nguồn nước là 0,05mg/l. Để xử lí arsen ta ứng dụng phương pháp phản ứng, hấp phụ, điện hóa, chiết và các phương pháp khác. Chọn phương pháp phụ thuộc dạng arsen hòa tan, thành phần, độ axit và các chỉ số khác của nguồn nước.

Khi nồng độ arsen cao có thể dùng phương pháp lắng hóa học dưới dạng các chất khó tan (arsenat, arsenit các kim loại kiềm thổ và kim loại nặng, sunfua và hydroxit arsen).

Để xử lí hợp chất chứa oxi của arsen, người ta ứng dụng sula vôi, khi đó sẽ tạo cặn lắng là các arsenat và arsenit.

Hợp chất arsen (V) loại ra khỏi nước dễ hơn arsen (III). Ngoài ra, việc bảo quản cặn của arsen (V) rẻ hơn do ít độc và ít hòa tan hơn. Vì vậy, hợp chất arsen (III) trước khi lắng được oxit hóa thành arsen (V). Các chất khử là CuCl<sub>2</sub>, clo, bùn hypoclorit, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, axit nitric, ozôn, piroluzit...

Piroluzit được dùng nhiều nhất trong môi trường axit, phản ứng xảy ra như sau:



Chế độ tối ưu: lượng MnO<sub>2</sub> - 4 lần lớn hơn phương trình lượng hóa học, độ axit của dung dịch 30-40g/l (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), nhiệt độ 70-80°C, thời gian oxi hóa 3 giờ.

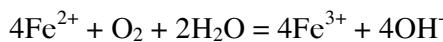
- Xử lí muối sắt

Trong nước tự nhiên hàm lượng sắt dao động từ 0,01 đến 26mg/l. Ngoài ra, sắt chứa trong nước thải của nhà máy hóa chất, luyện kim, chế tạo máy, chế biến kim loại, hóa dầu, dệt, nhuộm, dược phẩm...

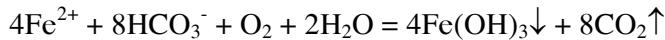
Khi nồng độ sắt lớn hơn 1mg/l nước có màu nâu.

Để khử sắt, người ta ứng dụng phương pháp sục khí, hóa học, hấp thụ, lọc ngược.

Quá trình lọc khí diễn ra như sau:



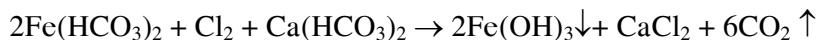
Nếu trong nước có các ion bicacbonat:



Cặn  $\text{Fe(OH)}_3$  được loại ra khỏi nước bằng lắng hoặc lọc. Cặn này có thể dùng để điều chế bột màu hoặc để xử lí  $\text{H}_2\text{S}$  trong khí thải.

Khi hàm lượng sắt cao, phương pháp sục khí không cho phép loại chúng hoàn toàn, vì vậy phải ứng dụng phương pháp hóa học. Chất phản ứng có thể là clo, clorat canxi, pemanganat kali, ozôn, oxit canxi, soda...

Phản ứng liên kết với clo:



Phản ứng liên kết với pemanganat kali:



Nếu sắt ở dạng các hợp chất hữu cơ hoặc keo, ứng dụng phương pháp ozôn hóa.

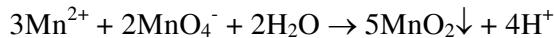
- Xử lí các hợp chất mangan

Các hợp chất mangan chứa trong nước thải nhà máy luyện kim, chế tạo máy và hóa chất. Khi nồng độ mangan lớn hơn 0,05mg/l nước có màu tối.

Loại mangan ra khỏi nước có thể bằng các phương pháp sau:

1. Xử lí bằng pemanganat kali,
2. Sục khí cùng với sự vôi hóa,
3. Lọc nước qua cát mangan hoặc cation mangan,
4. Ozôn hóa, clo hóa hoặc oxi hóa bằng dioxit clo.

Khi xử lí bằng pemanganat kali sẽ hình thành dioxit mangan:



Trong đó 1mg  $\text{KMnO}_4$  oxit hóa được 0,53mg  $\text{Mn}^{2+}$ . Hiệu quả cao nhất khi dùng 2mg  $\text{KMnO}_4$  cho 1mg  $\text{Mn}^{2+}$ .  $\text{MnO}_2$  được tách ra bằng lọc mangan hóa trị 2 bị oxi hóa chậm bởi oxi tạo thành  $\text{Mn(OH)}_3$  và  $\text{Mn(OH)}_4$ . Khi  $\text{pH} = 9,5$  mangan được loại hoàn toàn, còn khi  $\text{pH} < 7,5$  nó gần như không bị oxi hóa bởi oxi của không khí. Để thúc đẩy quá trình oxi hóa sau sục khí người ta cho thêm vào nước  $\text{Ca(OH)}_2$  hoặc soda để tăng pH.

Mn (II) có thể được loại ra khỏi nước do oxi hóa bởi clo ozôn hoặc dioxit clo.

Tiêu hao clo cho oxi hóa 1mg Mn là 1,3mg, tiêu hao  $\text{ClO}_2$  là 1,35mg và  $\text{O}_3$  là 1,45mg. Tuy nhiên, việc ứng dụng các chất khử này yêu cầu xây dựng thiết bị phức tạp nên thực tế chúng không được sử dụng.

Trong các phương pháp nêu trên hiệu quả nhất là phương pháp xử lí bằng pemanganat kali: nó không yêu cầu thiết bị phức tạp và dễ kiểm tra.

### 1.5.3 Oxy hóa khử – Oxidation and Reduction

Để làm sạch nước người ta sử dụng các chất oxi hóa sau: clo khí và lỏng, dioxit clo, clorat canxi, hypoclorua canxi và natri, pemanganat kali, bicromat kali, oxi già, oxi của không khí, ozôn, piroluzit MnO<sub>2</sub>.

Trong quá trình oxi hóa, các chất ô nhiễm độc hại, chứa trong nước thải, do phản ứng hóa học, chuyển thành chất ít độc hơn và được loại ra khỏi nước.

Phương pháp này yêu cầu chi phí tác chất lớn, vì vậy nó chỉ được ứng dụng khi chất ô nhiễm không thể loại được bằng các phương pháp khác. Ví dụ, xử lý các xianua, các hợp chất tan của arsen...

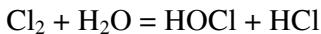
Chất có tính oxi hóa mạnh nhất là flo, nhưng do có tính ăn mòn mạnh nên nó không thể được ứng dụng trong thực tế.

Thế oxi hóa của các chất khác như sau: ozôn - 2,07; clo - 0,94; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - 0,68; pemanganat kali - 0,59 (đơn vị: vôn).

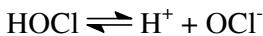
#### 1.5.3.1 Oxi hóa bằng clo

Clo và các chất chứa clo hoạt tính là chất oxi hóa phổ biến nhất. Chúng được ứng dụng để làm sạch nước khỏi H<sub>2</sub>S, hydrosulfua, các hợp chất methyl, lưu huỳnh, các phenol, các xianua...

Khi cho clo vào nước sẽ hình thành hypoclorit và axit clohydric

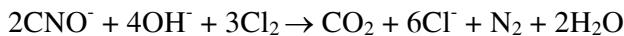
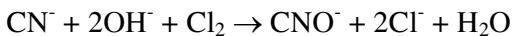


Sau đó diễn ra sự phân li hypoclorit, khi pH = 4 phân tử clo gần như không có:

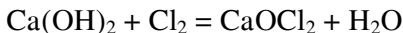


Tổng Cl<sub>2</sub> + HOCl + OCl<sup>-</sup> được gọi là clo có hoạt tính tự do.

Quá trình xử lý các xianua được tiến hành trong môi trường kiềm (pH = 9). Xianua có thể được oxi hóa thành nitơ và dioxit cacbon.



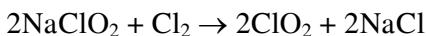
Các nguồn clo hoạt tính có thể là clorat canxi, hypoclorit, các clorat, dioxit clo. Chúng được hình thành theo các phản ứng sau:



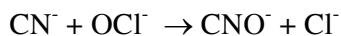
25 - 30°C



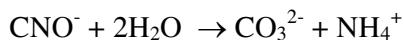
Chất oxi hóa mạnh là clorat natri (NaClO<sub>2</sub>), nó bị phân huỷ sinh ra ClO<sub>2</sub>. Dioxit clo là khí độc có mùi gắt hơn clo. Clorat natri được điều chế như sau:



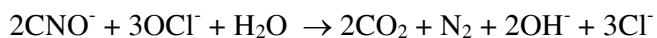
Quá trình oxi hóa xianua thành xianat bởi clo hoạt tính như sau:



Xianat dẽ bị thuỷ phân thành cacbonat



Vận tốc thuỷ phân phụ thuộc pH của môi trường. pH = 5,3 trong 1 ngày đêm 80% xianat bị thuỷ phân. Nếu dư clorat xianat bị oxi hóa tiếp tục.



Trong lúc phản ứng pH được giữ trong khoảng 8-11. Kiểm tra sự oxi hóa hoàn toàn dựa trên nồng độ clo hoạt tính còn dư, không thấp hơn 5-10mg/l.

Clorat canxi thường phẩm chứa dưới 33% clo hoạt tính, còn hipoclorua canxi-đến 60%.



LATERAL BAFFLING FOR SHALLOW TANK



UP AND OVER BAFFLING FOR DEEP TANK

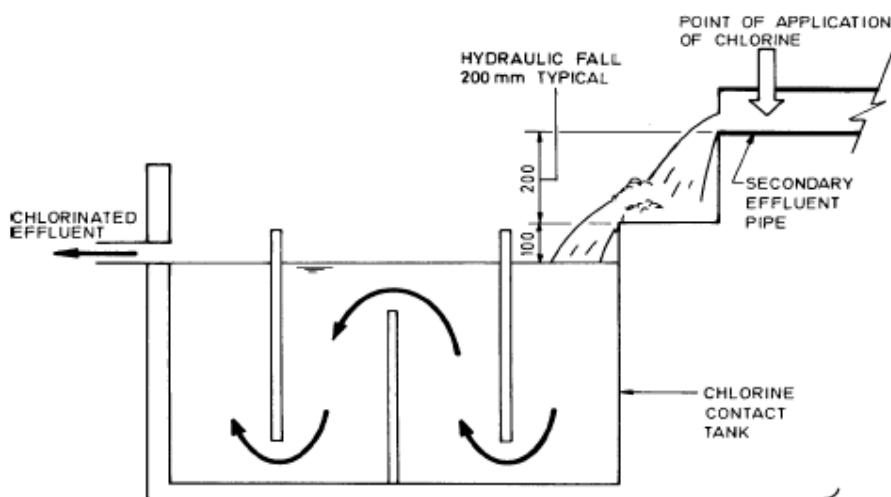


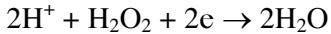
FIG. 7 TYPICAL ARRANGEMENT OF CHLORINATION SYSTEM

Hình 29. Các dạng kết cấu bể tiếp xúc

### 1.5.3.2 Oxi hóa bằng H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> là chất lỏng không màu, được ứng dụng để oxi hóa các nitric, andehyt, phenol, xianua, chất thải chứa lưu huỳnh, thuốc nhuộm hoạt hóa... Oxi già độc, nồng độ giới hạn cho phép trong nước là 0,1mg/l.

Trong môi trường axit và kiềm, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bị phân huỷ.

