

TRỊNH XUÂN LAI - NGUYỄN TRỌNG DƯƠNG

# XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

*(Tái bản)*

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG  
HÀ NỘI - 2009

## LỜI NÓI ĐẦU

Nội dung cuốn sách gồm hai phần:

**Phần 1:** Nêu phương pháp tính toán và cách xác định các thông số để tính toán thiết kế các công trình xử lý trong hệ thống dây chuyền công nghệ xử lý nước thải công nghiệp như: Bể điều hoà lưu lượng và chất lượng, trung hoà, tách dầu mỡ, tuyển nổi, khử chất hữu cơ bay hơi bằng làm thoáng, khử kim loại nặng, oxy hoá khử, hấp thụ các chất bẩn bằng than hoạt tính, lọc qua màng thấm thấu ngược, bể lọc trao đổi ion, hệ thống hồ sinh học v.v...

**Phần 2:** Giới thiệu một số quy trình công nghệ đã áp dụng có hiệu quả trong thực tế để xử lý nước thải của: Công nghiệp thực phẩm, công nghiệp giấy, dệt, hoá chất, thuộc da v.v...

Cuốn sách *Xử lý nước thải công nghiệp* do Trịnh Xuân Lai phác thảo và viết phần lý thuyết trong các chương mục, Nguyễn Trọng Dương chỉnh lý và viết phần chi tiết, tính toán cụ thể và phác thảo các hình vẽ minh họa với hy vọng cung cấp được một số tài liệu tham khảo có ích cho các đồng nghiệp đang hoạt động và công tác trong lĩnh vực cấp thoát nước và bảo vệ môi trường.

Tuy đã rất cố gắng nhưng không thể tránh được sai sót, rất mong được sự phê bình góp ý của các bạn đọc.

Các tác giả

# Chương 1

## GIỚI THIỆU KHÁI QUÁT VỀ CÁC HỆ THỐNG VÀ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

### 1.1 SỰ CẦN THIẾT PHẢI XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Nước thải có thể chia thành hai loại: Nước thải công nghiệp và nước thải sinh hoạt.

Nước thải công nghiệp do các xí nghiệp công nghiệp có sử dụng nước trong các quy trình sản xuất khác nhau thải ra, nước thải công nghiệp thường được xử lý ngay trong phạm vi nhà máy để sử dụng lại nước hoặc thải ra các nguồn tiếp nhận.

Nước thải sinh hoạt là nước sau khi được dùng cho các nhu cầu sống và sinh hoạt của con người thải ra như: Nước từ các nhà bếp, nhà ăn, buồng vệ sinh, nước tắm rửa và giặt giũ, nước cọ rửa nhà cửa và các đồ dùng sinh hoạt. Nước thải sinh hoạt có thể đã qua các bể tự hoại của từng nhà hoặc không, chảy vào hệ thống cống dẫn của đô thị, tập trung về các trạm xử lý nước thải.

Một số nước thải công nghiệp và nước thải sinh hoạt có chứa các hoạt chất hữu cơ, amoni, sắt và các hợp chất có khả năng bị oxy hoá khác và chúng là các chất chủ yếu tạo ra *nhu cầu oxy sinh hoá* (viết tắt là: BOD) của nước thải. Vì thế khi xả nước thải công nghiệp và nước thải sinh hoạt có chứa nồng độ BOD cao hơn tiêu chuẩn cho phép ra các nguồn tiếp nhận sẽ làm giảm lượng oxy hoà tan trong các nguồn nước và tạo ra môi trường yếm khí, làm mất cân bằng sinh thái của môi trường nước, gây ra các hiện tượng như làm cá chết, nước có mùi, mầu và huỷ hoại môi trường sống của các sinh vật nước. Một số nước thải công nghiệp có chứa các hợp chất độc hại đối với đời sống của các loài vi sinh vật nước. Các ion kim loại nặng như thuỷ ngân, cadmi, chì v.v... và các hoá chất hữu cơ như polychlorinatex, biphenil có thể tích lũy trong cơ thể của các loài thuỷ sản, gây ra tác dụng độc hại cho người sử dụng, ngoài ra các hợp chất hữu cơ có trong nước thải gây ra mùi, mầu và huỷ hoại môi trường nước, hàm lượng lớn của nitơ, photpho gây ra hiện tượng phú dưỡng các nguồn nước.

Việc quản lý và xử lý nước thải không đúng quy trình sẽ gây ra nhiều tác hại cho môi trường và phải chi phí nhiều tiền của để làm sạch và khôi phục lại các điều kiện cân bằng sinh thái.

### 1.2 PHÂN LOẠI CÁC CÔNG ĐOẠN XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Hệ thống xử lý nước thải bao gồm một số công trình đơn vị hoạt động nối tiếp nhau để đạt được chất lượng nước sau xử lý đáp ứng yêu cầu đã định. Theo mức độ xử lý và

tập hợp các loại công trình đơn vị hoạt động nối tiếp trong một hệ thống xử lý nước thải, có thể chia ra thành ba công đoạn xử lý như sau: Xử lý sơ bộ hay tiền xử lý, xử lý bậc hai, xử lý bậc ba (hay xử lý tăng cường).

- Các công trình trong công đoạn xử lý sơ bộ là các công trình hoạt động dựa trên lực cơ học và vật lý là chủ yếu, như là: Song chắn, lưới chắn, bể điều hoà, bể lắng, lọc, tuyển nổi.

- Các công trình trong công đoạn xử lý bậc hai gồm các công trình xử lý bằng hoá chất và sinh học. Các công trình xử lý nước thải bằng hoá chất là các công trình dùng hoá chất trộn vào nước thải để chuyển đổi các hợp chất hoặc các chất hoà tan trong nước thải thành các chất có tính trơ về mặt hoá học hoặc thành các hợp chất kết tủa dễ lắng và lọc để loại chúng ra khỏi nước thải. Các công trình xử lý sinh học được áp dụng để khử các chất hữu cơ ở dạng keo và dạng hoà tan trong nước thải nhờ quá trình đồng hoá của vi sinh để biến các chất hữu cơ này thành khí hoặc thành vô tế bào của vi sinh dễ keo tụ và lắng rồi loại chúng ra khỏi nước thải. Quá trình xử lý sinh học còn được áp dụng để khử nitrogen và photpho.

- Các công trình trong công đoạn xử lý bậc ba được áp dụng để khử tiếp các chất hoá học có tính độc hại hoặc khó khử bằng các công trình xử lý sinh học thông thường. Khử tiếp nitrogen, photpho và các hợp chất vô cơ và hữu cơ còn lại sau xử lý bậc hai để thoả mãn tiêu chuẩn chất lượng nước xả ra nguồn tiếp nhận hoặc sử dụng lại cho các mục đích khác. Các công trình trong công đoạn xử lý bậc ba thường là: Bể lọc hấp thụ bằng than hoạt tính, bể lọc trao đổi ion và lọc qua màng thẩm thấu ngược, lọc qua màng bán thấm bằng điện phân v.v... Nước thải sau khi qua công đoạn xử lý bậc ba thường được tuần hoàn lại cho các quá trình sản xuất công nghiệp hoặc dùng để tưới đường, tưới cây, và cấp cho các hồ tạo cảnh quan và giải trí.

- Sau các quy trình xử lý, còn lại cần trong các công trình, cần phải tập trung các loại cặn để xử lý bằng các biện pháp: Khử nước, làm khô hoặc đốt trước khi đưa đến nơi chôn lấp để đảm bảo an toàn cho môi trường. Bảng 1-1 ghi tóm tắt các công trình áp dụng trong các công đoạn xử lý bậc 1, 2 và 3.

**Bảng 1-1: Các công trình trong hệ thống xử lý bậc một, hai, ba**

Chất cần xử lý	Xử lý bậc một (xử lý sơ bộ)	Xử lý bậc hai	Xử lý bậc ba
1	2	3	4
pH		Trung hoà	
Vật lơ lửng và cặn	Song, lưới chắn, lắng sơ bộ	Keo tụ, lắng lọc	
BOD	Lắng, lên men metan trong các bể tự hoại	- Bể xử lý bằng bùn hoạt tính. - Bể lọc sinh học. - Hồ sinh học.	Hấp thụ bằng than hoạt tính Lọc qua màng thẩm thấu ngược

1	2	3	4
Nhu cầu oxy hóa học	Lắng, lên men metan trong các bể tự hoại	- Các công trình xử lý bằng bùn hoạt tính, lọc sinh học. - Hồ sinh học	Hấp thụ bằng than hoạt tính, lọc qua màng thấm thấu ngược. Oxy hoá bằng $Cl$ , $H_2O_2$ , $O_3$ , $KMnO_4$
Dầu mỡ	Các bể tách dầu bằng trọng lực	Keo tụ và tuyển nổi	
Phenol		Bùn hoạt tính	Hấp thụ bằng than hoạt tính
Cyanua		Phân huỷ bằng các chất oxy hoá, xử lý bằng bùn hoạt tính	Điện phân Lọc qua màng thấm thấu ngược
Crôm		Khử $C_r^{+6}$ thành $C_r^{+3}$ Keo tụ và lắng	- Lọc trao đổi ion - Điện phân - Lọc qua màng thấm thấu
Sắt, mangan		Làm thoáng để oxy hoá. Ôxy hoá, lắng lọc	- Lọc trao đổi ion - Điện phân
Kim loại nặng		Keo tụ, lắng, lọc, oxy hoá khử.	- Trao đổi ion - Điện phân - Lọc qua màng thấm thấu
Clo và các hợp chất clo		Trung hoà bằng kiềm hoặc thiosulphate	Hấp thụ bằng than hoạt tính
Sulphid		- Bùn hoạt tính - Ôxy hoá bằng hoá chất	Lọc thấm thấu ngược
Mùi		- Bùn hoạt tính - Ôxy hoá bằng hoá chất	Hấp thụ bằng than hoạt tính
Màu		Ôxy hoá khử keo tụ và lắng	Hấp thụ bằng than hoạt tính Lọc qua màng thấm thấu ngược

Hiệu quả xử lý sau các công đoạn:

- Xử lý sơ bộ < 50%.
- Xử lý bậc hai ~ 90%.
- Xử lý bậc ba 98-99%.

## 1.3 CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Hiện nay có rất nhiều loại công trình với các công nghệ khác nhau để xử lý nước thải. Từ các hồ lắng đơn giản đến các công trình với các thiết bị tiên tiến sử dụng công nghệ cao và đòi hỏi có trình độ quản lý hiện đại. Việc lựa chọn đúng quy trình công nghệ và thiết bị xử lý nước thải để đạt được các chỉ tiêu xử lý mong muốn và tiết kiệm kinh phí trong xây dựng và quản lý là nhiệm vụ hàng đầu của các kỹ sư xử lý nước.

Trong một quy trình công nghệ xử lý nước thải bao gồm nhiều công trình và thiết bị hoạt động nối tiếp theo đặc tính kỹ thuật có thể chia ra làm ba loại: Cơ học, hoá học và sinh học.

Trong mỗi loại quy trình công nghệ kể trên, có rất nhiều phương án chọn công trình và thiết bị theo cách sắp xếp khác nhau để thực hiện quy trình xử lý có hiệu quả.

### 1.3.1 Xử lý cơ học và hoá học

**Bảng 1-2. Giới thiệu các công trình thường được chọn để thực hiện các quy trình công nghệ xử lý cơ học và hoá học.**

Phương pháp	Công trình
Xử lý cơ học	<ul style="list-style-type: none"><li>- Song chắn, lưới chắn</li><li>- Bể lắng cát, tách dầu bằng trọng lực</li><li>- Lắng sơ bộ không phèn</li><li>- Tuyển nổi</li><li>- Lọc</li><li>- Hấp thụ bằng than hoạt tính</li></ul>
Xử lý hoá học	<ul style="list-style-type: none"><li>- Trung hoà</li><li>- Keo tụ và lắng</li><li>- Keo tụ và tuyển nổi</li><li>- Lọc trao đổi ion</li><li>- Trích ly</li><li>- Ôxy hoá khử</li><li>- Lọc qua màng</li><li>- Điện phân</li></ul>

### 1.3.2 Xử lý sinh học

Xử lý sinh học là quy trình xử lý nước thải lợi dụng sự hoạt động, sống và sinh trưởng của vi sinh để đồng hoá các chất hữu cơ có trong nước thải, biến các chất hữu cơ thành khí và vỏ tế bào của vi sinh để loại ra khỏi nước, có thể chia làm hai loại quy trình xử lý: Xử lý hiếu khí và xử lý yếm khí.

**Bảng 1-3. Giới thiệu các công trình thường áp dụng trong xử lý sinh học**

Quy trình xử lý	Các công trình có thể chọn
Xử lý hiếu khí	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xử lý bằng quy trình dùng bùn hoạt tính, bể aerotank thông thường.</li> <li>- Bể aerotank làm thoáng theo bậc.</li> <li>- Bể aerotank tải trọng cao, cường độ làm thoáng cao.</li> <li>- Hấp thụ bằng bùn hoạt tính.</li> <li>- Làm thoáng kéo dài.</li> <li>- Mương ô xy hoá.</li> <li>- Bể lọc sinh học thông thường.</li> <li>- Bể lọc sinh học tải trọng cao.</li> <li>- Hệ thống đĩa quay quanh trục nằm ngang.</li> <li>- Xử lý bằng hệ thống hồ sinh học hiếu khí.</li> </ul>
Xử lý yếm khí	<ul style="list-style-type: none"> <li>- UASB bể lắng yếm khí có lớp bùn lơ lửng.</li> <li>- Bể lọc yếm khí có lớp hạt cố định.</li> <li>- Bể lọc yếm khí có lớp hạt chuyển động trong dòng chất lỏng</li> <li>- Bể tự hoại.</li> <li>- Bể lắng 2 vỏ.</li> <li>- Hồ sinh học yếm khí.</li> </ul>

#### **1.4 CÔNG NGHỆ XỬ LÝ Bùn CẶN**

Trong quá trình xử lý nước thải, các chất lơ lửng, keo hữu cơ, vô cơ, hữu cơ hoà tan được chuyển hoá tạo thành bùn cặn và được tách ra khỏi nước thải. Bùn cặn phải được xử lý ổn định và cô đặc để giảm khối lượng và thể tích, sau đó đưa đến nơi tiếp nhận cuối cùng một cách an toàn và không còn tác dụng gây độc hại cho môi trường.

**Bảng 1-4. Giới thiệu tóm tắt quy trình xử lý bùn cặn**

Các bước xử lý	Các công trình có thể áp dụng
1	2
Xử lý ổn định bùn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phân huỷ bùn bằng bể hiếu khí.</li> <li>- Phân huỷ bùn trong các bể và hồ yếm khí.</li> </ul>
Cô đặc bùn hay khử bớt nước	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bể cô đặc bằng trọng lực.</li> <li>- Cô đặc bằng tuyến nổi.</li> <li>- Cô đặc bằng máy lọc lưới li tâm.</li> </ul>

1	2
Làm khô bùn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lọc chân không.</li> <li>- Máy ép băng tải.</li> <li>- Máy li tâm.</li> <li>- Máy lọc ép.</li> <li>- Sàn phơi bùn.</li> <li>- Hồ chứa, phân huỷ và cô đặc bùn.</li> </ul>
Xử lý nhiệt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lò đốt nhiều bậc.</li> <li>- Lò đốt dạng bùn hoá lỏng.</li> </ul>



## Chương 2

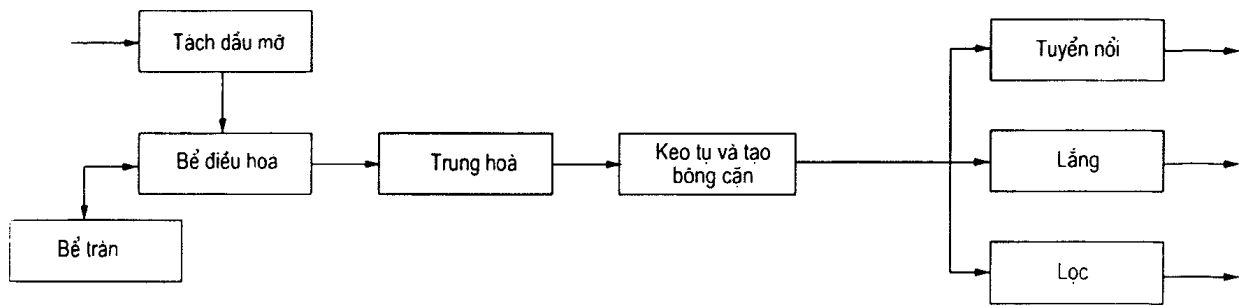
# TIỀN XỬ LÝ VÀ XỬ LÝ SƠ BỘ NƯỚC THẢI

Mục đích của quá trình tiền xử lý và xử lý sơ bộ là khử các tạp chất có nồng độ lớn hơn mức cho phép trong nước thải công nghiệp để xả ra mạng cống chung của thành phố hoặc đạt tiêu chuẩn để đưa vào các công trình xử lý sinh học tiếp theo. Nồng độ của các chất bẩn có trong nước thải sau khi xử lý sơ bộ phải nhỏ hơn các giá trị ghi trong bảng (2-1) mới cho phép đưa nước vào các công trình xử lý sinh học tiếp theo.

**Bảng 2-1. Nồng độ các chất bẩn cần đạt được sau khi xử lý sơ bộ**

Các tạp chất	Nồng độ giới hạn	Quy trình xử lý
Cặn lơ lửng	$\leq 125 \text{ mg/l}$	Lắng, tuyển nổi, hồ chứa.
Dầu và mỡ	$\leq 35 \text{ mg/l}$	Thiết bị gạt tách dầu.
Ion độc hại		Keo tụ, trao đổi ion, lọc qua màng.
$P_b$	$\leq 0,1 \text{ mg/l}$	
$C_n + N_i + CN$	$\leq 1 \text{ mg/l}$	
$C_r^{+6} + Z_n$	$\leq 3 \text{ mg/l}$	
$C_r^{+3}$	$\leq 10 \text{ mg/l}$	
pH	Từ 6 đến 9	Trung hoà
Kiểm tính theo $CaCO_3$	0,5 g /1g BOD cân khử	Trung hoà kiềm dư hoặc cho kiềm vào khi thiếu.
Axit	Không chứa axit vô cơ	Trung hoà.
Dao động nồng độ chất hữu cơ	$< 2:1$	Bể điều hoà để ổn định lưu lượng và nồng độ.
$H_2S$	$\leq 100 \text{ mg/l}$	Keo tụ hoặc làm thoáng.
Amoni	$\leq 500 \text{ mg/l}$	Pha loãng, điều chỉnh pH để làm thoáng.
Nhiệt độ	$\leq 38^\circ C$	Làm nguội nước.

Sơ đồ quy trình xử lý sơ bộ thông thường xem hình (2-1)



Hình 2-1: Quy trình xử lý sơ bộ

## 2.1. BỂ ĐIỀU HOÀ

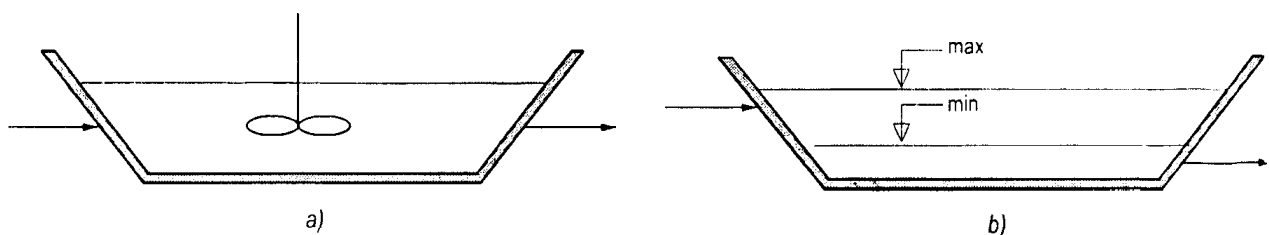
Mục đích của bể điều hoà trong quy trình xử lý nước thải công nghiệp là:

1. Giảm bớt sự dao động của hàm lượng các chất bẩn trong nước do quá trình sản xuất thải ra không đều.
2. Tiết kiệm hoá chất để trung hoà nước thải.
3. Giữ ổn định lưu lượng nước đi vào các công trình xử lý nước tiếp sau.
4. Làm giảm và ngăn cản lượng nước có nồng độ các chất độc hại cao đi trực tiếp vào các công trình xử lý sinh học.

Để đảm bảo hoà trộn đều nồng độ các chất bẩn trong nước thải và ngăn ngừa sự lắng đọng, trong bể điều hoà cần đặt các thiết bị khuấy trộn. Các thiết bị khuấy trộn thường là:

- 1- Hệ phân phối lưu lượng vào bể bằng các máng và vách ngăn.
- 2- Khuấy trộn bằng turbin.
- 3- Khuấy trộn bằng dàn ống phân phối không khí nén.
- 4- Máy khuấy cơ khí làm thoáng bề mặt.
- 5- Máy khuấy cơ khí đặt chìm.

Trong quá trình khuấy trộn để san bằng nồng độ và ngăn ngừa cặn lắng sẽ xảy ra các phản ứng oxy hoá khử và giảm lượng BOD do bay hơi và oxy hoá bằng không khí. Sơ đồ bể điều hoà xem hình 2-2.



Hình 2-2: Bể điều hoà lưu lượng và chất lượng nước

- a) Điều hoà chất lượng: Lưu lượng cố định, chất lượng thay đổi
- b) Điều hoà lưu lượng hoặc điều hoà cả lưu lượng và chất lượng.

Năng lượng cần cho khuấy trộn khi dùng các thiết bị cơ khí từ 0,003 đến 0,0045 kW/cho 1m<sup>3</sup> nước, khi khuấy trộn bằng khí nén, lượng không khí cần 3,74 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> nước và phân phối theo dàn ống với cường độ 2l/s.m dài.

Bể điều hoà làm các nhiệm vụ:

1- *Điều hoà lưu lượng*: Lưu lượng nước thải đi vào bể thay đổi theo từng giờ trong một chu kỳ sản xuất. T<sub>1</sub> - Giờ cố định (thường là 1 ngày có 24 giờ hoặc 16 giờ) còn lưu lượng ra khỏi bể đi vào các công trình xử lý tiếp sau không thay đổi suốt thời gian làm việc của trạm xử lý trong ngày - T<sub>2</sub> giờ/ngày

2- *Điều hoà chất lượng*: Nồng độ các chất bẩn có trong nước thải đi vào bể thay đổi theo giờ trong một chu kỳ sản xuất T (giờ), còn chất lượng nước ra tương đối ổn định.

3- *Bể điều hoà cả lưu lượng và chất lượng*: Lưu lượng và chất lượng nước thải đi vào bể thay đổi theo giờ của một chu kỳ sản xuất T<sub>1</sub> giờ/ngày, còn lưu lượng nước ra khỏi bể tương đối ổn định trong suốt thời gian làm việc của trạm xử lý T<sub>2</sub> giờ/ngày với chất lượng ít thay đổi, thường T<sub>2</sub> ≥ T<sub>1</sub>

### 2.1.1 Xác định dung tích bể điều hoà lưu lượng

Giả sử lượng nước thải là 19,33 m<sup>3</sup>/ngày, xí nghiệp có chu kỳ sản xuất 24 giờ/ngày, lượng nước thải đi vào bể thay đổi theo giờ (xem cột 2 bảng 2-2) còn lưu lượng nước ra khỏi bể đi vào công trình xử lý 805,4 m<sup>3</sup>/h (xem cột 3 bảng 2-2) cách xác định dung tích bể xem ví dụ bảng (2-2).

**Bảng 2-2: Chu kỳ sản xuất T<sub>1</sub> = 24 giờ, T<sub>2</sub> = 24 giờ**

Giờ	Lượng nước vào (m <sup>3</sup> /h)	Lượng nước ra (m <sup>3</sup> /h)	Còn lại trong bể (m <sup>3</sup> )	Ra khỏi bể (m <sup>3</sup> )	Lượng nước còn lại (m <sup>3</sup> )
1	2	3	4	5	6
8	300	805,4	-505,4	-505,4	-5040
9	520	805,4	-285,4	-285	5330
10	1380	805,4	+575	-	4755
11	1860	805,4	+1055	-	3700
12	1620	805,4	+815	-	2885
1	840	805,4	+35	-	2830
2	540	805,4	-265	-265	3085
3	660	805,4	-145	-145	3230
4	480	805,4	-325	-325	3555
5	900	805,4	+95	+95	3460
6	1380	805,4	+575	+575	2885

1	2	3	4	5	6
7	1830	805,4	+1025	-	1855
8	2280	805,4	+1475	-	395
9	1200	805,4	+395	-	0
10	480	805,4	-	-325	325
11	360	805,4	-	-445	770
12	420	805,4	-	-385	1155
1	330	805,4	-	-475	1630
2	240	805,4	-	-565	2195
3	420	805,4	-	-385	2580
4	450	805,4	-	-355	2935
5	270	805,4	-	-535	3470
6	330	805,4	-	-475	3945
7	210	805,4	-	-595	4540

Thể tích điều hoà cần thiết: 5330 m<sup>3</sup>. Thể tích nước đệm trong bể lấy bằng 1/5 thể tích điều hoà là 1070 m<sup>3</sup>. Tổng thể tích là: 6400 m<sup>3</sup>.

### 2.1.2 Xác định dung tích bể điều hoà chất lượng

Lưu lượng nước vào bể gần như không đổi theo thời gian, chất lượng nước (thí dụ hàm lượng BOD<sub>5</sub>) thay đổi bất thường. Để nồng độ chất bẩn trong nước ra khỏi bể ổn định theo xác suất đảm bảo P% nào đó, cần tính theo phân phối thống kê chuẩn để xác định thời gian điều hoà:

$$t = \frac{\Delta t(S_i^2)}{2(S_c^2)} \quad (2-1)$$

Trong đó: t: Thời gian lưu nước để điều hoà chất lượng (giờ);

$\Delta t$ : Khoảng thời gian lấy mẫu để phân tích chất lượng (giờ);

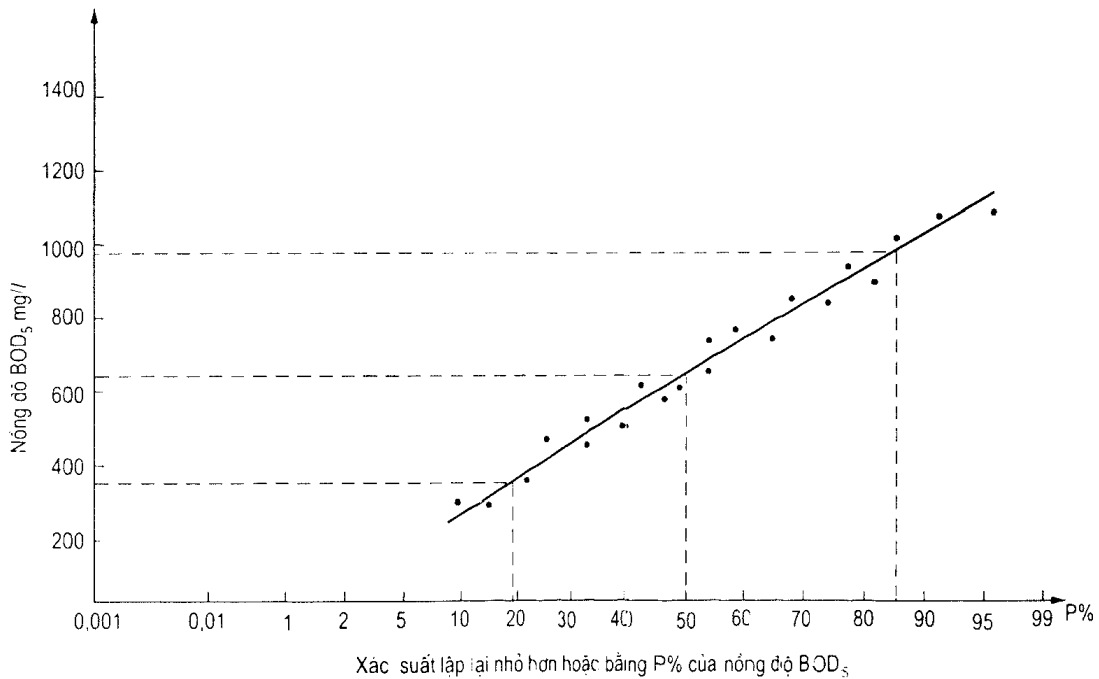
$S_i^2$ : Bình phương độ lệch tiêu chuẩn của nồng độ ở đầu vào (variance);

$S_c^2$ : Bình phương độ lệch tiêu chuẩn đầu ra (variance)

Để xác định dung tích bể, xem minh hoạ ở thí dụ 2-1.

#### Thí dụ 2-1.

Thiết kế bể điều hoà chất lượng nước thải với các điều kiện sau: Lưu lượng nước cần xử lý 19.000 m<sup>3</sup>/ngày, chất lượng nước thải theo BOD<sub>5</sub> đo được sau mỗi quãng thời gian lấy mẫu  $\Delta t = 4$  giờ trong suốt 17 ngày (17 chu kỳ sản xuất) thể hiện trên biểu đồ hình 2-3.



Hình 2-3

Nồng độ trung bình:  $P\% = 50\% = \bar{X} = 690 \text{ mg/l}$ .

Nồng độ lớn nhất:  $X_{\max} = 1185 \text{ mg/l}$

Xác định dung tích bể điều hoà để chất lượng nước ra có nồng độ bình quân trong nước thải của BOD<sub>5</sub> là 896 mg/l với xác suất đảm bảo  $P = 95\%$ .

Giải:

a) Tìm giá trị trung bình theo số lượng mẫu, độ lệch tiêu chuẩn và variance đầu vào.

- Nồng độ trung bình:

Từ biểu đồ hình (2-3) nồng độ ứng với xác suất  $P = 50\% = \bar{X} = 690 \text{ mg/l}$ .

- Độ lệch tiêu chuẩn đầu vào  $S_i$  là nửa giá trị sai số của nồng độ BOD<sub>5</sub> ứng với xác suất  $15,9\% = (50\% - 34,1\%)$ , là 380 mg/l và nồng độ BOD<sub>5</sub> ứng với xác suất  $84,1\%$  ( $50\% + 34,1\%$ ) là 990 mg/l.

$$S_i = \frac{990 - 380}{2} = 305 \text{ mg/l}$$

- Bình phương độ lệch tiêu chuẩn (variance) đầu vào:

$$S_i^2 = (305)^2 = 93.025 \text{ mg}^2/\text{l}^2$$

- Tính độ lệch tiêu chuẩn đầu ra:

$$S_e = \frac{X_{ra} - \bar{X}}{Z}$$

$$X_m = 896 \text{ mg/l} \quad \bar{X} = 690 \text{ mg/l}$$

Z - Hệ số tra trong bảng phân phối xác suất tiêu chuẩn ứng với  $P = 95\%$ ,  $Z = 1,65$ :

$$S_e = \frac{896 - 690}{1,65} = 125 \text{ mg/l}$$

- Bình phương độ lệch tiêu chuẩn (variance) đầu ra:

$$S_e^2 = (125)^2 = 15.625 \text{ mg}^2/\text{l}^2$$

b) Tính thời gian lưu nước cần thiết theo công thức (2-1):

$$t = \frac{\Delta t(S_i^2)}{2(S_e^2)} = \frac{4(93.025)}{2(15.625)} = 11,9 \text{ giờ} = 0,5 \text{ ngày.}$$

c) Tính dung tích bể điều hoà:

$$V = t \cdot Q_{\text{giờ}} = 12 \times \frac{19.000}{24} = 9500 \text{ m}^3$$

Nếu ngay sau bể điều hoà là các công trình xử lý có chế độ khuấy trộn hoàn chỉnh như bể aerotank thì dung tích điều hoà được trừ đi dung tích của bể aerotank. Ví dụ sau bể điều hoà là bể aerotank có thời gian nước lưu trong bể là 7 giờ mà dung tích điều hoà cần 12 giờ thì chỉ cần xây thêm một bể ngay trước bể aerotank có dung tích ứng với  $12 - 7 = 5$  giờ nước lưu trong bể.

### 2.1.3 Tính toán bể điều hoà cả lưu lượng và chất lượng

Patterson và Menez đề nghị phương pháp xác định dung tích bể điều hoà có lưu lượng và chất lượng đầu vào thay đổi bằng cách xác định phương trình cân bằng lưu lượng và nồng độ cho bể:

$$C_1QT + C_0V = C_2QT + C_2V \quad (2-2)$$

Trong đó:  $C_1$ : Nồng độ đầu vào của bể trong khoảng thời gian giữa 2 lần lấy mẫu T;

T: Khoảng thời gian lấy mẫu thường chọn  $T = 1$  giờ;

Q: Lưu lượng trung bình trong khoảng thời gian giữa 2 lần lấy mẫu;

$C_0$ : Nồng độ trung bình trong bể điều hoà tại thời điểm bắt đầu lấy mẫu;

V: Thể tích bể điều hoà.

$C_2$ : Nồng độ có trong nước đi ra khỏi bể điều hoà tại thời điểm cuối của khoảng lấy mẫu.

Từ phương trình (2-2) có thể tính được nồng độ  $C_2$  theo phương trình :

$$C_2 = \frac{C_1T + C_0V/Q}{T + V/Q} \quad (2-3)$$

Giá trị của nồng độ đầu ra  $C_2$  phụ thuộc vào dãy nồng độ đầu vào  $C_1$  và thể tích bể điều hoà  $V$ . Hệ số điều hoà chất lượng và lưu lượng là tỷ số của nồng độ lớn nhất đầu ra chia cho giá trị trung bình đầu vào.

Phương pháp xác định dung tích bể xem ví dụ (2-2)

**Thí dụ 2-2:** Kết quả khảo sát lưu lượng và chất lượng nước thải của nhà máy hoá chất ghi trong bảng:

Quãng thời gian lấy mẫu (h)	Lưu lượng (l/h)	Nồng độ COD (mg/l)
8-10	27.000	920
10-12	37.200	1130
12-2	50.400	1475
2-4	48.000	1525
4-6	20.400	910
6-8	16.200	512
8-10	34.200	1210
10-12	66.000	1520
0-2	72.000	1745
2-4	48.000	820
4-6	30.600	410
6-8	34.200	490

Yêu cầu xác định dung tích bể điều hoà ứng với hệ số điều hoà chất lượng  $K = 1,2$

*Giải:* Quy ước bể điều hoà là bể khuấy trộn hoàn chỉnh và không giảm nồng độ COD do bay hơi và phản ứng oxy hoá khử.

Phương trình cân bằng lưu lượng và nồng độ viết dưới dạng vi phân sẽ là:

$$\frac{dV_i}{dt} = Q_{oi} - Q_{ra} \quad (1)$$

và 
$$\frac{d(V_i C_i)}{dt} = V_i \frac{dC_i}{dt} + C_i \frac{dV_i}{dt} = V_i \frac{dC_i}{dt} + C_i (Q_{oi} - Q_{ra}) = Q_{oi} C_{oi} - Q_{ra} C_i \quad (2)$$

Trong đó:

$V_i$ : Thể tích nước có trong bể điều hoà tại thời điểm  $t$  của khoảng thời gian  $i$  ( $m^3$ );

$Q_{oi}$ : Lưu lượng vào bể tại khoảng thời gian  $i$  ( $m^3/h$ );

$Q_{ra}$ : Lưu lượng ra khỏi bể tại khoảng thời gian  $i$  ( $m^3/h$ );

$C_{oi}$ : Nồng độ đầu vào tại khoảng thời gian  $i$  ( $mg/l$ );

$C_i$ : Nồng độ trong bể và đầu ra tại khoảng thời gian  $i$  ( $mg/l$ ).