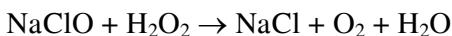
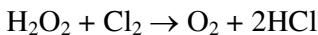


Trong môi trường axit nước oxi già chuyển muối sắt hóa trị 2 thành muối hóa trị 3, axit nitơ thành axit nitric, sunfua thành sunfat. Xianua bị oxi hóa thành xianat trong môi trường kiềm (pH = 9-12).

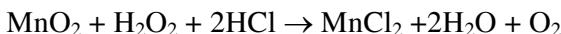
Trong dung dịch loãng quá trình oxi hóa chất hữu cơ diễn ra chậm, vì vậy người ta dùng xúc tác là các ion kim loại có hóa trị thay đổi (Fe<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, CO<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Ag<sup>2+</sup>).

Ví dụ, quá trình oxi hóa bằng H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> với muối sắt diễn ra rất nhanh khi pH = 3-4,5.

Trong quá trình xử lí nước người ta còn sử dụng tính khử của oxi già



Các phản ứng này được dùng để khử clo trong nước H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dư được loại bởi MnO<sub>2</sub>.



Oxi hóa chất ô nhiễm bằng các axit H<sub>2</sub>SO<sub>5</sub> và H<sub>2</sub>S<sub>5</sub>O<sub>8</sub> có nhiều triển vọng. Ví dụ phenol được oxi hóa bằng H<sub>2</sub>SO<sub>5</sub> khi pH = 10. Bằng phương pháp này có thể giảm nồng độ phenol đến 5×10<sup>-6</sup>%. Các xianua bị phân huỷ nhanh dưới tác dụng của các axit này. Khi nồng độ xianua trong nước thải là 0,01 - 0,05%, người ta dùng H<sub>2</sub>SO<sub>5</sub>, còn khi nồng độ cao dùng H<sub>2</sub>S<sub>5</sub>O<sub>8</sub>. Điều kiện tối ưu là pH = 9.

### 1.5.3.3 Oxi hóa bằng oxi của không khí

Người ta sử dụng oxi của không khí để oxi hóa các hợp chất sắt nhỉ thành sắt tam với sự tạo thành hidroxit sắt kết tủa. Phản ứng oxi hóa như sau:



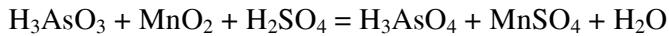
Quá trình oxi hóa diễn ra khi sục không khí qua nước thải. Có thể đơn giản hóa việc sục khí bằng cách cho nước ở dạng giọt rơi trong không khí xuống bề mặt vật liệu lọc. Khi các giọt lỏng tiếp xúc với không khí sẽ xảy ra quá trình oxi hóa sắt.

Oxi hóa trong không khí cũng được dùng để oxi hóa nước thải sunfit của các nhà máy xenlulô, chế biến dầu mỏ và hóa dầu. Quá trình oxi hóa các hydrosunfua và sunfua diễn ra một số giai đoạn với sự thay đổi hóa trị của lưu huỳnh từ -2 đến +6.



#### **1.5.3.4 Oxi hóa bằng piroluzit MnO<sub>2</sub>**

Quá trình được tiến hành bằng cách lọc nước thải qua lớp vật liệu này hoặc trong thiết bị khuấy trộn. Piroluzit là vật liệu tự nhiên, chứa chủ yếu là dioxit mangan. Nó được sử dụng rộng rãi để oxi hóa arsen hóa trị ba thành hóa trị năm.



Chế độ tối ưu cho quá trình oxi hóa là: lượng MnO<sub>2</sub> bốn lần lớn hơn so với phương trình lượng hóa học, độ axit của nước 30 - 40 g/l, nhiệt độ nước 70 - 80°C.

#### **1.5.3.5 Ozôn hóa**

Oxi hóa bằng ozôn cho phép đồng thời khử màu, khử mùi, tiệt trùng và vị lạ của nước. Bằng ozôn hóa có thể xử lý phenol, sản phẩm dầu mỏ, sunfuahydric, các hợp chất arsen, chất hoạt hóa bề mặt, các xianua, thuốc nhuộm, các hydrocacbon thơm gây ung thư, thuốc sát trùng...

Ozôn - khí màu tím nhạt. Trong tự nhiên nó ở thượng tầng khí quyển. Ở nhiệt độ t° = - 111,9°C ozôn hóa lỏng có màu xanh đậm.

Ozôn rất độc, nồng độ tối đa cho phép trong khu vực làm việc là 0,0001mg/m<sup>3</sup>. Ozôn oxi hóa tất cả kim loại, ngoại trừ vàng, chuyển chúng thành oxit.

Trong dung dịch nước ozôn phân li nhanh hơn trong không khí, trong dung dịch kiềm yếu phân li rất nhanh, còn trong dung dịch axit nó có độ bền cao. Trong không khí sạch nó phân rã rất chậm.

Ozôn làm phân huỷ các chất hữu cơ và tiệt trùng, các vi khuẩn chết nhanh hơn hàng ngàn lần so với việc sử dụng clo. Độ hòa tan của ozôn trong nước phụ thuộc pH và các chất hòa tan khác. Khi có axit và muối trung tính độ hòa tan của ozôn tăng. Kiềm làm giảm độ hòa tan của ozôn.

Tác động của ozôn trong quá trình oxi hóa có thể diễn ra trong ba hướng khác nhau:

1. Oxi hóa trực tiếp với sự tham gia của một nguyên tử ôxy.
2. Liên kết toàn bộ phân tử ozôn với chất bị ôxi hóa với sự hình thành các ozonua.
3. Tác động xúc tác cho quá trình oxi hóa bằng oxi, có trong không khí chứa ozôn.

Ozôn được điều chế từ oxi của không khí khô hoặc oxi tinh khiết dưới tác dụng của sự phóng điện. Chi phí năng lượng cho việc sản xuất 1 kg ozôn từ không khí gần 18kWh, còn từ oxi sạch gần 9 kWh.

Ozôn được cho vào nước thải ở dạng hỗn hợp không khí - ozôn hoặc oxi - ozôn. Nồng độ ozôn trong hỗn hợp gần 3%. Để thúc đẩy quá trình oxi hóa hỗn hợp được phân tán trong nước thải dưới dạng các hạt lỏng.

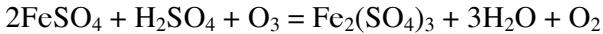
Vì ozôn là chất đầu độc mạnh nên trước khi thải cần phải làm sạch khí thải khỏi ozôn còn sót lại. Xử lý ozôn được thực hiện bằng 3 phương pháp:

1. Pha loãng khí.
2. Phân huỷ ozôn bằng hấp thụ, xúc tác hoặc nhiệt phân.
3. Tận dụng ozôn.

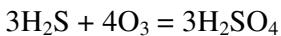
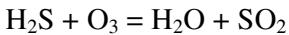
Quá trình xử lý nước thải được đơn giản nhiều khi sử dụng chung siêu âm và ozôn, tia cực tím và ozôn. Tia cực tím làm tăng tốc quá trình oxi hóa lên  $10^2$  -  $10^4$  lần. Quá trình oxi hóa có thể chia làm hai giai đoạn:

1. Kích thích bằng quang hóa, các phân tử dưới tác dụng của tia cực tím.
2. Oxi hóa bằng ozôn.

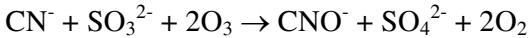
Ozôn oxi hóa chất vô cơ và hữu cơ tan trong nước thải. Sau đây là một số ví dụ ozôn hóa các hợp chất kim loại:



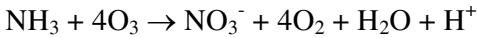
Ozôn hóa  $\text{H}_2\text{S}$



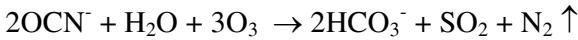
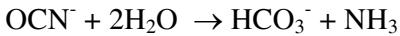
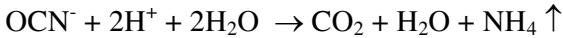
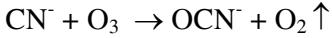
Ozôn hóa ion thioxianat



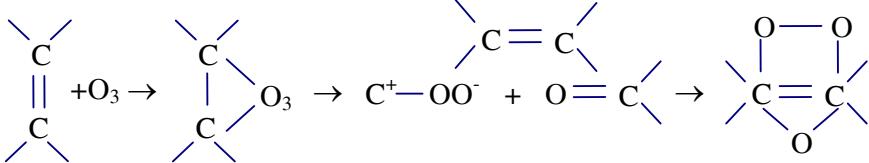
Ozôn hóa amoniacyclic



Ozôn hóa các xianua



Ozôn hóa các chất hữu cơ có liên kết



Đối với phenol, ozôn có hoạt tính cao trong khoảng nồng độ rộng, từ 0 đến 1.000mg/l.

#### **1.5.3.6 Xử lý bằng phương pháp khử**

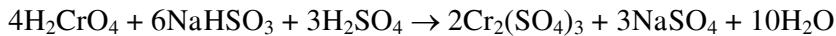
Phương pháp khử được ứng dụng rộng rãi để xử lý các hợp chất thuỷ ngân, crôm, arsen.

Trong phương pháp này các hợp chất thuỷ ngân vô cơ được khử đến thuỷ ngân kim lại và tách ra khỏi nước nhờ lắng, lọc hoặc keo tụ. Các hợp chất hữu cơ thuỷ ngân đầu tiên được oxi hóa phân huỷ, sau đó các cation thuỷ ngân được khử đến kim loại. Để khử thuỷ ngân và các hợp chất của nó có thể dùng sunfua sắt, hidroxit natri, bột sắt,  $\text{H}_2\text{S}$ , bột nhôm...

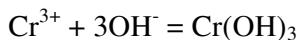
Asen trong nước thải dưới dạng các phân tử chứa oxi hoặc ở dạng các anion  $\text{AsS}_2^-$ ,  $\text{AsS}_3^{3-}$ . Phương pháp phổ biến nhất để loại arsen là cho nó lắng dưới dạng các hợp chất khó tan. Khi nồng độ arsen lớn (đến 110 g/l) người ta khử các axit arsenic đến axit arsenic bằng dioxit lưu huỳnh. Axít arsenic có độ hòa tan nhỏ trong môi trường axit và trung tính, chúng lắng dưới dạng trioxit arsenic.

Để loại các chất chứa crom hóa trị 6 người ta khử nó đến crom hóa trị 3 và cho nó lắng dưới dạng hydroxit trong môi trường kiềm. Chất khử có thể là than hoạt tính, sunfat sắt, bisunfat natri, hydro, dioxit lưu huỳnh, các phế thải hữu cơ (ví dụ như giấy báo).

Người ta thường sử dụng dung dịch bisunfat natri để khử:

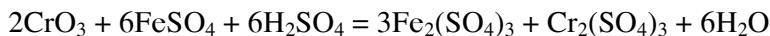


Phản ứng diễn ra nhanh khi pH = 3 - 4 và dư axit sunfuric. Để lắng crom hóa trị 3 người ta ứng dụng tác chất kiềm  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ... (giá trị tối ưu là pH = 8 - 9,5)

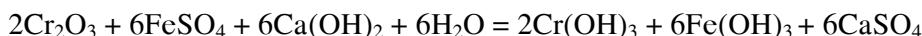


Sử dụng chất khử là sunfat sắt thu được kết quả tốt

- Trong môi trường axit:

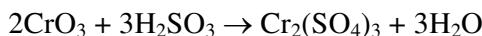


- Trong môi trường kiềm:



Điều kiện thuận lợi nhất của quá trình là nhiệt độ 20°C, pH ≈ 7 và chi phí  $\text{FeSO}_4$  1,3 lần lớn hơn so với phương trình lượng hóa học.

Khử bằng dioxit lưu huỳnh



Thời gian khử hoàn toàn  $\text{Cr}^{6+}$  phụ thuộc nồng độ của nó trong nước. Ví dụ khi pH = 3 để giảm nồng độ  $\text{Cr}^{6+}$  từ 30 đến 5 mg/l cần 1 phút, còn từ 5 đến 0,1 mg/l cần 35 phút.

Khi đó soda trong nước thải crôm được tách ra hoàn toàn



Quá trình khử được tiến hành ở 90°C.

Chất khử còn có thể là hydroxit kẽm hoặc hỗn hợp của nó với  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  và các chất chứa photpho P (I), khí tự nhiên, amoniac, than gỗ, hydro...

Cũng có thể lắng  $\text{Cr}^{6+}$  bằng axetat bari, ( $\text{Cr}^{6+}$  lắng dưới dạng cromat bari). Ưu điểm của phương pháp này là có thể xử lý đồng thời  $\text{Cr}^{6+}$  và ion  $\text{SO}_4^{2-}$ .

#### 1.5.4 Oxy hóa nhiệt

Trong phương pháp này, tất cả các chất hữu cơ làm ô nhiễm nước bị oxy hóa hoàn toàn bởi oxy trong không khí ở nhiệt độ cao, thành các hợp chất không độc.

Phương pháp oxy hóa nhiệt bao gồm: phương pháp oxy hóa pha lỏng, phương pháp oxy hóa xúc tác pha hơi và phương pháp đốt cháy.

#### **1.5.4.1 Phương pháp oxi hóa pha lỏng**

Phương pháp này dựa trên sự oxi hóa hợp chất hữu cơ bằng oxi ở nhiệt độ 100-350°C và áp suất 20-280 at. Ở áp suất cao, độ hòa tan của oxi trong nước tăng và do đó thúc đẩy quá trình oxi hóa hữu cơ.

Nước thải trộn lẫn không khí được bơm qua thiết bị truyền nhiệt. Ở đó hỗn hợp được đun nóng bằng nước. Sau đó nó được đưa vào lò để đun đến nhiệt độ cần thiết. Tiếp theo nó vào thiết bị phản ứng. Trong đó diễn ra quá trình oxi hóa với sự tăng nhiệt độ. Nước và sản phẩm oxi hóa (hơi, khí, tro) được đưa vào thiết bị phân riêng để tách lỏng, khí.

Hiệu quả quá trình oxi hóa tăng theo độ tăng nhiệt độ. Các chất bay hơi ở điều kiện phản ứng bị oxi hóa trong pha hơi, còn chất bay hơi - trong pha lỏng.

Ưu điểm của phương pháp này là:

- Có thể làm sạch thể tích nước thải lớn mà không cần cõi đặc sơ bộ.
- Trong sản phẩm oxi hóa không có chất độc hữu cơ.
- Dễ kết hợp với các phản ứng khác.
- An toàn.

Nhược điểm:

- Không oxi hóa hoàn toàn một số chất hóa học.
- Giá thiết bị xử lý cao.
- Sự ăn mòn thiết bị cao trong môi trường axxit.

Phương pháp này đã bắt đầu được sử dụng để xử lý nước thải của công nghiệp nitơ, chế biến dầu khí, sản xuất giấy xenlulô, dược phẩm và một số ngành khác.

#### **1.5.4.2 Phương pháp oxi hóa xúc tác pha hơi**

Đây là quá trình oxi hóa xúc tác dị thể bằng oxi trong không khí, nhiệt độ cao, các chất hữu cơ bay hơi chứa trong nước thải công nghiệp. Quá trình xảy ra mạnh mẽ khi có xúc tác: đồng - crôm, kẽm - crôm, đồng - mangan...

Nước thải từ bồn chứa đưa vào thiết bị bay hơi. Cặn bùn được tách bằng máy li tâm, phần lỏng quay lại bể chứa còn cặn được cho vào lò đốt. Hơi nước cùng chất hữu cơ được gia nhiệt đến nhiệt độ cần thiết bằng nhiệt lượng của hỗn hợp khí hơi từ thiết bị. Hơi sau thiết bị gia nhiệt được trộn lẫn với không khí và đi vào thiết bị phản ứng. Ở đó diễn ra quá trình oxi hóa chất hữu cơ với sự có mặt của xúc tác. Khói từ lò được tận dụng nhiệt để tạo hơi, cấp cho thiết bị bay hơi.

Phương pháp xử lý đạt hiệu quả cao 99,8% và năng suất cao. Tuy nhiên các hợp chất của photpho, flo, lưu huỳnh có thể nhiễm độc xúc tác. Vì vậy cần phải loại các chất này ra khỏi nước thải trước.

#### **1.5.4.3 Phương pháp đốt cháy**

Phương pháp này hiệu quả và phổ biến nhất trong các phương pháp nhiệt. Bản chất của nó là phun bụi chất thải trực tiếp vào khí lò 900-1.000°C. lúc đó nước bay hơi hoàn

toàn còn tạp chất hữu cơ bị cháy. Các chất vô cơ trong nước thải tạo thành các hạt rắn hoặc hạt nóng chảy, được thu hồi trong các xiclon hoặc thiết bị lọc.

Phương pháp này có thể được ứng dụng để khử độc một lượng nhỏ nước thải chứa chất hữu cơ độc tính cao mà các phương pháp khác không thể thực hiện hoặc không hiệu quả. Phương pháp này cũng hợp lý nếu trong nước thải có chất dễ cháy, được dùng như nhiên liệu. Phương pháp đốt cháy không thích hợp cho việc khử độc nước chỉ chứa tạp chất vô cơ.

Trong quá trình khử độc nước thải có thể hình thành các oxit kim loại kiềm và kim loại kiềm thổ (như CaO, MgO, BaO, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O...). chúng có thể tương tác với các cấu tử khói lò:



Khi phân hủy các clorua, trong khí thải có chứa clo và clorua hydro. Các hợp chất hữu cơ chứa lưu huỳnh, photpho, halogen có thể hình thành SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, HCl, Cl<sub>2</sub>... sự có mặt của chúng làm ăn mòn thiết bị.

Còn nước thải có chứa các hợp chất nitơ sẽ sinh ra các oxit nitơ: NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>... Ngoài ra, còn có thể hình thành các chất độc khác. Do đó cần phải có biện pháp xử lý thích đáng trước khi thải khí vào khí quyển.

Để đốt nước thải có thể sử dụng các hệ thống như sau:

- Không thu hồi nhiệt và không xử lí khí.
- Không thu hồi nhiệt và xử lí khí.
- Thu hồi nhiệt và không xử lí khí.
- Thu hồi nhiệt và xử lí khí.

## 1.6 XỬ LÝ BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC – BIOLOGICAL PROCESSES

Phương pháp hóa sinh được ứng dụng để xử lí nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp khói nhiều chất hữu cơ hòa tan và một số chất vô cơ (H<sub>2</sub>S, các sunfua, NH<sub>3</sub>, các nitric...). Quá trình xử lí dựa trên khả năng của vi sinh sử dụng các chất này làm chất dinh dưỡng trong hoạt động sống - Các chất hữu cơ đối với vi sinh là nguồn cacbon.

### 1.6.1 Phân loại

**Bảng 4. Phân loại các công trình xử lý sinh học**

	Hiếu khí	Kị khí
Nhân tạo		
	Aerotank,	Metan
	Lọc sinh học	UASB: phân hủy yếm khí ngược dòng
	Đĩa tiếp xúc sinh học quay	Lọc kỵ khí
	Oxyten	
	mương oxy hoá	
Tự nhiên		
	Ao sinh học hiếu khí	Ao sinh học kỵ khí
	Cánh đồng tưới	

### ➤ Xử lí nước thải trong điều kiện tự nhiên

Các quá trình xử lí sinh học có thể diễn ra trong điều kiện tự nhiên và trong các công trình nhân tạo. Trong điều kiện tự nhiên việc xử lí xảy ra trên các cánh đồng tưới, cánh đồng lọc và các ao sinh học. Các công trình nhân tạo là các bể thông khí (aerotank) và các thiết bị lọc sinh học. Kiểu công trình xử lí được chọn phụ thuộc vị trí nhà máy, điều kiện khí hậu, nguồn cấp nước, thể tích nước thải công nghiệp và sinh hoạt, thành phần và nồng độ chất ô nhiễm.

### ➤ Xử lí nước thải trong các công trình nhân tạo

Trong các công trình nhân tạo, các quá trình xử lí xảy ra với tốc độ lớn hơn trong điều kiện tự nhiên. Việc xử lí nước thải trong điều kiện nhân tạo được tiến hành trong các bể thông khí (aerotank) hoặc thiết bị lọc sinh học.

## 1.6.2 Cơ sở lý thuyết quá trình phân huỷ sinh học

### 1.6.2.1 Các chỉ số cơ bản

Nước thải được đưa đi xử lí hóa sinh, được đặc trưng bởi BOD và COD. BOD là nhu cầu oxi hóa sinh hoặc lượng oxi được sử dụng quá trình oxi hóa sinh học các chất hữu cơ (không bao gồm các quá trình nitric hóa) trong khoảng thời gian xác định (2, 5, 8, 10, 20 ngày đêm), đơn vị là mgO<sub>2</sub>/l. Ví dụ: BOD<sub>5</sub> là nhu cầu oxi hóa sinh hóa trong 5 ngày. COD là nhu cầu oxi hóa hóa học, tức là lượng oxi, tương đương với lượng tác chất oxi hóa, cần thiết để oxi hóa tất cả các chất khử trong nước.

Tiếp xúc với các chất hữu cơ, các vi sinh phân hủy chúng một phần thành nước (H<sub>2</sub>O), khí cacbonic (CO<sub>2</sub>), ion nitric và ion sunfat..., phần khác tạo thành khối sinh học. Sự phân hủy chất hữu cơ được gọi là oxi hóa sinh học. Một số chất hữu cơ có khả năng được oxi hóa dễ dàng, còn một số chất khác hoàn toàn không bị oxi hóa hoặc oxi hóa rất chậm.

Để xác định khả năng nạp nước thải công nghiệp vào thiết bị xử lí sinh học người ta thiết lập nồng độ tối đa các chất độc hại không ảnh hưởng đến quá trình oxi hóa sinh hóa và hoạt động của công trình xử lí. Nếu không có các dữ liệu này khả năng oxi hóa sinh hóa được thiết lập theo tỉ lệ BOD<sub>ht</sub> và COD. Nếu tỉ lệ BOD/COD > 0,5 nước thải chịu sự oxi hóa sinh hóa. Khi đó nước thải phải không được chứa các chất độc hại và các tạp chất muối kim loại nặng. Đối với các chất vô cơ không chịu sự oxi hóa sinh học người ta cũng thiết lập nồng độ tối đa. Nếu nồng độ vượt quá giá trị tối đa thì nước thải không thể được xử lí sinh hóa.

Có hai phương pháp xử lí nước thải bằng sinh hóa là hiếu khí và yếm khí. Phương pháp hiếu khí dựa trên việc sử dụng nhóm vi sinh hiếu khí, đối với hoạt động sống của chúng cần có dòng oxi cố định và nhiệt độ 20-40°C. Khi thay đổi chế độ oxi và nhiệt độ thì thành phần và số lượng vi sinh thay đổi theo. Trong xử lí hiếu khí các vi sinh được gieo cấy trong bùn hoạt tính hoặc trong màng sinh học. Các phương pháp yếm khí diễn ra không cần oxi, chúng được áp dụng chủ yếu để khử độc cặn.