Ứng với mỗi khoảng thời gian  $i$  các trị số  $Q_{oi}$ ,  $Q_{ra}$  và  $C_{oi}$  được coi là không đổi. Tích phân phương trình (1) và phương trình (2) tính được thể tích  $V_{(i)}$  và nồng độ  $C_{(i)}$  của bể tại thời điểm cuối của mỗi quãng thời gian  $i$ .

$$V_f = V_{(i-1)f} + (Q_{oi} - Q_{ra}) \Delta t_i \quad (3)$$

$$C_f = C_{oi} - \frac{A}{(1 + B\Delta t_i)^D} \quad (4)$$

$$A = C_{oi} - C_{(i-1)f}$$

$$B = \frac{Q_{oi} - Q_{ra}}{V_{(i-1)f}}$$

$$D = \frac{Q_{oi}}{Q_{oi} - Q_{ra}}$$

$V_{(i-1)f}$ : Thể tích nước trong bể tại thời điểm cuối của khoảng thời gian (i - 1) (m<sup>3</sup>);

$\Delta t_i$ : Khoảng thời gian quan sát (h);

$C_{(i-1)f}$ : Nồng độ trong bể và ở đầu ra tại thời điểm cuối của quãng thời gian (i-1) (mg/l).

Khối lượng COD ra khỏi bể trong mỗi khoảng thời gian có thể tính theo:

$$M_{rai}(f) = Q_{ra} \int_0^{\Delta t_i} C_i dt = Q_{ra} \left[ C_{oi} \Delta t_i - \frac{A \left[ (1 + B\Delta t_i)^{1-D} - 1 \right]}{B(1-D)} \right] \quad (5)$$

Trình tự lập bảng tính toán như sau:

1- Xác định  $Q_{ra}$  bằng cách chia tổng lưu lượng vào cho thời gian cần điều hoà của một chu kỳ sản xuất.

- Giả thiết thể tích ban đầu của bể  $V_{(i-1)f}$ , còn thể tích cuối  $V_f$  tính theo phương trình (3).

- Giả thiết nồng độ ban đầu  $C_{(i-1)f}$  trong bể còn nồng độ đầu ra tính theo phương trình (4).

- Khối lượng COD ra khỏi bể tính theo phương trình (5).

2- Các giá trị ban đầu  $Q_{ra}$ ,  $V_f$ , và khối lượng COD cho khoảng thời gian sau chính là các giá trị cuối của khoảng thời gian trước nó.

3- Thể tích giả thiết  $V_{(i-1)f}$  cho khoảng thời gian đầu được thay đổi cho đến khi tìm được giá trị thể tích lớn nhất chính là thể tích được chọn.

4- Nồng độ giả thiết cho khoảng thời gian đầu  $C_{(i-1)f}$  được thay đổi sao cho nồng độ ban đầu bằng nồng độ ra của khoảng thời gian cuối cùng.

5- Khối lượng COD ra khỏi bể lớn nhất và trung bình được tính toán để xác định hệ số điều hoà chất lượng  $K = M_{jmax} / M_{f \text{ trung bình}}$ .

Kết quả tính toán được thể hiện ở bảng sau :



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Khoảng thời gian $\Delta t_i$	Lưu lượng vào (l/h) $Q_{oi}$	COD vào mg/l $C_{oi}$	Thể tích vào (l) cột 1 x cột 2	COD vào (gr) cột 3 x cột 4	Lưu lượng ra (m <sup>3</sup> /h) (trung bình của cột 2)	COD ra (gr) (tính theo công thức 5)	Thể tích bể ban đầu (đoán trước) $V_{(i-1)}$ (l)	V cuối $V_{i(t)}$ tính theo công thức (3)	Nồng độ trong bể ban đầu $C_{(i-1)}$ mg/l (đoán trước)	Nồng độ cuối $C_{i(t)}$ tính theo công thức (4)
8-10h	27.000	920	54.000	49.680	40.300	80.120	278.200	251.000	1009	993
10-12	37.200	1130	74.400	84.072	40.300	81.073	251.500	245.200	993	1028
12-14	50.400	1475	100.800	148.680	40.300	88.692	245.200	265.300	1028	1174
14-16	48.000	1525	96.000	146.400	40.300	98.574	265.300	280.600	1174	1278
16-18	20.400	910	40.800	39.128	40.300	100.240	280.600	240.700	1278	1225
18-20	16.200	512	32.400	16.848	40.300	94.168	240.700	192.400	1225	1125
20-22	34.200	1210	68.400	82.764	40.300	91.311	192.400	180.100	1125	1151
22-24	66.000	1520	132.000	200.690	40.300	100.359	180.100	131.400	1151	1327
0-2h	72.000	1745	144.000	251.280	40.300	114.288	231.400	294.700	1327	1504
2-4	48.000	820	96.000	78.720	40.300	112.621	294.700	310.000	1504	1318
4-6	30.000	410	61.200	25.092	40.300	98.692	310.000	290.500	1318	1150
6-8	34.200	490	68.400	33.516	40.300	86.311	290.500	278.200	1150	1009
Bình quân	40.300	-	-	96.406	-	Max 114.288	-	Max 310.000	-	-

$$K = \frac{114.288}{96.406} = 1,186 \approx 1,2$$

Áp dụng các công thức (3), (4), (5) lập bảng tính như trên, tính ra được dung tích điều hoà cần thiết 310000 lít = 310 m<sup>3</sup>. Lưu lượng ra không đổi, nồng độ ra lớn nhất bằng 1,186 lần nồng độ trung bình đầu vào. Khi tăng thể tích bể điều hoà thì hệ số chất lượng K giảm. Thường các công trình xử lý làm việc ổn định khi K < 1,2.

## 2.2 TÁCH DẦU MỠ

Nước thải của một số xí nghiệp công nghiệp có chứa dầu, mỡ cần phải loại bỏ bớt trước khi cho nước vào các khâu xử lý, lý hoá và sinh hoá tiếp theo với mục đích:

- Tiết kiệm hoá chất keo tụ, và giữ ổn định cho các quá trình xử lý tiếp sau.
- Lắng cát, cặn bẩn có dính dầu mỡ để loại trừ tắc, trít các thiết bị.

Tách sơ bộ dầu mỡ khỏi nước thải có thể thực hiện bằng hai quy trình.

- Quy trình tách dầu bằng trọng lực: Các giọt dầu, mỡ nhẹ hơn nước, sẽ nổi lên mặt nước và được gạt ra ngoài, còn các hạt cặn dính dầu nặng hơn nước sẽ lắng xuống đáy và được tháo ra ngoài.

- Quy trình tách dầu bằng lực nhân tạo như lực ly tâm, cyclon thuỷ lực, keo tụ bằng hoá chất hoặc lọc qua lớp lọc có khả năng dính bám dầu mỡ.

Trong chương viết này chỉ nghiên cứu quy trình lắng gạn bằng trọng lực, không dùng hoá chất keo tụ.

### 2.2.1 Vận tốc nổi của các giọt dầu mỡ

Việc lắng, gạn dầu ra khỏi nước dựa vào sự chênh lệch tỷ trọng giữa dầu và nước. Trong điều kiện chảy tầng  $Re \leq 200$  vận tốc nổi  $v$  của các giọt dầu, mỡ có thể xác định theo công thức Stoke:

$$V = \frac{g}{18\eta} d^2 (\rho - \rho') \quad (2-4)$$

Trong đó:  $g$ : Gia tốc trọng trường;

$\eta$ : Độ nhớt động học của dầu;

$d$ : Đường kính của giọt dầu;

$\rho$ : Tỷ trọng của nước;

$\rho'$ : Tỷ trọng của dầu.

Vận tốc nổi của dầu phụ thuộc vào bình phương đường kính giọt dầu, nhiệt độ của nước (độ nhớt động học của dầu trong nước) và độ chênh lệch tỷ trọng giữa dầu và nước. Để tính toán sơ bộ có thể lấy tỷ trọng các loại dầu như sau:

Dầu làm nhiên liệu cho động cơ:	0,71 - 0,73
Dầu hoả:	0,78
Kerosine:	0,79
Dầu diesel:	0,81 - 0,89
Dầu bôi trơn:	0,90 - 0,93

### 2.2.2 Cấu tạo các thiết bị tách dầu

Có hai loại thiết bị lắng gạn dầu được áp dụng rộng rãi ở Châu Âu và Mỹ theo nghiên cứu thiết kế của Viện dầu Hoa Kỳ API.

1- Thiết bị tách theo kiểu bể lắng ngang có mặt bằng hình chữ nhật và kiểu bể lắng đứng dạng hình trụ tròn. Trong các bể này, các giọt dầu phân tán trong nước, nổi dần lên mặt nước, tạo thành lớp dầu trên mặt nước và được gạt ra ngoài.

2- Bể tách dầu trong đặt các tấm song song tạo thành các ô lắng lớp mỏng. Các giọt dầu trong nước nổi lên gặp mặt dưới của các tấm lắng, tụ lại và đi dọc theo tấm, nổi lên mặt nước rồi được gạt ra ngoài.

### 2.2.3 Bể tách dầu có mặt bằng hình chữ nhật

Theo thiết kế của Viện dầu Hoa Kỳ API bể lắng dầu tách được các giọt dầu có kích thước lớn hơn 150 $\mu$ m (micromét). Vận tốc nổi của các giọt dầu:

$$v = \frac{0,44(\rho - \rho')}{\eta} \text{ m/h} \quad (2-5)$$

1- Diện tích mặt nước hữu ích trong bể xác định theo công thức:

$$F = \frac{\alpha Q}{v} \quad (2-6)$$

Trong đó: Q: Lưu lượng nước thải đi vào bể m<sup>3</sup>/h;

v: Vận tốc nổi của dầu m/h tính theo (2-5).

$$\alpha = \alpha_1 \times \alpha_2$$

$\alpha_1$ : Hệ số kể đến sự phân phối không đều, thường chọn  $\alpha_1 \approx 1,2$ ;

$\alpha_2$ : Hệ số kể đến sự tác động xấu của dòng chảy rối, trị số  $\alpha_2$  phụ thuộc vào tỷ số  $\frac{V}{v}$  (V là vận tốc nước chảy dọc trong bể, thường chọn  $V < 54$  m/h).

V/v	$\alpha_2$	$\alpha_1$	$\alpha$
6	1,14	1,2	1,37
10	1,27	1,2	1,52
15	1,37	1,2	1,64
20	1,45	1,2	1,74

2- Diện tích mặt cắt ngang bể:

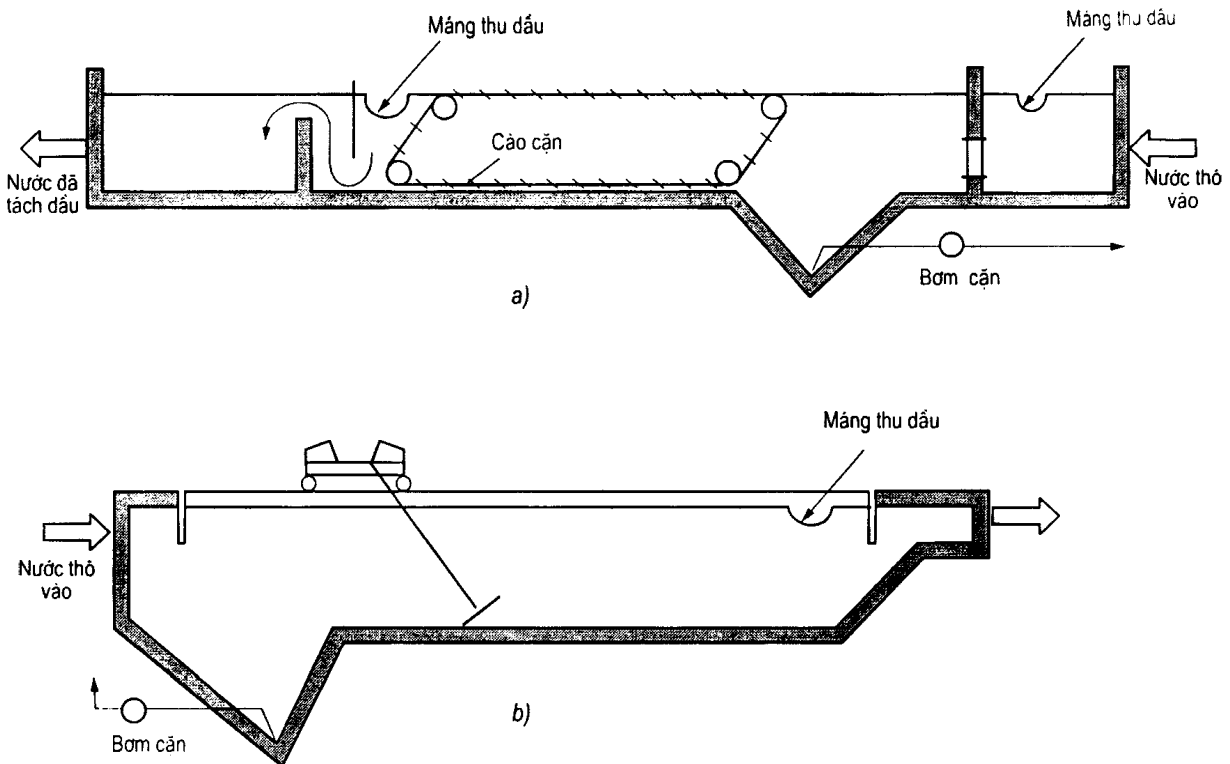
$$A = \frac{Q}{V} (\text{m}^2) \quad (2-7)$$

3- Tỷ số giữa chiều cao và chiều rộng bể lấy từ 0,3 đến 0,5:

- Chiều rộng chọn từ 1,8 đến 6 m.
- Chiều sâu chọn từ 0,65 đến 2,4 m.

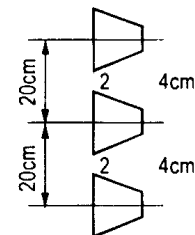
Dưới chiều cao vùng lắng là vùng chứa cặn đủ để chứa cặn cho 3 đến 6 tháng. Khi xả cặn tháo khô bể để đưa cặn ra, nếu bể xả cặn thủ công nên làm 2 bể song song, khi xả cặn còn một bể làm việc với chế độ tăng cường cho phép. Nếu trong bể có trang bị cào

cạn dạng xích liên tục hay cầu chạy có thanh gạt xem hình (2.4a, b) thì dầu bể có hồ chứa cặn có dung tích chứa cặn đủ cho khoảng thời gian giữa 2 lần xả cặn.



**Hình 2.4:** a) Bể tách dầu thiết bị máy cào dây xích  
b) Bể tách dầu có cào cặn loại cầu chạy kéo thanh gạt ở đáy.

Để phân phối nước đều trên toàn bộ tiết diện đầu vào của bể và thu nước ra đều ở đầu ra, cách thành bể 1-1,2 m đặt song phân phối nước có khe hở chiếm 5% diện tích mặt cắt ngang ở đầu vào và 10% diện tích khe ở đầu ra, hình (2-5).



**Hình 2-5:** Song phân phối và thu nước ở hai đầu bể

- Vận tốc qua song đầu vào  $\leq 0,3$  m/s
- Vận tốc qua song đầu ra  $\leq 0,15$  m/s

Tải trọng máng thu dầu ra lấy từ 30 - 50 m<sup>3</sup>/h cho 1m chiều dài mép máng, nếu 1 m ngang theo chiều rộng bể không đủ chiều dài thì phải làm thêm các máng thu nước dọc theo bể dẫn về máng tập trung nằm ngang

Máng thu dầu thường có đường kính từ 200 - 360 mm, mép máng phải phẳng và ngang bằng, độ sâu mép máng dưới mực nước phải được điều chỉnh thường xuyên để thu được lớp dầu mỏng, giảm đến tối thiểu lượng nước chảy theo váng dầu vào máng .

Bảng (2-5) giới thiệu các chỉ tiêu thiết kế mẫu của Viện dầu Hoa Kỳ API.

**Bảng 2.3**

Nhiệt độ nước	10°C			20°C			37°C		
	0,94	0,90	0,87	0,94	0,90	0,87	0,94	0,90	0,87
Tỷ trọng của dầu									
- Vận tốc nổi của giọt dầu 150 μm ( m/h )	1,98	3,2	4,14	2,9	4,5	5,7	5	7,4	9
- Vận tốc nước trong bể ( m/h )	30,6	48,6	54	43,2	54	54	54	54	54
- Hệ số điều chỉnh α	1,64	1,64	1,59	1,64	1,56	1,50	1,52	1,44	1,38
- Tải trọng m <sup>3</sup> /h trên 1 m <sup>2</sup> bề mặt bể	1,21	1,94	2,6	1,77	2,94	3,9	3,37	5,22	9,6
- Diện tích m <sup>2</sup> xử lý 277 (m <sup>3</sup> /h)	184	115	86	126	76	58	67	43	34

**Thí dụ 2-3:**

Tính bể tách dầu với điều kiện:

Lưu lượng nước thải: 400 m<sup>3</sup>/h,

Nhiệt độ nước: 37°C

Tỷ trọng dầu: 0,925

*Giải :*

- Vận tốc nổi của giọt dầu 150 μm ở 37°C tính theo công thức (3-2)  $v = 5$  m/h

- Chọn vận tốc nước chảy trong bể  $V = 45$  m/h

- Hệ số hiệu chỉnh α đối với  $\frac{V}{v} = \frac{45}{5} = 9$  ;  $\alpha_1 = 1,27$  ;  $\alpha_2 = 1,2$

$$\alpha = 1,2 \times 1,27 = 1,54$$

- Diện tích hữu ích của mặt nước  $F = \frac{1,54 \times 400}{5} = 123 \text{ m}^2$

- Diện tích mặt cắt ngang bể  $A = \frac{400}{45} = 8,9 \text{ m}^2$

- Chọn chiều rộng bể 4,5 m

- Chiều sâu bể 2 m

- Chiều dài bể 27 m.

- Mỗi đầu bể 1,5m phân phối và thu nước, tổng chiều dài bể 30 m. Thể tích hữu ích của bể 280m<sup>3</sup>.

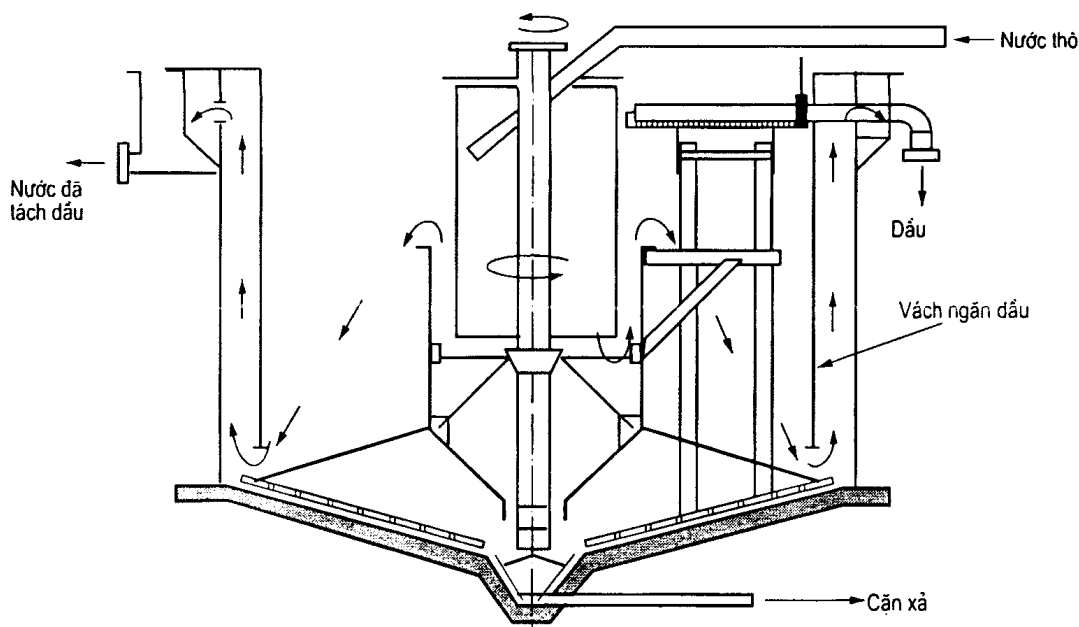
- Thời gian lưu nước:  $280 : 400 = 0,7$  giờ = 42 phút.

**2.2.4 Bể tách dầu hình trụ tròn**

Viện hoá dầu Hoa Kỳ API đã thiết kế và cho xây dựng bể tách dầu hình trụ tròn giống bể lắng đứng có thêm vách ngăn dầu đặt phía trong song song với thành bể. Tuy về xây

dụng có tốn kém hơn nhưng bể tách dầu hình trụ có những ưu điểm vượt trội hơn bể tách dầu có dòng chảy ngang ở chỗ:

- Đáy bể dễ bố trí cào cặn điều khiển tại tâm, cặn được gạt về hố tập trung ở tâm bể dễ dàng và không có điểm chết.
- Máng thu nước chạy suốt chu vi  $3,14D$  có tải trọng thu nước trên 1 mét dài mép máng thấp, ít kéo theo dầu. Các máng thu váng dầu bố trí theo hình nan quạt có que gạt để thu dầu và ít kéo theo nước.
- Buồng phân phối nước vào đặt ở tâm bể có thời gian lưu nước từ 2 đến 5 phút, phía trên có máng thu dầu chảy liên tục ra máng thu nan quạt.
- Thời gian lưu nước trong vùng lắng giữa buồng phân phối và vách ngăn dầu từ 30-40 phút.
- Tải trọng bề mặt lấy từ 3-6  $m^3/h$  trên 1  $m^2$  diện tích vùng lắng.
- Chọn trước thời gian lưu nước rồi tính ra thể tích bể.
- Chọn trước tải trọng bề mặt, tính ra diện tích bể.
- Căn cứ vào thể tích và diện tích bề mặt tính ra chiều cao bể.
- Đáy bể có độ dốc 5 đến 8% về phía hố thu cặn trung tâm.



*Hình 2-6: Bể tách dầu hình trụ tròn.*

### 2.2.5 Thiết bị tách dầu có các ô lắng lớp mỏng

Dựa trên lý thuyết tính toán bể lắng lớp mỏng đã nêu trong các tài liệu về xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp để tính toán xác định kích thước bể, trong mục này chỉ nêu một số chi tiết cấu tạo phải thêm vào.

- Vận tốc lắng trong các ô lắng mỏng lấy bằng vận tốc nổi của dầu.

- Khoảng cách giữa các tấm tạo ô lắng lớp mỏng lấy từ 4-10 cm.

- Lấy chuẩn số  $R_e = \frac{vD}{\eta} \leq 200$  để đảm bảo chế độ chảy tầng trong từng ô lắng.

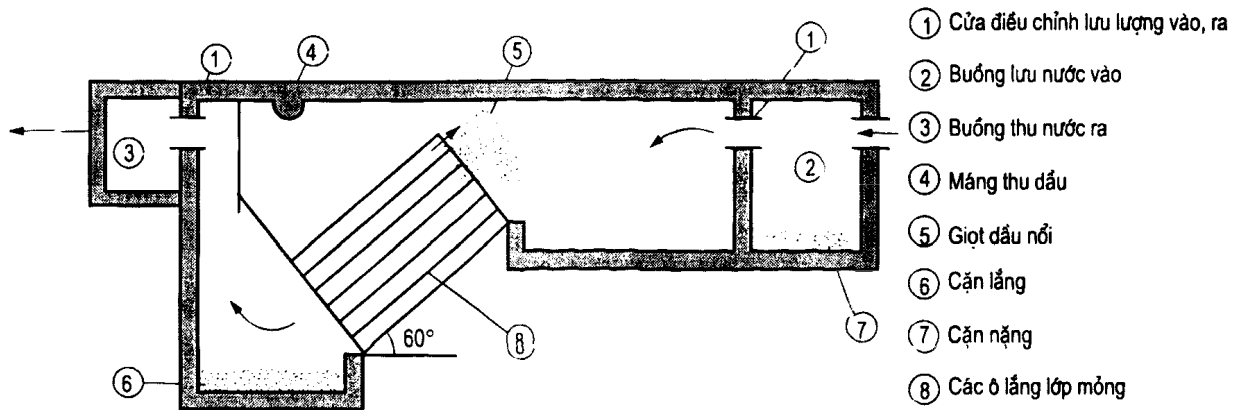
- Căn cứ vào cấu tạo ô lắng, tính ra đường kính thủy lực D của ô lắng. Chọn chuẩn số  $R_e$  rồi tính ra vận tốc nước chảy V trong ô lắng. Vận tốc nước chảy trong từng ô lắng phải nhỏ hơn 200 m/h

- Thời gian lưu nước trong bể từ 12 đến 20 phút.

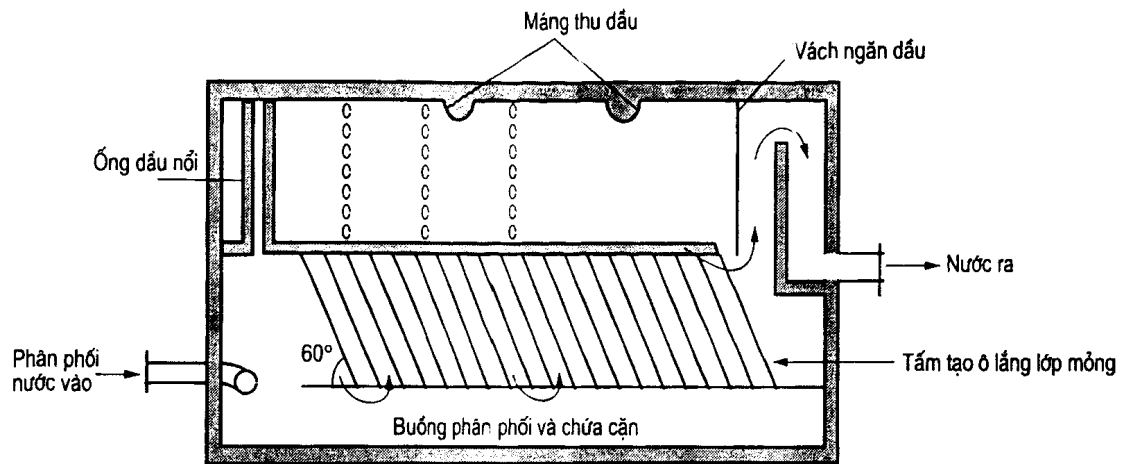
Viện API đã thiết kế và cho xây dựng 2 loại bể tách dầu có các ô lắng lớp mỏng theo chiều chảy của nước và dầu.

Loại 1 : Nước và dầu chảy ngược chiều nhau (hình 2-7)

Loại 2 : Nước và dầu chảy cùng chiều nhau (hình 2-8)



**Hình 2-7:** Bể tách dầu lớp mỏng có nước, dầu chảy ngược chiều



**Hình 2.8:** Bể tách dầu lớp mỏng nước, dầu chảy cùng chiều.

Các ô lắng lớp mỏng phải cấu tạo thành modul dễ tháo lắp để định kỳ 4-6 tháng đưa ra khỏi bể để cọ rửa bằng nước nóng.

## Chương 3

# TRUNG HOÀ

Nhiều xí nghiệp có nước thải có chứa axit hoặc kiềm cần phải trung hoà trước khi thải ra nguồn tiếp nhận, hoặc cho tiếp vào các khâu xử lý hoá học, sinh học tiếp sau. Đối với xử lý sinh học pH cần phải giữ trong suốt quá trình từ 6,5 đến 8 để đảm bảo cho quá trình xử lý diễn ra bình thường.

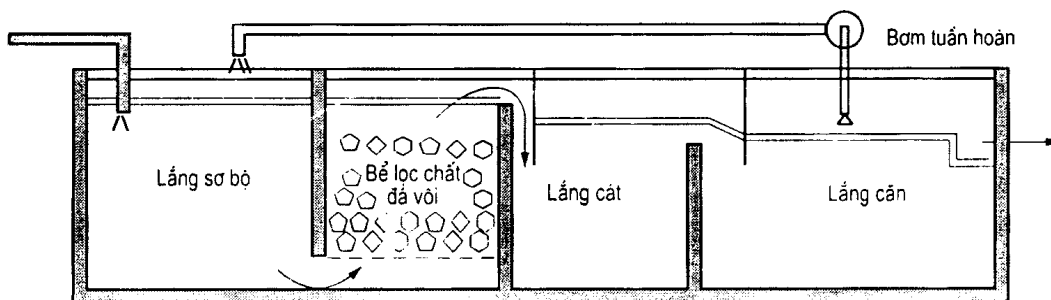
### 3.1 CÁC QUÁ TRÌNH TRUNG HOÀ

1 - Khuấy trộn nước thải có chứa axit với nước thải có chứa kiềm (thường kết hợp với bể điều hoà). Kết quả được đo bằng máy đo pH tự động. Nếu pH còn lệch ra ngoài khoảng giá trị mong muốn thì tự động cho thêm axit để giảm pH hoặc cho thêm kiềm để tăng thêm pH.

2 - Trung hoà nước thải có chứa axit bằng cách lọc qua lớp đá vôi. Quá trình lọc có thể là xuôi, nước đi từ trên xuống hay lọc ngược, nước đi từ dưới lên. Khi lọc xuôi: Tốc độ lọc  $v$  nên lấy  $\leq 54$  m/h để đảm bảo đủ thời gian tiếp xúc. Nồng độ axit  $H_2SO_4$  trong nước thải phải nhỏ hơn 0,6% để đảm bảo không tạo ra lớp cặn đóng vảy  $CaSO_4$  làm tắc. trít lớp lọc và giải phóng quá nhiều  $CO_2$  làm ngăn cản quá trình trung hoà.

Nếu áp dụng chế độ lọc ngược, nước đi từ dưới lên, có thể tăng tốc độ lọc đến 60 m/h vì sản phẩm phụ của phản ứng trung hoà được dòng nước đẩy lên và đưa ngoài, chưa kịp dính bám vào lớp lọc. Do mức độ tăng pH phụ thuộc vào chiều dày lớp lọc và tốc độ lọc nên việc lọc qua lớp đá vôi chỉ có kết quả ổn định khi nồng axit trong nước thải ổn định, không dao động theo lưu lượng và thời gian.

Sơ đồ quá trình lọc qua đá vôi xem hình (3-1).

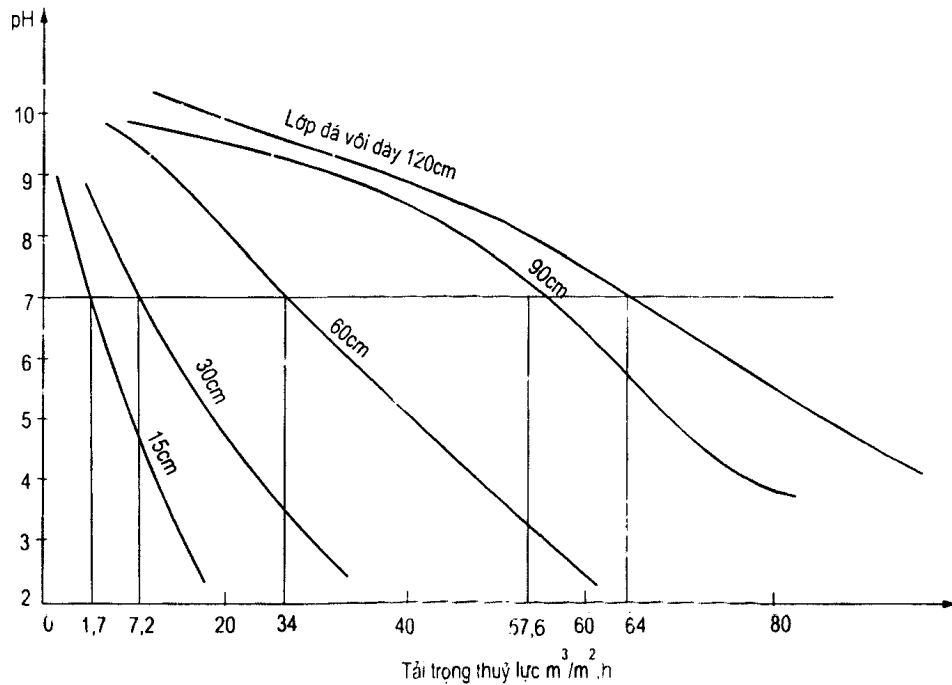


Hình 3-1: Sơ đồ trạm trung hoà axit bằng lọc qua đá vôi.



**Thí dụ 3-1:** Nước thải với lưu lượng  $23 \text{ m}^3/\text{h}$  có chứa  $0,1\text{N}$  axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  cần phải trung hoà trước khi cho vào xử lý bậc hai. Yêu cầu trung hoà đến  $\text{pH} = 7$  bằng cách lọc qua lớp đá vôi.

Kết quả thí nghiệm cho trong biểu đồ (3-2) thí nghiệm bằng cách lọc ngược nước thải qua lớp đá vôi có kích thước  $\approx 30 \text{ cm}$  với các chiều dày và vận tốc khác nhau. Đá vôi có độ tinh khiết  $60\%$ .



**Hình 3-2:** Kết quả thí nghiệm

- Cần xác định:
- Chiều dày kinh tế nhất của lớp đá vôi.
  - Trọng lượng axit được trung hoà mỗi ngày.
  - Lượng đá vôi cần trong một năm.

**Giải:**

a) Tìm chiều dày kinh tế nhất của lớp đá vôi.

Từ biểu đồ kết quả trung hoà thử, tại điểm  $\text{pH} = 7$  kẻ đường song song với trục hoành để tìm vận tốc lọc của các lớp đá vôi có chiều dày khác nhau. Ta có kết quả:

Chiều dày lớp lọc (cm)	15	30	60	90	120
Tải trọng thủy lực ( $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$ )	1,7	7,2	34	57,6	64

Tính lưu lượng lọc được qua  $1 \text{ m}^3$  đá vôi;

$$W = \frac{Q}{V} = \frac{\text{tải trọng thủy lực}}{\text{chiều dày lớp lọc}}$$

Chiều dày lớp lọc (cm)	15	30	60	90	120
Tải trọng thuỷ lực (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h)	11,3	24	56	64	53

Từ kết quả tính cho thấy, lớp lọc có chiều dày 90 cm lọc được 64 m<sup>3</sup> nước thải đạt pH = 7 là lưu lượng lớn nhất và do đó là lớp có chiều dày kinh tế nhất.

b) Tính lượng axit được trung hoà mỗi ngày:

$$G = q \times \frac{0,1}{1} \times 24$$

Trong đó:

$q = 23.000$  lít/h

$0,1 \text{ N H}_2\text{SO}_4/l = 4,9g/l$

$$G = 23.000 \times 4,9 \times 24 = 2.704.800 \text{ g} = 2704,8 \text{ kg/ngày}$$

c) Lượng đá vôi có độ tinh khiết 60% cần cho 1 năm:

$$2705 \times \frac{50}{49} \times 365 \times \frac{100}{60} = 1.679.124 \text{ kg/năm}$$

3- Các hoá chất dùng để trung hoà.

- Trung hoà nước thải có tính axit có thể dùng vôi sữa 5-8% thời gian phản ứng kết thúc trong thời gian 10 phút, ngoài vôi còn dùng NaOH; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub>OH hoặc Mg(OH)<sub>2</sub>.

- Trung hoà nước thải có tính kiềm có thể dùng các axit mạnh, tuy nhiên vì lý do kinh tế, chỉ giới hạn dùng 2 loại axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> và HCl. Ngoài axit có thể dùng khói lò có chứa lượng CO<sub>2</sub> > 14% bằng cách sục khí khói lò vào nước thải hay cho nước thải tưới nhỏ giọt trong tháp từ trên xuống và khói lò đi từ dưới lên, khí CO<sub>2</sub> tan vào nước tạo thành axit H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> trung hoà độ kiềm của nước, phản ứng diễn ra chậm nhưng có thể giảm pH từ cao xuống đến 7 hoặc 8.

Các hoá chất dùng để trung hoà thường dùng là :

Kiềm: - Vôi dùng ở nhiều dạng khác nhau có tính kiềm mạnh

- Xút                      kiềm mạnh

- Mg(OH)<sub>2</sub>              trung bình

- NaHCO<sub>3</sub>              kiềm yếu

- Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>              kiềm yếu

Axit: - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>              axit mạnh

- H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>              axit yếu

Khi chọn hoá chất để trung hoà phải căn cứ các vào các chỉ tiêu sau :

- Tốc độ phản ứng, phản ứng nhanh thể tích công trình giảm.