### 1.6.2.2 Thành phần bùn hoạt tính và màng sinh học

Bùn hoạt tính bao gồm các cơ thể sống và chất nền rắn. Các cơ thể sống là các vi khuẩn đơn bào và đa bào, côn trùng nguyên sinh, nấm men, men và đôi khi là các ấu

trùng sâu bọ, cúc nhái cũng như rong rǎo... Tất cả các cơ thể sống này sống ở trong bùn hoạt tính, chúng gồm 12 dạng vi sinh và động vật nguyên sinh.

Bùn hoạt tính là hệ keo vô định hình, khi pH= 4-9 thì nó có điện tích âm. Mặc dù nước thải rất khác nhau nhưng thành phần nguyên tố hóa học của bùn hoạt tính khá gần nhau. Ví dụ: thành phần hóa học bùn hoạt tính của hệ thống xử lý nước thải nhà máy than cốc có công thức  $C_{97}H_{199}O_{53}N_{28}S_2$ , của nhà máy phân nitơ-C<sub>90</sub>H<sub>167</sub>O<sub>52</sub>N<sub>24</sub>S<sub>8</sub>, của hỗn hợp PCV và BCV - C<sub>111</sub>H<sub>212</sub>O<sub>82</sub>N<sub>20</sub>S và của nước thải đô thị - C<sub>54</sub>H<sub>212</sub>O<sub>82</sub>N<sub>8</sub>S<sub>7</sub>.

Chất khô của bùn hoạt tính chứa 70-90% hữu cơ và 10-30% vô cơ. Chất nền trong bùn hoạt tính có thể đến 90% là phần chết rắn của rêu tảo và các phần sót rắn khác nhau.

### ***1.6.2.3 Quy luật phân rã các chất hữu cơ***

Để cho quá trình oxi hóa sinh học các chất hữu cơ có trong nước thải xảy ra, chúng ta phải xâm nhập được vào trong tế bào vi sinh. Các chất tiến đến bề mặt tế bào là nhờ sự khuếch tán đối lưu và phân tử, còn vào trong tế bào - nhờ khuếch tán qua màng bán thấm do sự chênh lệch nồng độ vật chất bên trong tế bào và bên ngoài nó. Tuy nhiên, phần lớn các chất xâm nhập vào bên trong tế bào nhờ chất vận chuyển protit đặc biệt. Tổ hợp hòa tan được tạo thành vật chất. Chất vận chuyển khuếch tán qua màng vào trong tế bào. Ở đó nó bị phân hủy và protit - chất vận chuyển tham gia vào chu kỳ vận chuyển mới.

Quá trình chuyển hóa chất diễn ra bên trong tế bào vi sinh đóng vai trò chủ yếu trong quá trình xử lý nước thải. Các quá trình này kết thúc bởi sự oxi hóa vật chất với sự tạo ra năng lượng và bởi sự tổng hợp chất mới với sự tiêu hao năng lượng.

Bên trong tế bào vi sinh diễn ra quá trình chuyển hóa hóa học liên tục và rất phức tạp. Một lượng lớn các phản ứng diễn ra theo một trình tự nhất định với vận tốc cao. Vận tốc phản ứng và trình tự của chúng phụ thuộc dạng, nồng độ men, đóng vai trò xúc tác. Men chỉ thúc đẩy những phản ứng tự xảy ra nhưng với vận tốc rất nhỏ.

Các men (hay enzym) là hợp chất protit phức tạp với khối lượng phân tử đến hàng trăm và hàng triệu. Theo cấu trúc phân tử, men được chia ra làm men đơn (một cấu tử) và men kép (hai cấu tử). Men đơn là các protit đơn giản - protein, còn men kép là các protit phức tạp - các protein mà phân tử của nó gồm hai phần: một phần là protit được gọi là chất mang, phần thứ hai không phải là protit được gọi là coenzim. Coenzim có hoạt tính xúc tác, còn các chất mang protit làm tăng hoạt tính của nó.

Các phản ứng xúc tác diễn ra trên bề mặt phân tử enzym, ở đó xuất hiện các tâm tích cực. So với các chất xúc tác hóa học, enzym có khả năng hoạt động trong điều kiện mềm hơn, nghĩa là ở nhiệt độ không cao, áp suất thường và trong môi trường gần trung tính. Một đặc điểm khác của enzym là mỗi enzym chỉ tương tác với các hợp chất hóa học nhất định và xúc tác chỉ một trong số biến đổi mà hợp chất hóa học này tham gia. Khi thay đổi thành phần và nồng độ vật chất thì yêu cầu enzym có thành phần khác. Như vậy một enzym xúc tác một phản ứng. Khi đó sản phẩm của một phản ứng là chất nền cho phản ứng tiếp theo. Tất cả những điều trên là sự khác biệt rõ rệt của xúc tác enzym.

Vận tốc phản ứng hóa học được xác định bởi hoạt tính của men, phụ thuộc vào nhiệt độ, pH và sự có mặt của các chất khác nhau trong nước thải. Vận tốc các quá trình lên men tăng theo nhiệt độ nhưng chỉ đến một giới hạn nhất định. Đối với mỗi loại men có

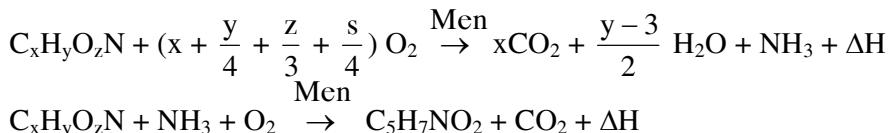
nhiệt độ tối ưu, nếu cao hơn vận tốc phản ứng sẽ giảm. Để phân hủy hỗn hợp hữu cơ phức tạp cần phải có 80-100 men khác nhau.

Các chất làm tăng hoạt tính men là các vitamin và các cation  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ . Trong khi đó, các muối kim loại nặng, axít xanic, chất kháng sinh là các chất kìm hãm. Chúng bao bọc các tâm men tích cực, ngăn cản phản ứng của men với chất lén men, nghĩa là làm giảm mạnh hoạt tính của men. Vận tốc tạo thành và phân rã men phụ thuộc vào điều kiện tăng trưởng vi sinh và được xác định bởi tốc độ xâm nhập chất kìm hãm hay hoạt hóa quá trình sinh học vào trong tế bào.

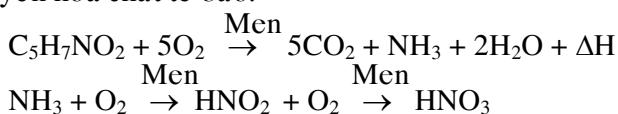
Tế bào của mỗi dạng vi sinh có tổ hợp men nhất định. Một số không phụ thuộc chất nền thường xuyên có mặt trong tế bào vi sinh. Còn các men khác được tổng hợp trong tế bào do sự thay đổi nào đó trong môi trường xung quanh. Ví dụ: sự thay đổi thành phần hay nồng độ chất ô nhiễm của nước thải. Các men này xuất hiện trong giai đoạn thích nghi vi sinh với sự thay đổi của môi trường, vì vậy chúng được gọi là men thích nghi. Thời hạn thích nghi khác nhau và kéo dài từ vài giờ cho đến hàng chục, hàng trăm ngày.

Nếu trong nước thải có một số chất thì quá trình oxi hóa sẽ phụ thuộc nồng độ và cấu trúc tất cả các chất hữu cơ hòa tan. Đầu tiên sẽ oxi hóa các chất cần thiết để tạo vật liệu tế bào và để thu năng lượng. Các chất khác được tiêu thụ bởi vi sinh phụ thuộc vào tổ hợp men với vận tốc oxi hóa bằng nhau hoặc khác nhau, đồng thời hoặc nối tiếp nhau. Bậc oxi hóa chất ảnh hưởng đến thời gian xử lý nước thải. Trong oxi hóa vật chất nối tiếp thời gian xử lý được xác định bởi tổng thời gian oxi hóa mỗi chất riêng lẻ.

Bên trong tế bào các hợp chất hóa học chịu các sự chuyển hóa khác nhau đồng hóa và xúc tác. Sự chuyển hóa đồng thể dẫn đến sự tổng hợp các tế bào mới, còn chuyển hóa xúc tác là nguồn năng lượng cần thiết cho tế bào. Phản ứng tổng cộng của sự oxi hóa sinh học trong điều kiện hiểu khí có thể được trình bày ở dạng sau:



Phản ứng đầu là đặc trưng của sự oxi hóa vật chất để tháo mãn nhu cầu năng lượng của tế bào, còn phản ứng thứ hai - để tổng hợp chất tế bào. Sự tiến hóa oxi cho các phản ứng này là BOD hoàn toàn của nước thải. Nếu quá trình oxi hóa tiếp tục xảy ra, thì sẽ chuyển hóa chất tế bào.



Với  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}$  - toàn bộ chất hữu cơ của nước thải,  $\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$  - Tỉ lệ trung bình các nguyên tố chính trong chất tế bào vi khuẩn,  $\Delta\text{H}$  - năng lượng.

Tổng tiêu hao oxi cho bốn phản ứng gần bằng hai lần tiêu hao oxi cho hai phản ứng đầu. Từ các phản ứng ta thấy rõ rằng sự biến đổi hóa học là nguồn năng lượng cần thiết đối với các vi sinh.

Một số lượng lớn phản ứng sinh hóa được thực hiện với sự tham gia của coenzim A. Coenzim A (hoặc CoA, CoA - SH, coenzim axyl hóa) là dẫn xuất của acid  $\beta$  - mercaptanetolamic và  $\text{C}_{21}\text{H}_{36}\text{O}_{167}\text{P}_3\text{S}$ .

Khối lượng phân tử của nó là 767,56. CoA tinh khiết - bột vô định hình màu trắng, tan tốt trong nước, là axit mạnh, với các kim loại nặng tạo thành mercaptic không tan trong nước, dễ bị oxi hóa (bởi I<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub> cũng như bởi oxi không khí) tạo thành các disulfua, đặc biệt với sự có mặt của các vết kim loại nặng. CoA hoạt hóa axit cacbonic, tạo thành hợp chất trung gian, CoA dẫn xuất axyl hóa. Vì sinh có khả năng oxi hóa nhiều hợp chất hữu cơ, nhưng yêu cầu thời gian thích ứng khác nhau. Axit benzoic, etylic, amilic, glycol, clohydrlic, axeton, glyxerin, anilin, các este phức tạp dễ bị oxi hóa. Cồn một, hai và ba nguyên tử cũng như cồn bậc hai dễ bị oxi hóa, còn cồn bậc ba bị oxi hóa với vận tốc không lớn.

Các hợp chất hữu cơ dẫn xuất của clo có vận tốc oxi hóa khác nhau còn các hợp chất chứa nitơ khó bị oxi hóa. Sự có mặt của các nhóm sau đây làm tăng khả năng phân hủy của các hợp chất theo thứ tự: -CH<sub>3</sub>, -OOCCH<sub>3</sub>, -CHO, -CH<sub>2</sub>OH, -CHOH, -COOH, -CN, -NH<sub>2</sub>, -OHCOOH, -SO<sub>3</sub>H.