- Lượng cặn tạo ra và biện pháp xử lý cặn.

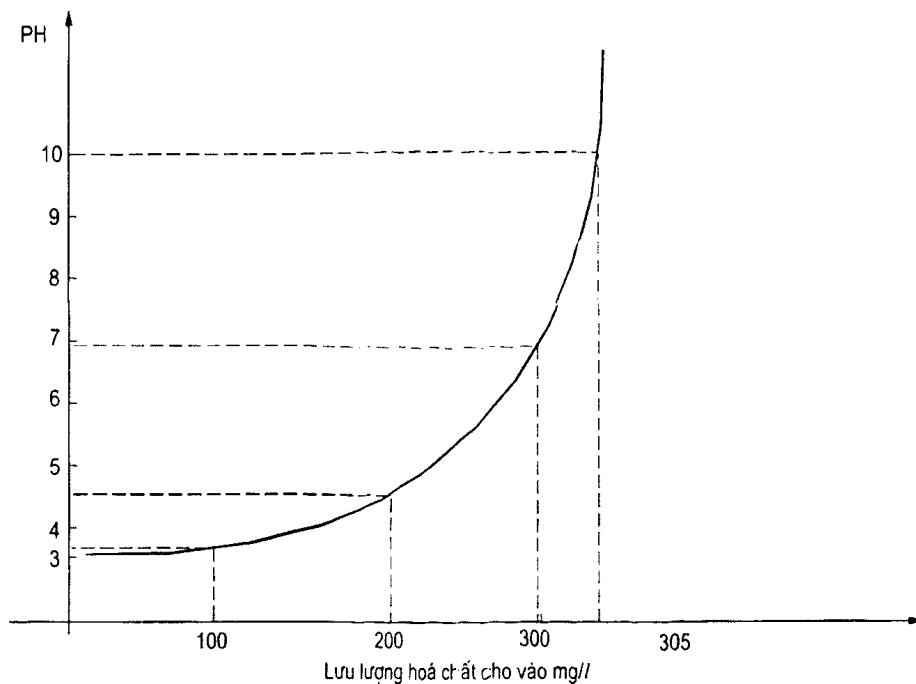
- Đơn giản và an toàn trong quá trình pha chế, định lượng và lưu trữ.

- Giá thành các thiết bị chứa, pha chế định lượng và chi phí quản lý.
- Phản ứng phụ, tạo cặn, đóng vảy, ăn mòn, phát nhiệt v.v...
- Mức độ nguy hại khi định lượng thiếu hoặc quá liều lượng.

### 3.2 CÁC CHỈ TIÊU THIẾT KẾ VÀ QUẢN LÝ

-Trung hoà theo mẻ khi lượng nước nhỏ hơn 400 m<sup>3</sup>/ngày. Khi lưu lượng lớn hơn áp dụng quy trình trung hoà liên tục dùng số đo pH để điều khiển tự động các bơm định lượng dung dịch hoá chất trung hoà. Trộn hoá chất với nước trong bể trung hoà có thể dùng khí nén với cường độ từ 0,3-0,9 m<sup>3</sup>/phút trên 1 m<sup>2</sup> bể có chiều sâu mức nước 2,7 m. Nếu dùng máy khuấy cơ khí năng lượng cần 0,04 - 0,08 kW/ m<sup>3</sup> nước. Dựa vào thiết bị đo pH để điều khiển tự động bơm hoặc van định lượng phải chú ý đến các khó khăn sau:

1- Quan hệ giữa pH và nồng độ hoặc khối lượng hoá chất cho vào nước là không tuyến tính, chỉ cần thêm một chút hoá chất là pH có thể tăng vọt lên rất cao, xem hình 3-3.



**Hình 3-3:** Trung hoà nước thải axit mạnh bằng vôi

Vì vậy nên thiết kế hệ bể trung hoà làm 2 hoặc 3 bậc.

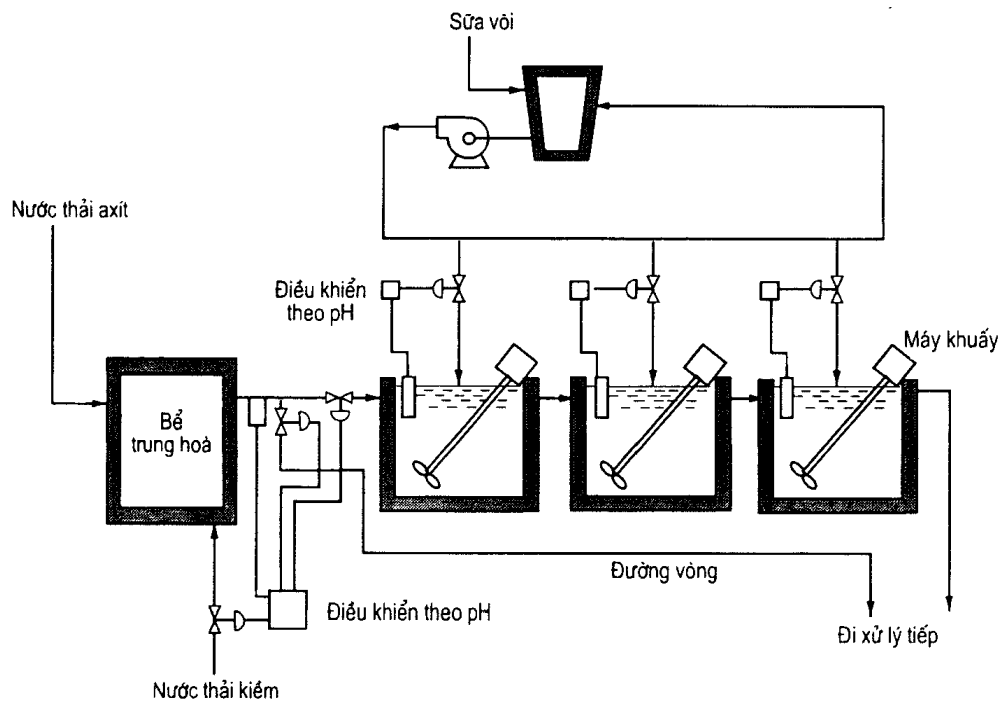
2- pH trong nước thải đầu vào có thể thay đổi lớn i đơn vị pH trong một phút nếu không có bể điều hoà.

3- Lưu lượng nước thải có thể dao động lớn.

4- Phải pha trộn một khối lượng nhỏ hoá chất vào một khối lượng lớn, việc trộn đều tức khắc là khó khăn. Để khắc phục các khó khăn trên thường tiến hành trung hoà từ 2 bậc trở lên, bậc 1 đưa pH lên từ 3 - 4, bậc 2 đưa lên từ 5 đến 6, bậc 3 đưa lên 7.

Hoặc có thể dùng 2 bậc với hai loại hoá chất khác nhau. Bậc 1 đưa pH lên đến 6 bằng kiềm mạnh như vôi, xút, bậc 2 đưa pH từ 6 đến 7 bằng kiềm yếu như  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hay  $\text{NaHCO}_3$

Sơ đồ các thiết bị trung hoà xem hình 3-4



Hình 3-4: Quá trình trung hoà theo ba bậc

Bảng 3. Các chỉ tiêu thiết kế bể trung hoà

Thùng chứa hoá chất	Dùng chất liệu chống ăn mòn
Thùng phản ứng	Là hình khối vuông hay hình trụ tròn với chiều sâu mực nước bằng đường kính
Thời gian phản ứng	Từ 5 đến 30 phút
Ống đưa nước và dung dịch vào	Từ trên đỉnh
Đưa nước ra	Từ đáy
Thiết bị trộn: - Cánh khuấy chân vịt - Turbin - Vận tốc theo chu vi của đầu cánh	Cho thùng có dung tích < 3,5 m <sup>3</sup> Thùng > 4 m <sup>3</sup> 3,6 m/s đối với thùng lớn 7 m/s đối với thùng nhỏ
Bơm định lượng hoặc van điều chỉnh lưu lượng tự động theo bộ điều khiển pH	Bơm có khoảng công suất 10:1, van điều chỉnh 2 chiều liên tục
Tỷ số đường kính turbin trên đường kính thùng	Từ 0,2-0,5

## Chương 4

# KEO TỤ

Áp dụng quá trình keo tụ và tạo bông cặn để khử các chất lơ lửng, chất phân tán dạng keo trong nước thải. Các hạt keo lơ lửng trong nước có kích thước khoảng từ  $10^{-8}$  cm đến  $10^{-7}$  cm, nếu không có hoá chất keo tụ, các hạt keo này không thể khử ra khỏi nước bằng lắng lọc thông thường. Các hạt keo có trong nước thải có thể là keo kỵ nước hoặc keo háo nước. Keo kỵ nước là loại keo không hút và chứa nước, và dễ dàng mất ổn định khi tiếp xúc với các ion mang điện tích của các chất điện ly hoà tan trong nước. Ngược lại keo háo nước như protein luôn ngậm nước, làm chậm và giảm tác dụng của các chất keo tụ, thường phải áp dụng cách xử lý đặc biệt mới đạt được hiệu quả keo tụ mong muốn.

Lý thuyết về cấu tạo hạt keo, động học của quá trình keo tụ và tạo bông, các thiết bị trộn và tạo bông cặn xem trong tài liệu "*Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp*", Nhà xuất bản Xây dựng 2004.

Trong chương này chỉ nêu các hoá chất dùng để keo tụ và trợ keo tụ nước thải công nghiệp để giảm bớt lượng chất bẩn ngăn cản quá trình xử lý sinh học nước thải và keo tụ để khử các kim loại nặng.

### 4.1 HOÁ CHẤT DÙNG ĐỂ KEO TỤ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

**Bảng 4.1**

Tên hoá chất	Liều lượng thường áp dụng ( mg/l )	pH keo tụ	Phạm vi áp dụng
1	2	3	4
Vôi	150 - 500	9 - 11	Làm mất ổn định hệ keo, khử photpho trong nước thải có độ kiềm thấp và hàm lượng P dao động nhiều. $Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2CaCO_3 + 2H_2O$ $MgCO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2 + CaCO_3$
Phèn nhôm	75 - 250	4,5 - 7	Keo tụ nước thải có độ kiềm cao, hàm lượng P ổn định. $Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4$
FeCl <sub>3</sub> , FeCl <sub>2</sub> FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	35 - 150 70 - 200	4 - 7 4 - 7	Nước thải có độ kiềm cao, hàm lượng P thấp và ổn định, có sẵn sắt phế liệu để làm phèn và cho phép hàm lượng sắt cao trong nước thải. $FeCl_3 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3HCl$

1	2	3	4
Cation polyme	2-5	Không đối	Trợ keo tụ đối với nước thiếu cation.
Anion polyme	0,25-1	Không đối	Trợ keo tụ đối với nước thải thiếu anion và làm dai, bền bông cặn trước khi đưa vào lọc.
Cặn tạo độ đục	3-20	Không đối	Áp dụng khi hàm lượng keo trong nước thải thấp khó tạo bông cặn.

- *Chất trợ keo tụ:* Cho thêm chất trợ keo tụ vào nước sẽ đẩy nhanh quá trình keo tụ và tạo bông cặn to, nặng để lắng. Axít silic hoạt tính là polyme chuỗi ngắn có tác dụng bao các hạt cặn hydroxit nhôm để thu hút các hạt keo, với liều lượng cao silic hoạt tính lại ngăn cản quá trình keo tụ vì nó mang điện tích âm, liều lượng axít silic hoạt tính thường giới hạn trong khoảng 5-10 mg/l

- *Polyelectrolyte:* Là polyme cao phân tử có chứa các nhóm hấp thụ và tạo ra các cầu nối giữa các hạt và các bông cặn. Với liều lượng từ 1- 5 mg/l có khả năng tạo nên những bông cặn có kích thước lớn từ 0,3 - 1 mm gồm các bông cặn nhỏ của nhôm và clorua sắt. Polyelectrolyte không bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi của pH và có thể dùng độc lập như phèn để keo tụ .

Có 3 loại polyelectrolyte:

1, *Cation:* Hấp thụ các keo âm.

2, *Anion:* Thay thế các nhóm anion trong hạt keo và cho phép hydrogen dính bám giữa hạt keo và polyme

3, *Không mang điện tích:* Hấp thụ và tạo bông lớn do hydrogen dính bám giữa bề mặt cứng và các cực của polyme.

## 4.2 KEO TỤ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

Nếu trong nước thải có chứa nhiều loại keo và tạp chất lơ lửng làm ngăn cản quá trình xử lý bằng sinh học, hoặc khó xử lý bằng sinh học thì nên áp dụng quá trình keo tụ tạo bông cặn rồi lắng để giảm bớt hàm lượng của chúng. Nước thải có chứa dầu mỡ có dạng nhũ tương có thể kết tủa bằng keo tụ. Nước thải có chứa nhũ tương như nước xà phòng và các anion hoạt tính bề mặt có thể bị phá vỡ và kết tủa khi cho muối  $\text{CaCl}_2$  vào để keo tụ. Nhiều loại nước thải có chứa nhũ tương, các loại nhũ tương này có thể phá vỡ và kết tủa khi giảm pH của nước thải xuống khoảng axit.

Thí dụ, nước thải của xưởng sản xuất vòng bi có chứa xà phòng rửa, chất tẩy, dầu rửa khi mài, dầu từ máy cắt, axit photphoric và dung môi để tẩy rửa. Sau khi cho 800 mg// phèn nhôm, 450 mg// axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  và 50mg// keo tụ, thực hiện quá trình keo tụ và lắng cho kết quả.

**Bảng 4.2**

Các chỉ tiêu kiểm tra	Đầu vào bể keo tụ	Ra khỏi bể lắng
pH	10.3	7,1
Cặn lơ lửng. mg/l	544	40
Dầu và mỡ, mg/l	302	28
Fe. mg/l	17.9	1,6
PO <sub>4</sub> . mg/l	222	8,5

- Nước thải của nhà máy giặt là được xử lý bằng axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tiếp theo là vôi và phèn nhôm với liều lượng 1400 mg/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1500 mg/l vôi, 300 mg/l phèn nhôm, chất rắn trong cặn lắng chiếm 30% thể tích cặn. COD giảm từ 1200 mg/l xuống 800 mg/l, cặn lơ lửng giảm từ 1600 mg/l xuống 105 mg/l. Giữ pH của quá trình keo tụ từ 6,4 - 6,6.

- Nước thải tổng hợp từ nhà máy sản xuất nhựa làm sơn được keo tụ với liều lượng 500 mg/l FeCl<sub>3</sub>, 200 mg/l vôi ở pH = 9,6 làm giảm hàm lượng COD từ 1000 mg/l xuống 260 mg/l và BOD từ 120 mg/l xuống 20 mg/l, cặn tạo ra 12 kg/m<sup>3</sup> nước xử lý và có hàm lượng chất rắn 1,2%. Nước thải từ nhà máy sản xuất sơn dạng nhựa được keo tụ với liều lượng 345 mg/l phèn nhôm ở pH = 3,5 - 4. Giảm COD từ 4304 mg/l xuống 178 mg/l, BOD từ 1070 mg/l xuống 90 mg/l, cặn lơ lửng giảm từ 2550 mg/l xuống 400 mg/l. Cặn tạo ra 2,5 kg/m<sup>3</sup> nước xử lý và có hàm lượng chất rắn 2,95% theo trọng lượng.

- Nước thải từ phân xưởng sơn vỏ ô tô trong nhà máy lắp ráp ô tô được làm trong với liều lượng phèn keo tụ 400 mg/l FeSO<sub>4</sub> ở pH = 7.

- Nước thải từ nhà máy chế biến rau đóng hộp được keo tụ bằng vôi làm giảm lượng BOD từ 35 - 70%, liều lượng vôi cho vào keo tụ lấy bằng 0,5 kg cho 1 kg BOD có trong nước thải.

- Nước thải nhà máy thuộc da được keo tụ với liều lượng 2000 mg/l vôi và 2 mg chất trợ keo tụ trung tính ở pH = 11 cho kết quả:

**Bảng 4.3**

Chỉ tiêu	Đầu vào	Đầu ra
COD	7800	2900
BOD	3500	1450
SO <sub>4</sub>	1800	1200
Crôm	100	3

## Chương 5

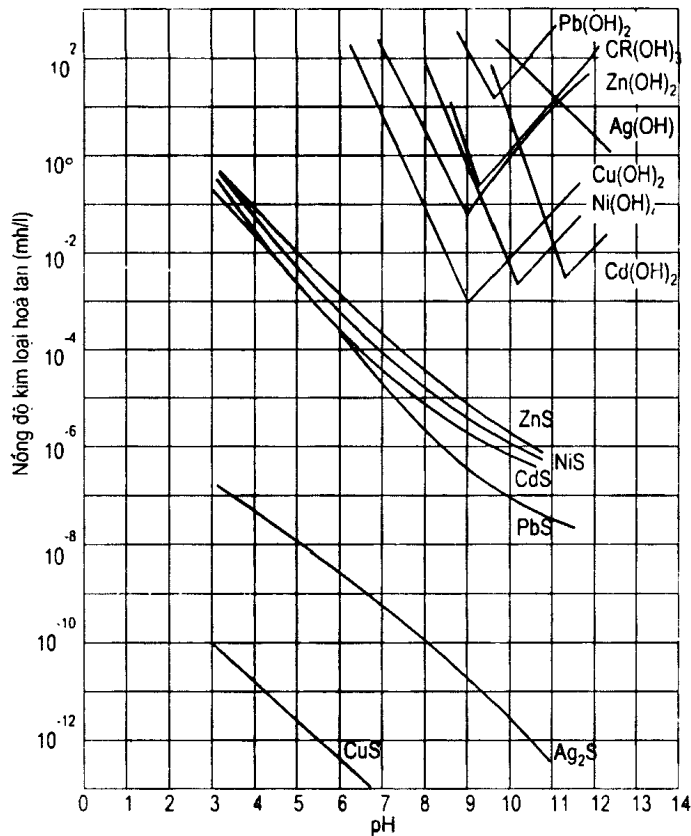
# KHỬ KIM LOẠI NẶNG

Hiện có nhiều quy trình công nghệ để khử kim loại nặng ra khỏi nước thải như :

- Keo tụ, lắng, lọc thông thường với hoá chất keo tụ là các hydroxít kim loại, sulfít cacbonát và đồng keo tụ với hydroxít nhôm và sắt.

- Trao đổi ion.
- Hấp thụ .
- Lọc qua màng .
- Điện phân v.v...

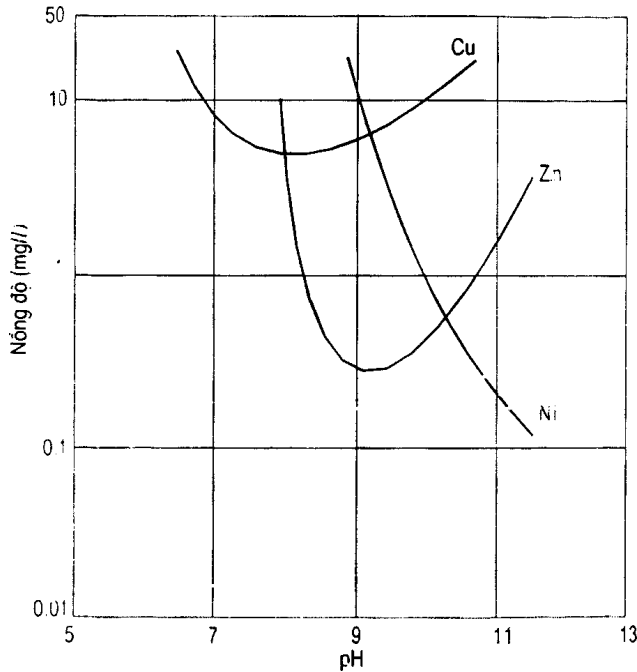
Keo tụ bằng hoá chất là quy trình thông dụng nhất và được áp dụng để loại bỏ hầu hết các kim loại. Kim loại nặng cũng có thể keo tụ khi cho vôi và xút vào để tạo ra hydroxít kim loại và giữ cho dung dịch có độ pH nhất định ứng với điểm kết tủa lớn nhất. Giá trị pH của dung dịch ứng với điểm kết tủa tốt nhất thay đổi phụ thuộc vào tính chất của kim loại xem hình (5-1).



Hình 5-1: Khoảng pH tốt nhất để các hydroxít kim loại và sulfít kim loại keo tụ tốt nhất

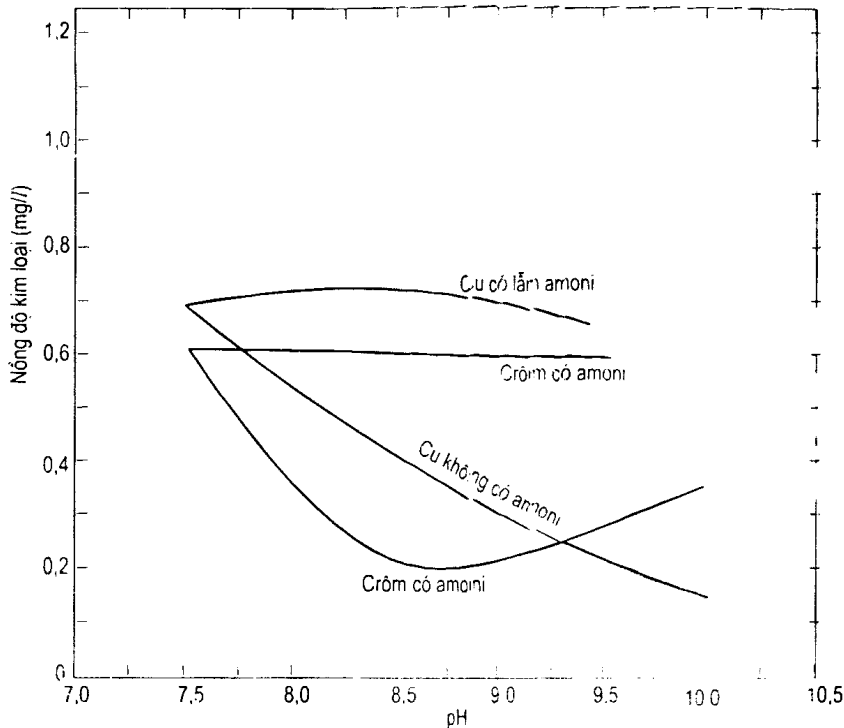


Một số kim loại nặng cũng có thể keo tụ dưới dạng cacbonat, xem hình 5-2



Hình 5-2: Nồng độ còn lại của kim loại khi keo tụ bằng  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ở các giá trị pH khác nhau.

Khi xử lý nước thải có chứa kim loại cần phải xử lý để loại bỏ trước các chất cản trở quá trình keo tụ như cyanua và amoni, các chất này tạo với các kim loại thành các hợp chất rất khó keo tụ. Hình 5-3 biểu diễn sự cản trở của amoni.



Hình 5-3: So sánh quá trình keo tụ kim loại theo pH khi có và không có amoni.

Quá trình keo tụ và lắng có thể giảm nồng độ hoà tan của kim loại trong nước thải xuống còn 1 - 2 mg/l, nếu lọc tiếp bằng lọc cát với tốc độ lọc thông thường có thể giảm xuống dưới 0,5 mg/l.

Có thể khử kim loại bằng cách lọc qua lớp lọc có tính hấp thụ như than hoạt tính, oxit nhôm hoạt hoá, silic hoạt hoá và các vật liệu tổng hợp như zeolite.

## 5.1 KHỬ ASEN (ARSENIC - As)

Asen và các hợp chất của asen có trong nước thải của các nhà máy luyện kim, sản xuất kính và đồ gốm sứ, thuộc da, sản xuất thuốc nhuộm, thuốc trừ sâu và một số nhà máy sản xuất hoá chất vô cơ và hữu cơ, nhà máy tinh luyện dầu mỏ và công nghiệp đất hiếm.

Asen được khử ra khỏi nước bằng các hoá chất làm keo tụ. Asen hoá trị 5 (arsenate  $AsO_4^{-3}$ ) dễ keo tụ hơn asen có hoá trị 3 (arsenite  $AsO_2^-$ ) vì thế khi gặp arsenit  $As^{+3}$  thường phải oxy hoá bằng clo hay permanganat kali để chuyển  $As^{+3}$  thành  $As^{+5}$ .

Khi hàm lượng asen trong nước thấp nhỏ hơn 0,5 mg/l có thể khử bằng cách lọc qua bể lọc hấp thụ bằng than hoạt tính, hàm lượng còn lại có thể đạt đến 0,06 mg/l.

Quy trình khử asen bằng các hoá chất keo tụ và điểm pH keo tụ ứng với từng loại hoá chất, hiệu quả xử lý xem bảng 5-1.

**Bảng 5-1 . Xử lý arsenite và arsenate bằng keo tụ, hấp thụ và trao đổi ion**

Hoá chất keo tụ	Dạng arsen	Giá trị pH tốt nhất	Hiệu quả khử (%)	Lượng hoá chất
Natri sulfide $Na_2SO_3$	$AsO_4^{-3}$	7	80	$\frac{S^{-2}}{As} = 0,5$
	$AsO_2^-$	không keo tụ	0	
Vôi $Ca(OH)_2$	$AsO_4^{-3}$	12	95	$\frac{Ca^{+2}}{As} = 9,8$
	$AsO_2^-$	12	95	
Xút NaOH	$AsO_4^{-3}$	10	80	$\frac{Na^{+2}}{As} = 3,8$
	$AsO_2^-$	không keo tụ	0	
Sulfat sắt $Fe(SO_4)$	$AsO_4^{-3}$	8	94	$\frac{Fe^{+2}}{As} = 1,5$
	$AsO_2^-$	không keo tụ	0	
Clorua sắt $FeCl_3$	$AsO_4^{-3}$	9	90	$\frac{Fe^{+3}}{As} = 4,0$
	$AsO_2^-$	8	95	
Phèn nhôm $Al_2(SO_4)_3$	$AsO_4^{-3}$	7 - 8	90	$\frac{Al^{-3}}{As} = 4,0$
	$AsO_2^-$	7 - 8	95	
Lọc qua than hoạt tính.	hàm lượng < 0,5 mg/l		40-80	
Trao đổi ion.	hàm lượng < 5 mg/l		75-77 %	

Quá trình đông keo tụ với hydroxit sắt diễn ra nhanh, đạt 90% keo tụ trong khoảng 10 phút và hàm lượng asen còn lại ổn định sau một giờ lắng. Đông keo tụ asen với keo sắt rất nhạy cảm với pH, keo tụ bị ngừng khi pH > 9.

## 5.2 KHỬ BARI (BARIUM - Ba)

Bari có trong nước thải công của công nghiệp sơn, nhuộm, và luyện kim và các nhà máy sản xuất kính, gốm sứ, thuốc nhuộm và quá trình lưu hoá cao su, sản xuất thuốc nổ.

Bari được khử ra khỏi nước bằng keo tụ bari sulfat, bari hydroxit và bari carbonat. Bari sulfat là chất dễ kết tủa, độ hoà tan của BaSO<sub>4</sub> ở 25°C chỉ có 1,4 mg/l. Trong dung dịch có thừa ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> lượng bari có thể giảm đến 0,03 - 0,3 mg/l.

Bari còn có thể khử ra khỏi nước bằng trao đổi ion và điện phân, các phương pháp khử Bari tóm tắt trong bảng 5-2

**Bảng 5-2. Tóm tắt các phương pháp khử Bari**

Phương pháp	pH	Nồng độ đầu vào	Nồng độ đầu ra	Hiệu quả (%)
Keo tụ Sulfat	6	5	0,27	95
	6,4	0,5	0,04	93
	10	5	0,03	99
	7-8	2100	1,78	99+
Carbonat	10,5	7-8	2,1-2,6	70
Hydroxit	11,5	5	0,94	81
Trao đổi ion	-	11,7	0,17	> 98

Để keo tụ bari sulfat thường cho vào nước phèn nhôm Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, phèn sắt Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, sulfat natri Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Khi keo tụ bari carbonat cho vào nước Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> hoặc NaHCO<sub>3</sub>, để tạo hydroxit bari cho vào nước vôi hoặc xút. Trong các phương pháp khử bari, phương pháp keo tụ là rẻ nhất nên thường được chọn ứng dụng trong thực tế.

## 5.3 KHỬ CADMI (CADMIUM - Cd)

Cadmi có trong nước thải của các nhà máy chế tạo hợp kim, gốm sứ, mạ điện, sản xuất phim ảnh, in vải, nhuộm màu và các nhà máy hoá chất. Khử cadmi bằng keo tụ hoặc trao đổi ion. Hàm lượng cadmi hoà tan trong dung dịch ở pH = 8 gần 1mg/l và 0,05 mg/l ở pH bằng 10-11. Đông keo tụ với hydroxit sắt có thể giảm hàm lượng cadmi xuống đến 0,008 mg/l. Cadmi không keo tụ được khi trong nước cùng tồn tại cyanua, vì

vậy phải khử cyanua trước khi khử cadmi. Khử cyanua trong trường hợp này nên dùng chất oxy hoá là H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (oxy già) để đồng thời oxy hoá cyanua và tạo ra oxit cadmi: Kết quả keo tụ hydroxit cadmi cho trong bảng 5-2.

**Bảng 5-2. Kết quả khử Cadmi bằng keo tụ hydroxit cadmi**

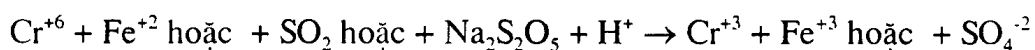
Phương pháp	pH	Đầu vào Cd (mg/l)	Đầu ra Cd (mg/l)
Keo tụ hydroxit	8	–	1,0
	9	–	0,54
	10	–	0,1
Keo tụ hydroxit + lọc	10	0,34	0,054
	10	0,35	0,033
	11	–	0,00075
	11	–	0,00070
	11,5	–	0,0014
Đồng keo tụ với Fe(OH) <sub>3</sub>	6	–	0,05
Đồng keo tụ với phèn nhôm	6,4	0,7	0,39

#### 5.4 KHỬ CRÔM (CROMIUM - Cr)

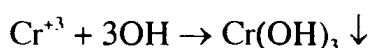
Crôm có trong nước thải thường ở dạng ion hoá trị 3 Cr<sup>+3</sup> và ion hoá trị 6 Cr<sup>+6</sup>. Crôm tồn tại đầu tiên trong nước thải ở dạng ion hoá trị 6 như là CrO<sub>4</sub><sup>-2</sup> và CrO<sub>7</sub><sup>-2</sup>, crôm thường dùng trong công nghiệp sản xuất mực, thuốc nhuộm, sơn và quá trình làm sạch kim loại, mạ điện.

Để khử crôm phải khử crôm có hoá trị 6 xuống crôm có hoá trị 3 sau đó keo tụ hydroxit crôm hoá trị 3.

Hoá chất thường dùng để khử crôm hoá trị 6 xuống hoá trị 3 là sulfat sắt FeSO<sub>4</sub>, metabisulfitenatri Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và dioxitsulfua SO<sub>2</sub>. FeSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> thường được định lượng vào nước ở dạng dung dịch hoặc dạng bột khô, còn khí SO<sub>2</sub> định lượng trực tiếp để hoà trộn vào nước từ bình đựng khí áp lực, thông qua thiết bị định lượng áp lực hoặc chân không. Vì phản ứng khử crôm xảy ra có hiệu quả ở trị số pH thấp nên khi dùng Fe SO<sub>4</sub> để khử crôm, Fe<sup>+2</sup> bị oxy hoá thành Fe<sup>+3</sup>. Còn nếu dùng Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> hoặc SO<sub>2</sub> thì ion mang điện tích âm SO<sub>3</sub><sup>-2</sup> sẽ chuyển thành SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>. Phản ứng tổng quát sẽ là:



Cr<sup>+3</sup> tạo ra sẽ kết tủa theo:



Các phản ứng khử xảy ra nhanh khi pH < 3. Để giữ pH < 3 thường phải cho thêm axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dùng FeSO<sub>4</sub> thường gặp khó khăn phải xử lý cặn Fe(OH)<sub>3</sub> tạo ra trong quá trình kiềm hoá để đưa pH của nước sau xử lý về giá trị trung hoà. Để đảm bảo phản ứng diễn ra triệt để thường phải cho liều lượng chất khử gấp 2,5 lần liều lượng tính theo lý thuyết.

Trong quá trình khử crôm hoá trị 6 xuống hoá trị 3 nếu dùng Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và SO<sub>2</sub> phản ứng khử xảy ra do phản ứng với H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> do Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và SO<sub>2</sub> tạo ra. Ở pH > 4 chỉ có 1% SO<sub>3</sub><sup>-2</sup> tồn tại dưới dạng axit H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> do vậy phản ứng diễn ra rất chậm. Trong quá trình phản ứng phải cho thêm axit vào để trung hoà NaOH được tạo ra. Phản ứng khử phụ thuộc rất mạnh vào pH và nhiệt độ. Ở pH < 2 phản ứng khử diễn ra gần như tức thời và đúng với lý thuyết. Lượng hoá chất cần thiết để khử 1 mg crôm theo lý thuyết :

2,81 mg Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (có 97,5% tinh khiết)

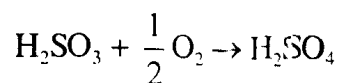
1,52 mg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

2,38 mg CaO (độ tinh khiết 90%)

1,85 mg SO<sub>2</sub>

Ở pH > 3 khi crôm sulfat được tạo ra, lượng vôi dùng để kiềm hoá giảm. Ở pH từ 8 đến 9,9 Cr(OH)<sub>3</sub> kết tủa rất nhanh. Thực tế cho thấy lượng cặn tạo ra có nồng độ từ 1-2% theo trọng lượng.

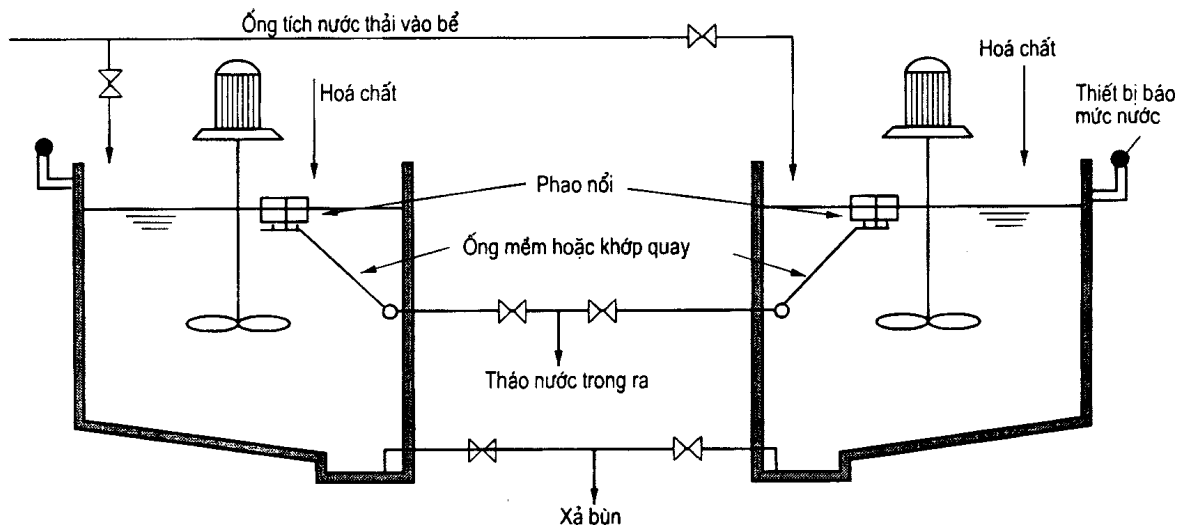
Vì oxygen luôn tồn tại trong nước thải, nên phải cho 1 lượng dư SO<sub>2</sub> thêm vào để oxygen oxy hoá SO<sub>3</sub><sup>-2</sup> thành SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>



Lượng SO<sub>2</sub> thêm vào thường khoảng 35 mg/l là phù hợp. Lượng axit thêm vào để giữ pH < 4 phụ thuộc vào tính axit của nước thải và của hoá chất dùng để khử Cr<sup>+6</sup> xuống Cr<sup>+3</sup>.

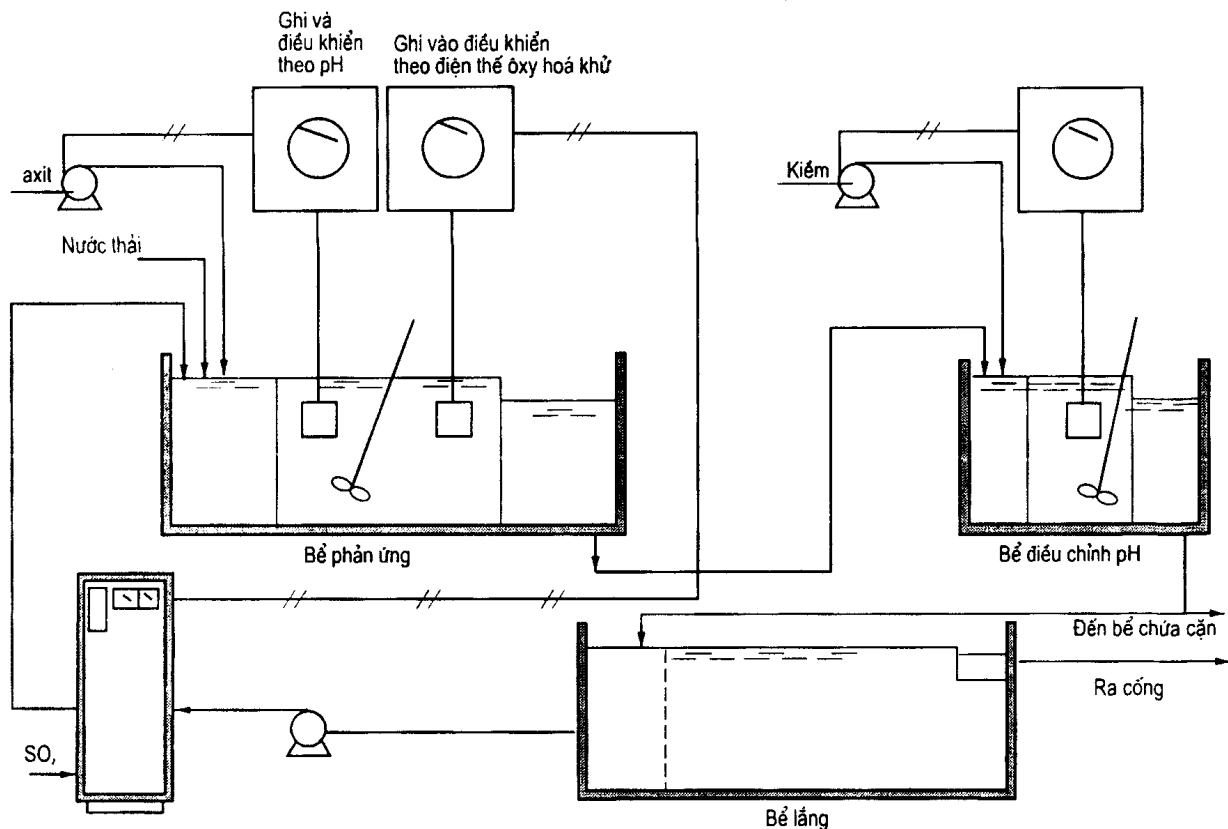
(Thí dụ: SO<sub>2</sub> tạo ra axit H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> còn Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> thì không tạo ra axit và thường phải xác định bằng thực nghiệm).

Nhiều xưởng mạ có lượng nước thải trong ngày ≤ 150m<sup>3</sup>/ngày. Quy trình khử crôm kinh tế nhất là xử lý theo mẻ. Xây dựng 2 bể, một bể xử lý còn bể kia tích nước thải của ngày sau, thể tích mỗi bể đủ chứa chứa nước thải cho một ngày. Cặn lắng xuống đáy bể được tháo ra và phơi khô ở sân phơi có đệm cát. Cặn thường được phơi khô sau 48 giờ trên sân phơi có lọc cát. Khi liều lượng nước thải lớn hơn 150 m<sup>3</sup>/ngày thì áp dụng quy trình xử lý liên tục. Quy trình xử lý theo mẻ xem hình 5-4.



**Hình 5-4: Bể xử lý crôm theo mẻ**

Quy trình xử lý liên tục gồm các bể nối tiếp: Đầu tiên là bể tạo dung dịch axit và khử crôm, pH < 4, tiếp theo là bể trung hoà khuấy trộn với vôi để đưa pH lên 8, sau đó là bể lắng.



**Hình 5-5: Khử crôm theo quy trình liên tục**

Thời gian khuấy trộn và lưu nước ở bể phản ứng khử thường đòi hỏi lớn gấp 4 lần thời gian lý thuyết (khoảng 15-30 phút) để hoàn thành phản ứng khử. Thời gian tạo bông cặn khi khuấy trộn với vôi hoặc xút để đưa pH lên sấp xỉ 8 thường lấy bằng 20 phút, bể lắng thiết kế với tải trọng bề mặt nhỏ hơn  $20 \text{ m}^3/\text{m}^2$  ngày.

Nếu lưu lượng nước thải và hàm lượng crôm trong nước thải dao động từng giờ, thì trước bể tạo dung dịch axit và khử cần có bể điều hoà. Để vận hành quá trình khử crôm tại bể khử cần đặt thiết bị đo pH để điều khiển tự động bơm định lượng axit và giữ cố định pH. Và thiết bị đo thế oxy hoá khử để điều chỉnh lượng chất khử ( $\text{SO}_2$ ) cho vào nước thải. Bể khuấy trộn vôi và xút để trung hoà và tạo cặn  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  cũng phải đặt thiết bị đo pH để điều khiển tự động bơm định lượng vôi hoặc xút để giữ pH ổn định ở trị số mong muốn.

Kết quả khử crôm bằng hoá chất xem bảng 5-4.

Kết quả khử crôm bằng lọc qua bể cationit xem bảng 5-5.

**Bảng 5-3. Thống kê kết quả khử crôm bằng hoá chất**

Phương pháp	pH keo tụ	Hàm lượng crôm đầu vào (mg/l)	Hàm lượng crôm đầu ra (mg/l)
Khử + keo tụ + lắng	7 - 8	100	1
	7,8 - 8,2	16	0,06 - 0,15
	8,5	47 - 52	0,3 - 1,5
	8,8	650	18
	8,5 - 10,5	26	0,44 - 1,8
	8,8 - 10,1	-	0,6 - 3
Khử + keo tụ + lắng + lọc cát	12,2	650	0,3
	8,5	7400	1,3 - 4,6
	8,5	7400	0,3 - 1,3
	9,8 - 10	49,4	0,17
	9,8 - 10	49,4	0,05

**Bảng 5-5. Kết quả khử crôm bằng phương pháp trao đổi ion**

Nguồn nước thải	Hàm lượng crôm đầu vào (mg/l)	Hàm lượng crôm đầu ra (mg/l)	Khả năng trao đổi toàn phần của cation
Nước xả bể làm nguội	17,9	1,8	
	10,0	1,0	
Nước rửa bể mạ	9,0	0,2	
	44,8	0,025	
Sản xuất thuốc nhuộm	41,6	0,01	
	1210	< 0,5	

### **Thí dụ 5-1:**

Lượng nước thải cần xử lý 114 m<sup>3</sup>/ngày. Nước thải có chứa 49mg/l Cr<sup>6+</sup>, 11 mg/l Cu và 12 mg/l Zn, lượng oxy hoà tan 5mg/l O<sub>2</sub>. Khử các chất nêu trên bằng SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> và vôi. Yêu cầu tính lượng SO<sub>2</sub> và vôi cần thiết và tính lượng cặn tạo ra hàng ngày.

*Giải:*

a) Lượng SO<sub>2</sub> cần thiết để khử Cr<sup>6+</sup> xuống Cr<sup>3+</sup>:

$$a = 1,85 \times 49 \times 114 = 10,3 \text{ kg/ngày.}$$

b) Lượng SO<sub>2</sub> cần để khử O<sub>2</sub>: 1 g O<sub>2</sub> cần 4 g SO<sub>2</sub>:

$$b = 4 \times 5 \times 114 = 2,3 \text{ kg/ngày.}$$

Tổng lượng SO<sub>2</sub> cần trong 1 ngày: 10,3 + 2,3 = 12,6 kg/ngày.

c) Lượng vôi cần để keo tụ crôm:

$$c = 2,38 \times 49 \times 114 = 13,3 \text{ kg/ngày.}$$

d) Lượng vôi cần để khử Cu và Zn 1g Cu cần 1,3 g vôi và 1g Zn cần 1,3 g vôi.

$$d = 1,3 \times (12+11) \times 114 = 3,4 \text{ kg/ngày.}$$

Tổng lượng vôi cần: 13,3 + 3,4 = 16,7 kg/ngày

Lượng cặn tạo ra trong ngày:

$$1,98 \times 49 \times 114 = 11 \text{ kg/ngày.}$$

$$1,53 \times (11+12) \times 114 = 4 \text{ kg/ngày.}$$

Tổng lượng cặn tạo ra trong ngày: 11 + 4 = 15 kg/ngày.

## **5.5 KHỬ ĐỒNG (Cu)**

Đồng có trong nước thải của các công nghiệp chế biến kim loại, mạ kim loại, và nhiều nhà máy sản xuất hoá chất có sử dụng muối đồng hoặc dùng đồng làm chất xúc tác.

Đồng được khử ra khỏi nước thải bằng các biện pháp:

- Keo tụ các hydroxit đồng, và đồng keo tụ với keo sắt.
- Lọc qua bể lọc trao đổi ion, lọc qua màng, qua than hoạt tính.
- Điện phân và bốc hơi.

Phương pháp khử đồng rẻ nhất là dùng hoá chất để keo tụ, cũng như đa số các kim loại nặng khác, khi tạo ra hydroxit kim loại thì rất dễ kết tủa ở quãng pH có giá trị cao. Quá trình đồng keo tụ diễn ra khi cho phèn sulfat sắt vào dung dịch cũng cho kết quả tốt, tuy nhiên phải tiến hành làm 2 bước:

*Bước 1:* Với giá trị pH thấp để phá vỡ các hợp chất của đồng với các chất hữu cơ, bước 2 nâng pH lên để keo tụ sắt và đồng.



**Bước 2:** Hydroxit đồng kết tủa khi cho vào nước thải có tính axit các chất kiềm như vôi và xút, thường dùng vôi vì rẻ hơn. Hydroxit đồng kết tủa tốt ở pH khoảng từ 9-10,3. Lượng đồng hoà tan trong dung dịch chỉ còn nhỏ hơn 0,01 mg/l .

Tuy vậy, quá trình keo tụ và lắng thử trong phòng thí nghiệm rất khó đạt trong thực tế vì trong nước thải còn có các keo hữu cơ, và các chất khác làm cho phản ứng chậm lại và sự dao động của pH làm cản trở quá trình kết tủa.

**Bảng 5-5. So sánh kết quả xử lý đồng trong nước thải bằng vôi và xút**

Thông số	Xử lý bằng vôi Ca(OH) <sub>2</sub>	Xử lý bằng xút NaOH
pH của nước thải đầu vào	3 - 3,3	3 - 3,4
pH xử lý	9,7 - 10,4	9,6 - 10,5
Hàm lượng Cu đầu vào (mg/l)	240	250
Hàm lượng Cu đầu ra sau lắng (mg/l)	1,1	1,3
Hàm lượng Cu sau lắng và lọc cát (mg/l)	0,18	0,24

**Bảng 5-6. Tổng hợp kết quả xử lý đồng bằng keo tụ theo các phương pháp khác nhau**

Nguồn nước thải và phương pháp xử lý	Nồng độ (mg/l)	
	Đầu vào	Đầu ra
Gia công kim loại (keo tụ bằng vôi)	204-385	0,5
Gia công kim loại không có sắt (dùng vôi)	- -	0,2-2,3
Gia công kim loại (lọc trước nước thải qua bể lọc cát sau đó keo tụ bằng vôi)	- -	1,4-7,8
Mạ điện (keo tụ bằng NaOH, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> và hydrazin)	6 - 15,5	0,09-0,24 (hoà tan)
Mạ động cơ (phèn + vôi)	- -	0,3-0,4 (tổng Cu)
Mạ động cơ (phèn + vôi)	- -	2,2
Đánh bóng kim loại (vôi)	10-20	0-1,2 trung bình 0,19
Cán đồng thau (vôi)	- -	1-2
Mạ kim loại (vôi)	- -	0,02-0,2
Nước thải xưởng mạ có chứa CN, crôm (oxy hoá CN, khử Cr <sup>+6</sup> , trung hoà)	11,4	2
Ngâm tấm gỗ (vôi)	0,25-1,1	0,1-0,35
Cán đồng thau (Hydrazin + xút)	75-124	0,25-0,85
Mạ bạc (oxy hoá CN, vôi, FeCl <sub>3</sub> + lọc cát)	30	0,16-0,3
Sản xuất đồng sulfát CuSO <sub>4</sub> (vôi)	443	0,14 - 1,25 trung bình 0,48

Khi trong nước thải có chứa đồng cùng với cyanua và amoni, đồng tạo thành hợp chất với CN và  $\text{NH}_4^+$  rất khó keo tụ và không thể giảm hàm lượng đồng xuống nồng độ thấp bằng phương pháp keo tụ thông thường. Trong trường hợp này phải phá vỡ các hợp chất đồng với CN và  $\text{NH}_4^+$  bằng cách khử CN,  $\text{NH}_4^+$  trước khi xử lý đồng.

Gần đây một số kết quả khử đồng bằng cách lọc nước thải có chứa đồng ở pH = 2 - 2,5 qua bể lọc có lớp lọc là sắt vụn đã đánh sạch cặn rỉ và dầu mỡ cho kết quả giảm hàm lượng đồng từ 34 - 220 mg/l xuống còn 0,2 - 0,84 mg/l.

## 5.6 KHỬ FLUOR (F)

Fluor có trong nước thải của nhà máy sản xuất kính, thép, nhôm, nhà máy sản xuất thuốc trừ sâu, nhà máy phân bón (phân lân) và một số nhà máy sản xuất hoá chất và mạ điện.

Khử fluor bằng cách keo tụ với vôi để tạo ra fluorcanxi kết tủa. Keo tụ bằng vôi ở pH = 12 thường khó lắng cặn và tạo ra xi măng hoá bề mặt bể lọc, khó rửa và tốn nước rửa. Vì thế thường áp dụng keo tụ hai đợt.

**Bảng 5-7. Kết quả khử fluor bằng keo tụ với vôi theo 2 đợt**

Thông số xử lý	Vôi + $\text{CaCO}_3$	Vôi
- pH ban đầu	1,5	2,6
• đợt lắng 1	5,5	5,6 - 6
• đợt lắng 2	9,4	9,3
- Nồng độ fluor (mg/l)		
• đầu vào	11100	1490
• đầu ra cuối đợt 2	6	9
- Lượng hoá chất		
• $\text{CaCO}_3$ g/l	10	0
• mg $\text{CaCO}_3$ /mg F	0,9	0
• CaO g/l	24	6,8
• mg CaO/mg F	2,2	4,7

Cho vào nước Mg để tạo ra  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  khi kết tủa bông keo tụ hydroxit magê hấp thụ fluor và giảm hàm lượng fluor trong nước xuống còn 1 mg/l.

- Fluor có thể khử bằng đồng keo tụ với phèn nhôm để giảm hàm lượng xuống còn 0,5-2 mg/l ở pH = 6 - 7.

- Fluor còn được khử bằng cách cho lọc nước qua bể lọc có chất hấp thụ là oxit nhôm hoạt tính ở pH = 5,0 - 5,5 và tải trọng hấp thụ đạt được 12 mgF/1gam oxit nhôm hoạt tính.

**Bảng 5-8. Tổng hợp kết quả các phương pháp khử fluor**

Hoá chất sử dụng	Nồng độ flour (mg/l)		Quy mô xử lý
	Đầu vào	Đầu ra	
Vôi	1000 - 3000	20	Công nghiệp
Vôi	500 - 1000	20 - 40	Công nghiệp
Vôi (6 giờ lắng)	200 - 700	6	Công nghiệp
Vôi	45	8	Công nghiệp
Vôi	4 - 20	5,9	Công nghiệp
Vôi	590	80	Công nghiệp
Vôi	57,8	14 - 16	Công nghiệp
Vôi (xử lý 2 bậc)	1460	9	Công nghiệp
Vôi + CaCl <sub>2</sub>	1460	12	Công nghiệp
Vôi + phèn nhôm	1460	1,5	Công nghiệp
Vôi + phèn nhôm	2020	2,4	Công nghiệp và mô hình
CaCO <sub>3</sub> + vôi xử lý 2 bậc	11.100	6	Công nghiệp

### 5.7. KHỬ SẮT (Fe)

Sắt có trong nước thải của nhiều ngành công nghiệp như: Tuyển và xử lý quặng, các nhà máy hoá chất, sản xuất thuốc nhuộm, gia công kim loại, tinh luyện dầu hoả v.v..

Trong nước thải sắt ở dạng hoá trị Fe<sup>+2</sup> hay Fe<sup>+3</sup> phụ thuộc vào pH và độ oxy hoà tan trong nước, ở môi trường trung tính và oxy hoà tan sắt Fe<sup>+2</sup> bị oxy hoá thành Fe<sup>+3</sup>, Fe<sup>+3</sup> bị thuỷ phân tạo thành Fe(OH)<sub>3</sub> kết tủa. Ở trị số pH > 8,5 Fe(OH)<sub>3</sub> có thể bị hoà tan do tạo ra Fe(OH)<sub>4</sub><sup>-</sup>. Sắt hoá trị 2 và sắt hoá trị 3 kết hợp với cyanua có trong nước tạo thành phức chất ferro hay ferric cyanua hoà tan trong nước. Quy trình khử sắt phổ biến và kinh tế nhất là oxy hoá ion sắt hoá trị 2 thành hoá trị 3 bằng oxy của không khí, phản ứng diễn ra có hiệu quả nhất ở trị số pH = 7 - 7,5. Sau đó cho lắng và lọc qua bể lọc cát. Khi trong nước có các hạt keo hữu cơ và cyanua không thể oxy hoá bằng oxy của không khí để biến hoàn toàn Fe<sup>+2</sup> thành Fe<sup>+3</sup>, trong các trường hợp này ngoài làm thoáng phải cho thêm các hoá chất như vôi để đưa pH lên 7,5 làm mất ổn định của hệ keo có tính axit hoặc oxy hoá bằng clo, hypoclorit natri, hypoclorit canxi, permanganat kali, ozon, giữ pH xấp xỉ 7 rồi lắng và lọc.

Các hợp chất sắt cũng có thể loại ra khỏi nước bằng cách đông keo tụ với phèn nhôm và phèn sắt FeCl<sub>3</sub>.

### 5.8. KHỬ MANGAN (Manganese - Mn)

Mangan dưới dạng muối hoà tan có trong nước thải của các nhà máy chế tạo hợp kim, chế tạo pin, ắc quy khô, sản xuất kính, gốm sứ, sơn, véc ni, mực và thuốc nhuộm. Các

muối mangan thường tồn tại ở dạng Mn hoá trị 2 và ion âm permanganat có độ hoà tan lớn. Ion âm permanganat là chất oxy hoá mạnh ( $MnO_4^-$ ) ở điều kiện thường dễ bị khử thành dioxit mangan  $MnO_2$  khó hoà tan, quy trình xử lý mangan là quá trình oxy hoá ion mangan hoá trị 2 thành ion  $Mn^{4+}$  để tạo thành chất kết tủa nhanh.

Ion mangan hoá trị 2 rất khó oxy hoá bằng oxy của không khí, quá trình oxy hoá không đạt kết quả khi  $pH < 9$ . Nếu trong nước có các chất hữu cơ, các keo hữu cơ bao bọc mangan nên rất khó oxy hoá mangan bằng oxy của không khí ngay cả khi có độ  $pH > 9$ .

Làm thoáng để khử mangan bằng lắng lọc thông thường yêu cầu  $pH \geq 9,4$ .

Để khử mangan trong nước thải thường dùng các hoá chất để oxy hoá các hợp chất mangan hoá trị 2 thành dioxit mangan ( $Mn^{4+}$ ) kết tủa cùng với phèn và các chất keo tụ khác rồi lắng và lọc. Khi có đồng (Cu) sẽ là chất xúc tác làm tăng quá trình oxy hoá mangan bằng oxy của không khí, chất oxy hoá thích hợp nhất đối với Mn là dioxit clo và permanganat kali. Có thể dùng ozon và vôi để khử mangan.

## 5.9. KHỬ CHÌ (Pb)

Chì có trong nước thải của nhà máy sản xuất pin, acquy, sản xuất thuốc nổ, và phim ảnh. Chì được khử ra khỏi nước thải bằng cách keo tụ carbonat chì  $PbCO_3$  và hydroxit chì  $Pb(OH)_2$  rồi lắng và lọc. Để tạo ra  $PbCO_3$  thường cho vào nước thải  $Na_2CO_3$  giữ pH ở khoảng 9 đến 9,5 rồi lắng và lọc có thể giảm hàm lượng chì trong nước xuống 0,01 đến 0,03mg/l. Để tạo ra hydroxit chì thường cho vôi vào nước và giữ pH ở khoảng 11,5 rồi lắng và lọc có thể giảm hàm lượng chì xuống 0,02 đến 0,2 mg/l. Cũng có thể khử chì bằng keo tụ  $PbSO_3$  khi cho vào nước  $Na_2SO_3$  và giữ pH ở 7,5 - 8,5 rồi lắng và lọc có thể giảm hàm lượng chì xuống 0,01 mg/l.

**Bảng 5-9. Tổng hợp các phương án khử chì trong nước thải**

Quy trình xử lý	pH xử lý	Hàm lượng chì (mg/l)		Hiệu quả xử lý (%)
		Đầu vào	Đầu ra	
Trao đổi ion	5,0 - 5,2	0,1	0,01	90
Pha vôi + lắng	8,3	11,7	0,27	97,7
	7,1	0,91	0,19	79,1
	8,2	1,2	0,15	87,5
	8,2	30	1,0	96
	-	6,5	0,1	97
Pha vôi + lắng 6 giờ	7,7	98	39	40
Pha vôi + lắng 30 giờ	6,8	-	0,48	-
Xút + lắng 24 giờ	7	-	0,04	-
Vôi + $Fe_2(SO_4)_3$ + lắng + lọc	10	5,0	0,25	95

Quy trình xử lý	pH xử lý	Hàm lượng chì (mg/l)		Hiệu quả xử lý (%)
		Đầu vào	Đầu ra	
Vôi + lắng + lọc	11,5	5,0	0,20 - 0,019	96 - 99,6
Xút + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	9 - 9,5	5	0,01 - 0,03	99
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + lọc	6,4 - 8,7	10,2 - 70	0,2 - 3,6	82 - 99
Na <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> + lọc	7,2 - 7,5	3 - 5	0,2 - 3,6	83 - 93
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + lắng + lọc	6,0	5	0,25	95
FeSO <sub>4</sub> + lắng + lọc	10,4 - 10,8	45	1,7	96,2

## 5.10. KHỬ THUYẾT NGÂN (Hg)

Thuyết ngân có trong nước thải của các nhà máy chế tạo thiết bị điện và điện tử, nhà máy sản xuất thuốc nổ, sản xuất phim ảnh, sản xuất thuốc trừ sâu và công nghiệp bảo quản, thuyết ngân còn được dùng như chất xúc tác trong các công nghiệp hoá chất và hoá dầu. Nhà máy nhiệt điện chạy bằng than đá là nguồn thải thuyết ngân ra môi trường.

Thuyết ngân có thể khử ra khỏi nước thải bằng các biện pháp :

- Keo tụ.
- Trao đổi ion .
- Hấp thụ.

Khi tiếp xúc với các kim loại có trong nước như đồng, nhôm, kẽm xảy ra đồng keo tụ và hàm lượng thuyết ngân giảm.

Khử thuyết ngân bằng phương pháp keo tụ thường dùng phèn nhôm sulfat, phèn sắt và vôi kết quả xử lý bằng keo tụ cho trong bảng 5-10.

**Bảng 5-10. Khử thuyết ngân trong nước thải bằng phương pháp keo tụ**

Quy trình xử lý	Liều lượng (mg/l)	pH xử lý	Hàm lượng thuyết ngân (µg/l)	
			Đầu vào	Đầu ra
Phèn nhôm + lọc cát	1000	3	11300	102
	100	-	90	11
	100	-	Thuyết ngân hữu cơ 90	10
	21 - 41	6,7 - 7,2	5,9 - 8	5,3 - 7,4
	220	6,4	60	3,6
Phèn sắt + lọc cát	34 - 72	6,9 - 7,4	4,0 - 5,0	2,5
	40	6,2	50	1
Vôi + lọc cát	450	11,5	500	150

**Bảng 5-11. Tổng hợp kết quả các phương pháp xử lý thủy ngân**

Quy trình xử lý	Hàm lượng thủy ngân đầu ra (µg/l)
Keo tụ bằng sulfite	10 - 12
Trao đổi ion	1 - 5
Keo tụ bằng phèn nhôm	1 - 10
Keo tụ bằng phèn sắt	0,5 - 5
Hấp thụ bằng than hoạt tính	
Hàm lượng Hg đầu vào cao	20
Hàm lượng Hg đầu vào trung bình	2
Hàm lượng Hg đầu vào thấp	0,25

### 5.11 KHỬ NICKEL (Ni)

Nickel có trong nước thải của các nhà máy chế biến kim loại, luyện thép, công nghiệp sản xuất ô tô, xe máy, máy bay, và nhiều nhà máy hoá chất. Nếu trong nước thải có chứa cyanua, nickel sẽ tồn tại ở dạng phức chất hoà tan. Tồn tại phức chất nickel cyanua ngăn cản việc xử lý cả cyanua và nickel. Nickel được xử lý bằng keo tụ hydroxit nickel ở pH từ 10 - 11. Hàm lượng sau lọc giảm xuống 0,12mg/l. Hydroxit nickel rất khó lắng nên quy trình xử lý luôn đòi hỏi phải có bể lọc. Nickel cũng được keo tụ bằng cacbonat và sulfat ở khoảng pH cao hàm lượng sau lọc đạt < 0,05 mg/l

**Bảng 5-12. Ghi kết quả khử nickel và đồng bằng vôi và xút ở nhà máy sản xuất nickel sulfat**

Thông số xử lý	Sulfat đồng		Nickel sulfat		Nickel sulfat	
	Vôi	Xút	Vôi	Xút	Vôi	Xút
pH xử lý	9,7-10,4	9,6-10,5	10	10	10-10,5	10,5-10,7
Đầu vào hàm lượng nickel mg/l	34,5	35,3	1676	1860	15,0	14
Kết quả sau lắng mg/l	0,17	0,25	2,11	2,92	1,6	2,27
Kết quả sau lọc mg/l	< 0,11	< 0,14	1,84	2,79	< 0,05	0,13

**Bảng 5-13. So sánh kết quả xử lý nước thải bằng vôi và vôi + sulfite sau lắng và lọc ở ba nhà máy mạ điện**

Thông số xử lý	Nước thải		
	Nhà máy A	Nhà máy B	Nhà máy C
pH xử lý	8,5	8,75	9
Hàm lượng ban đầu của nickel (mg/l)	119,0	99,0	3,2
Xử lý bằng vôi			

**Bảng 5.13 (tiếp theo)**

Thông số xử lý	Nước thải		
	Nhà máy A	Nhà máy B	Nhà máy C
Hàm lượng nickel sau lắng (mg/l)	12,0	16,0	0,47
Nickel sau lọc (mg/l)	9,4	12,0	0,07
Xử lý bằng vôi + sulfít			
Kết quả sau lắng (mg/l)	11,0	7,0	0,35
Sau lọc (mg/l)	3,5	4,2	0,20

Nickel cũng được khử ra khỏi nước nước thải bằng (lọc qua bể cationit) phương pháp trao đổi ion và bốc hơi để thu hồi sản phẩm.

## 5.12. KHỬ SELENI (Se)

Các công nghiệp có sử dụng seleni là điện tử, kính, thuốc trừ sâu v.v.. Hiệu quả xử lý seleni của nhiều quy trình công nghệ phụ thuộc vào tình trạng lý học của seleni trong nước thải, seleni có ở dạng hạt lơ lửng hay seleni hoà tan và tình trạng oxy hoá của chúng (hoá trị của seleni trong nước thải).

Seleni ở dạng lơ lửng được xử lý hiệu quả bằng lắng và lọc, còn seleni hoà tan phải xử lý bằng phương pháp lý hoá như, keo tụ, đông keo tụ, lọc qua than hoạt tính, trao đổi ion và lọc qua màng thẩm thấu ngược.

Keo tụ bằng sulfít ở pH = 6,6 hàm lượng sau lọc có thể có thể giảm xuống 0,05mg/l.

Đông keo tụ bằng phèn nhôm, có thể đạt 0,005 - 0,02 mg/l

**Bảng 5-14. Giới thiệu kết quả xử lý seleni bằng các công trình nối tiếp**

Quy trình xử lý	Hàm lượng Se ban đầu (µg/l)	Hiệu quả xử lý theo từng bậc nối tiếp tính theo (%)		
		Lắng	Lọc	Lọc qua than hoạt tính
Liều lượng nổi 415 mg/l pH = 11,5	500	36	35	96
Liều lượng FeCO <sub>3</sub> tính theo Fe = 40 mg/l pH = 6,2	50	68	80	77
Phèn nhôm 220 mg/l pH = 6,4	500	53	48	82

**Bảng 5-15. Ghi kết quả xử lý seleni trong nước thải theo %  
của các quy trình công nghệ xử lý hoá - lý.**

Quy trình xử lý	Hiệu quả giảm hàm lượng Se (%)
Pha vôi, keo tụ và lắng pH = 7,6	16,2
Bể lọc, cationit hạt trao đổi là cation một bậc	0,9
- Lọc qua bể cát	9,5
- Lọc tiếp qua bể lọc than hoạt tính	43,2
- Lọc tiếp qua bể cationit hạt cation	44,7
- Lọc tiếp qua bể anionit hạt anion	99,9

### 5.13. KHỬ BẠC (Ag)

Bạc hoà tan thường ở dạng nitrat bạc có trong nước thải của các nhà máy sản xuất và tráng phim ảnh, mạ điện, sản xuất mực in, xử lý bạc thường phải chú ý đến việc thu hồi lại bạc vì bạc là kim loại quý. Khử bạc ra khỏi nước thải bằng các phương pháp :

- Kết tủa (keo tụ).
- Trao đổi ion điện phân.

Bạc được khử ra khỏi nước thải bằng cách keo tụ clorua bạc.

Clorua bạc là chất có độ hoà tan thấp, dễ kết tủa, ở 25°C hàm lượng bạc clorua hoà tan là 1,4 mg/l nếu cho dư lượng clo, thì hàm lượng bạc sẽ giảm xuống thấp hơn nhiều, nhưng nếu cho quá nhiều clo sẽ tạo ra phức chất clorua bạc hoà tan, kết quả sẽ ngược lại.

Clorua bạc có thể được khử đồng thời với các kim loại khác bằng quá trình đồng keo tụ với các hydroxit kim loại. Cặn lắng xuống gồm các hydroxit kim loại khác và clorua bạc. Dem rửa cặn bằng dung dịch axit, các hydroxit kim loại hoà tan, chỉ còn lại clorua bạc kết tủa, ta thu hồi lại bạc đã kết tủa.

Nước thải của nhà máy mạ điện có chứa bạc dưới dạng bạc cyanua, hợp chất này ngăn cản quá trình keo tụ của clorua bạc. Dùng clo để oxy hoá cyanua trước, trong dung dịch sẽ có ion  $Cl^-$  sẽ kết hợp với bạc thành clorua bạc kết tủa. Quy trình công nghệ có thể tóm tắt như sau :

- 1- Clo hoá trước, liên tục trong 10 phút để oxy hoá cyanua.
- 2- Điều chỉnh pH = 6,5 để hoàn chỉnh quá trình oxy hoá cyanua.
- 3- Cho phèn  $FeCl_3$  vào nước và khuấy trộn đều.
- 4- Lắng và gạt bọt.
- 5- Cho vôi để đưa pH lên 8.
- 6- Lắng các bông cặn, có thể lọc tiếp qua bể lọc cát.



**Bảng 5-16. Kết quả xử lý cyanua và bạc trong nước thải nhà máy mạ kim loại**

Hàm lượng cyanua (mg/l)		Hàm lượng bạc (mg/l)	
Ban đầu	Sau lắng	Ban đầu	Sau lắng
642	70	564	8,2
829	86	585	4,4
509	35	401	2,7
348	30	331	6,5
389	54	364	2,7
672	56	533	5,1
431	40	440	0,7
159	15	130	0,0

Sulfit dùng để khử bạc trong nước thải của nhà máy phim ảnh bằng cách keo tụ sulfit bạc. Than hoạt tính có hiệu quả hấp thu bạc kém chỉ được 9% ở pH = 2,1 và 12% ở pH = 5,4 với dung dịch có nồng độ bạc thấp.

- Phèn sắt và phèn nhôm có tác dụng đông keo tụ với bạc và có thể giảm hàm lượng bạc xuống 0,025 mg/l.

- Hydroxit bạc kết tủa tốt ở pH = 11. Hàm lượng bạc sau lọc đạt đến 0,02 mg/l.

#### 5.14. KHỬ KẼM (Zn)

Kẽm có trong nước thải của các nhà máy chế tạo thép, sản xuất tơ nhân tạo, sợi hoá học, các xưởng mạ và gia công kim loại.

Kẽm được khử ra khỏi nước thải bằng keo tụ hydroxit kẽm khi cho vào dung dịch với sút. Khi xử lý bằng vôi, gặp khó khăn là cùng với kẽm hydroxit lắng đọng cả CaSO<sub>4</sub>, nếu trong nước thải có SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Vì CaSO<sub>4</sub> có khả năng xi măng hoá làm tắc, trít màng lọc và khó xả cặn. Ở trị số pH ≥ 11 hàm lượng kẽm sau lọc đạt 0,1 mg/l.

**Bảng 5-17. Thống kê kết quả xử lý kẽm bằng keo tụ Zn(OH)<sub>2</sub> dùng vôi và xút**

Nước thải của công nghiệp	pH xử lý	Nồng độ kẽm (mg/l)	
		Đầu vào	Đầu ra
1	2	3	4
Mạ kẽm	8,7 - 9,3	-	0,2 - 0,5
Mạ kim loại	9	18,4	2,0
	qua lọc cát		0,6
Sản xuất sợi lưu hoá	8,5 - 9,5	100 - 300	1,0

1	2	3	4
Sản xuất thìa , đĩa	8,5 - 9,5 qua lọc cát	16,1	0,02 - 0,23
Tơ nhân tạo	5 + lọc cát	26 - 120	0,86 - 1,5
Gia công kim loại	lắng	-	0,5 - 1,2
Sản xuất lò sưởi	lắng	-	0,33 - 2,37
	lắng + lọc cát	-	0,03 - 0,38
Nấu kẽm	8,8 + lắng	744	50
		1500	2,6

**Bảng 5-18. Thống kê kết quả xử lý bằng keo tụ đồng thời các kim loại crôm, nickel và kẽm của nước thải xưởng mạ**

Chỉ tiêu đầu vào của nước	Nồng độ kim loại còn lại sau bể lọc(mg/l)			
	Crôm 1050, pH = 2	Crôm 245, pH = 2,5	Nickel 30, pH = 7,4	Kẽm 480, pH = 9,4
pH của nước hỗn hợp khi xử lý				
7,5	0,03	0,08	0,24	19
8,0	0,09	< 0,02	< 0,02	23
8,5	0,04	< 0,02	< 0,02	32
9,0	< 0,02	0,08	< 0,02	32
9,5	< 0,02	0,04	< 0,02	12
10	< 0,02	< 0,02	< 0,02	23
10,5	< 0,02	< 0,02	< 0,02	16
11,0	< 0,02	< 0,02	< 0,02	14
11,5	< 0,02	< 0,02	< 0,02	4
12,0	< 0,02	< 0,02	0,04	8

Khử kẽm còn được thực hiện bằng quy trình lọc qua bể cationit và lọc qua màng thấm thấu ngược.