Sự có mặt của nối đôi trong một số trường hợp làm dễ dàng sự phân hủy sinh học. Khối lượng phân tử của chất tăng thì vận tốc oxi hóa sinh học giảm. Các chất hoạt động bề mặt bị oxi hóa với các vận tốc khác nhau. Như vậy, các chất oxi hóa sinh học với các vận tốc khác nhau.

Các chất trong nước thải ở trạng thái keo hoặc phân tán bị oxi hóa với vận tốc nhỏ hơn các chất hòa tan trong nước.

#### **1.6.2.4 Cơ chế chuyển hóa một số chất**

- Sự oxi hóa các chất hữu cơ đến CO<sub>2</sub> và H<sub>2</sub>O diễn ra qua một số giai đoạn. Oxi hóa các hidrocacbon:



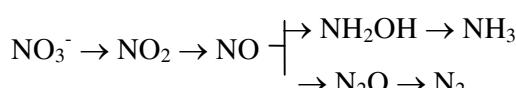
CKA - Chu kì axit (chu kì Crebs, chu kì axit chanh, chu kì axit cacbonic) bao gồm chuỗi phản ứng nối tiếp, được xúc tác bởi mười enzim khác nhau.

- Nitric hóa và khử nitric

Trong xử lý nước thải dưới tác dụng của các vi khuẩn nitric diễn ra các quá trình nitric hóa và khử nitric. Vi khuẩn nitric oxi hóa nitơ trong liên kết amôn đầu tiên thành nitric rồi sau đó thành nitrat. Đây là giai đoạn khoáng hóa cuối cùng các chất hữu cơ có chứa nitơ.



Khử nitric - là quá trình nhiều giai đoạn và có thể xảy ra với sự tạo thành amoniac, nitơ phân tử hoặc oxit nitơ. Trong xử lý nước thải sự khử nitric tạo thành chủ yếu nitơ (NH<sub>3</sub> hiếm khi được tạo thành).

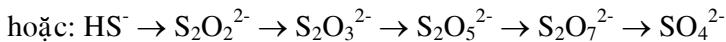
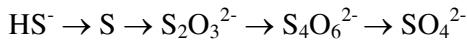


Các hợp chất chứa nitơ phân hủy tạo thành nitơ ở dạng NH<sub>3</sub>. Ví dụ cacbamit phân hủy theo phương trình: CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O → (NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ⇌ 2 NH<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

- Oxi hóa các chất chứa lưu huỳnh

Các vi khuẩn lưu huỳnh oxi hóa lưu huỳnh  $H_2S$ , thiosunfat, polythiinat và các hợp chất chứa lưu huỳnh khác thành axit sunfuric và các sunfat. Nitơ, photpho, kali và lượng nhỏ sắt, magiê, đồng, kẽm, bo, mangan,... trong một số trường hợp thúc đẩy mạnh sự phát triển của vi khuẩn lưu huỳnh và thionic.

Quá trình oxi hóa diễn ra theo sơ đồ sau:

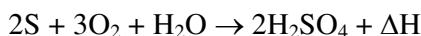


Oxi hóa  $H_2S$  diễn ra theo hai giai đoạn:

- Đầu tiên tạo thành S, tích lũy trong tế bào ở dạng dự trữ

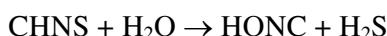


- Sau đó khi không đủ  $H_2S$  sẽ xảy ra phản ứng:

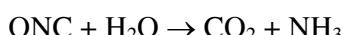


Thioxianat cũng bị oxi hóa theo hai giai đoạn:

Giai đoạn một tạo thành xianat và sunfua



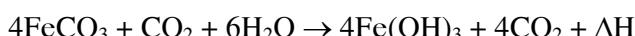
Sau đó xianat bị phân hủy thành  $CO_2$  và  $NH_3$



Còn sunfua bị oxi hóa đến sunfat.

- Oxi hóa sắt và mangan

Vi khuẩn sắt tiếp thu năng lượng do oxi hóa các muối sắt nhỉ thành sắt tam



Mangan hóa trị hai thành hóa trị bốn



Các muối kim loại nặng có tính hủy diệt đối với vi khuẩn, song cũng có những loại thích nghi và ổn định.

#### **1.6.2.5 Động học phản ứng lên men**

Động học phản ứng lên men xác định dựa vào phương trình đốc độ phản ứng. Phương trình tiêu biểu là phương trình Mikhaelis và Menten xác định vận tốc phản ứng bên trong tế bào vi sinh.

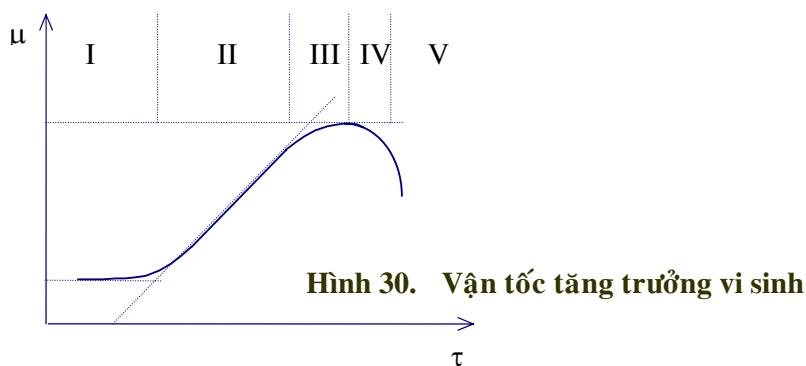
Xét phản ứng:  $S + E \rightleftharpoons ES \rightarrow P + E$ ;  $k_1$  = hằng số tốc độ phản ứng thuận,  $k_2$  – hằng số tốc độ phản ứng nghịch,  $k_3$  – hằng số tốc độ phản ứng cuối cùng tạo sản phẩm. Trong đường đi của phản ứng này phân tử chất S tương tác với men E, tạo thành tổ hợp ES. Sau đó tổ hợp này chuyển thành sản phẩm cuối cùng P với sự phục hồi men. Phản ứng thứ hai cũng thuận nghịch, nghĩa là có thể tạo thành tổ hợp ES từ P và E, nhưng trong trường hợp này trong điều kiện ổn định nồng độ ES không đổi, nghĩa là vai trò quyết định trong động học là phản ứng chuyển hóa ES thành sản phẩm. Khi đó, phương trình động học theo Mikhaelis-Menten như sau:

$$V = V_{\max} \frac{[S]}{k_m + [S]} \quad \text{với } \frac{dP}{dt} = V, k_3[E_o] = V_{\max},$$

Hằng số  $k_m$  gọi là hằng số Michaelis-Menten, đặc trưng cho sự phụ thuộc của vận tốc phản ứng lên men vào nồng độ chất lén men ở trạng thái ổn định. Hằng số này có đơn vị đo là mol/L. Nếu  $V = 0,5V_{\max}$  thì  $k_m = [S]$ .

#### **1.6.2.6 Sự tăng trưởng của khối sinh học**

Trong quá trình xử lý nước thải sẽ diễn ra quá trình tăng trưởng khối sinh học, mà nó phụ thuộc vào bản chất hóa học của chất ô nhiễm, dạng và sự tuần hoàn vi sinh, BOD và COD, phụ thuộc nồng độ photpho và nitơ trong nước thải, vào nhiệt độ của nó. Sự tăng trưởng khối sinh học còn phụ thuộc vào vận tốc nhân đôi vi sinh và có dạng phụ thuộc phức tạp vào thời gian. Đối với quá trình gián đoạn ở dạng tổng quát quá trình tăng trưởng vi sinh theo thời gian được biểu diễn bằng đường cong trên hình sau.



Sự tăng trưởng vi sinh phụ thuộc vào vận tốc được chia ra làm năm pha. Pha I - tế bào tăng theo kích thước nhưng số lượng không tăng. Pha II - tế bào được nhân lên với vận tốc tối đa. Pha III - sự tăng trưởng chậm, chất dinh dưỡng bị cạn. Pha IV - pha tăng trưởng ổn định, số lượng vi sinh không thay đổi. Pha V - vi sinh chết.

Hệ số góc của đường cong chỉ ra vận tốc tăng trưởng tức thời, thay đổi trong các khoảng thời gian khác nhau. Pha II là giai đoạn phát triển vi sinh nhanh nhất. Đầu chất dinh dưỡng và vận tốc tăng trưởng không bị giới hạn bởi sản phẩm phân rã. Sự tăng trưởng khối sinh học diễn ra với vận tốc không đổi theo đường thẳng. Hệ số góc của đường thẳng này là  $\mu_{\max}$  được gọi là vận tốc tăng trưởng riêng phần.

Vận tốc tăng trưởng riêng phần đặc trưng cho mỗi loại vi sinh và môi trường. Sự phụ thuộc của nó vào nồng độ chất lén men được xác định bởi phương trình Monod

$$\mu = \frac{\mu_{\max}[S]}{k_m + [S]}$$

$k_m$  luôn lớn hơn 0, vì vậy  $[S]/k_m + [S]$  luôn nhỏ hơn 1, do đó không thể đạt  $\mu_{\max}$ . Hệ số K đặc trưng cho chất lượng bùn hoạt tính được xác định bằng thực nghiệm và thay đổi trong khoảng 0,1 + 0,9.

Trong điều kiện xử lý liên tục, thường xuyên nhập chất men và lấy sản phẩm phân hủy, có thể giữ vận tốc nhân đôi vi khuẩn cao bằng cách điều chỉnh nồng độ chất dinh dưỡng và sản phẩm phân rã ở mức xác định và cố định.

### 1.6.3 Phương pháp hiếu khí – aerobic digestion

#### 1.6.3.1 Sу thông khí – aeration

Độ hòa tan của oxi trong nước thấp (phụ thuộc nhiệt độ và áp suất), vì vậy để bão hòa oxi trong nước cần sử dụng một lượng lớn không khí.

Độ hòa tan của oxi trong nước sạch ở áp suất 0,1 MPa như sau

t°, C	5	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Độ hòa tan, mg/l	12,8	11,3	10,8	10,3	9,8	9,4	9,0	8,7	8,3	8,0	7,7

Khi thông khí cần phải bảo đảm bề mặt tiếp xúc lớn giữa không khí, nước thải và bùn, đó là điều kiện cần để xử lí đạt hiệu quả cao. Trong thực tế người ta sử dụng các biện pháp thông khí khí động, cơ học và khí - cơ. Chọn biện pháp thông khí phụ thuộc kiểu aerotank và cường độ thông khí cần thiết.

Trong thông khí khí động không khí nén nhờ quạt thổi cho qua các tấm hoặc ống sứ xốp. Trong thông khí cơ học có sự khuấy trộn nước bằng các cơ cấu khác nhau để bảo đảm phân nhỏ tia không khí.

Thông khí khí - cơ được áp dụng trong trường hợp yêu cầu khuấy trộn mãnh liệt và công suất oxi hóa cao. Trường hợp này không khí nén đi qua vành sục khí có lỗ lớn và bị phá vỡ thành các bọt nhỏ. Điều này cho phép tăng hiệu quả sử dụng oxi và giảm chi phí năng lượng cho việc thành lập các bọt khí nhỏ so với thông khí qua các tấm và ống xốp.

**Bảng 5. Bảng xác định vận tốc oxi hóa trung bình**

Loại nước thải	K, mg/g.h	Loại nước thải	K, mg/g.h
Nước thải thành phố	12 – 15	Nước thải chứa dầu - Trạm chưng khử muối - Nhà máy hóa dầu	6,6 10
Nhà máy trích colofan	12	Nước thải sản xuất glyxerin - Tiokol - Axetat	7 30
Nhà máy divinylstirol	7	Nhà máy canxi sunfat	1
Nhà máy methylstyren	13	Nước thải sản xuất sợi tổng hợp	36
Nhà máy cyclopren	16	Nước thải của chế biến khí than	15
Nhà máy isopren	12	Nước thải sản xuất axit béo - Benzen - Benzoic	7 15
Nước thải chứa phenol - khi chế biến đá phiến - Khi chế biến than nâu	12 16	Nước thải sinh hoạt	20-25
Nhà máy giấy xenlulo - Sunfit - Sunfat	3,3 9,4		

### **1.6.3.2 Ao sinh học**

Ao sinh học là dãy ao gồm 3-5 bậc, qua đó nước thải chảy với vận tốc nhỏ, được lắng trong và xử lí sinh học. Các ao được ứng dụng để xử lí sinh học và xử lí bùi sung trong tổ hợp với các công trình xử lí khác. Ao được chia ra làm ao với sự thông khí tự nhiên và nhân tạo. Ao với sự thông khí tự nhiên không sâu ( $0,5-1m$ ), được đun nóng bởi mặt trời và được gieo các vi sinh vật nước.

Vi khuẩn sử dụng oxi sinh ra từ rêu tảo trong quá trình quang hợp cũng như oxi từ không khí để oxi hóa các chất ô nhiễm. Rêu tảo đến lượt mình tiêu thụ  $CO_2$ , photphat và nitrat amon, sinh ra từ sự phân hủy sinh học các chất hữu cơ. Để hoạt động bình thường cần phải đạt giá trị pH và nhiệt độ tối ưu. Nhiệt độ không được thấp hơn  $6^{\circ}C$ .

Trong tính toán ao người ta xác định kích thước bảo đảm thời giam lưu cân thiết của nước thải và vận tốc oxi hóa được đánh giá theo BOD của chất phân huỷ chậm nhất.

Để tăng vận tốc hòa tan oxi và và do đó tăng vận tốc oxi hóa người ta xây dựng các ao thông khí. Sự thông khí được tiến hành bằng cơ khí hoặc khí động. Thông khí cho phép tăng tải lượng chất ô nhiễm đến 3 - 3,5 lần và tăng chiều sâu đến 3,5 m.

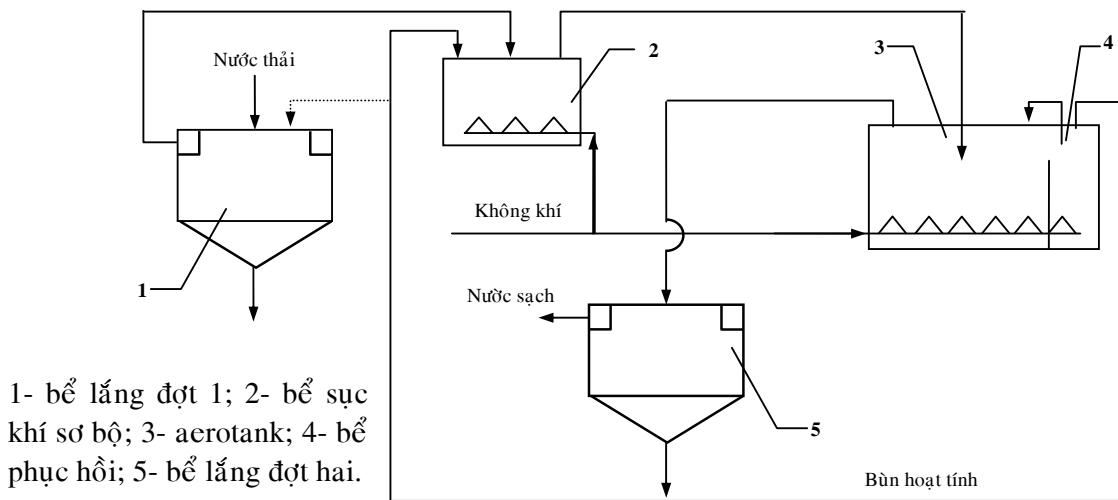
Để nạp không khí trong thông khí bằng khí động người ta sử dụng máy nén thấp áp. Khi đó ngoài sự bão hòa nước bởi oxi còn diễn ra sự khuấy trộn nó.

Tính rêu tảo của nước cũng ảng hưởng đến hiệu quả của quá trình xử lí nước trong các ao. Nó tiêu thụ các phần tử gien sinh học hòa tan trong nước. Trước khi sử dụng nước, được xử lí bùi sung trong các ao sinh học, trong hệ thống cấp nước kỹ thuật nó cần được xử lí bởi clo.

Trong các ao ổn định đồng thời xảy ra các quá trình động tụ sinh học, lắng tụ, tổng hợp quang học và ổn định bùn hoạt tính. Các ao sinh học được sử dụng hợp lí bùi sung nước thải.

### **1.6.3.3 Xử lí trong các aerotank**

Aerotank là bể chứa nước bằng bê tông cốt sắt được thông khí. Quá trình xử lí trong các aerotank diễn ra theo dòng nước thải được sục khí và trộn với bùn hoạt tính.



**Hình 31. Sơ đồ hệ thống xử lí sinh học**

Nước thải được cho vào bể lắng (1), để tăng cường sự lắng của các hạt lơ lửng có thể cho vào đây một phần bùn hoạt tính. Sau đó nước trong đi vào bể ổn định - thông khí sơ bộ (2), vào đây người ta còn cho thêm một phần bùn hoạt tính từ bể lắng đợt hai (5). Ở đây nước thải được sục khí sơ bộ trong khoảng 15-20 phút. Trong trường hợp cần thiết các chất dinh dưỡng cũng được cho vào bể này. Từ bể ổn định nước thải chảy vào bể aerotank, trong bể này bùn hoạt tính cũng được tuần hoàn về ngăn (4).

Các quá trình sinh học xảy ra trong aerotank được chia ra làm hai giai đoạn:

- Hấp thụ các chất hữu cơ bởi bề mặt bùn hoạt tính và khoáng hóa các chất dễ bị oxi hóa với sự tiêu thụ oxi mãnh liệt.
- Oxi hóa bổ sung các chất hữu cơ khó bị oxi hóa, tái sinh bùn hoạt tính. Ở giai đoạn này oxi được tiêu thụ chậm.

Aerotank được chia ra làm hai phần: phần tái sinh (25% thể tích chung) và phần thông khí, trong đó diễn ra quá trình xử lý chính. Sự hiện diện của phần tái sinh cho phép xử lý nước thải đậm đặc hơn và tăng năng suất của hệ thống.

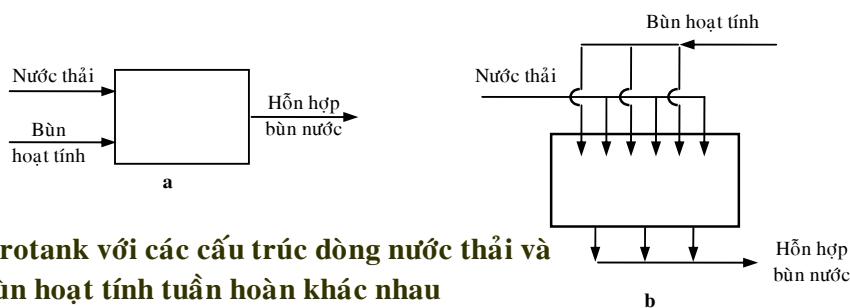
Trước bể aerotank nước thải không được chứa hơn 150 mg/l các hạt lơ lửng và 25mg/l sản phẩm dầu mỏ. Nhiệt độ nước thải không được thấp hơn 6°C và cao hơn 30°C, còn pH trong khoảng 6,5 - 9.

Sau khi tiếp xúc nước thải và bùn đi vào bể lắng đợt hai (5). Ở đây bùn sẽ được tách ra khỏi nước. Phần lớn bùn tuần hoàn trở lại aerotank, còn bùn dư được đưa vào bể thông khí sơ bộ (2).

Aerotank là các hồ nước lộ thiên, được trang bị cơ cấu sục khí cường bức. Chúng có thể ở dạng 2, 3 và 4 hành lang. Chiều sâu của aerotank 2-5 m. Aerotank được xếp loại theo các dấu hiệu cơ bản sau:

- Theo chế độ thủy động - aerotank đẩy, aerotank khuấy và aerotank kiểu trung gian.
- Theo phương thức tái sinh bùn hoạt tính - aerotank với phần tái sinh riêng biệt và aerotank không có phần tái sinh riêng.
- Theo tải trọng bùn hoạt tính - cao tải (xử lý không hoàn toàn), trung bình và tải thấp.
- Theo số bậc - một, hai hay nhiều bậc.
- Theo chế độ nạp nước thải - chảy, bán chảy, với mức hoạt động thay đổi và tiếp xúc.
- Theo dấu hiệu cấu trúc.

Phổ biến nhất là aerotank hành lang, hoạt động như mô hình đẩy, khuấy và kết hợp.



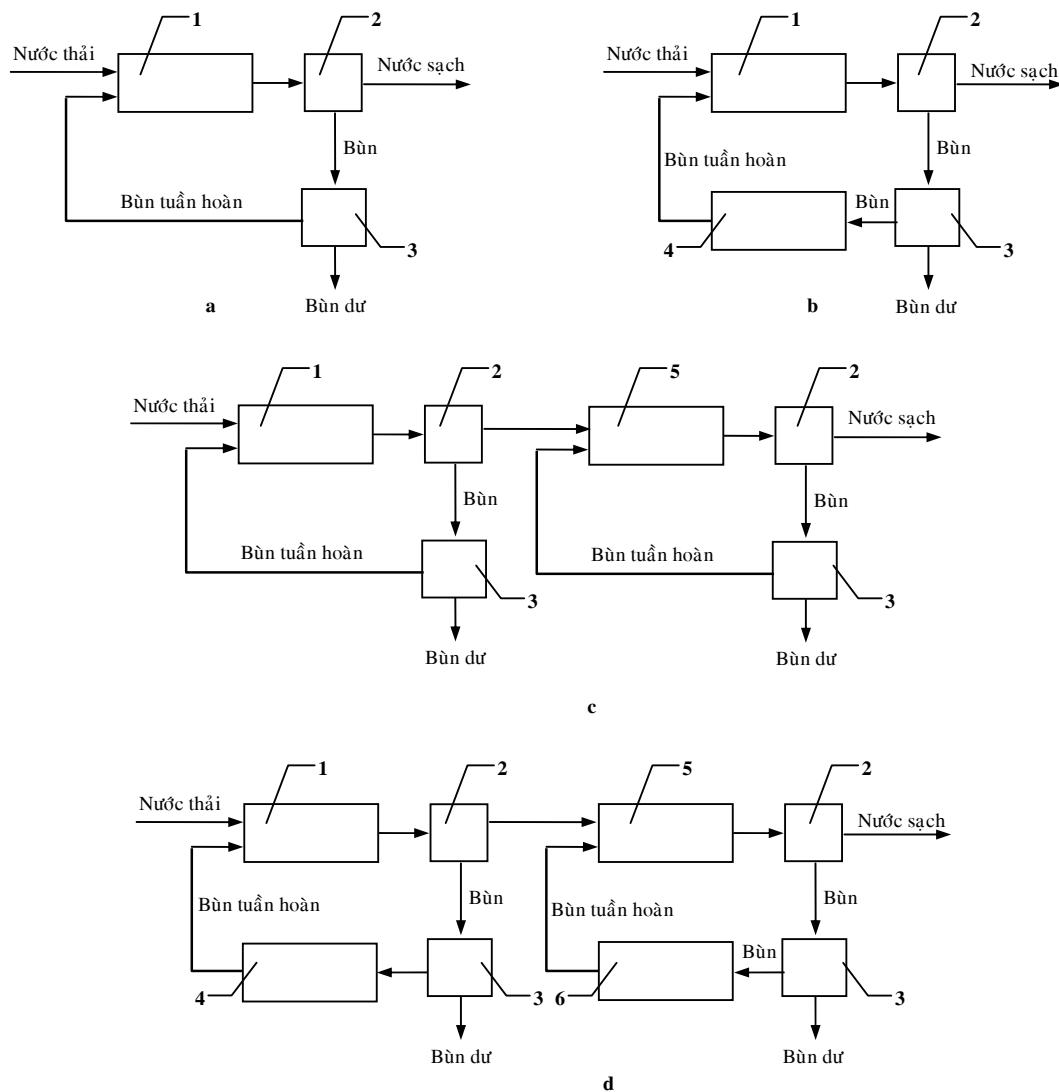
**Hình 32. Aerotank với các cấu trúc dòng nước thải và bùn hoạt tính tuần hoàn khác nhau**