## Chương 6 LẮNG VÀ TUYỂN NỔI

### 6.1. LẮNG

Lý thuyết tính toán và thiết kế cấu tạo các loại bể lắng để lắng các loại cặn có tính chất và nồng độ khác nhau có trong nước thiên nhiên và trong nước thải đã được mô tả kỹ trong các tài liệu đã xuất bản, trong tài liệu này sẽ không đề cập đến.

### 6.2. TUYỂN NỔI

Thiết bị tuyển nổi dùng để khử chất lơ lửng, dầu, mỡ có trong nước thải; để tách và cô đặc bùn. Một phần của dòng nước thải hay nước đã được lắng trong, trộn đều với không khí và được nén dưới áp lực từ 3,4 đến 4,8 atm để không khí hoà tan bão hoà vào nước. Khi hỗn hợp nước bão hoà không khí được đưa vào buồng giảm áp lực đến áp lực khí quyển, khí hoà tan trong nước sẽ tách ra dưới dạng các bọt nhỏ li ti, cặn lơ lửng, các giọt dầu dính vào bề mặt các bọt khí và nổi lên mặt nước cùng với các bọt khí rồi được gạt ra ngoài, cặn nặng lắng xuống, còn nước trong được thu ở phần dưới của thiết bị tuyển nổi. Một phần của nước trong được bơm vòng lại vào thùng áp lực, hoà trộn với không khí để bão hoà khí.

Khi áp dụng tuyển nổi để làm trong nước đã keo tụ, thì việc tuần hoàn lại nước trong để hoà tan bão hoà khí là cần thiết vì nếu bão hoà khí bằng nước có bông cặn keo tụ, các bông cặn sẽ bị vỡ và hoà tan do quá trình khuấy trộn với khí trong bình áp lực.

Lượng không khí hoà tan bão hoà và giải phóng vào nước ở buồng tuyển nổi tỷ lệ thuận với áp lực nén và tỷ lệ nghịch với nhiệt độ và phụ thuộc vào thành phần của các tạp chất hoà tan trong nước thải.

**Bảng 6-1: Cho các trị số hoà tan của không khí vào nước ở áp lực khí quyển**

Nhiệt độ °C	Thể tích hoà tan (ml/l)	Trọng lượng hoà tan (mg/l)	Tỷ trọng (g/l)
1	2	3	4
0	28,8	37,2	1,293
10	23,5	29,3	1,249
20	20,1	24,3	1,206
30	17,9	20,9	1,166
40	16,4	18,5	1,130
50	15,6	17,0	1,093
60	15,0	15,9	1,061

1	2	3	4
70	14,9	15,3	1,030
80	15,0	15,0	1,00
90	15,3	14,9	0,974
100	15,9	15,0	0,949

Lượng không khí S giải phóng ra trong buồng giảm áp lực đến 1 atm ở thiết bị tuyển nổi, theo lý thuyết được tính theo công thức:

$$S = S_a \frac{P}{P_a} - S_a \quad (6-1)$$

Trong đó :

S: Lượng không khí giải phóng ra khỏi nước dưới dạng bọt nhỏ li ti khi áp lực giảm xuống bằng áp lực khí quyển tính bằng ml/l ( $\text{cm}^3/\text{l}$ );

$S_a$ : Lượng không khí hoà tan bão hoà trong nước ở áp lực khí quyển tính bằng  $\text{cm}^3/\text{l}$ ;

P : Áp lực nén tuyệt đối (atm);

$P_a$ : Áp lực khí quyển (atm).

Lượng không khí thực tế giải phóng ra phụ thuộc vào điều kiện khuấy trộn tại điểm giảm áp lực. Bởi vì độ bão hoà của không khí trong nước thải nhỏ hơn trong nước sạch, do đó phải đưa thêm vào công thức (6-1) hệ số hiệu chỉnh f:

$$S = S_a \left( \frac{fP}{P_a} - 1 \right) \quad (6-2)$$

Trong đó f: Hệ số điều chỉnh lượng không khí bão hoà thường lấy từ 0,6 - 0,85.

Hiệu quả làm việc của thiết bị tuyển nổi phụ thuộc vào lượng bọt khí giải phóng ra có đủ để dính kết các hạt cặn lơ lửng hay không. Nếu không đủ thì hiệu quả làm sạch chỉ đạt một phần, còn nếu thừa lượng thì bọt khí cũng không làm tốt hơn hiệu quả làm trong nước.

Hiệu quả làm trong nước phụ thuộc vào tỷ số khối lượng không khí giải phóng ra tại buồng giảm áp lực và khối lượng cặn lơ lửng cần khử A/G.

$$\frac{A}{G} = \frac{1,2S_a R}{C_o Q} \left( \frac{fP}{P_a} - 1 \right) \quad (6-3)$$

Trong đó : Q : Lưu lượng nước thải (lít);

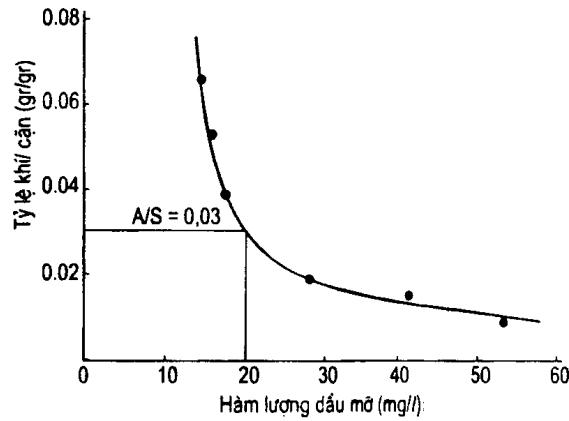
$S_a$ : Lượng khí bão hoà ở áp lực khí quyển  $\text{cm}^3/\text{l}$ ;

R : Lưu lượng nước được bão hoà khí (lít);

$C_o$ : Nồng độ cặn lơ lửng cần khử  $\text{mg/l}$ .

$1,2S_a$ : Là trọng lượng không khí hoà tan bão hoà trong nước  $\text{mg/l}$  thường tra theo bảng.

Tương quan giữa tỉ số khối lượng và khối lượng cặn có trong nước thay đổi theo tính chất và nồng độ của cặn. Đối với đầu, mỡ có thể tra theo biểu đồ hình (6-1).



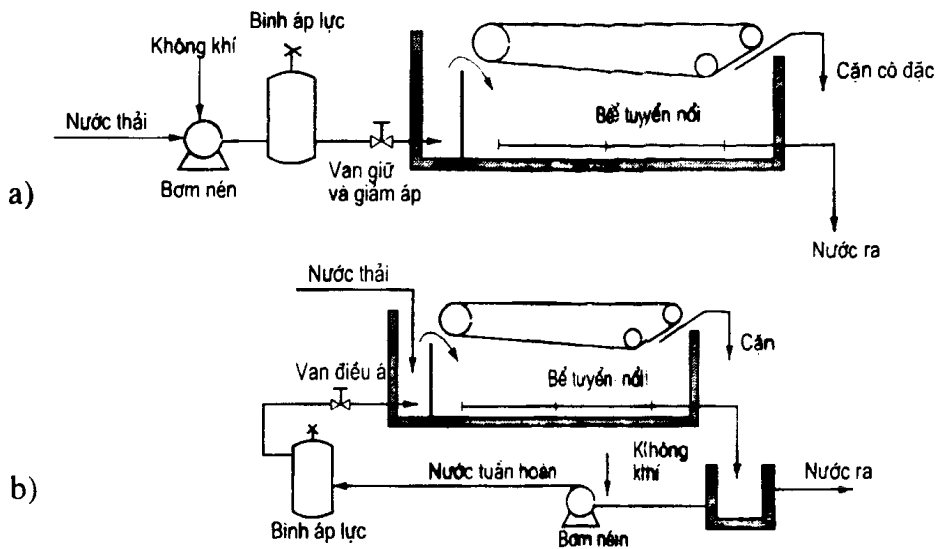
**Hình 6.1:** Biểu đồ quan hệ giữa hàm lượng dầu, mỡ và tỷ số A/G.

Các thông số cần thiết để thiết kế thiết bị tuyển nổi là:

- Áp lực nén để bão hoà khí hoà tan trong nước  $P$ , tỷ lệ nước tuần hoàn lại  $R$  để hoà tan khí, nồng độ cặn lơ lửng cần khử  $C_0$ , thời gian lưu nước trong thiết bị  $T$ , tăng thời gian lưu nước  $T$ , giảm được nồng độ cặn trong nước ở đầu ra và tăng nồng độ cặn ở lớp nổi trên mặt.

- Trong thực tế thường chọn thời gian lưu nước  $T = 20$  đến  $30$  phút. Tải trọng bề mặt của buồng tuyển nổi thường chọn từ  $0,061$  đến  $0,163 \text{ m}^3/\text{m}^2$  phút. Khi dùng thiết bị tuyển nổi để tách và cô đặc cặn, cần lấy thời gian lưu nước  $T$  lớn hơn để cho lớp cặn tạo ra có nồng độ đặc hơn.

Các thiết bị trong bộ tuyển nổi gồm: Bơm tạo áp lực nén, thiết bị cấp khí, thùng trộn khí nước và chịu áp lực nén, thiết bị giảm áp và trộn nước đã bão hoà hoặc khí với nước thô (thường là ejector) và buồng tuyển nổi, xem hình (6-2).



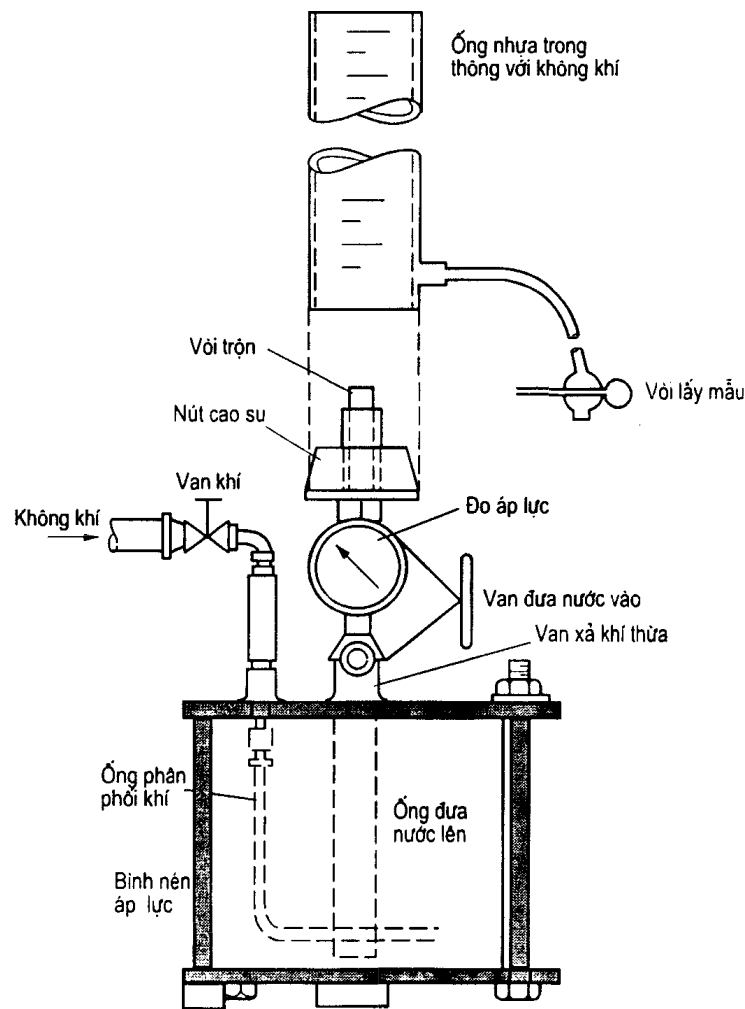
**Hình 6-2:** Sơ đồ hệ thống tuyển nổi

a) Hệ thống tuyển nổi không tuần hoàn nước; b) Hệ thống tuyển nổi dùng nước tuần hoàn.

Bơm áp lực tạo ra áp lực cần thiết để nén hỗn hợp khí nước trong bình hoà tan khí vào nước để tăng lượng khí hoà tan bão hoà. Không khí thường được cho vào nước bằng bơm khí nén ngay vào bình hoặc bằng thiết bị hút khí vào đầu hút của bơm áp lực để trộn đều với nước.

Nước và không khí được trộn đều và được nén trong bình áp lực từ 1 đến 3 phút. Van điều chỉnh áp lực, van giảm áp hay ejector có nhiệm vụ giữ ổn định áp lực trong bình áp lực phía trước nó và trộn đều với nước thô có đánh phèn hoặc không ở trước buồng tuyển nổi có áp lực bằng áp lực khí trời, buồng tuyển nổi có thể là bể hình tròn hoặc hình chữ nhật, có thiết bị gạt cặn trên mặt và ống rút nước trong từ phần dưới của buồng ra.

Để xác định các thông số thiết kế và vận hành thiết bị tuyển nổi như: Áp lực nén, tỷ số khí, nước A/G thường tiến hành thí nghiệm để lập biểu đồ, xem hình (6-3) mô tả thiết bị thí nghiệm tuyển nổi.



**Hình 6-3:** Thiết bị thí nghiệm tuyển nổi

Quy trình thí nghiệm như sau :

1- Đổ nước trong vào bình nén áp lực đặt ở phía dưới, đổ hỗn hợp nước thải đã đánh phèn hoặc không đánh phèn vào buồng tuyển nổi là hình trụ thuỷ tinh đặt phía trên.

2- Bơm khí nén vào bình áp lực trộn đều với nước sạch, giữ áp lực của khí nén và nước ở trong bình ổn định ở trị số áp lực mong muốn trong khoảng thời gian 3 phút để đảm bảo cho khí hoà tan bão hoà vào nước.

3- Đưa nước đã được hoà tan bão hoà không khí từ bình áp lực vào buồng tuyển nổi qua thiết bị điều chỉnh áp lực và khuấy trộn với nước thải trong buồng tuyển nổi, lưu lượng nước đi từ áp lực vào buồng tuyển nổi điều chỉnh để có được giá trị đúng bằng giá trị dòng tuần hoàn R mong muốn. Tốc độ nước đi qua thiết bị giảm áp và trộn chọn sao cho không phá vỡ các bông cặn đã được keo tụ trong buồng tuyển nổi nhưng phải có khả năng trộn đều hai loại nước.

4- Đo tốc độ dâng của lớp cặn theo thời gian và điều chỉnh chiều cao dâng cặn thích hợp để thu được hiệu quả cao nhất, từ đó quyết định chiều cao tuyển nổi và độ sâu của buồng tuyển nổi.

5- Sau thời gian lưu nước 20-30 phút gạt cặn ở trên mặt và tháo nước trong ở đáy hình trụ ra. Tính toán tổng lượng cặn đã được tuyển nổi G .

6- Tính lượng khí bão hoà đã được giải phóng ra, và tính tỷ số khí nước theo công thức (6-2) và (6-3). Lập lại thí nghiệm với các công thức khác nhau và lập biểu đồ hình (6-1) làm tài liệu để thiết kế.

**Thí dụ:**

Nước thải có lưu lượng  $0,57 \text{ m}^3/\text{phút}$ , hàm lượng dầu hoà tan  $120 \text{ mg/l}$  đòi hỏi tuyển nổi để giảm hàm lượng dầu xuống  $20 \text{ mg/l}$  với các điều kiện:

- Pha phèn với liều lượng  $50 \text{ mg/l}$ , nước ở nhiệt độ  $39,4^\circ\text{C}$ .
- Áp lực nén  $515 \text{ kPa}$  áp lực tuyệt đối hay  $4,1 \text{ atm}$  áp lực dư.
- Cặn tạo ra  $0,64 \text{ mg/l}$  phèn cho vào.
- Cặn có nồng độ  $3\%$  theo trọng lượng.

Xác định: 1- Tỷ lệ nước tuần hoàn R.

2- Diện tích bề mặt buồng tuyển nổi.

3- Lượng cặn tạo ra.

4- Khối lượng không khí cần thiết.

**Giải:**

- Tỷ số khí/nước đối với dầu có hàm lượng  $20 \text{ mg/l}$  tra biểu đồ hình (6-1) ta có  $A/G = 0,03$

- Ở nhiệt độ nước  $39,4^\circ\text{C}$  tra bảng (6-1) tìm được trọng lượng không khí hoà tan bão hoà vào nước là  $18,6 \text{ mg/l} = 1,135 S_a$ . Hệ số điều chỉnh f chọn bằng  $0,85$ .

$$1 - \text{Tỷ lệ nước tuần hoàn } R = \frac{\left(\frac{A}{G}\right) \times QC_o}{1,135S_a \left(\frac{fP}{P_a} - 1\right)}$$

$$R = \frac{0,03 \times 5,70 \times 120}{18,6 \left(\frac{5,1}{1} \times 0,85 - 1\right)} = 33,1 \text{ lít/phút}$$

2 - Tải trọng thủy lực trên bề mặt buồng tuyển nổi chọn  $a = 0,11 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{phút}$

Diện tích bề mặt buồng tuyển nổi

$$A = \frac{Q + R}{a} = \frac{0,570 + 0,033 \times 1}{0,11} = 5,7 \text{ m}^2$$

3 - Lượng cặn tạo ra :

$$\text{Cặn dầu } G_1 = (120 - 20) \times 0,57 \times 1440 = 82 \text{ kg/ngày}$$

$$\text{Cặn do phèn } G_2 = (0,64 \times 50) \times 0,57 \times 1440 = 26 \text{ kg/ngày}$$

$$\text{Tổng lượng cặn } G = 82 + 26 = 108 \text{ kg/ngày}$$

$$\text{Thể tích cặn } V = 108 / (0,03 \times 1440) = 2,5 \text{ lít/phút}$$

4 - Lượng không khí cần  $\frac{A}{G} = 0,03 \Rightarrow A = 0,03G$

$$A = 0,03 \times 108 = 3,24 \text{ kg/ngày}$$

$$\text{Thể tích không khí } V_k = \frac{3,24}{1,135} = 2,86 \text{ m}^3$$

$$\text{Lượng khí đưa vào bình } V_k = 1,5 \times 2,86 = 4,29 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

$$\text{Chọn máy nén có lưu lượng } Q = \frac{V}{1440} = \frac{4290}{1440} \approx 3 \text{ lít/phút}$$

$$P = 4,2 \text{ atm}$$



## Chương 7

# TRAO ĐỔI ION

Bể lọc trao đổi ion (ionit) được áp dụng để khử các cation và anion ra khỏi nước thải, cation trao đổi với ion hydro  $H^+$  hoặc natri  $Na^+$  còn anion trao đổi với hydroxit  $OH^-$ . Lý thuyết tính toán, thiết kế cấu tạo và trình tự vận hành bể lọc ionit đã được đề cập trong nhiều tài liệu, có thể xem tài liệu "*Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp*" Nhà xuất bản Xây dựng 2004. Trong tài liệu này chỉ đề cập đến những điểm riêng biệt của quá trình trao đổi ion để khử các kim loại nặng có trong nước thải.

Vật liệu của bể lọc ionit là các hạt nhựa tổng hợp có khả năng trao đổi ion gồm các loại sau:

1- Hạt nhựa cationit axit mạnh: về mặt hoá học hạt nhựa có tác dụng như một axit mạnh hạt có tính oxy hoá cao ở dạng axit ( $R-SO_3H$ ) và ở dạng muối ( $R-SO_3Na$ ) trong khoảng pH bất kỳ.

2- Hạt nhựa cationit axit yếu: ở hạt ion axit yếu, nhóm có khả năng trao đổi ion là carboxin axit ( $-COOH$ ) ngược với nhóm sulfonic axit ( $SO_3H^-$ ) ở hạt cation axit mạnh, về hoá tính hạt này giống như axit hữu cơ yếu, và có khả năng ion hoá yếu.

3- Hạt anionit kiềm mạnh: có tính ion hoá cao như chất kiềm mạnh ở khoảng pH bất kỳ và ion trao đổi là ion  $OH^-$ .

4- Hạt anionit kiềm yếu: khả năng ion hoá yếu và phụ thuộc mạnh vào pH.

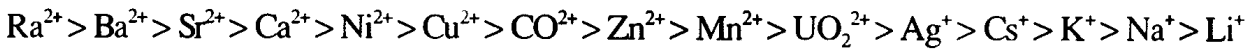
5- Hạt ionit dùng để trao đổi với kim loại nặng "chelating resins". Hạt chelating resins giống như cationit axit yếu nhưng có độ chọn lọc cao đối với cation kim loại nặng. Hạt chelating resins có khuynh hướng tạo ra phức chất bền vững với kim loại nặng. Trong thực tế nhóm trao đổi của hạt này là hợp chất EDTA.

Hạt ionit có cấu trúc ở dạng muối Na là  $R-EDTA-Na$ .

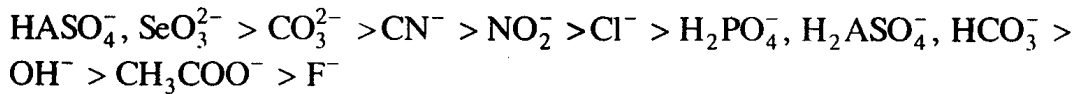
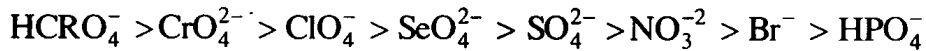
Mức độ trao đổi ion của các hạt ionit phụ thuộc vào:

- Tính chất và kích thước của hạt.
- Nhiệt độ nước.
- Kích thước và điện tích của ion trao đổi có trong nước thải.
- Nồng độ của ion trong nước thải.
- Tính chất lý hoá của ion trao đổi.

Thứ tự các cation có khả năng trao đổi xếp theo chiều yếu dần như sau:



Thứ tự các anion có khả năng trao đổi theo chiều yếu dần :



Hiệu quả trao đổi và mức độ kinh tế khi áp dụng bể lọc trao đổi ion phụ thuộc vào khả năng trao đổi của hạt ion biểu thị bằng gam đương lượng trên một đơn vị thể tích hạt vật liệu và phụ thuộc vào số lượng hoá chất yêu cầu để hoàn nguyên và hiệu quả của quá trình hoàn nguyên (xem tài liệu đã nêu).

Để đảm bảo tiếp xúc tốt giữa nước và bề mặt hạt ion và giảm thiểu ion lọt ra nước đã lọc, thì chiều dày tối thiểu của lớp hạt ion khi xử lý nước thải phải là 75 cm, và tốc độ lọc trong khoảng 0,27 - 0,67 m<sup>3</sup> nước/1 m<sup>3</sup> vật liệu lọc trong một phút .

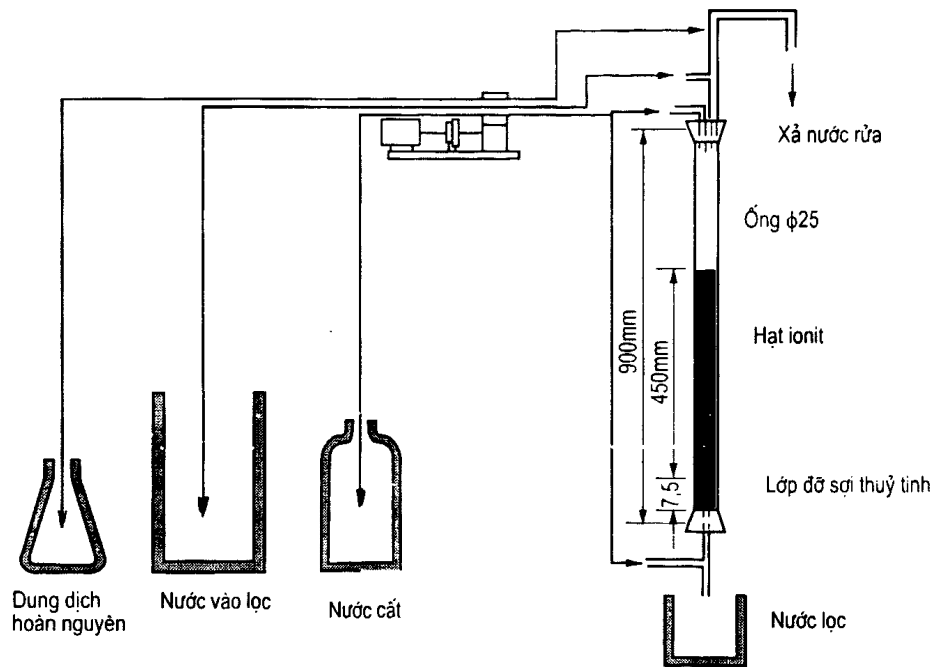
Cường độ dòng dung dịch hoàn nguyên thường lấy 0,13-0,27 m<sup>3</sup>/phút cho 1 m<sup>3</sup> vật liệu lọc. Lượng nước rửa trước và sau hoàn nguyên lấy từ 4 đến 13,4 m<sup>3</sup> cho 1 m<sup>3</sup> vật liệu, cường độ rửa từ 0,13 - 0,2 m<sup>3</sup>/ phút cho 1 m<sup>3</sup> vật liệu.

Vì nước thải có chứa đồng thời nhiều ion kim loại, nên phải làm thí nghiệm lọc thử trên mô hình để tìm ra thông số thiết kế và quản lý vận hành trạm trao đổi ion quy mô công nghiệp. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm xem hình (7-1). Quy trình thí nghiệm trên mô hình đề xuất như sau:

- 1- Rửa vật liệu lọc trong ống bằng nước cất với cường độ 50 ml/ phút.
- 2- Điều chỉnh lưu lượng nước thải đi vào cột lọc với cường độ 50 ml/phút.
- 3- Đo dung tích ban đầu của nước đưa vào xử lý.
- 4- Tiếp tục lọc cho đến khi nồng độ ion kim loại có trong nước lọc đạt đến mức cho phép, vẽ đường biểu diễn độ tăng nồng độ ion theo thời gian.
- 5- Rửa lớp vật liệu lọc bằng nước cất trong 5-10 phút với cường độ nước rửa đủ lớn để sỏi lớp lọc đến độ nở 25%.
- 6- Hoàn nguyên lớp lọc với cường độ 64 ml/phút lấy nồng độ và thể tích dung dịch hoàn nguyên theo chỉ dẫn của nhà sản xuất. Thu hồi dung dịch hoàn nguyên và đo lượng ion có trong dung dịch.
- 7- Rửa lớp vật liệu lọc bằng nước cất.

Sau một số chu kỳ chạy thí nghiệm có thể thu thập đủ thông số về khả năng của vật liệu lọc, hiệu quả hoàn nguyên, chu kỳ lọc làm cơ sở cho thiết kế và quản lý trạm ở quy mô công nghiệp.

Trong thực tế thường áp dụng bể lọc trao đổi ion để làm sạch nước thải xường mạ, thu hồi crôm và tuần hoàn lại nước để sử dụng.



**Hình 7-1:** Sơ đồ thiết bị thí nghiệm lọc trao đổi ion

Để thu hồi crôm trong nước thải mạ, đầu tiên cho nước thải chứa crôm axit lọc qua bể lọc cationit để khử các ion kim loại như (Fe, Al, Cu, Cr<sup>+3</sup> v.v..) sau đó cho lọc qua bể anionit để khử CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Nước rửa đầu tiên đi qua bể cationit để rửa ion kim loại sau đó cho đi qua bể anionit để rửa crôm. Hoàn nguyên bể anionit bằng xút NaOH, trong nước hoàn nguyên có chứa Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> và NaOH. Đưa hỗn hợp này vào bể cationit để thu hồi H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Crôm axit được thu hồi từ dung dịch hoàn nguyên với nồng độ khoảng 4 - 6%. Hoàn nguyên bể cationit dùng axit sulfuric, nước xả của dung dịch hoàn nguyên thường phải trung hoà trước khi xả ra cống chung.

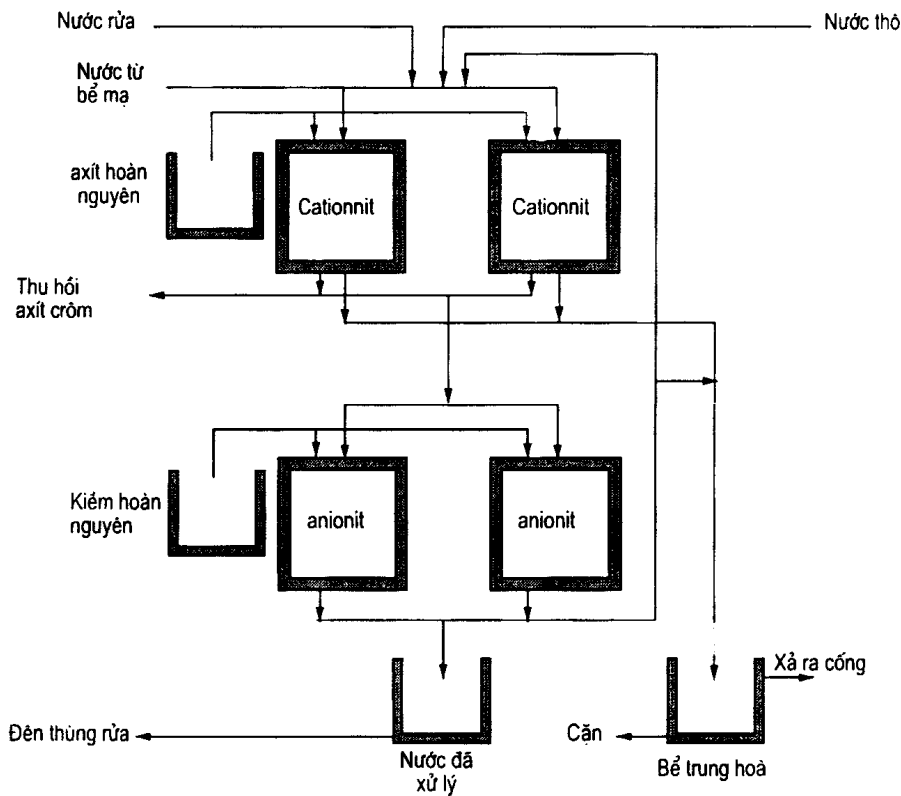
Sơ đồ trạm lọc trao đổi ion xử lý nước thải xưởng mạ, xem hình (7-2).

**Thí dụ:**

Xưởng mạ làm việc 16 giờ/ngày, tuần làm 5 ngày.

Lưu lượng nước thải 0,19m<sup>3</sup>/ phút, trong nước thải có các chất sau:

Đồng (Cu)	22 mg/l
Kẽm (Zn)	10 mg/l
Nickel (Ni)	15 mg/l
Crôm (CrO <sub>3</sub> )	130 mg/l



**Hình 7- 2:** Sơ đồ trao đổi ion xử lý nước thải xưởng mạ để thu hồi crôm và tuần hoàn lại nước

Dùng hạt ionít trao đổi ion có đặc tính do nhà sản xuất cung cấp như sau:

Đặc tính	Cationit	Anionit
Chất hoàn nguyên	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaOH
Liều lượng hoàn nguyên kg/m <sup>3</sup>	192	76,5
Nồng độ %	5	10
Vận tốc lọc	67 lít/phút m <sup>2</sup>	67 lít/phút m <sup>2</sup>
Khả năng trao đổi	1,5 g đương lượng/l	60,8 kg/m <sup>3</sup>

Yêu cầu tính toán bể lọc cationit và anionit.

*Giải:*

1- Tính bể anionit .

Ở bể lọc anionit: ion CrO<sub>3</sub> trao đổi với ion OH<sup>-</sup> theo khối lượng:

$$130 \times 0,19 \times 60 \times 16 = 23,712 \text{ kg/ngày}$$

Thể tích vật liệu anionnit với khả năng trao đổi 60,8 kg/m<sup>3</sup>. Nếu 1 ngày hoàn nguyên 1 lần, thể tích anionnit cần:

$$V_1 = \frac{23,712}{60,8} = 0,39 \text{ m}^3$$

Chiều dày lớp vật liệu 76 cm = 0.76 m. Diện tích mặt bằng bể:

$$A = \frac{0,39}{0,76} = 0,513 \text{ m}^2 \text{ làm 2 bể mỗi bể diện tích } A_1 = 0,257 \text{ m}^2 .$$

Đường kính bể  $D = 0,60 \text{ m}$ .

- Hoàn nguyên bằng NaOH nồng độ 10 % liều lượng 76,5 kg/m<sup>3</sup>, lượng NaOH cần

$$G = 76,5 \times 0,39 = 30 \text{ kg/ngày}$$

Thể tích thùng đựng dung dịch hoàn nguyên:

$$V = 30 \text{ kg} \times \frac{100}{10} = 300 \text{ lít} = 0,3 \text{ m}^3$$

- Nước rửa cần 5,2 m<sup>3</sup>

2- Tính bể cationit

Cation kim loại cần khử  $Zn = \frac{10}{32,7} = 0,306 \text{ mgdl//}$

$$Cu = \frac{22}{31,8} = 0,693 \text{ mgdl//}$$

$$Ni = \frac{15}{39,4} = 0,511 \text{ mgdl//}$$

Trong bể cationit các cation Cu , Zn , Ni trao đổi với ion H<sup>+</sup> với số lượng:

$$(0,306 + 0,693 + 0,511) \times 10^{-3} \times 190 \times 60 \times 16 = 273 \text{ grandl/ngày}$$

Dự kiến 2 ngày hoàn nguyên 1 lần.

Thể tích cationit cần:  $V = \frac{2 \times 273}{1,5} = 364 \text{ lít} = 0,364 \text{ m}^3$

Chọn chiều dày lớp cationit 0,76m.

Diện tích bể cần:  $A = \frac{0,364}{0,76} = 0,479 \text{ m}^2$

Chia làm 2 bể mỗi bể có đường kính 0,6 m

- Hoàn nguyên: Hoàn nguyên bằng H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> nồng độ 5% liều lượng 192 kg/m<sup>3</sup>. Lượng axit H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> cần cho 1 lần hoàn nguyên.

$$G = 192 \times 0,364 = 70 \text{ kg/ 2 ngày}$$

Thể tích thùng đựng axit:  $V = \frac{70 \times 100}{5} = 1400 \text{ lít} = 1,4 \text{ m}^3$

Lượng nước rửa cần 6 m<sup>3</sup>. Dùng 70 % dung dịch đã hoàn nguyên bể anionit quay lại rửa bể cationit để thu hồi crom.

Nước hoàn nguyên anionit sử dụng lại:  $(2 \times 0,30)0,7 = 0,42 \text{ m}^3$

## Chương 8

# KHỬ CÁC CHẤT HỮU CƠ BAY HƠI TRONG NƯỚC THẢI BẰNG LÀM THOÁNG

Quá trình vật lý chuyển các chất hữu cơ dễ bay hơi hoà tan trong nước thải vào không khí gọi là *quá trình khử khí bằng làm thoáng*. Làm thoáng để khử khí có thể thực hiện bằng hai cách:

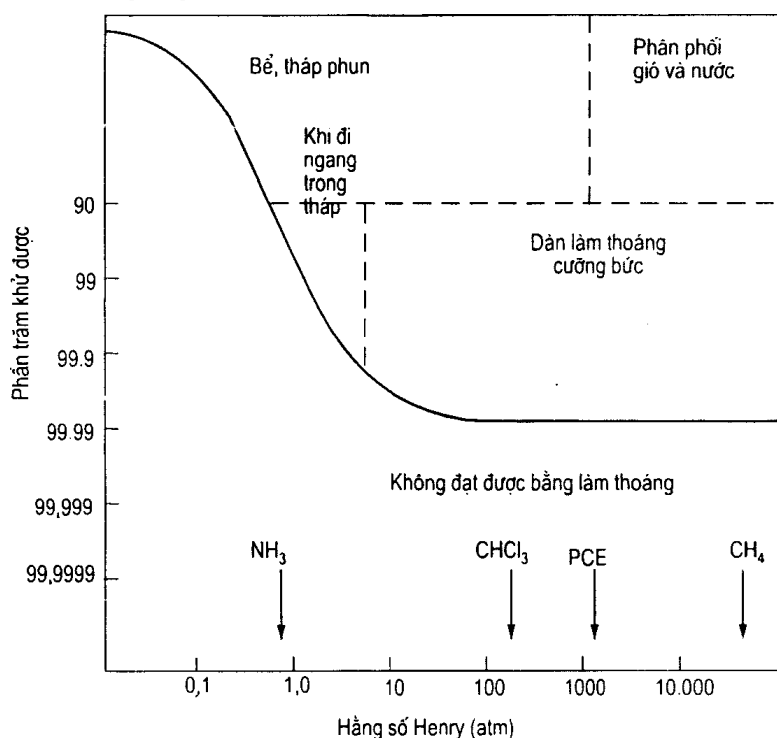
*Cách thứ nhất:* Phun nước thành giọt hoặc tia nhỏ vào không khí như vòi phun, dàn mưa hoặc là trong các tháp làm thoáng cưỡng bức, nước phun từ trên xuống qua lớp tiếp xúc, không khí thổi từ dưới lên.