a. aerotank - đẩy; b. aerotank - khuấy trộn

Trong aerotank - đáy nước và bùn được cho vào một đầu thiết bị, còn hỗn hợp được lấy ra từ đầu kia. Aerotank có 1-4 hành lang. Chế độ chảy lí thuyết của dòng là đáy lí tưởng không có khuấy trộn dọc. Tuy nhiên trong thực tế có sự khuấy trộn dọc đáng kể. Sự thay đổi thành phần nước theo chiều dài aerotank tạo khó khăn cho sự thích nghi của bùn và giảm hoạt tính của nó. Các aerotank loại này được ứng dụng để xử lí nước thải sản xuất loãng (đến 300 mg/l theo  $BOD_{hoàn\ toàn}$ ).

Trong aerotank - khuấy trộn nước và bùn được cho đều dọc theo hành lang aerotank. Sự khuấy trộn hoàn toàn nước thải và bùn trong aerotank kiểu này bảo đảm sự đồng nhất nồng độ bùn và vận tốc quá trình oxi hóa sinh học. Các aerotank này được dùng để xử lí nước thải sản xuất đậm đặc ( $BOD_{hoàn\ toàn}$  đến 100 mg/l)

Các sơ đồ công nghệ chủ yếu xử lí nước thải trong aerotank được trình bày ở hình sau.



**Hình 33. Các sơ đồ hệ thống xử lí nước thải trong aerotank**

a- aerotank một bậc không tái sinh bùn; b- aerotank một bậc có tái sinh bùn; c- aerotank hai bậc không tái sinh bùn; d- aerotank hai bậc có tái sinh bùn. 1- aerotank; 2- bể lăng; 3- trạm bơm bùn; 4- bể tái sinh bậc một; 5- aerotank bậc hai; 6- bể tái sinh bậc hai.

Sơ đồ một bậc không tái sinh bùn được ứng dụng khi  $BOD_{\text{hoàn toàn}}$  của nước thải không lớn hơn 150 mg/l, có tái sinh-lớn hơn 150 mg/l và khi có các tạp độc hại. Sơ đồ hai bậc được ứng dụng khi xử lý nước thải đậm đặc.

Để tăng cường quá trình xử lý sinh hóa nước thải trước aerotank cần được xử lý bằng các chất oxi hóa (ví dụ, ozôn) với mục đích giảm COD. Để đạt mục đích này người ta đã nghiên cứu quá trình xử lý nước thải trong các hầm sâu. Trong hầm này người ta lắp các ống đứng với chiều sâu đến tận đáy hầm. Nước thải và không khí được cho đồng thời vào ống. Dưới tác dụng của áp suất thủy tĩnh cao oxi trong không khí hòa tan hầu như hòa toàn trong nước thải. Khi đó mức độ sử dụng oxi bởi vi sinh gia tăng. Hỗn hợp nước, bùn theo ống nâng đi lên trên và sau khi khử khí ( $CO_2$ ,  $O_2$ ) đi vào bể lắng. Hệ thống xử lý kiểu này chiếm diện tích nhỏ. Trong hoạt động của nó không tạo ra mùi và hiệu quả xử lý cao.

Quá trình xử lý sinh hóa với sự tách bùn trong các thiết bị tuyển nổi cũng đã được nghiên cứu.

Nước thải đi vào bể lắng để tách cặn, rồi vào bể aerotank. Sau đó hỗn hợp nước, bùn được đưa lên thiết bị tuyển nổi, trong đó bùn hoạt tính nhờ các bong bóng không khí nâng lên trên và tập trung trên bề mặt nước. Một phần bùn hoạt tính quay trở lại aerotank, còn phần khác cùng nước sạch được đưa vào bể chứa tiếp xúc. Ở đây bùn được tách ra.

Việc sử dụng thiết bị tuyển nổi cho phép tăng nồng độ bùn hoạt tính trong aerotank đến 10-12g/l và năng suất của nó đến 2-3 lần. Quá trình này được áp dụng để xử lý nước thải có nồng độ chất ô nhiễm đậm đặc.

#### **1.6.3.4 Lọc sinh học – biofiltration**

Thiết bị lọc sinh học là thiết bị mà bên trong thân của nó được bố trí đệm dạng thoi và cơ cấu phân phôi nước cũng như không khí. Trong thiết bị lọc sinh học nước thải được lọc qua lớp vật liệu, được bao phủ bởi màng vi sinh vật. Vi sinh trong màng sinh học oxi hóa các chất hữu cơ, sử dụng chúng làm nguồn dinh dưỡng và năng lượng. Như vậy, chất hữu cơ được tách ra khỏi nước còn khối lượng của màng sinh học tăng lên. Màng sinh vật chết được cuốn trôi theo nước và đưa ra khỏi thiết bị lọc sinh học.

Vật liệu đệm là vật liệu có độ xốp cao, khối lượng riêng nhỏ và bề mặt riêng phần lớn như .....

Màng sinh học đóng vai trò như bùn hoạt tính. Nó hấp thụ và phân hủy các chất hữu cơ trong nước thải. Cường độ oxi hóa trong thiết bị lọc sinh học thấp hơn trong aerotank.

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý trong thiết bị lọc sinh học là: BOD của nước thải, bản chất của chất hữu cơ ô nhiễm, vận tốc oxi hóa, cường độ thông khí, chiều dài màng sinh học, thành phần vi sinh, diện tích và chiều cao. Thiết bị lọc sinh học, đặc tính vật liệu đệm (kích thước, độ xốp và bề mặt riêng phần), tính chất vật lí của nước thải, nhiệt độ của quá trình và tải trọng thủy lực, cường độ tuần hoàn, sự phân phối đồng thời nước thải...

Thiết bị lọc sinh học nhỏ giọt có năng suất thấp nhưng bào đảm xử lý tuần hoàn. Tải trọng thủy lực của chúng là 0,5 đến  $3m^3/(m^2 \cdot \text{ngày đêm})$ . Chúng được áp dụng để xử lý nước với năng suất đến  $100m^3/\text{ngày đêm}$  nếu  $BOD$  không lớn hơn 200 mg/l.

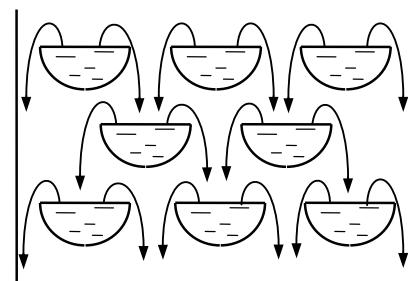
Thiết bị lọc sinh học cao tải hoạt động với tải trọng thủy lực  $10-30\text{m}^3/(\text{m}^2.\text{ngày đêm})$ , lớn hơn thiết bị lọc sinh học nhỏ giọt 10-15 lần. Nhưng nó không bảo đảm xử lí sinh học tuần hoàn.

Để hòa tan oxi tốt hơn người ta tiến hành thông khí. Thể tích không khí không vượt quá  $16\text{m}^3$  trên  $1\text{m}^3$  nước thải.

Khi  $\text{BOD}_{20} > 300 \text{ mg/l}$  nhất định phải tuần hoàn nước thải.

Tháp lọc sinh học được sử dụng để xử lí nước thải với năng suất đến  $5.000\text{m}^3/\text{ngày đêm}$ .

Hình dưới trình bày thiết bị thông khí - lọc sinh học. Thiết bị này có các nửa ống trụ đường kính 80mm được bố trí nằm ngang xen kẽ nhau. Nước thải đi vào từ trên, đổ đầy các ống nửa trụ và chảy tràn xuống dưới. Ở mặt ngoại của ống hình thành các máy sinh học, còn bên trong ống là khối sinh vật giống như bùn hoạt tính. Nước được bão hòa oxi khi chảy từ trên xuống. Thiết bị này có năng suất và hiệu quả xử lí cao.



**Hình 34. Sơ đồ nguyên tắc thông khí - lọc sinh học**

Để loại tạp chất hữu cơ và tiến hành quá trình nitric hóa, khử nitric, người ta sáng chế thiết bị “Hei Flon”. Phần cơ bản của nó là tháp với lớp vật liệu hạt giả lỏng (cát), mà trên bề mặt của nó các vi sinh vật được gieo cấy. Nước thải sau khi được bão hòa oxi sơ bộ được cho chảy vào tháp từ dưới lên trên với vận tốc 25 đến  $60\text{m/h}$ . Trong tháp tạo thành lớp giả lỏng với bề mặt tải  $3.200\text{m}^2/\text{m}^3$ , 20 lần lớn hơn trong aerotank và 40 lần lớn hơn trong thiết bị lọc sinh học. Quá trình xử lí diễn ra với vận tốc rất lớn. Ví dụ  $\text{BOD}$  giảm 85 đến 90% chỉ trong vòng 15 phút trong thiết bị này, còn trong aerotank cần đến 6-8h.

#### **1.6.3.5 Oxyten - Úng dung oxi để thông khí nước thải**

Hiện nay đã bắt đầu sử dụng oxi kỹ thuật để thông khí nước thải thay cho oxi. Quá trình này được gọi là lăng sinh học. Nó được tiến hành trong thiết bị kín và được gọi là oxiten.

Việc áp dụng oxi thay cho không khí để thông khí nước thải có nhiều ưu điểm:

- Hiệu suất sử dụng oxi tăng từ 8-9 đến 20-25%.
- Cường độ oxi hóa tăng 5-6 lần
- Để bảo đảm cùng nồng độ oxi trong nước thải yêu cầu vận tốc khuấy trộn thấp hơn, do đó bùn tạo thành ở dạng bông to và chặt nên dễ lăng và lọc, cho phép tăng nồng độ bùn đến  $10\text{g/l}$  mà không cần tăng kích thước bể lăng đợt II.
- Khi nồng độ oxi cao các vi khuẩn chỉ phát triển.
- Trong nước đã xử lí nồng độ oxi còn dư lớn nên thúc đẩy các quá trình xử lí tiếp theo.
- Trong quá trình xử lí không tạo ra mùi vì tiến hành trong thiết bị kín.

- Chi phí đầu tư nhỏ hơn

Tuy nhiên, phương pháp này đắt do tổn kém cho việc sản xuất oxi, vì vậy nó được ứng dụng trong trường hợp xí nghiệp có sẵn oxi. Trong oxiten do nồng độ CO<sub>2</sub> cao hơn trong aerotank nên pH giảm đáng kể. Thời gian xử lý giảm gây cản trở quá trình nitric hóa. Đồng thời hệ số tăng trưởng của bùn cũng giảm từ 0,6-1,2 đối với aerotank còn 0,4-0,6 đối với oxiten.