*Cách thứ hai:* Sục khí vào chiều sâu của khối nước, khí tạo thành bọt nhỏ hấp thụ, dính kết chất bẩn nổi lên mặt nước tan ra và bay vào không khí hoặc dùng thiết bị cơ khí làm thoáng bề mặt.

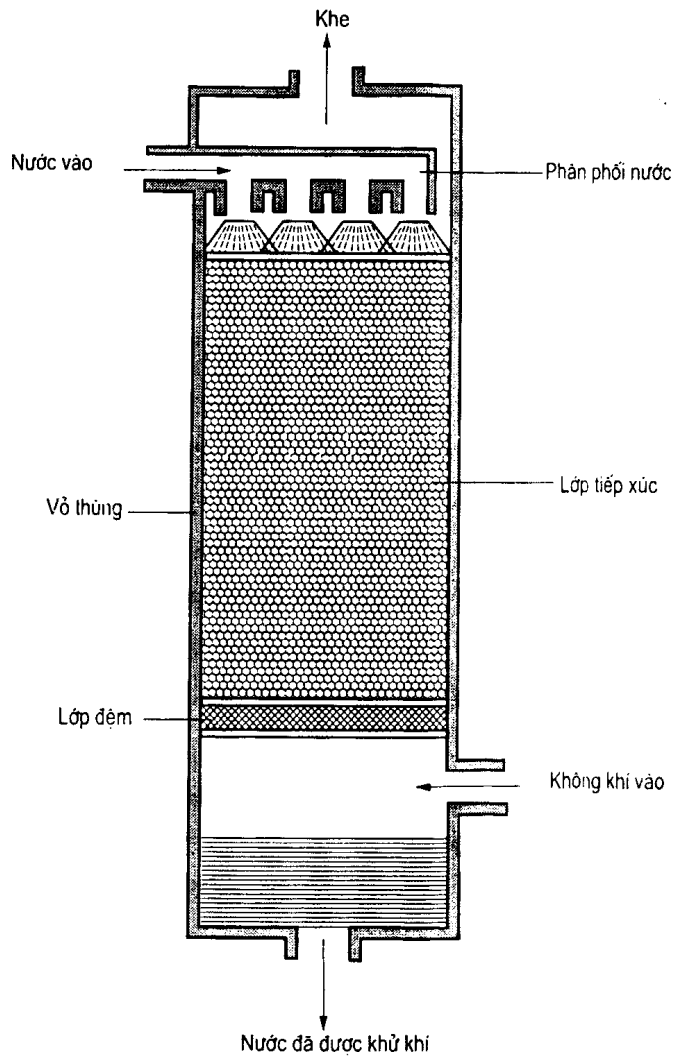
Quy trình phổ biến hiện nay là dùng tháp làm thoáng cưỡng bức để khử khí, hoặc dùng làm thoáng bề mặt bằng thiết bị cơ khí để lấy oxy vào nước và khử các chất bay hơi.

Quá trình làm thoáng khử khí trong nước thải thường đi liền với quá trình xử lý sinh học ngay tiếp sau.

Phạm vi làm thoáng khử khí có hiệu quả đối với các chất có hằng số bay hơi Henry khác nhau bằng các biện pháp khác nhau xem hình (8-1).



**Hình 8-1:** Hiệu quả làm thoáng khử khí bằng các biện pháp khác nhau



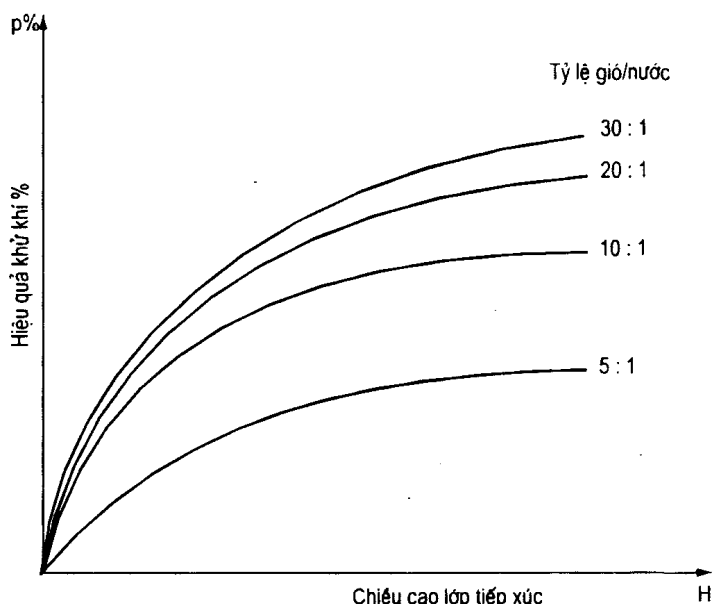
*Hình 8-2: Sơ đồ tháp làm thoáng cường bức*

Vật liệu xếp trong tháp làm thoáng có cấu trúc hở, không bị ăn mòn, gỉ, thường là các vòng và ống nhựa có bề mặt tiếp xúc với nước lớn và tổn thất thủy lực thấp. Các thông số ảnh hưởng đến quá trình khử khí bằng tháp cường bức là :

- Diện tích tiếp xúc của lớp vật liệu với nước và khí .
- Cường độ tưới của nước.
- Tỷ lệ gió, nước.
- Nhiệt độ.
- Độ hoà tan của khí bản trong nước.
- Độ khuếch tán của khí trong nước và trong không khí.

Các thông số trên ngoại trừ độ hoà tan, độ khuếch tán và nhiệt độ là không điều khiển được, các thông số còn lại điều khiển được bằng cách thay đổi tỷ lệ gió nước và cấu trúc của tháp làm thoáng và có thể biểu diễn bằng biểu đồ trên hình (8-3).

**Hình 8-3:** Mô tả tương quan giữa hiệu quả khử khí với chiều cao lớp tiếp xúc và tỷ lệ gió-nước



Về ảnh hưởng của độ hoà tan, độ khuếch tán của khí vào nước và vào không khí cùng với ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu quả làm thoáng được xét thông qua hằng số Henry, và hệ số truyền khối lượng của tháp.

Theo định luật Henry nồng độ cân bằng của khí tại bề mặt tiếp xúc với nước  $C_s$  được biểu diễn bằng công thức :

$$P = H.C_s \quad (8-1)$$

Trong đó :

$P$  : Áp lực riêng phần của khí cần xét ở pha khí.

$H$  : Hằng số Henry, hằng số Henry tỷ lệ với nhiệt độ và bị ảnh hưởng bởi hàm lượng cặn lơ lửng có trong nước .

Giá trị của hằng số Henry còn chưa được xác định chính xác đối với nhiều chất hữu cơ bay hơi.

Bảng 8-1 cho một số giá trị của hằng số Henry đo được đối với một số chất hữu cơ có trong nước thải .

**Bảng 8-1. Giá trị hằng số Henry đối với một số chất hữu cơ ở 20°C**

Hợp chất hữu cơ	Hằng số Henry $H_M$ (atm m <sup>3</sup> /mol)	Hằng số Henry $H_C$ (µg/l)/(µg/l)	Ghi chú
1	2	3	4
CH <sub>2</sub> CHCl	6,38	265	Để khử bằng làm thoáng
CCHCl <sub>3</sub>	0,01	0,43	
CCH <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	0,007	0,29	
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	0,006	0,25	
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0,004	0,17	
CHCl <sub>3</sub>	0,003	0,12	



1	2	3	4
CCH <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	7,7.10 <sup>-4</sup>	0,032	Khó khử bằng làm thoáng
CHBr <sub>3</sub>	6,3.10 <sup>-4</sup>	0,026	
CH <sub>6</sub> (OH)Cl <sub>5</sub>	2,1.10 <sup>-6</sup>	0,000087	Không khử được bằng làm thoáng
Dieldrin	1,7.10 <sup>-8</sup>	0,0000007	

Hằng số Henry thường được biểu thị bằng  $H_M$  (atm. m<sup>3</sup>/mol)

Dạng khác của hằng số Henry được biểu thị bằng  $H_c = H_M / RT$ .

(biểu thị bằng m<sup>3</sup> nước/m<sup>3</sup> khí).

Ở 20°C  $H_c = 41,6 H_M$

$H_c = a_x \cdot H_M$  ở khoảng nhiệt độ từ 0° - 30°C, hệ số a dao động từ 40,2 - 44,6.

Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hằng số Henry còn chưa được nghiên cứu kỹ. Nói chung hiệu quả khử khí bằng làm thoáng tăng. Khi tăng nhiệt độ và giảm khi độ hoà tan của khí tăng. Các hợp chất có hằng số Henry  $H_M > 10^{-3}$  (atm/ mol) dễ dàng được khử bằng làm thoáng,  $H_M$  từ 10<sup>-4</sup> đến 10<sup>-3</sup> khử bằng làm thoáng là khó khăn,  $H_M < 10^{-4}$  atm/mol không khử được bằng làm thoáng.

Hệ số truyền khối lượng  $K_{La}$  là khối lượng khí bị khử chuyển từ nước vào không khí của một đơn vị thể tích tháp làm thoáng trong một đơn vị thời gian .

Đối với mỗi chất khí và mỗi kiểu tháp hệ số  $K_{La}$  được xác định bằng thực nghiệm. Nếu tra trong các bảng hoá lý biết được hệ số truyền khối lượng của chất vào nước  $K_L$  và hệ số truyền khối lượng của chất cần khử vào không khí  $K_g$  thì có thể tính hệ số  $K_{La}$  theo công thức sau:

$$\frac{1}{K_{La}} = \left( \frac{1}{K_L} \right) + \left( \frac{1}{HK_g} \right) \quad (8-1)$$

Nếu chưa biết  $K_L$  và  $K_g$  có thể tính các hệ số này theo các công thức sau :

$$K_L \left( \frac{\rho_L}{\mu_L g} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,0051 \left( \frac{L}{a_s \mu_L} \right)^{\frac{2}{3}} \left( \frac{\mu_L}{\rho_L D_L} \right)^{-0,5} (a_t d_p)^{0,4} \quad (8-2)$$

$$\frac{K_g}{a_t D_g} = 5,23 \left( \frac{G}{a_t \mu_g} \right)^{0,7} \left( \frac{\mu_g}{\rho_g D_g} \right)^{\frac{1}{3}} (a_t d_p)^{-2} \quad (8-3)$$

$$\frac{a_s}{a_t} = 1 - \exp \left[ -1,45 \left( \frac{\sigma_c}{\sigma_L} \right)^{0,75} (R_{cL})^{0,1} (F_{rL})^{-0,05} (We_L)^{-0,2} \right] \quad (8-4)$$

Trong đó :  $K_L$ : Hệ số truyền khối lượng vào pha lỏng;

- $K_g$ : Hệ số truyền khối lượng vào pha khí;  
 $H$ : Chiều cao khối tiếp xúc trong tháp (m);  
 $\mu_L$ : Độ nhớt của nước (Pa.S);  
 $\rho_L$ : Khối lượng riêng của nước ( $\text{kg/m}^3$ );  
 $g$ : Gia tốc trọng trường  $9,81 \text{ m/s}^2$ ;  
 $L$ : Cường độ mưa của nước ( $\text{kg/m}^2.\text{s}$ );  
 $a_s$ : Diện tích ướt trong một đơn vị thể tích ( $\text{m}^2/\text{m}^3$ ) vật liệu;  
 $D_L$ : Hệ số khuếch tán trong pha lỏng ( $\text{m}^2/\text{s}$ );  
 $a_t$ : Tổng số diện tích tiếp xúc trong một đơn vị thể tích, ( $\text{m}^2/\text{m}^3$ );  
 $d_p$ : Kích thước định mức của vòng nhựa, (m);  
 $D_g$ : Hệ số khuếch tán trong pha khí, ( $\text{m}^2/\text{s}$ );  
 $G$ : Cường độ thổi khí ( $\text{kg/m}^2.\text{s}$ );  
 $\mu_g$ : Độ nhớt của khí (Pa.S);  
 $\rho_g$ : Khối lượng riêng của khí ( $\text{kg/m}^3$ );  
 $\sigma_c$ : Sức căng bề mặt của vật liệu tiếp xúc (N/m);  
 $\sigma_L$ : Sức căng bề mặt của nước;  
 $Re_L$ : Hệ số Renon của nước chảy trong tháp  $= L/a_t\mu_L$ ;  
 $Fr_L$ : Hệ số Froude  $= L^2at / (\rho_L)^2g$ .  
 $We$ : Hệ số Weber  $= L^2 / \rho_L\sigma_La_t$

Hệ số  $K_{La}$  được điều chỉnh theo nhiệt độ  $K_{LaT_2} = K_{LaT_1} \cdot 1,024^{(T_2-T_1)}$

Chiều cao của tháp là thoáng cưỡng bức có thể tính theo công thức:

$$H = \frac{L_v}{K_{La}} \left[ \frac{S}{S-1} \ln \frac{\frac{c_1}{c_2}(S-1) + 1}{S} \right] \quad (8-5)$$

Hoặc

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{S \exp \left[ \left( \frac{S-1}{S} \right) \left( \frac{HK_{La}}{L_v} \right) \right] - 1}{S-1} \quad (8-6)$$

Trong đó:  $C_1$ : Nồng độ đầu vào, (mg/l);

$C_2$ : Nồng độ đầu ra, (mg/l);

H: Chiều cao của khối tiếp xúc, (m);

$L_v$ : Cường độ mưa  $Q/A$ , (m/s);

A: Diện tích mặt cắt ngang của tháp.  $A = \pi R^2$ ;

$Q_l$ : Lưu lượng nước,  $m^3/s$ ;

S: Hệ số làm thoáng,  $S = H_c \cdot A_w$ ;

$H_c$ : Hằng số Henry;

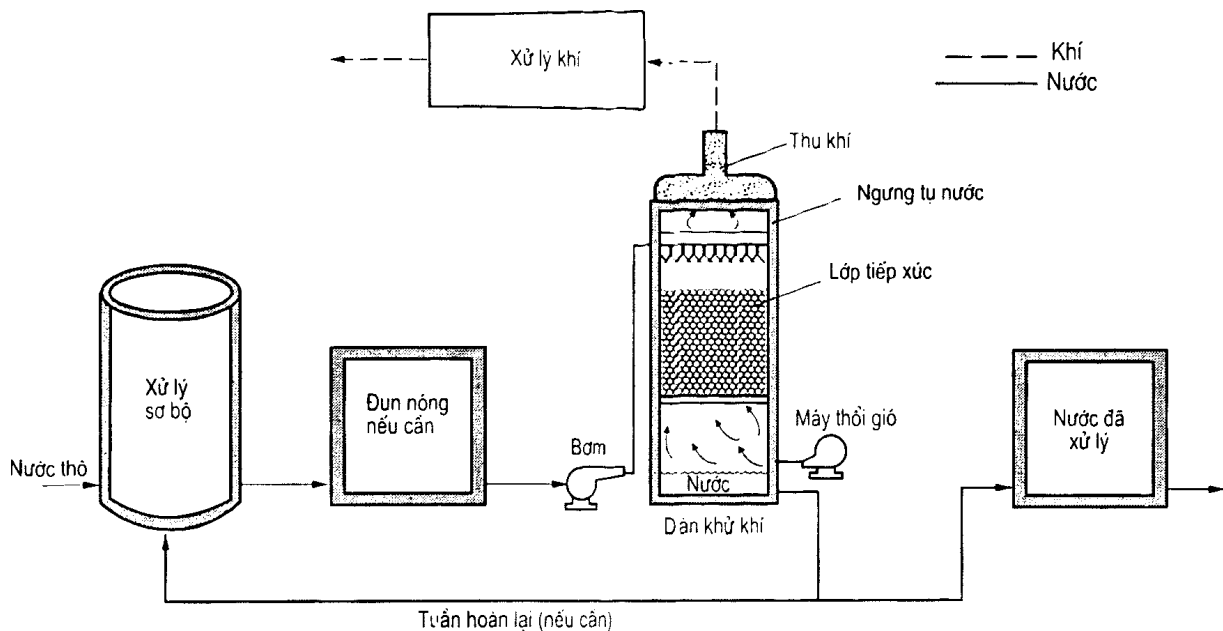
$A_w$ : Tỷ lệ gió/ nước,  $Q_g/Q_l$ ;

$Q_g$ : Lưu lượng khí,  $m^3/s$ ;

$K_{La}$ : Hệ số truyền khối lượng của tháp;

Sau khi chọn cường độ mưa  $L_v$  tính được diện tích mặt bằng của tháp, căn cứ vào hiệu quả làm thoáng mong muốn  $C_1/C_2$  tính được chiều cao của tháp H và cuối cùng tính được khối lượng vật liệu tiếp xúc cần thiết.

Trong thực tế dùng vật liệu tiếp xúc là vòng nhựa, tổn thất áp lực của khí đi qua khối tiếp xúc thường từ 0,2m - 2,5m cho 1m chiều cao lớp vật liệu tiếp xúc.



**Hình 8-4:** Sơ đồ trạm khử khí bằng tháp làm thoáng cưỡng bức

## Chương 9

# HẤP THU

Nước thải của nhiều nhà máy sản xuất công nghiệp có chứa các chất hữu cơ độc hại, rất khó hoặc không thể khử được bằng phương pháp sinh học, những chất này có thể khử ra khỏi nước bằng quy trình hấp thụ lên bề mặt hoạt tính của các hạt rắn. Chất hấp thụ thường dùng nhất là than hoạt tính .

### 9.1 TÍNH CHẤT CỦA THAN HOẠT TÍNH

Có thể chế tạo than hoạt tính từ gỗ, gáo dừa, lignin, nhựa than đá (bituminous coal) và sản phẩm dư của dầu hoả.

Tính chất của than hoạt tính phụ thuộc vào nguyên liệu chế tạo và phương pháp hoạt hoá. Tính chất và khả năng hấp thụ có hiệu quả các lớp chất gây mùi, vị, mầu, phenol và COD hoà tan trong nước là đặc tính nổi bật của than hoạt tính. Để đánh giá khả năng hấp thụ của than hoạt tính thường phải tiến hành trước một số thí nghiệm.

*Thí dụ :* Thí nghiệm hấp thụ phenol, để thu được chỉ số phenol biểu thị khả năng hấp thụ của than hoạt tính đối với các chất gây ra mùi, vị và mầu của nước .

- Còn chỉ số iodine biểu thị khả năng hấp thụ của than hoạt tính đối với các chất có trong phân tử thấp (các lỗ rỗng trong hạt than có bán kính hiệu quả nhỏ hơn  $2\mu\text{m}$ )
- Chỉ số molasses biểu thị khả năng hấp thụ các hợp chất có trọng lượng phân tử cao (bán kính lỗ rỗng trong than từ  $1-50\mu\text{m}$ ).

Khi lọc nước qua lớp hạt than hoạt tính, khả năng hấp thụ của than cạn kiệt dẫn đến khi không còn khả năng hấp thụ theo yêu cầu, thì thay khối hạt than cũ bằng khối mới .

Để tiết kiệm có thể hoàn nguyên khả năng hấp thụ của than bằng các biện pháp:

- Dùng hoá chất để oxy hoá các chất bẩn trong than.
- Dùng axit hay kiềm mạnh để hoà tan chất bẩn.
- Dùng các hoá chất để trích ly chất bẩn ra khỏi than .
- Dùng nhiệt để khử ở  $650-980^{\circ}\text{C}$  trong lò sấy với điều kiện không có oxy,  $\text{CO}_2$  và độ ẩm.

Thường mỗi mẻ than có thể hoàn nguyên được 2 đến 3 lần để sử dụng lại .

### 9.2 TÍNH KHỐI LƯỢNG THAN

Trong thực tế để tính khối lượng chất được hấp thụ hoặc khối lượng than cần thiết thường áp dụng công thức thực nghiệm trong điều kiện đẳng nhiệt của Freundlich.

$$\frac{X}{M} = KC^n \quad (9-1)$$

Trong đó: X: Trọng lượng của chất được hấp thụ;

M: Trọng lượng than hoạt tính;

C: Nồng độ chất được hấp thụ còn lại trong nước.

K và n là hằng số phụ thuộc vào nhiệt độ, tính chất của than dùng để hấp thụ, tính chất và nồng độ chất được hấp thụ.

**Bảng 9-1. Liệt kê một số giá trị của các thông số K và 1/n.**

STT	Hợp chất	K(mg/g)	1/n
1	2	3	4
1	Hexachlorobutadien	360	0,63
2	Anethole	300	0,42
3	Phenyl mercuric acetate	270	0,44
4	p - Nonylphenol	250	0,37
5	Acridine yellow	230	0,12
6	Benzidine dyhydrochloride	220	0,37
7	N - Nitrosodiphenylamine	220	0,37
8	n - Butylphthalate	220	0,45
9	Dimethylphenylcarbonol	210	0,33
10	Bromoform	200	0,83
11	β - Naphthol	100	0,26
12	Acridineorange	180	0,29
13	α - Naphthol	180	0,31
14	α - Naphthylamine	160	0,34
15	Pentachlorophenol	150	0,42
16	p - Nitro aniline	140	0,37
17	1 chloro 2 nitrobenzen	130	0,46
18	Benzothiazole	120	0,27
19	Diphenilamine	120	0,31
20	Guanine	120	0,56
21	Styrene	120	0,56
22	Dimethyl phthalate	97	0,41
23	Chlorobenzene	93	0,98

1	2	3	4
24	Hydroquinone	90	0,25
25	p - Xylene	85	0,16
26	Acceto phenone	74	0,44
27	1, 2, 3, 4 tetrahydronaphthalene	74	0,81
28	Adenine	71	0,38
29	Nitrobenzene	68	0,43
30	Dibromochloromethane	63	0,93

### 9.3 THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH HỆ SỐ K VÀ 1/n

Khi chưa có số liệu về hệ số K và 1/n đối với mỗi loại than và mỗi loại nước thải đưa vào lọc, phải tiến hành thí nghiệm để xác định.

Cách thí nghiệm để xác định các thông số dựa trên biểu thức :

$$\lg \frac{X}{M} = \lg K + \frac{1}{n} \lg C \quad (9-2)$$

Dùng biểu đồ logarit trục tung biểu thị  $\lg \frac{X}{M}$ , trục hoành biểu thị  $\lg C$  ta xác định được K là giá trị khoảng cách từ gốc tọa độ đến điểm cắt trục tung của đường biểu diễn, còn 1/n chính là hệ số góc của đường biểu diễn  $\lg C$ .

- *Bước một:* Xác định thời gian tiếp xúc cần thiết :

Lấy một thể tích nhất định nước thải, đo nồng độ ban đầu của chất cần khử, ví dụ:  $C_0$  mg/l (COD) tính ra  $X_0$  mg (COD).

Nghiền hạt than thành bột, cho bột than vào nước thải với liều lượng 500 mg/l. Khuấy đều và để tiếp xúc từ 2 giờ đến 24 giờ, trong khoảng thời gian này, đo nồng độ COD còn lại trong nước. Ở thời điểm nồng độ COD không giảm, tức than đã hấp thụ đến  $\geq 90\%$  khả năng hấp thụ. Lấy thời gian này làm thời gian tiếp xúc cần thiết để làm các thí nghiệm sau.

- *Bước hai:* Lấy nhiều mẫu nước thải, cho vào mỗi mẫu bột than hoạt tính với liều lượng khác nhau (M khác nhau) khuấy đều và để tiếp xúc trong thời gian đã xác định ở bước một, sau đó lọc than hoạt tính ra khỏi mẫu, đo hàm lượng C của COD còn lại trong dung dịch, tính ra M, X và vẽ biểu đồ để xác định K và 1/n.

### 9.4. BỂ LỌC THAN HOẠT TÍNH

Bể lọc than hoạt tính dùng để hấp thụ các chất bẩn trong nước. Các bể lọc có thể lọc nước theo chiều:

1- Nước đi từ trên xuống theo một dãy các bể nối tiếp nhau (hình 9-1a).

Khi nồng độ chất bẩn trong nước lọc ở bể cuối bằng hoặc vượt giá trị đã định thì ở bể đầu nồng độ ra đã bằng nồng độ vào  $C_o$ .

Sau khi than hoạt tính ở bể đầu bằng than mới, sẽ đổi chiều nước vào lọc, đưa bể cuối thành bể đầu và bể đầu thành cuối để tận dụng hết khả năng hấp thụ của lớp lọc.

2- Nước đi từ dưới lên, áp dụng trong trường hợp trong nước lọc cho phép có hàm lượng cặn lơ lửng lớn hơn và trong trường hợp có phản ứng sinh hoá xảy ra trong lớp lọc, hình (9-1b).

3- Nước đi từ dưới lên, nối tiếp với bể nước đi từ trên xuống. Khi thay hạt lọc trong bể lọc ngược, thì đảo chiều lọc, bể lọc ngược mới thay vật liệu thành bể lọc xuôi, còn bể lọc xuôi chưa thay hạt lọc thành bể lọc ngược, và ở vị trí lọc đầu tiên, hình (9-1c).

Khi tính toán bể lọc than hoạt tính thường dùng công thức của Bohart và Adams để xác định thời gian làm việc của bể:

$$t = \frac{N_o}{C_o V} \left[ X - \frac{V}{KN_o} \ln \left( \frac{C_o}{C_e} - 1 \right) \right] = \frac{N_o}{C_o V} X - \frac{1}{C_o K} \ln \left( \frac{C_o}{C_e} - 1 \right) \quad (9-3)$$

Trong đó:  $t$ : Thời gian lọc từ đầu đến lúc chất lượng nước ra không cho phép

$V$ : Vận tốc lọc (m/h);

$X$ : Chiều dày của lớp lọc (m);

$K$ : Hằng số của lớp lọc ( $m^3/kg \cdot h$ );

$N_o$ : Khả năng hấp thụ của khối vật liệu ( $kg/m^3$ );

$C_o$ : Nồng độ chất bẩn đầu vào ( $g/m^3$ );

$C_e$ : Nồng độ chất bẩn đầu ra ( $g/m^3$ ).

Khi không có số liệu về hệ số lọc  $K$  và khả năng hấp thụ  $N_o$  thì phải làm thí nghiệm, biểu diễn kết quả lên biểu đồ:

$$t = ax + b$$

Trục tung là thời gian lọc đến cạn khả năng hấp thụ  $t$ , trục hoành là chiều dày lớp lọc  $X$ . Rồi xác định hệ số góc  $a$  của đường biểu diễn và trị số cắt trên trục tung  $b$ , tính được:

$$N_o = a \cdot C_o V \quad b = -\frac{1}{C_o K} \ln \left( \frac{C_o}{C_e} - 1 \right)$$

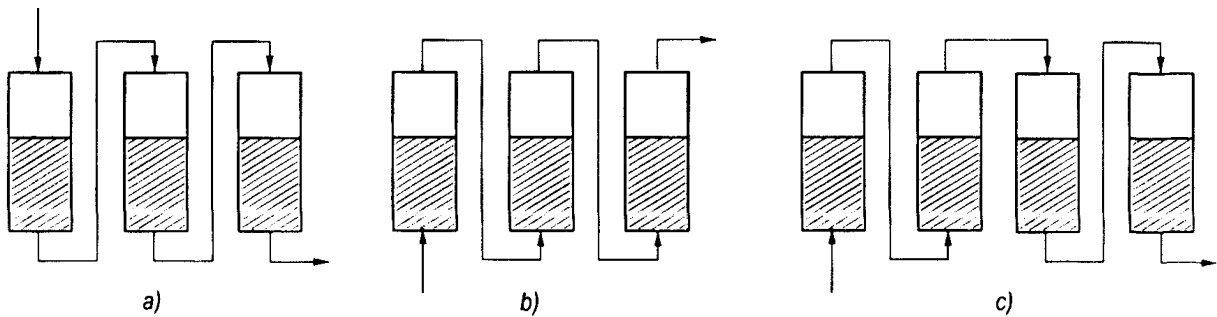
**Thí dụ:**

Tính lượng than hoạt tính cần thiết để xử lý nước thải có khối lượng  $380 m^3$  của một tuần 5 ngày làm việc, với hàm lượng chất khử ABS  $C_o = 10 mg/l$  đầu ra cho phép  $C_e = 0,5 mg/l$ . Vì chưa có số liệu  $N_o$  và  $K$  của than đối với ABS nên phải tiến hành lọc thí

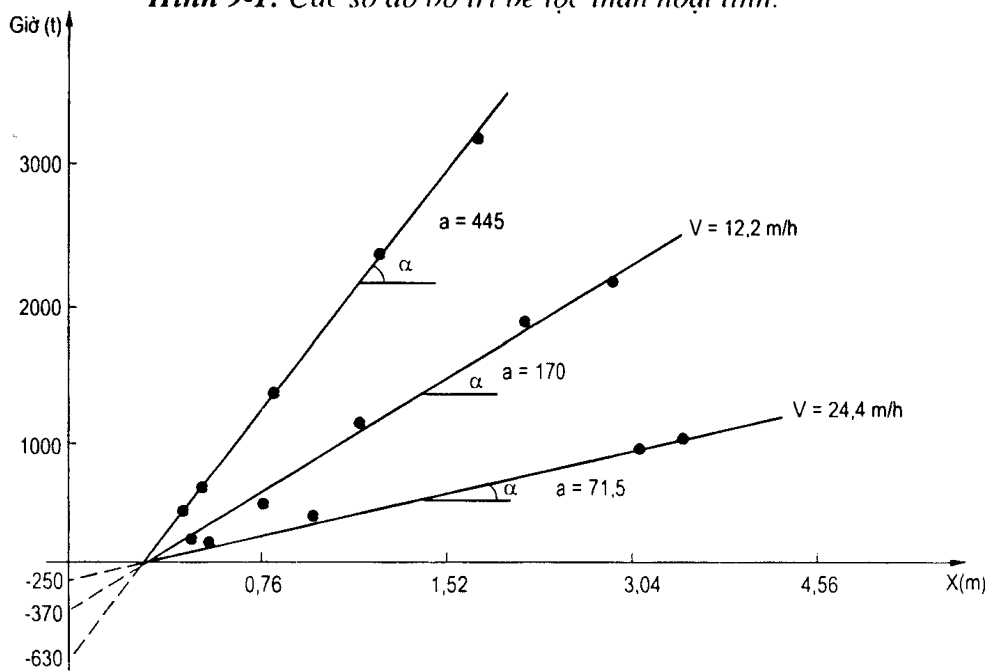
thực nghiệm trên ống lọc đường kính 2,54 cm diện tích lọc  $A_c = 0,000506 \text{ m}^2 = 5,06 \text{ cm}^2$ . Với các chiều dày lớp lọc và tốc độ lọc khác nhau. Kết quả thí nghiệm ghi trong bảng (9-2).

**Bảng 9-2: Kết quả lọc thử**

Vận tốc lọc (m/h)	Chiều dày lớp lọc (m)	Thể tích nước lọc (m <sup>3</sup> )	Thời gian lọc giờ (h)
6,1	0,76	1,387	440
	1,52	4,603	1480
	2,28	8,130	2620
12,2	0,76	0,534	87
	1,52	2,763	440
	3,04	8,289	1340
24,4	1,52	1,257	102
	3,04	5,223	420
	4,56	10,447	835



**Hình 9-1: Các sơ đồ bố trí bể lọc than hoạt tính.**



**Hình 9-2: Biểu đồ xác định hệ số k và khả năng hấp thụ  $N_0$ .**



Từ biểu đồ ta có:

Với tốc độ lọc  $V = 6,1 \text{ m/h}$      $N_o = C_o V a = 10 \times 6,1 \times 445 = 89 \text{ kg/m}^3$

Với tốc độ lọc  $12,2 \text{ m/h}$      $N_o = 10 \cdot 12,2 \cdot 170 = 67,9 \text{ kg/m}^3$

Tốc độ lọc  $24,4 \text{ m/h}$      $N_o = 10 \cdot 24,4 \cdot 71,5 = 57,2 \text{ kg/m}^3$

Tốc độ lọc	Giá trị thông số b (giờ)	Hệ số K (m <sup>3</sup> /kg giờ)
6,1	- 630	0,468
12,2	- 370	0,792
24,2	- 250	1,170

Từ biểu đồ có được giá trị của b rút ra:  $K = \frac{1}{C_o b} \ln \left( \frac{C_o}{C_e} - 1 \right)$

*Giải:*

Chọn bể lọc có chiều cao lớp lọc 1,5 m. Đường kính 0,6 m;  $A = 0,29 \text{ m}^2$ . Thể tích vật liệu lọc  $V = 0,45 \text{ m}^3$ .

- Tính lưu lượng lọc:     $q = \frac{380}{5 \times 24} = 3,17 \text{ m}^3 / \text{h}$

- Vận tốc lọc:     $V = \frac{q}{A} = \frac{3,17}{0,29} = 10,9 \text{ m/h}$

- Ở tốc độ 10,9 m/h từ kết quả thí nghiệm đã tính ở trên suy ra:

$$N_o = 68,2 \text{ (kg/m}^3\text{)} \text{ và } K = 0,718 \text{ (m}^3\text{/kg h)}$$

- Áp dụng công thức (9-3) tính thời gian làm việc hữu ích của khối vật liệu:

$$t = \frac{N_o}{V C_o} X - \frac{V}{K N_o} \ln \left( \frac{C_o}{C_e} - 1 \right) = \frac{68,2}{10,9 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3} \times 1,5 - \frac{10,9}{0,718 \times 67,2} \ln \left( \frac{10}{0,5} - 1 \right)$$

$$= 551 \text{ (giờ)}$$

Với lưu lượng xử lý  $q = 3,17 \text{ m}^3/\text{h}$ , thời gian làm việc hữu ích 551 giờ, lọc được khối lượng nước:

$$V = 3,17 \times 551 = 1746,67 \text{ m}^3$$

Khối lượng nước phải lọc 1 năm:  $49 \times 380 = 18.620 \text{ m}^3$

Số lần phải thay than hoạt tính trong năm:  $n = 18620 : 1746,67 \approx 11 \text{ lần}$

Lượng than cần:     $V = 11 \times 0,45 = 4,95 \approx 5 \text{ m}^3$

- Hiệu quả sử dụng khả năng lọc của than:

$N_o$  thực lọc =  $1746,67 \times (10 - 0,5) = 16,6 \text{ kg chất bẩn}$ .

$N_0$  thí nghiệm =  $0,45 \times 68,2 = 30,24$  kg

- Hiệu quả sử dụng lớp lọc:  $E = \frac{16,6}{30,24} \times 100 = 54,9\% \approx 55\%$

Vận tốc lọc nhỏ, bể lọc nhỏ hiệu quả sử dụng lớp lọc cao hơn các bể có vận tốc lớn.

## 9.5 XỬ LÝ BẰNG BỘT THAN HOẠT TÍNH

Trong xử lý nước thải công nghiệp bằng vi sinh học dùng bùn hoạt tính thường phải cho thêm bột than hoạt tính vào nước thải ở đầu bể làm thoáng sinh học (aerotank) với liều lượng khoảng từ 20 - 200 mg/l để :

1- Giảm hàm lượng chất độc hại hoặc chất kìm hãm quá trình phân huỷ sinh học các chất hữu cơ và nitrogen bằng bùn hoạt tính .

2- Tăng cường quá trình phân huỷ các chất hữu cơ khó phân huỷ bằng sinh học do hạt than hút các chất khó phân huỷ rồi tồn tại trong dung dịch bùn hoạt tính lơ lửng với thời gian lâu từ 20 - 30 ngày và lâu hơn tuổi thọ của bùn từ 20 - 30 lần .

3- Trao đổi và hấp thụ các hợp chất có trọng lượng phân tử thấp bằng các hợp chất có trọng lượng phân tử cao kết quả giảm lượng chất độc hại .

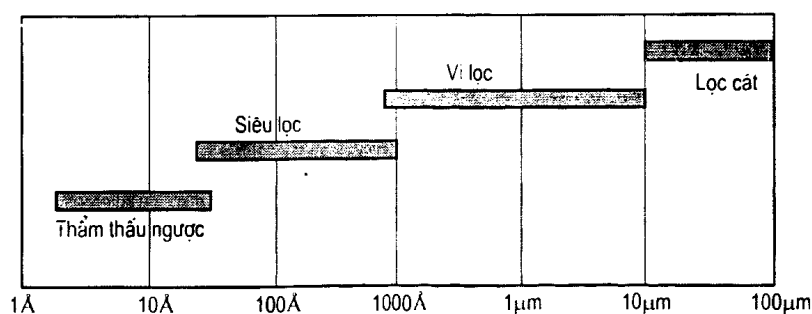
**Bảng 9-3: Giới thiệu một số kết quả áp dụng bột than hoạt tính**

Chỉ tiêu	BOD	TOC	TSS	Mẫu	Cu	Cr	Ni	Ghi chú
Đầu vào	320	245	70	5365	0,41	0,09	0,52	TOC: Tổng cacbon hữu cơ TSS: Tổng cặn lơ lửng
Đầu ra xử lý sinh học	3	81	50	3830	0,36	0,06	0,35	
+ 50 mg/l bột than	4	68	41	2900	0,30	0,03	0,05	
+ 100 mg/l	3	53	36	1650	0,18	0,04	0,27	
+ 250 mg/l	2	29	34	323	0,07	0,02	0,24	
+ 500 mg/l	2	17	40	125	0,04	0,01	0,23	

## Chương 10

# LỌC QUA MÀNG

Quá trình lọc qua màng, tùy thuộc vào kích thước lỗ rỗng của màng thường từ  $10^2$  đến  $10^4$ nm, (1 nanômét =  $10^{-9}$  mét) và lớn hơn đem sử dụng mà chia ra: microfil - siêu lọc - và thẩm thấu ngược xem hình (10-1). Phạm vi áp dụng các loại màng xem bảng (10-1).



*Hình 10-1: Các loại màng lọc và kích thước lỗ rỗng của màng*

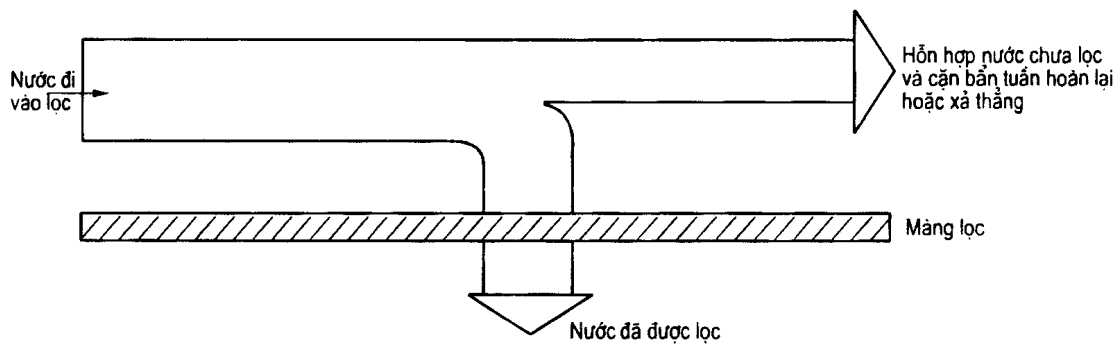
**Bảng 10-1. Phạm vi áp dụng các loại màng để lọc nước thải công nghiệp**

Tính chất cần	Microfil	Siêu lọc	Nanofil	Thẩm thấu ngược
Cặn lơ lửng	tốt	không	không	không
Hữu cơ hoà tan	không	tốt	tốt	tốt
Hữu cơ bay hơi	không	tôi	hiệu quả thấp	trung bình
Chất vô cơ hoà tan	không	không	trung bình	tốt, đạt 90-99 %
Nồng độ các chất trong nước thô	dưới 5 % tổng cặn lơ lửng	dưới 50 % tổng số hữu cơ	dưới 15 %	dưới 15 %
Tính chất thấm nước của màng	tốt	tốt	tương đối tốt	tốt
Áp lực trước màng	1 - 3 bar	3 - 7 bar	5 - 10 bar	15 - 70 bar

Chỉ tiêu làm việc của màng là khả năng giữ lại các chất bản hoà tan trong nước thải và cho nước ngấm qua màng. Khi lọc nước qua màng, áp dụng sơ đồ hình (10-2), cho nước thô chảy tiếp tuyến với bề mặt của màng, nước sạch thấm qua màng theo chiều vuông góc với bề mặt màng, còn các chất bản giữ lại trên bề mặt màng được dòng nước thô cọ rửa cùng với nước thô chưa được lọc chảy ra ngoài.

Một dòng nước thô đi vào tiếp tuyến với bề mặt màng rồi chia làm 2 dòng, nước sạch chảy ra theo dòng vuông góc với bề mặt màng, nước bản và cặn chảy thẳng ra ngoài.

Với sơ đồ lọc này, màng luôn được rửa nên giảm được độ phân cực do các chất bản bám vào màng gây ra và giảm khả năng màng bị trít tắc nhanh chóng.



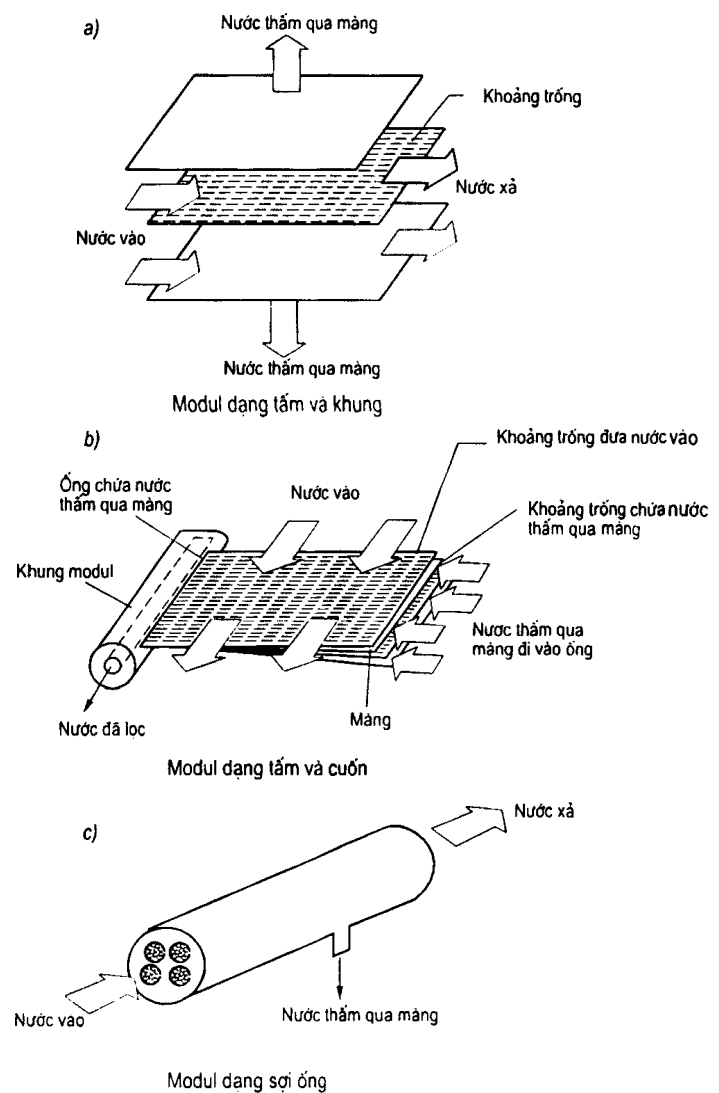
**Hình 10-2:** Sơ đồ chiều nước lọc qua màng

Trong thực tế thường dùng màng xelulo acetate trừ trường hợp dạng sợi rỗng. Dùng màng nylon polymer. Cấu tạo và sắp xếp các màng lọc theo các dạng sau:

*a- Dạng hình ống:* Thường dùng ống gốm sứ, cacbon hay ống nhựa xốp có đường kính trong từ 3,2 mm đến 25,4 mm. Màng lọc được tráng và gắn chặt lên bề mặt của thành ống. Nước bẩn chảy dọc theo ống từ đầu vào, nước lọc thấm qua màng đi ra ngoài theo chiều vuông góc với thành ống, còn cặn và nước thô tháo đi ở đầu ra của ống (hình 10-3c).

*b- Dạng hình sợi rỗng:* Có cấu tạo giống hình ống, nhưng đường kính sợi nhỏ hơn nhiều, bản thân sợi là màng lọc hình trụ, do đó phải bó lại và đựng trong khung cứng. Nước thô đi vào lọc hoặc đi trong lòng sợi thì nước sạch đi thu ở thành ngoài, nước thô đi tiếp tuyến với thành ngoài thì nước sạch được thu lại từ bên trong lòng sợi (hình 10-3).

*c- Dạng cuộn lại thành ống tròn:* Màng lọc cuộn tròn bọc lấy ống cứng có độ rỗng cao cho nước đi qua thành dễ dàng. Nước thô chảy tiếp xúc với màng, nước lọc thấm qua màng vào trong ống xốp (hình 10-3 b).



**Hình 10-3:** Các dạng sắp xếp màng lọc

*d - Dạng khung tấm:* Màng căng trên khung theo các lớp khác nhau, giữa các lớp có khoảng cách để đưa nước thô vào một phía và lấy nước sạch ra ở một phía khác. Hình (10-3 a).

Đặc tính vật lý của các dạng sắp xếp màng xem bảng (10-2).

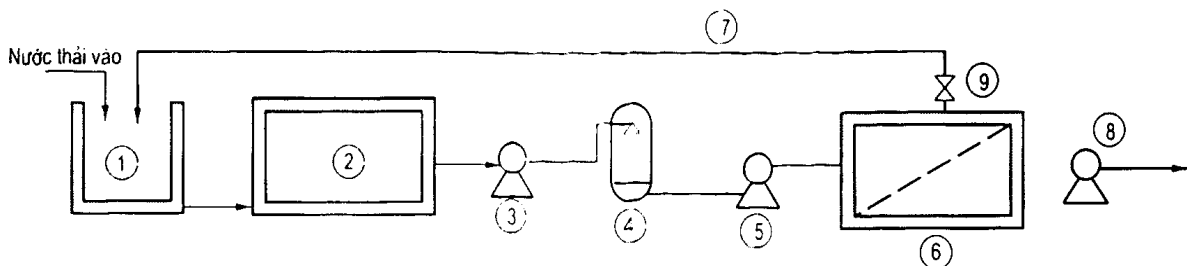
**Bảng 10-2. Đặc tính vật lý của màng**

Dạng	Mật độ lắp ghép	Khả năng tẩy rửa cặn bám
Dạng cuộn	cao	tốt
Dạng ống	thấp	rất tốt
Khung tấm	thấp	rất tốt
Sợi rỗng	rất cao	rất kém

Để rửa cặn lắng đọng và bám vào bề mặt màng, không cho cặn tiến sâu vào lỗ rỗng của màng, phải rửa kịp thời cặn đã lắng đọng, đưa cặn bám ra ngoài, do đó dòng nước đi vào lọc và rửa màng phải có tốc độ đủ lớn và chế độ chảy phải nằm trong vùng chảy rối  $Re > 2000$ .

Đối với màng có công suất lọc lớn đòi hỏi phải tuần hoàn lại nước thô với tỷ lệ lớn về bể chứa đầu nguồn.

Trong nước thô nồng độ dung dịch ngày càng đậm đặc đòi hỏi phải tăng áp lực thẩm thấu một cách tương ứng. Để kéo dài thời gian làm việc của màng đòi hỏi phải làm trong nước thô trước khi đưa vào lọc thẩm thấu ngược, quá trình làm trong nước thô thường phải lọc để loại trừ vi khuẩn, cặn lơ lửng và các ion có khả năng keo tụ. Hệ thống lọc thẩm thấu ngược xem hình (10-4).



**Hình 10-4: Sơ đồ trạm lọc thẩm thấu ngược**

- 1- bể điều hòa nước thải sản xuất; 2- bể keo tụ và lắng; 3- bơm nước vào lọc cát;  
 4- lọc áp lực; 5- bơm cao áp bơm nước vào trạm lọc thẩm thấu ngược; 6- lọc thẩm thấu ngược;  
 7- tuần hoàn nước thô và nước rửa màng; 8- bơm nước đi dùng; 9- van giữ áp lực cho hệ thẩm thấu ngược.

Các thông số thiết kế và vận hành trạm lọc qua màng gồm:

*1- Áp lực:* Dòng nước lọc được qua màng phụ thuộc vào độ chênh áp lực trước và sau màng, độ chênh áp càng cao, lượng nước lọc được càng lớn. Tuy vậy áp lực mà các loại màng chịu được lại bị hạn chế, áp lực tối đa màng chịu được thường dưới 6895 kPa hay 69 atm. Kinh nghiệm vận hành thường chọn từ 2758 đến 4137 kPa hay từ 27 đến 41 atm.

2- *Nhiệt độ*: Lượng nước lọc qua màng tăng khi tăng nhiệt độ nước thô nhưng màng làm việc ổn định và bền vững chỉ trong khoảng nhiệt độ nước từ 21°C đến 29°C. Nếu nhiệt độ nước thô cao hơn 29°C đến 38°C sẽ làm cho màng chóng hỏng và giảm nhanh tuổi thọ.

3- *Mật độ lắp ghép màng thành khối lọc*: Được biểu thị bằng số diện tích (mét vuông) của màng lọc trong một đơn vị thể tích của khối lọc ( $m^3$ ) mật độ lắp ghép càng lớn thì công suất nước lọc được của một thể tích lọc càng cao. Mật độ lắp ghép thường từ 160 đến 1640  $m^2/m^3$  của bình lọc chịu áp lực.

4- *Công suất nước lọc*: Công suất lọc nước của màng dạng sợi rỗng từ  $6.10^{-3}$  đến  $10,2.10^{-3} m^3/m^2$  ngày. Còn công suất lọc của mạng xếp theo dạng khung tấm từ  $6.10^{-1}$  đến  $10,2.10^{-1} m^3/m^2$  ngày, nhưng mật độ ghép của màng sợi rỗng trong bộ lọc áp lực lại cao hơn dạng khung tấm đến hơn 10 lần, do đó kích thước của bộ lọc cũng gần như nhau.

Công suất nước lọc qua màng có khuynh hướng giảm dần theo thời gian làm việc, sau 1 đến 2 năm vận hành công suất có thể giảm từ 10 đến 50%.

5- *Tỷ lệ nước lọc được qua màng*: Theo các nhà sản xuất màng khuyến cáo, tỷ lệ nước lọc được qua màng có thể đạt được từ 75% đến 95% lưu lượng nước thô cho vào lọc. Nhưng thực tế vận hành cho thấy tỷ lệ này đạt được khoảng 80%. Khi tỷ lệ nước lọc cao thì nồng độ chất bẩn còn lại trong nước thô (do rửa màng) tuần hoàn lại càng cao. Và nồng độ chất bẩn và muối trong nước thô đi vào lọc cũng ngày càng cao, do đó chất lắng đọng trên bề mặt và chui vào lỗ rỗng của màng ngày càng nhiều làm cho hiệu suất lọc ngày càng giảm .

6- *Lượng muối khử được*: Lượng muối khử được khi lọc qua màng phụ thuộc vào cấu trúc và đặc tính của màng và nồng độ muối trong nước thô. Thường tỷ lệ được khử từ 85 đến 99,5%, trong tính toán thiết kế thường lấy 95%.

7- *Tuổi thọ của màng*: Tuổi thọ của màng rút ngắn rất nhanh khi trong nước thô có phenol, vi khuẩn nấm, bào tử, vì nhiệt độ nước cao hơn 29°C và pH của nước quá thấp hoặc cao. Thường tuổi thọ của màng là 2 năm, sau 2 năm công suất lọc giảm khoảng 40% và hơn là phải thay .

8- *pH*: Màng được cấu tạo từ xelulô acetate sẽ bị thủy phân ở giá trị pH cao hoặc thấp, thường khoảng pH làm việc từ 4,5 đến 5,5.

9- *Độ đục của nước thô*. Màng lọc thẩm thấu ngược làm việc tốt khi trong nước thô không có cặn lơ lửng, trong thực tế thường phải xử lý nước thô trước để giảm độ đục xuống còn  $\leq 1$  NTU hay  $< 2$  mg/l và nước thô không chứa các hạt cặn có kích thước lớn hơn 25  $\mu m$ .

10- *Vận tốc nước thô đi vào lọc*. Để đảm bảo chế độ chảy rơi trong các khe phân phối để loại trừ hiện tượng phân cực và lắng đọng trong màng, vận tốc nước thô phải đạt được

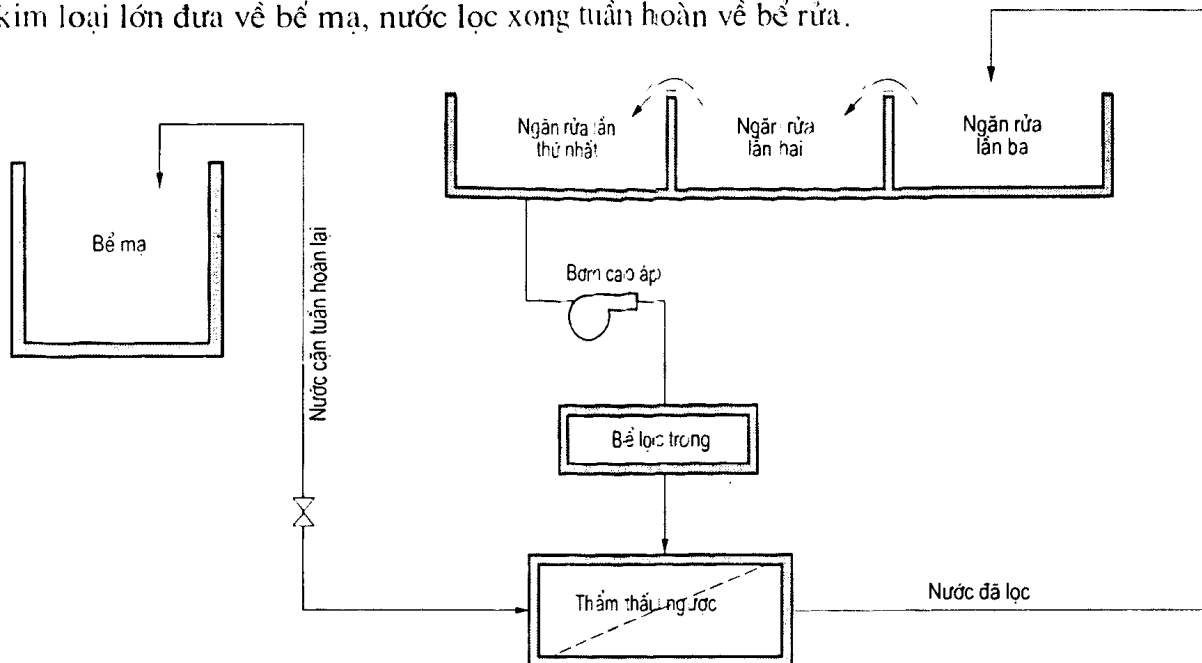
từ 1,2 đến 76,2 cm/s. Màng dạng khung tấm làm việc với trị số vận tốc cao, sợi rỗng lấy trị số thấp.

11- *Năng lượng*: Trong thực tế, việc tiêu hao năng lượng phụ thuộc vào áp lực bơm nước và bộ lọc, áp lực tăng dần theo thời gian để đảm bảo công suất lọc và do nồng độ muối trong nước thô tăng dần nên năng lượng tiêu thụ dao động từ 2,4 đến 4,5kW h/1 m<sup>3</sup>.

12- *Tiền xử nước thô*: Nước thô phải được xử lý trước để loại trừ độ đục, giảm hợp chất có khả năng lắng đọng, đóng vảy cứng như CaCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, oxi sắt, mangan, bari, kẽm, canxi photphat v.v.. và phải khử trùng và lọc trước để loại trừ vi khuẩn, nấm, cặn hữu cơ và dầu.

13- *Rửa màng*: Trong quá trình làm việc màng thường bị tắc, trít, công suất lọc giảm, do đó phải có các biện pháp rửa màng hoặc bằng cơ học hoặc bằng hoá học. Thường áp dụng rửa bằng dòng nước ngược với vận tốc lớn, rửa bằng gió và nước. Hoặc làm sạch bằng các dung dịch hoá chất như: Thuốc tẩy ethylene diamine, axit tetracetic và xút. Trong quá trình rửa phải giữ pH ở khoảng 4,5 - 5,5 để ngăn cản quá trình thủy phân màng. Thường lượng nước rửa chiếm khoảng 1 - 1,5% lượng nước đưa vào lọc, chu kỳ rửa từ 24 đến 48 giờ.

Hình (10-5) giới thiệu sơ đồ thẩm thấu ngược, lọc nước thải xường mạ để khử cadmi, đồng, nikel và crôm, áp lực làm việc từ 13,6 đến 20,4 atm. Nước tuần hoàn có nồng độ kim loại lớn đưa về bể mạ, nước lọc xong tuần hoàn về bể rửa.



**Hình 10-5:** Sơ đồ xử lý nước thải xường mạ bằng thẩm thấu ngược

**Thí dụ:**

Thiết kế trạm lọc thẩm thấu ngược RO với các điều kiện sau:

- Công suất nước thô 37.850 m<sup>3</sup>/ngày = Q<sub>0</sub>

- Tỷ lệ nước lọc qua màng  $R = 75 \%$
- Tỷ lệ muối khử được  $S = 95 \%$
- Áp lực làm việc  $P = 40,8 \text{ at}$
- Nhiệt độ nước thô  $t^\circ = 27^\circ\text{C}$
- Tổng hàm lượng chất rắn hoà tan  $C = 600 \text{ mg/l}$

*Giải* Xác định lượng nước thô phải bơm vào hệ thẩm thấu ngược RO

$$Q = \frac{37.850}{0,75} = 50.314 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Phải xử lý thêm lượng nước thô có độ muối đậm đặc:

$$Q_2 = Q - Q_o = 50.315 - 37.850 = 12.491 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Chọn loại màng có năng suất lọc  $0,811 \text{ ml/m}^2\text{ngày}$  thì diện tích màng lọc cần:

$$A = \frac{37.850}{0,811 \cdot 10^{-3}} = 46.450 \text{ m}^2$$

Chọn loại bể lọc có mật độ lắp ghép  $820 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Tổng thể tích các bể lọc cần là:

$$V = \frac{46.450}{820} = 56,6 \text{ m}^3$$

Các modul lọc có thể tích  $0,0283 \text{ m}^3$ . Tổng modul lọc là 2000 cái, đặt 10 modul trong một ống lọc, số ống lọc là 200.

- Hàm lượng chất rắn hoà tan còn lại trong nước lọc:

$$C_c = \frac{C_o}{r} (1 - S) = \frac{600}{0,75} (1 - 0,95) = 40 \text{ mg/l}$$

- Năng lượng tiêu thụ:

$$N = \frac{\gamma Q}{102\eta} = 1000 \times \frac{37.850}{24 \times 60 \times 60} \times 408 \times \frac{1}{102 \times 0,8} = 101,4 \text{ kW/h}$$

- Nồng độ muối trong nước tuần hoàn:

$$C_2 = \frac{S}{1-R} C_o = \frac{0,95}{1-0,75} \times 600 = 2280 \text{ mg/l}$$

- Tổng lượng muối khoáng thải ra trong ngày:

$$G = 2280 \times 12.491 = 28400 \text{ kg/ngày.}$$



## Chương 11

# ÔXY HOÁ

### 11.1 PHẠM VI ÁP DỤNG

- Nhiều loại nước thải công nghiệp có chứa các hợp chất hữu cơ không thể xử lý bằng sinh học trực tiếp hoặc có tính độc hại và ngăn cản quá trình phát triển của vi sinh, do đó phải dùng các chất oxy hoá để oxy hoá trước các hợp chất này và các chất gây màu, mùi, trước khi cho nước thải vào xử lý bằng vi sinh. Các hoá chất dùng để oxy hoá gồm: ôxy dạng nguyên chất hay ôxy có trong không khí là chất oxy hoá rẻ nhất, thường dùng cho các phản ứng sinh hoá trong các công trình xử lý sinh học hiếu khí. Còn các chất oxy hoá dùng kết hợp (trước hoặc sau) với các quá trình xử lý sinh học là: ozon  $O_3$ , hydrogenperoxide  $H_2O_2$  (oxy già), permanganat  $MnO_4^-$ , clodioxit  $ClO_2$ , clo  $Cl_2$ , và axit hypoclorit  $HClO$ .

- Khi dùng các chất oxy hoá để oxy hoá nước thải trước quy trình xử lý sinh học, không cần dùng với liều lượng đầy đủ để oxy hoá hoàn toàn các hợp chất hữu cơ thành chất vô cơ ( $CO_2$  và  $H_2O$ ) mà chỉ cần dùng liều nhỏ đủ để oxy hoá các chất không hoặc khó phân huỷ và chất gây độc hại cho quá trình xử lý sinh học kế tiếp thành các chất dễ phân huỷ, không gây độc hại.

- Tùy thuộc liều lượng chất oxy hoá cho vào nước, kết quả của các phản ứng oxy hoá với các chất đặc biệt có trong nước thải có thể tạo ra các sản phẩm:

1- Biến đổi chất khó phân huỷ bằng vi sinh thành chất dễ phân huỷ do thay đổi cấu trúc liên kết của các hợp chất này.

2- Biến các chất không thể phân huỷ hay độc hại thành chất có thể phân huỷ được do thay đổi cấu trúc liên kết, hoặc thành phần của các hợp chất này, biến chúng thành các hợp chất ít hoặc không còn gây độc hại.

3- Oxy hoá triệt để, biến các hợp chất các bon hữu cơ thành  $CO_2$ .

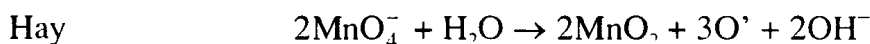
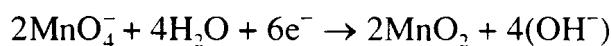
4- Tạo ra các chất khó hoặc không phân huỷ được do thay đổi cấu trúc của các hợp chất gốc, tăng tính chất độc hại của nó. Do vậy khi tiến hành các phản ứng oxy hoá phải chọn chất dùng để oxy hoá và liều lượng cho vào nước để có kết quả mong muốn và rẻ nhất.

### 11.2 TÍNH LIỀU LƯỢNG CHẤT OXY HOÁ

Để tính liều lượng chất oxy hoá cần thiết cho việc oxy hoá một loại hợp chất nào đó phải dựa vào phương trình cân bằng hoá học của phản ứng oxy hoá khử. Thông thường

người ta dựa vào số electron trao đổi giữa chất oxy hoá (thu) và chất khử (bị oxy hoá và mất electron) hoặc dựa vào số mol oxy nguyên tử (O) tự do của chất oxy hoá giải phóng ra trong các phản ứng oxy hoá khử để tính cân bằng phản ứng.

**Thí dụ 11.1:**



Như vậy một mol  $\text{MnO}_4^-$  thu nhận 3 electron hay 1mol  $\text{MnO}_4^-$  giải phóng ra 1,5 mol (O) oxy nguyên tử tự do. Bằng cách này, tính được khả năng giải phóng [O'] của các chất oxy hoá xem bảng (11-1).

**Bảng 11-1. Khả năng giải phóng [O'] của các chất oxy hoá.**

Chất oxy hoá và phản ứng giải phóng [O']	Oxyen hoạt tính	
	Số mol (n) của [O'] do 1 mol các chất oxy hoá giải phóng ra	Số mol [O'] do 1 kg các chất oxy hoá tạo ra
Cl <sub>2</sub> :		
$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}' + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$	0,5	14,1
$\text{HOCl} \rightarrow \text{O}' + \text{Cl}^- + \text{H}^+$	1,0	19,0
Clodioxidit:		
$2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{O}' + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$	2,5	37,0
Hydrogen peroxit:		29,4
$\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}' + \text{H}_2\text{O}$	1,0	
Permanganat, pH < 3,5:		
$2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}' + 3\text{H}_2\text{O}$	2,5	15,8
$3,5 < \text{pH} < 7; 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_2 + 3\text{O}' + 3\text{H}_2\text{O}$	1,5	9,5
$7 < \text{pH} < 12; 2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{O}' + 2\text{MnO}_2 + 3\text{OH}^-$	1,5	9,5
$12 < \text{pH} < 13; 2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnO}_4^{2-} + \text{O}' + 2\text{H}^+$	0,5	3,2
Ozon:		
pH cao: $\text{O}_3 \rightarrow \text{O}' + \text{O}_2$	1,0	20,8
pH thấp: $\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}'$	3,0	61,4

Trong nước thải công nghiệp thường chứa nhiều hợp chất ở các dạng khác nhau, nên không thể dùng một chất đại diện để tính toán lượng oxy hoá cần thiết cho các phản ứng oxy hoá, trong trường hợp này phải dùng đại lượng: Nhu cầu oxy hoá học tức là COD của nước thải để tính lượng chất oxy hoá cần thiết theo biểu thức:

$$\text{Liều lượng chất oxy hoá cần (mg/l)} = \left(\frac{2}{n}\right) \times \left(\frac{M}{32}\right) \times \text{COD} \quad (11-1)$$

Trong đó: n : Số mol [O] do 1 mol chất oxy hoá tạo ra tra bảng (11-1);

M : Trọng lượng phân tử của chất oxy hoá (gr/mol);

32 : Trọng lượng phân tử của 1 mol oxygen;

COD: Nhu cầu oxy hoá học (mgO<sub>2</sub>/l);

**Thí dụ 11.2:**

Khi dùng chất oxy hoá là H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> và KMnO<sub>4</sub> ta có :

$$\text{Liều lượng H}_2\text{O}_2 = \left(\frac{2}{1}\right) \left(\frac{34}{32}\right) (\text{COD}) = 2,13(\text{COD}) (\text{mg/l})$$

$$\text{Liều lượng KMnO}_4 = \left(\frac{2}{1,5}\right) \left(\frac{158}{32}\right) (\text{COD}) = 6,58(\text{COD}) (\text{mg/l})$$

Khi tiến hành oxy hoá nước thải, không dùng liều lượng chất oxy hoá tính theo (11-1) để oxy hoá toàn bộ các chất hữu cơ, mà chỉ dùng liều lượng đủ để oxy hoá các hợp chất ngăn cản quá trình xử lý sinh học tiếp theo, do đó tỷ lệ liều lượng dùng sẽ là :

$$f = \frac{\text{OX}}{\text{OX}_T} \quad (11-2)$$

Trong đó: OX: Liều lượng chất oxy hoá cho vào nước thải mg/l;

OX<sub>T</sub>: Liều lượng toàn phần tính theo công thức (11-1).

Lượng chất oxy hoá cho vào nước thải để có kết quả oxy hoá các chất hữu cơ carbon ở tình trạng trung bình có thể xác định theo biểu thức:

$$\text{OX} = \frac{4(\text{COD} - \text{TOC})}{\text{TOC}} \quad (11-3)$$

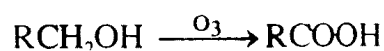
Trong đó: TOC: Tổng lượng carbon hữu cơ g/l;

COD: Nhu cầu oxy hoá học mg/l.

### 11.3 OZON (O<sub>3</sub>)

Ozon là chất oxy hoá mạnh (E<sub>11</sub> > 2 volt) thường dùng làm chất khử trùng và xử lý nước thải. Ozon là khí dễ biến đổi ở áp suất và nhiệt độ bình thường và có thể sản xuất ngay tại nơi sử dụng. Ở áp lực cao ozon bị phân huỷ rất nhanh, do đó việc sản xuất và hoà tan vào nước phải tiến hành ở áp lực thấp. Sản xuất ozon bằng hồ quang điện khi cho không khí hoặc oxy đi qua. Cơ cấu phản ứng của ozon phụ thuộc vào cường độ hoà tan của ozon vào nước, khi oxy hoá các chất hữu cơ diễn ra các bước sau:

1- Ôxy hoá alcohol thành aldehyd và sau đó thành axit hữu cơ



2- Thay nguyên tử oxy vào vòng liên kết của carbua thơm.

3- Bẻ gãy các liên kết kép của hợp chất carbon.

Dùng ozon để khử màu và khử các chất hữu cơ bền vững không bị phân huỷ khi xử lý sinh học. Cho ozon vào nước sau lọc hoặc sau lắng đợt 2 để giảm hàm lượng TOC và khử màu, trong trường hợp này lượng BOD trong nước lắng và lọc tăng từ 10 mg/l lên 40 mg/l vì ozon đã chuyển các chất hữu cơ có liên kết chuỗi dài bền vững không bị phân huỷ khi xử lý sinh học thành hợp chất dễ dàng phân huỷ bằng vi sinh.

Dùng ozon để oxy hoá nước sau bể lắng đợt 2 của trạm xử lý bằng sinh học nước thải của nhà máy của nhà máy sản xuất thuốc lá cho kết quả xem bảng (11-2).

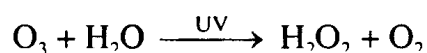
**Bảng 11-2. Kết quả ozon hoá nước sau bể lắng đợt 2**

Thông số	Chế độ xử lý bằng bùn hoạt tính trong bể aerotank			
	F/M = 0,15		F/M = 0,6	
	Thời gian tiếp xúc (phút)		Thời gian tiếp xúc (phút)	
	0	60	0	60
BOD mg/l	27	22	97	212
COD mg/l	600	154	1100	802
pH	7,1	8,3	7,1	7,6
N - hữu cơ mg/l	25,2	18,9	40	33
NH <sub>3</sub> - N mg/l	3	5,8	23	25
Màu (Pt - CO)	3790	30,0	500	330

Ozon, oxy hoá các hợp chất béo và các hợp chất thơm không bão hoà xảy ra phản ứng với nước và oxy tạo thành axit và alcohol. Nếu ở pH > 9 trong nước lại có các chất khử như muối Fe, Mn và Cu các chất thơm có thể tạo ra phenolic có thể là các chất gây độc .

Phenol có thể bị oxy hoá bằng ozon tạo ra 22 loại sản phẩm phụ giữa phenol, CO<sub>2</sub> và nước, phản ứng diễn ra là 1 phản ứng bậc 1 và có hiệu quả cao ở pH = 8 đến 11. Liều lượng ozon tiêu thụ từ 4 đến 6 mol cho 1 mol phenol .

- Có thể dùng ozon kết hợp với tia cực tím (UV) làm chất xúc tác để oxy hoá các chất hữu cơ không gây phản ứng như hydrocarbon bão hoà và chất hữu cơ có độ clo hoá cao. Ozon phản ứng với tia cực tím UV (có bước sóng 253,7 nm) trong nước để tạo ra hydroperoxide H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



Hai chất oxy hoá tác dụng đồng thời, cung cấp ozon và ion OH<sup>-</sup> ở pH thấp

## 11.4 HYDROPEROXIT ( H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

Sản phẩm hydroperoxit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bán ở thị trường có nhiều dạng, dạng dung dịch có nồng độ 30% đến 50% theo trọng lượng được dùng phổ biến để xử lý nước thải. Thường bổ thêm vào dung dịch H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> các chất hãm như photphat để kéo dài thời gian lưu trữ. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> đã có quá trình sử dụng từ lâu để khử các lắng đọng sulfit trong đường cống và trong các nhà máy xử lý nước thải và gần đây được sử dụng rộng rãi như là chất oxy hoá để oxy hoá các chất hữu cơ độc hại và khó phân huỷ hoà tan trong nước thải .