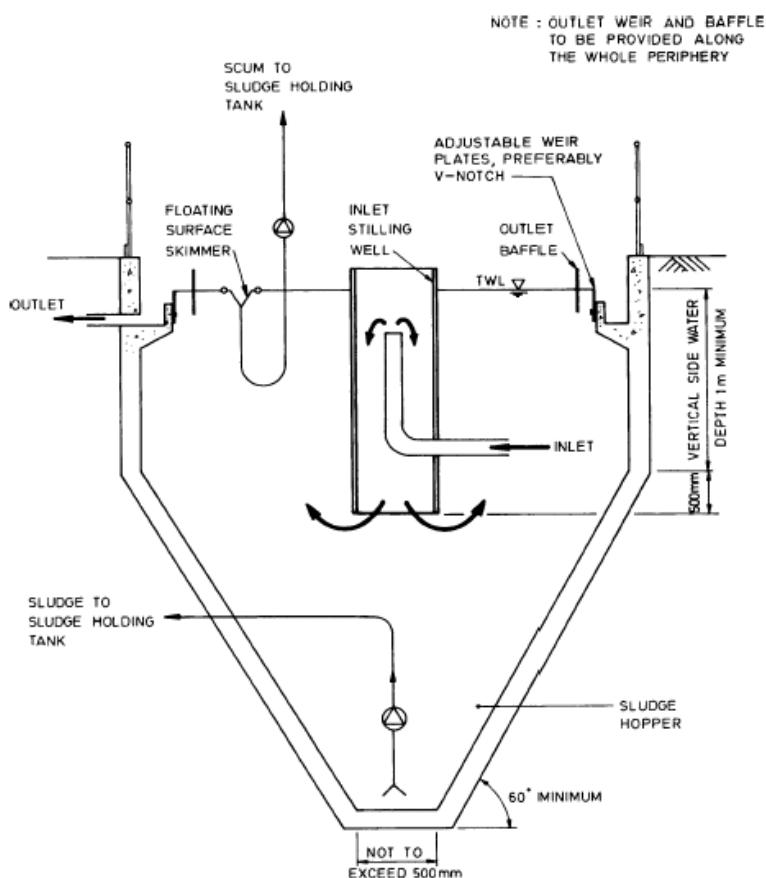
Phụ thuộc vào thành phần nước thải nồng độ oxi tối ưu trong nước thải của oxiten là 10-12mg/l, còn liều lượng bùn 7-10g/l.

#### 1.6.4 Phương pháp khí – anaerobic digestion

Phương pháp này được ứng dụng để lên men cặn tạo thành trong xử lý hóa sinh nước thải sản xuất, cũng như để xử lý một nước thải sản xuất rất đậm đặc (BOD<sub>tp</sub> ≈ 4-5 g/l), chứa các chất hữu cơ bị phân hủy bởi các vi sinh yếm khí. Tùy thuộc vào dạng sản phẩm cuối cùng, người ta chia thành các dạng lên men: cồn, axit, sữa, metan... Sản phẩm cuối cùng của lên men là cồn, axit, axeton, các khí (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)

Ở điều kiện xác định sản phẩm cuối cùng có thể còn là amoniac.

##### 1.6.4.1 UASB



Hình 35. Sơ đồ cấu tạo USAB

FIG. 6 TYPICAL SECTION OF A SQUARE/CIRCULAR UPFLOW SEDIMENTATION TANK

#### **1.6.4.2 Metan hoá – methan**

Quá trình lên men được tiến hành trong thiết bị metanten - là bình chứa kín được trang bị cơ cấu nhập và tháo cặn. Sơ đồ metantank được trình bày trên hình sau. Trước khi nhập vào metanten cặn cần được khử nước đến mức có thể được.

Sự lên men cặn nước thải công nghiệp trong metanten cần phải tiến hành với tải trọng giảm 25 đến 50% vì nồng độ ẩm, các muối kim loại và các chất khử bẩn cao.

Khả năng lên men tối đa chất không tro của cặn xác định theo công thức:

$$a = (0,92z + 0,62y + 0,36x)100 \quad (12.27)$$

z, y, x nồng độ mõi, hydrocacbon và protit g/g chất không tro của cặn.

Phương pháp yếm khí có thể sử dụng để xử lí nước thải đậm đặc của các công nghiệp thực phẩm, dược phẩm, chế biến len, axit béo tổng hợp. Chỉ nên cho lên men phần nước thải đậm đặc nhất.

Sau khi lên men  $BOD_{tp}$  trong nước thải là  $1,5 \div 2g/l$  sẽ được xử lí tiếp tục trong aerotank. Lượng khí lên men rất lớn, đến  $0,5 \div 0,7 m^3/Kg BOD_{tp}$ .

#### **1.6.5 Kết hợp hiệu khí và kỹ khí**

##### **1.6.5.1 Cánh đồng tươi**

Đó là khu đất được chuẩn bị riêng biệt để sử dụng đồng thời cho hai mục đích: xử lí nước thải và gieo trồng. Xử lí nước thải trong điều kiện tự nhiên diễn ra dưới tác dụng của hệ vi thực vật dưới đất, mặt trời, không khí và dưới ảnh hưởng của thực vật.

Trong đất cánh đồng tươi có vi khuẩn, men, nấm, rêu tảo, động vật nguyên sinh và động vật không xương sống. Nước thải chứa chủ yếu là vi khuẩn. Trong lớp đất tích cực xuất hiện sự tương tác phức tạp của các vi sinh vật có bậc cạnh tranh.

Số lượng vi sinh vật trong đất cánh đồng phụ thuộc vào thời tiết trong năm. Vào mùa Đông, số lượng vi sinh vật nhỏ hơn rất nhiều so với mùa hè. Nếu trên các cánh đồng không gieo trồng cây nông nghiệp và chúng chỉ được dùng để xử lí sinh học nước thải thì chúng được gọi là các cánh đồng lọc nước. Các cánh đồng tươi sau xử lí sinh học nước thải, làm ẩm và bón phân được sử dụng để gieo trồng cây có hạt và cây ăn tươi, cỏ, rau cũng như để trồng cây lớn và cây nhỏ (cây dạng bụi, khóm).

Các cánh đồng tươi có các ưu điểm sau so với các aerotank:

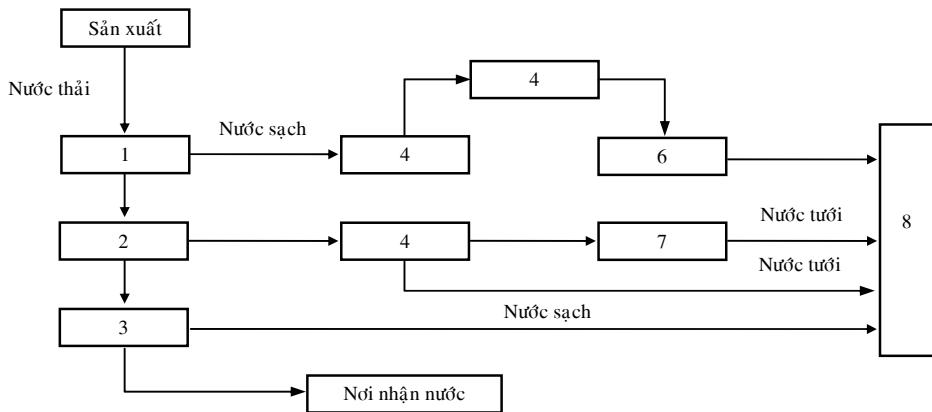
- Giảm chi phí đầu tư và vận hành
- Không thải nước ra ngoài phạm vi diện tích tươi
- Bảo đảm được mùa cây nông nghiệp lớn và bền
- Phục hồi đất bạc màu.

Trong quá trình xử lí sinh học, nước thải đi qua lớp đất lọc, trong đó các hạt lơ lửng và keo được giữ lại, tạo thành màng trong lỗ xốp của đất. Sau đó các màng được tạo thành này hấp thụ các hạt keo và các chất tan trong nước thải. Oxi từ không khí xâm nhập vào lỗ xốp oxi hóa các chất hữu cơ, chuyển chúng thành các hợp chất vô cơ. Oxi khó xâm nhập vào lớp đất dưới sâu, vì vậy sự ôxy hóa mãnh liệt nhất diễn ra trong lớp đất phía trên ( $0,2 \div 0,4m$ ). Nếu không đủ oxi sẽ bắt đầu xảy ra các quá trình yếm khí. Các cánh đồng

tươi tốt nhất nên bố trí trên cát, đất sét thịt và đất đen. Nước ngầm không được cao hơn 1,25m tính từ mặt đất. Nếu nước ngầm cao hơn thì cần phải lắp hệ thống thoát nước.

Một phần lanh thổ cánh đồng tươi được dùng làm cánh đồng lọc dự trữ, bởi vì có giai đoạn nào đó trong năm không cho phép đưa nước thải ra cánh đồng tươi.

Xử lý nước thải cùng với sự sử dụng đồng thời nước để tưới và bón phân có thể được tiến hành theo các phương án khác nhau.



**Hình 36. Các phương án xử lý sinh học nước thải trong điều kiện tự nhiên**

1- công trình xử lý cơ học; 2- công trình xử lý hóa lí; 3- công trình xử lý sinh học; 4- ao nén bùn hoặc ao sinh học; 5- rãnh thoát; 6- ao bay hơi; 7- cánh đồng lọc; 8- cánh đồng tươi.

- Phương án 1. Nước thải sau khi xử lý cơ học đi vào ao chứa, rồi sau đó theo rãnh vào ao bay hơi và ánh đồng tươi.

- Phương án 2. Nước thải sau xử lý hóa lí được đưa đến ao sinh học, sau đó ra cánh đồng tươi hoặc đầu tiên ra cánh đồng lọc, rồi sau đó đến cánh đồng tươi.

- Phương án 3. Nước thải sau xử lý cơ học, hóa lí và sinh học được đưa đến cánh đồng tươi, còn trong giai đoạn không tưới được thải vào nơi tiếp nhận nước.

Trong thời gian gần đây sự tưới đất thô như nồng bằng nước thải được phổ biến rộng rãi. Nước được phân bố qua thiết bị làm ẩm bằng ống xi măng hoặc ống polietylén. Sự tưới này cho phép sử dụng hoàn toàn tính chất phân bón của nước thải, tự động hóa quá trình tưới và bảo đảm các yêu cầu về vệ sinh môi trường.

## 1.7 QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC TIÊU BIỂU

### 1.7.1 Xử lý nước cấp

#### 1.7.1.1 Nguồn nước mặt: nước sông

#### 1.7.1.2 Nguồn nước ngầm

### 1.7.2 Xử lý nước thải sinh hoạt

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Văn Phước. **Quá trình và thiết bị trong công nghiệp hóa học. Tập 13. Kỹ thuật xử lý chất thải công nghiệp.** Trường ĐH Bách Khoa TPHCM. 1998.
- [2] Trần Hiếu Nhuệ. **Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp.** NXB Khoa học & Kỹ thuật.
- [3] Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga. **Giáo trình công nghệ xử lý nước thải.** NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội. 1999.
- [4] Tăng Văn Đoàn – Trần Đức Hạ. **Kỹ thuật Môi trường.** NCB Giáo dục. Hà Nội. 2001.
- [5] UC Berkerley; WU.nl
- [6] Leonard W. Casson