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oxy hoá sulfit theo các phản ứng sau :

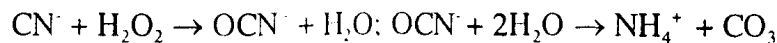
• pH < 7: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>S → 2H<sub>2</sub>O + S thời gian phản ứng 15 đến 45 phút nếu có chất xúc tác là Fe<sup>2+</sup> và giữ pH = 6,0 - 7,5 thời gian phản ứng vài giây

• pH trung tính : 4 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + S<sup>2-</sup> → SO<sub>4</sub> + 4H<sub>2</sub>O thời gian phản ứng 15 phút

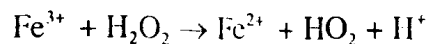
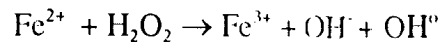
Hydroperoxide H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> có thể oxy hoá formaldehyde ở pH = 9,5 theo phản ứng:



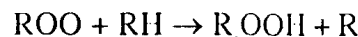
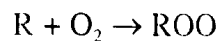
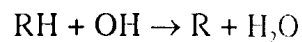
Ở pH = 10 - 12 hydroperoxide có thể phân huỷ cyanua theo phản ứng:



Cơ chế phản ứng này được sử dụng để xử lý nước thải nhà máy sản xuất chất polyme với nồng độ 96 mg/l CN<sup>-</sup>; 4700 mg/l COD pII = 7,5 và nhiệt độ 40<sup>o</sup> C. Phản ứng oxy hoá của H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> khi không có chất xúc tác diễn ra rất chậm, thường phải kèm chất xúc tác là FeSO<sub>4</sub> và giữ pH = 3,5. Hàng loạt phản ứng với Fe để tạo ra gốc ion OH và HO<sub>2</sub> tự do và hoàn nguyên lại Fe<sup>2+</sup>.

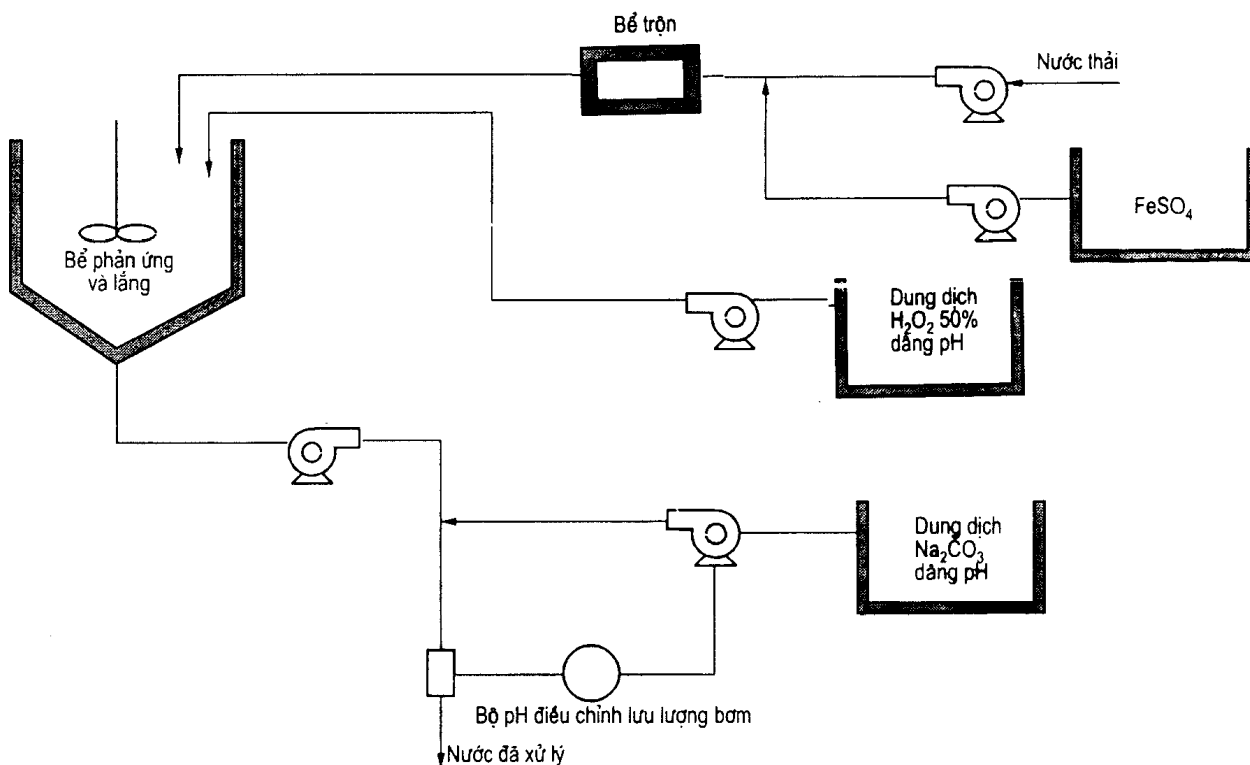


Sau đó xảy ra chuỗi phản ứng giữa gốc hydroxyl tự do và hợp chất hữu cơ R



Phản ứng diễn ra tốt nhất ở quãng pII = 2 - 4 sao cho Fe<sup>3+</sup> do phản ứng tạo ra ở dạng ion hoà tan mà không ở dạng hợp chất kết tủa như Fe(OH)<sub>3</sub> và FeOOH. Sơ đồ phản ứng oxy hoá của H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dùng chất xúc tác là FeSO<sub>4</sub> xem hình (11-1).

Có thể dùng tia cực tím làm chất xúc tác (UV - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Dưới tác dụng của tia cực tím phân tử H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> có thể bị phân chia trực tiếp thành gốc hydroxyl tự do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\text{UV}}$  2OH<sup>•</sup> và nhiệt của đèn chiếu làm tăng nhanh tốc độ phản ứng. Hệ UV- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> chỉ áp dụng cho nước thải có độ đục, độ màu và hàm lượng cặn thấp. Nhiều chất bẩn trong nước thải bị



**Hình 11-1:** Sơ đồ trạm xử lý nước thải dùng  $H_2O_2$  và chất xúc tác

phân huỷ bởi hệ UV-  $H_2O_2$ ; như benzen, toluene, xylene, trichloetylen v.v.. Khi chọn chất xúc tác cho phản ứng oxy hoá dùng  $H_2O_2$  phải cân nhắc và để ý đến kinh nghiệm thực tế đối với từng loại nước thải khác nhau, tính chất và thành phần chất bẩn. oxy hoá bằng  $H_2O_2$  kết hợp với xử lý sinh học để giảm hàm lượng COD đến trị số mong muốn. Trong một số trường hợp oxy hoá để giảm COD sẽ làm tăng lượng BOD trong nước thải vì  $H_2O_2$  đã biến các chất không hoặc khó phân huỷ thành các hợp chất dễ dàng bị phân huỷ bằng vi sinh.

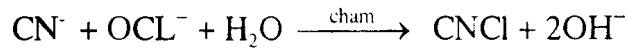
## 11.5 CLO

Clo đã được dùng từ rất lâu để khử trùng và làm chất oxy hoá trong xử lý nước cấp và nước thải và là chất khử màu rất hiệu quả trong trường hợp chất tạo màu là các hợp chất hữu cơ. Tuy vậy gần đây các nhà khoa học đã phát hiện ra các sản phẩm phụ của quá trình oxy hoá các chất hữu cơ gây độc hại bằng clo tạo ra có tác dụng gây bệnh ung thư nên việc áp dụng clo trong xử lý nước thải ngày càng hạn chế.

Clo thường được dùng để khử cyanua trong nước thải của xưởng đánh bóng và mạ kim loại. Oxy hoá cyanua bằng clo chịu ảnh hưởng mạnh bởi trị số pH và phản ứng diễn ra theo 2 bước:

*Bước 1:* (gồm 2 phản ứng)

Phản ứng 1: Ion hypoclorit  $\text{OCl}^-$  phản ứng với cyanua  $\text{CN}^-$  tạo thành cyanogenclorua  $\text{CNCl}$  ở khoảng rộng của trị số pH



Phản ứng 2: Thủy phân cyanogen clo để tạo thành xyanat, phản ứng diễn ra tốt nhất ở pH = 11,5 (pH từ 9 đến 11,5)



Bước 2: Oxy hoá tiếp xyanat thành bicarbonat và khí nitrogen ở quãng pH = 8,0 - 8,5



Cyanogen clo là chất rất độc hại cần phải khử ngay và là chất không ổn định, bị thủy phân rất nhanh thành xyanat  $\text{CNO}^-$  ở pH có giá trị lớn hơn 10. Do đó phản ứng 1 và 2 diễn ra đồng thời ở pH = 11,5. Tại thời điểm này  $\text{CNO}^-$  ít độc hại hơn  $\text{CN}^-$  1000 lần. Thường phải cho thêm clo vào và điều chỉnh pH để thực hiện phản ứng ở bước 2 oxy hoá tiếp  $\text{CNO}^-$  thành  $\text{HCO}_3^-$  và  $\text{N}_2$  ở pH = 8- 8,5. Trong thực tế liều lượng clo phụ thuộc mạnh vào điều kiện liên kết giữa các hợp chất kim loại với  $\text{CN}^-$  và sự tồn tại cũng như nồng độ của các chất khác có trong nước thải và do đó nồng độ clo và các chất thay đổi liên tục trong quá trình phản ứng.

Để phản ứng diễn ra hoàn toàn và có hiệu quả, trong quá trình xử lý phải điều chỉnh lượng clo cho vào đủ để giữ trị số điện thế oxy hoá khử của dung dịch ở mức thích hợp nhất như :

Bước 1:  $\text{CN}^- \rightarrow \text{CNO}^-$  giữ điện thế oxy hoá khử của dung dịch ở 350 mV

Bước 2:  $\text{CNO}^- \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{N}_2$  giữ điện thế oxy hoá khử của dung dịch ở 500 - 800 mV

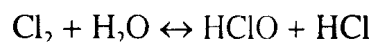
Trong thực tế thường dùng hypoclorit natri  $\text{NaClO} + \text{NaOH}$  (nước Javen) 15% trong các trạm xử lý có công suất nhỏ hơn  $100 \text{ m}^3/\text{ngày}$  và dùng clo lỏng cho các nhà máy xử lý nước thải có công suất lớn.

### Thí dụ 11.3:

Phải dùng bao nhiêu clo trong một ngày để khử cyanua CN có nồng độ 130 mg/l trong nước thải với công suất 10.000 lít/ngày.

Giải :

a) Khi cho clo vào nước xảy ra phản ứng phân huỷ sau:



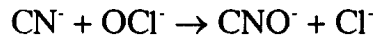
Cứ 1 phân tử gam clo  $M = 71 \text{ g/mol}$  tạo ra 1 phân tử gam  $\text{HClO}$   $M = 52,5 \text{ g/mol}$

b) Số phân tử gam cyanua có trong nước thải :

$$\text{CN}^- = 12 + 14 = 26 \text{ g/mol}$$

$$b = \frac{130}{1000 \times 26} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ M (M phân tử gam)}$$

c) Khi cho clo vào nước thải, điều chỉnh pH đến 11,5 diễn ra đồng thời phản ứng 1 và phản ứng 2 của bước 1 để biến  $\text{CN}^-$  thành  $\text{CNO}^-$



Cứ một phân tử gam  $\text{CN}^-$  cần 1 phân tử gam  $\text{ClO}^-$  hay 1 phân tử gam  $\text{Cl}_2$

$$5,0.10^{-3} \times \left( \frac{1(\text{M})}{1(\text{M})} \right) = 5,0.10^{-3}(\text{M})\text{ClO}^- = 5,0.10^{-3}(\text{M})\text{Cl}_2$$

Với công suất 10.000 lít/ngày lượng  $\text{Cl}_2$  cần là:

$$5,0.10^{-3}(\text{M})\text{Cl}_2/l \times 10.000 \text{ l/ngày} = 50(\text{M}) \text{Cl}_2/\text{ngày}$$

$$C = 50 \times 71 \times 1000 = 3,55 \text{ kgCl}/\text{ngày}$$

Trong thực tế thường phải lấy gấp đôi liều lượng tính theo lý thuyết:

$$C = 3,55 \text{ đến } 7,1 \text{ kgCl}/\text{ngày}$$

d) Cho thêm clo vào điều chỉnh pH xuống 8-8,5 để thực hiện bước 2 oxy hoá  $\text{CNO}^-$  thành  $\text{HCO}_3^- + \text{N}_2$



Cứ 1 phân tử gam  $\text{CNO}^-$  cần 1,5 phân tử gam  $\text{ClO}^-$  tương đương  $1,5(\text{M})\text{Cl}_2$

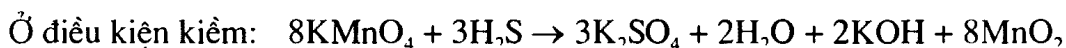
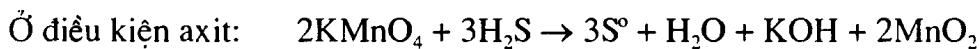
$$\text{Do đó: } d = 5,0.10^{-3}(\text{M})\text{CNO}^- \times \frac{3}{2} \times 10.000 = 5,33 \text{ kgCl}_2/\text{ngày}$$

Tổng lượng clo cần cho bước 1 và bước 2

$$G = C + d = (3,55 - 7,1) + 5,33 = 8,88 \text{ đến } 12,43 \text{ kgCl}_2/\text{ngày}$$

## 11.6 PERMANGANAT KALI ( $\text{KMnO}_4$ )

Permanganat kali là chất oxy hoá mạnh ( $E_H = 1,68$  von) đối với các hợp chất hữu cơ và vô cơ ở tất cả các giá trị của pH, permanganat kali bán trên thị trường cả ở dạng dung dịch và ở cả dạng rắn với độ tinh khiết từ 96,5 đến > 99%. Thường dùng  $\text{KMnO}_4$  để khử mầu và oxy hoá các hợp chất vô cơ và hữu cơ có trong nước thải của các nhà máy: dệt, thuộc da, chế biến kim loại, đánh bóng và mạ kim loại, chế tạo bột giấy và tinh luyện dầu. Khi dùng  $\text{KMnO}_4$  để oxy hoá sulfit kết quả phản ứng phụ thuộc vào tính chất của dung dịch ở điều kiện axit hay ở điều kiện kiềm.



Không giống các chất oxy hoá khác, sản phẩm phụ của phản ứng oxy hoá bằng  $\text{KMnO}_4$  là  $\text{MnO}_2$  tạo thành ở dạng hạt rắn dễ dàng lắng đọng thành bùn cặn trong nước thải.  $\text{KMnO}_4$  là chất oxy hoá có hiệu quả các chất hữu cơ có cấu tạo đặc biệt, làm giảm tính độc hại của các hợp chất phenolic và các hợp chất thơm khác đặc biệt là các chất béo đã clo hoá như là trichloroethylene, perchloro ethylene và trichloroethane .



## Chương 12

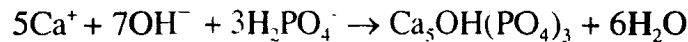
# KHỬ PHỐTPHO

Phốtpho (P) có thể được khử ra khỏi nước bằng phương pháp hoá học hoặc bằng phương pháp sinh học .

### 12.1.KHỬ PHỐTPHO BẰNG PHƯƠNG PHÁP HOÁ HỌC

Dùng vôi, phèn sắt, phèn nhôm tạo thành các muối kết tủa của phốtpho theo các quy trình sau:

- Khi khử bằng vôi: Cho vôi vào nước và giữ pH = 9 đến 10,5, phốtpho kết hợp với muối canxi thành hydroxyapatit  $\text{Ca}_5\text{OH}(\text{PO}_4)_3$  kết tủa.



Cặn canxi phốtpho là các hạt vô cùng nhỏ và phát triển rất chậm, đặc biệt ở các giá trị pH trung tính. Vì vậy trong các bể phản ứng thường phải cho thêm các hạt rắn (cát) làm nhân keo tụ để tăng cường quá trình dính bám và keo tụ, hiệu quả phản ứng khi có tuần hoàn lại cặn cao hơn rất nhiều. Hàm lượng phốtpho còn lại trong nước sau lắng phụ thuộc vào pH của nước. Khi pH = 9 hàm lượng phốtpho hoà tan còn lại 0,17 mg/l; pH = 9,5 hàm lượng phốtpho còn lại 0,16 mg/l; pH = 10, P = 0,12 mg/l; pH = 10,5 P = 0,09 mg/l; pH = 11, P = 0,02 mg/l; pH = 11,5, P = 0,008 mg/l; pH = 12, P = 0,004 mg/l.

Khi cho bông keo tụ  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  vào nước diễn ra sự dính bám các hạt canxi phốtpho vào bông cặn, quá trình lắng diễn ra nhanh và đạt hiệu quả cao. Hàm lượng vôi cho vào nước phụ thuộc vào độ kiềm và độ cứng của nước, lượng vôi cho vào để nâng pH của nước lên 10-11 là đủ để keo tụ phốtpho có trong nước.

Khử phốtpho bằng vôi, vì cặn tạo ra rất nhỏ nên sau lắng thường phải cho nước qua bể lọc để đạt hiệu quả mong muốn .

Phèn sắt và nhôm cho vào nước thải chứa các chất vô cơ và phốtpho các ion sắt và nhôm kết hợp với phốtpho thành các hợp chất phốtpho kim loại dễ kết tủa, còn đối với nước thải hữu cơ, cho phèn sắt và nhôm vào sau bể làm thoáng sinh học, trước bể lắng đợt 2, sẽ diễn ra quá trình đông keo tụ làm giảm lượng phốtpho có trong nước. Hàm lượng phốtpho còn lại trong nước phụ thuộc vào pH và tỷ số Al/P.

Cặn lắng là hỗn hợp của  $\text{Al}(\text{OH})_3$  và  $\text{Al}(\text{PO}_4)$  ở dạng vô định hình nhiều hơn là ở dạng tinh thể. Để khử phốtpho bằng đông keo tụ với hàm lượng phốtpho còn lại cho phép thường phải dùng liều lượng phèn với tỷ số 1,5 đến 3 phân tử gam tính theo nhôm

cho 1 phân tử gam tính theo photpho và giữ pH ở khoảng 6 đến 6,5. Nếu nước có độ kiềm cao phải hạ pH xuống trước khi cho phèn vào để tránh việc kết tủa  $Al(OH)_3$  trước  $Al(PO_4)$ .

Phèn sắt có thể là  $FeSO_4$  hay  $FeCl_3$  với liều lượng tùy thuộc vào mức oxy hoà tan có trong nước, pH, xúc tác sinh học, hàm lượng  $H_2S$  và cacbonat. Dùng phèn sắt có nhược điểm là lượng sắt hoà tan trong nước xử lý tăng cao. Liều lượng phèn sắt thường chọn từ 1,5 đến 3 đương lượng gam tính theo ( $Fe^{+3}$ ) cho 1 đương lượng gam photpho và giữ pH keo tụ ở khoảng 5 đến 5,5. Nếu keo tụ ở pH trung tính cần phải cho thêm chất trợ keo tụ polyme trung tính vào để đảm bảo quá trình lắng diễn ra trong khoảng thời gian chấp nhận được.

Quá trình đông keo tụ các hợp chất photpho với phèn sắt diễn ra tốt ở khoảng pH =7 đến 8, và lượng phèn sắt càng nhiều hiệu quả càng cao, vì phèn sắt tạo ra các sản phẩm phụ như hydroxit và cacbonat sắt sau quá trình lắng phải cho nước qua bể lọc để hoàn thành quá trình xử lý.

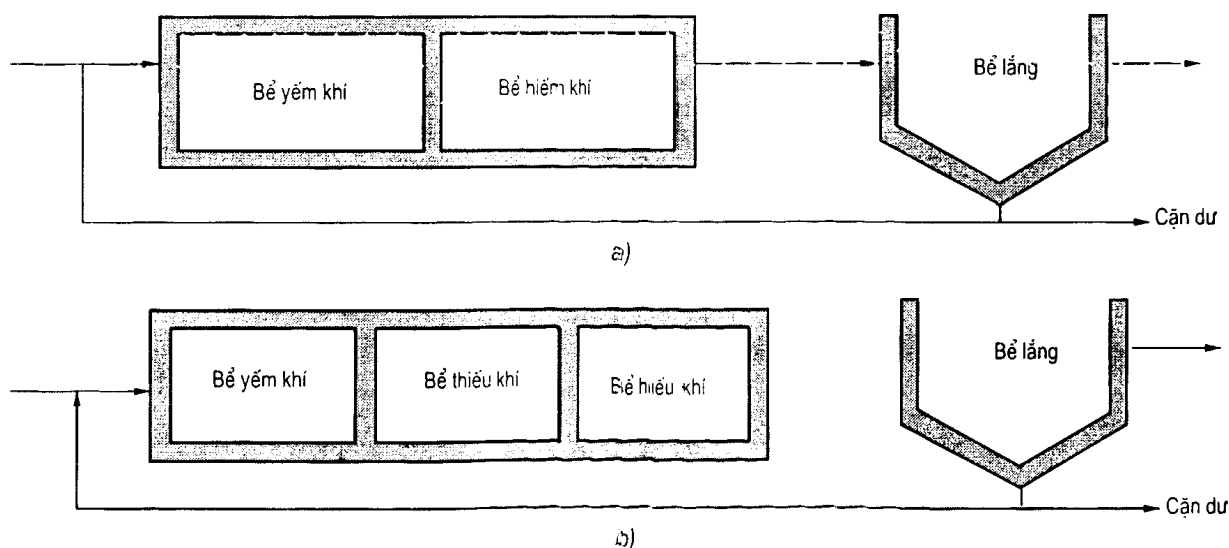
## 12.2. KHỬ PHỐT PHO BẰNG QUÁ TRÌNH SINH HỌC

Photpho cũng như nitrogen bị đồng hoá bởi vi khuẩn và được khử khỏi nước ở dạng cặn dư. Mức độ khử photpho phụ thuộc vào mức độ tạo cặn của quá trình xử lý sinh học. Các loại vi khuẩn như acinetobacter có khả năng hấp thụ các chất hữu cơ có trong lượng phân tử thấp (axit béo) trong điều kiện hiếm khí. Năng lượng cần thiết cho quá trình hấp thụ này do photpho khi được giải phóng sự liên kết của các hợp chất như: poly phot phát nằm trong các tế bào nguyên sinh chất của vi khuẩn cung cấp. Ở giai đoạn hiếu khí tiếp theo các chất hữu cơ bị oxy hoá và năng lượng đã có sẵn cho việc phát triển và tích lũy lại phot phát thành poli phot phát bên trong vi khuẩn, nhờ quá trình này mà vi khuẩn tích lũy được một lượng dư photpho. Loại vi khuẩn này có ưu thế cạnh tranh cao hơn các loại khác vì chúng có thể tích trữ một lượng chất hữu cơ sẵn sàng cho việc tiêu thụ của chúng. Trong các điều kiện thuận lợi chúng phát triển nhanh về số lượng, kết quả là làm tăng lượng photpho trong cặn hoạt tính dư được thải ra .

Trong khi xử lý photpho bằng sinh học, quá trình keo tụ photpho bằng ion canxi, nhôm, sắt, mangan cũng xảy ra nếu trong nước thải cũng có các ion này .

Khi không cần phải khử các hợp chất chứa Ni để khử photpho đòi hỏi trong nước thải phải có BOD/p lớn hơn 10 : 1 để cung cấp đủ chất nền cho việc phát triển các vi sinh khử photpho. Nồng độ photpho có trong cặn dư thường từ 5 đến 7 %, khi nước sau xử lý chứa 10 - 30 mg/l cặn lơ lửng, thì tổng hàm lượng photpho có trong nước khoảng từ 0,5 đến 2 mg/l sau lọc có thể đạt đến 0,1 mg/l. Xử lý sinh học khử kết hợp với quá trình đông keo tụ bằng phèn nhôm hay phèn sắt có thể giảm lượng photpho còn lại trong nước xuống hàm lượng rất thấp.

Nguyên tắc xử lý photpho bằng sinh học ở các nhà máy xử lý nước thải là cho nước thải có chứa chất hữu cơ và photpho qua các bể xử lý yếm khí và hiếu khí, có thể khử độc lập photpho hoặc kết hợp với quá trình khử nitrogen. Quá trình thay đổi các điều kiện xử lý yếm khí, hiếu khí trong dây chuyền xử lý bằng cách tuần hoàn lại sinh khối qua bể yếm khí hoặc qua bể hiếu khí, nếu phải khử đồng thời nitrogen thì phải có thêm bể trung gian gọi là bể thiếu khí. Sơ đồ quá trình khử photpho và khử nitrogen đồng thời với khử photpho xem hình (12-1).



**Hình 12-1:** Sơ đồ dây chuyền xử lý photpho

a) Sơ đồ dây chuyền khử photpho; b) Sơ đồ dây chuyền khử nitrogen và photpho kết hợp

**Bảng 12-1.** Kết quả xử lý nước thải nhà máy thuốc lá theo sơ đồ (12-1b)

Chỉ tiêu	Photpho (mg/l)	NH <sub>3</sub> - N (mg/l)	COD (mg/l)
Nước nguồn	9,2	20	683
Sau bể yếm khí	19,6	20	683
Sau bể hiếu khí	1,4	3	99

## Chương 13

# XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

### 13.1. TỔNG QUAN

Đã có nhiều tài liệu bằng tiếng Việt viết về xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học, trong tài liệu này chỉ đề cập đến hồ sinh học và một vài điểm cần chú ý khi áp dụng những tài liệu có trong tính toán và quản lý các công trình xử lý nước thải công nghiệp.

Trong nước thải sinh hoạt các chất hữu cơ chủ yếu nằm ở dạng cặn lơ lửng hoặc phân tán ở dạng keo, thường BOD trong nước thải đô thị có 50% là cặn hữu cơ lơ lửng, 10% là dạng keo phân tán và 40% ở dạng hữu cơ hoà tan. Trong các công trình xử lý sinh học nước thải đô thị bùn hoạt tính, các hạt cặn hữu cơ dễ dàng và nhanh chóng liên kết với bùn hoạt tính, còn các chất hữu cơ ở dạng keo được các bông cặn của bùn hoạt tính hấp thụ, và một phần chất hữu cơ hoà tan cũng được các bông cặn hấp thụ ngay từ những phút đầu của quá trình tiếp xúc khi làm thoáng. Ngược lại trong nước thải công nghiệp 100% chất hữu cơ nằm trong dạng hoà tan, rất ít chất hữu cơ khó phân huỷ được hấp thụ và do đó động học của quá trình xử lý sinh học nước thải công nghiệp (trừ nước thải của công nghiệp thực phẩm có tính chất giống như nước thải sinh hoạt ngoại trừ nồng độ BOD, N hoặc P cao hơn) thay đổi tùy thuộc vào tính chất của từng loại công nghiệp. Thí dụ: Đối với nước thải sinh hoạt khi không áp dụng bể lắng đợt một, lượng cặn tạo ra thường bằng 47% BOD với tuổi của bùn hoạt tính khoảng 3 ngày. Nếu có bể lắng đợt một và tăng thời gian lưu của bùn trong bể làm thoáng tỷ lệ tạo cặn đạt đến 53 % BOD được khử, còn việc tạo cặn của nước thải công nghiệp so với lượng BOD khử được có tỷ lệ cao hơn.

Có một số chú ý khi thiết kế các công trình xử lý nước thải công nghiệp bằng phương pháp sinh học.

1- Chọn đúng hệ số phân huỷ sinh học K (1/ngày) cho phù hợp với chất lượng nước thải. Nước thải của các nhà máy sản xuất hoá chất hữu cơ, nhà máy thuộc da, dược phẩm có hệ số K thấp ngược lại nước thải của các nhà máy thực phẩm lại có hệ số K cao.

2- Chất lượng nước thải ảnh hưởng đến chất lượng bùn hoạt tính: nước thải có nhiều chất hữu cơ dễ phân huỷ sẽ tạo ra nhiều cặn dạng sợi, nhẹ dễ bị gom thành đám riêng rẽ, ngược lại nước có nhiều chất khó phân huỷ lại ít hoặc không tạo ra cặn dạng sợi nhẹ.

3- Ảnh hưởng của nhiệt độ: Tăng nhiệt độ của nước thải công nghiệp làm tăng độ hoà tan của chất hữu cơ, do đó làm tăng hệ số nhiệt độ  $\theta$ , và khi làm thoáng nhiệt độ giảm, làm giảm hiệu quả xử lý.

4- Trong phần lớn nước thải công nghiệp thiếu chất dinh dưỡng cho vi sinh phát triển tức thiếu N và P thường cần phải cho thêm vào. Ngược lại trong một số nước thải công nghiệp lại có quá nhiều N hoặc P cần phải khử.

## 13.2 HỒ SINH HỌC

Hồ sinh học là phương pháp thường dùng để xử lý nước thải có chứa các chất hữu cơ ở những nơi có đủ đất và việc nhiễm bẩn nước ngầm bằng các hợp chất hữu cơ độc hại và tìm loại năng được cơ quan quản lý và môi trường cho phép. Thí dụ: Vùng nước mặn, gán đầm lầy v.v..

### 13.2.1 Phân loại

- Theo cấu tạo và quy trình vận hành có thể chia hồ sinh học làm hai loại.

*Loại 1:* Hồ đóng kín, tích nước thải và xả nước trong theo mùa trong năm. Ví dụ hồ xử lý nước thải nhà máy đường mía, nhà máy đóng hộp rau quả theo vụ v.v.. Thể tích hồ chứa phải đủ lớn để chứa hết lượng nước thải trong suốt thời kỳ vận hành nhà máy trữ lượng nước bốc hơi và thấm, cho nên thường chỉ áp dụng với nhà máy có công suất nhỏ.

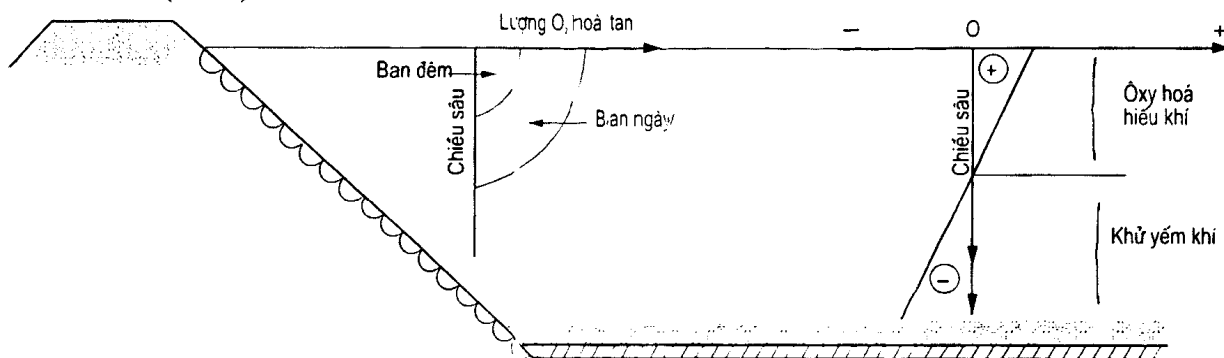
*Loại 2:* Hồ có dòng chảy qua, lưu lượng nước vào có thể không đều nhưng sẽ điều tiết lưu lượng nước ra đều theo giờ và ngày. Thể tích của hồ phụ thuộc vào lưu lượng cần xử lý và chất lượng nước thải.

- Theo động học của quá trình xử lý bằng vi sinh, chia hồ làm ba loại:

*Loại 1:* Hồ lưỡng tính (Facultative).

Trong hồ lưỡng tính tùy thuộc vào tải trọng COD (nồng độ COD, BOD của nước trong hồ) và cường độ nhiệt do hấp thụ ánh sáng được chia thành 2 lớp, lớp trên mặt do hấp thụ đủ lượng oxy hoà tan nên là lớp hiếu khí, còn lớp dưới và đáy do không có oxy nên là lớp yếm khí.

Lớp hiếu khí trên mặt hồ có chiều dày dao động trong ngày đêm, trong giờ có cường độ chiếu sáng cao, ban ngày rong tảo thực hiện quá trình quang hợp mạnh nên có lượng oxy hoà tan cao và thấm sâu vào lớp nước dưới và giảm trong những giờ về ban đêm. Xem hình (13-1)



**Hình 13-1:** Sơ đồ biểu diễn lượng  $O_2$  hoà tan và vùng hiếu, yếm khí trong hồ theo thời gian ngày và đêm

Cặn lắng xuống đáy hồ và bị phân huỷ yếm khí sinh ra khí metal  $CH_4$  và các khí khác, hồ sẽ bốc mùi nếu lớp hiếu khí phía trên không đủ dày và làm việc không tốt. Vì oxy sinh ra trong hồ do rong, rêu, tảo thực hiện quá trình quang hợp khi có ánh sáng chiếu vào nên đối với nước có màu không cho ánh sáng thấm sâu vào nước trong hồ sẽ không có lớp hiếu khí.

*Loại 2: Hồ yếm khí.*

Hồ làm việc theo quy trình sinh học yếm khí, khi nước có màu hoặc nồng độ chất bẩn trong hồ lớn, lượng oxy do hoà tan và lượng oxy do quang hợp sinh ra chỉ đủ để oxy hoá chất bẩn có trong lớp nước rất mỏng nằm ngay sát mặt thoáng, ngay dưới lớp nước này trong nước không có oxy hoà tan, quá trình phân huỷ chất hữu cơ bằng sinh học giống như quá trình xảy ra trong các bể xử lý yếm khí. Bước 1 là phá vỡ các liên kết hữu cơ, bước 2 là hình thành axit hữu cơ, bước 3 là phân huỷ axit hữu cơ thành khí mêtan, quá trình phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ nước.

Chiều sâu của hồ yếm khí thường chọn phải đủ lớn để giảm diện tích bề mặt và giữ nhiệt độ nước ổn định trong mùa đông.

*Loại 3: Hồ hiếu khí.*

Oxy được cung cấp để hoà tan vào nước hồ từ các máy làm thoáng cơ học đặt trên mặt nước hoặc bằng hệ thống thổi và phân phối khí đặt trong hồ. Hệ thống cung cấp oxy đồng thời là thiết bị khuấy trộn để tăng cường độ oxy hoà tan và giữ cho cặn ở trạng thái lơ lửng. Thời gian lưu nước trong hồ thường từ vài ngày đến vài tuần tùy thuộc vào tải trọng BOD và hiệu quả làm sạch mong muốn. Có 2 loại hồ hiếu khí, loại có cường độ khuấy trộn đủ để làm lơ lửng các hạt cặn tạo ra khi phân huỷ sinh học, không cho lắng xuống đáy hồ và loại có cường độ trộn thấp, chỉ để lấy đủ lượng oxy hoà tan cho quá trình xử lý sinh học, cặn tạo ra lắng xuống đáy hồ và bị phân huỷ yếm khí, chiều sâu hồ thường chọn từ 1,8 đến 4,6 m.

### **13.2.2 Tính toán hồ có mặt thoáng tự nhiên (hồ lưỡng tính và yếm khí)**

Đối với nước thải công nghiệp có hàm lượng BOD, COD cao thường áp dụng sơ đồ xử lý: đầu tiên là hồ yếm khí, tiếp sau là hồ lưỡng tính hoặc hiếu khí, sau cùng là hồ lắng.

Trong các hồ có mặt thoáng tự nhiên, lượng oxy cung cấp cho hồ do quá trình quang hợp và hoà tan trực tiếp có thể tính theo biểu thức:

$$O_2 = CfS \quad (13-1)$$

Trong đó:  $O_2$ : Là lượng oxy cung cấp cho hồ ( $kg/m^2$ ngày);

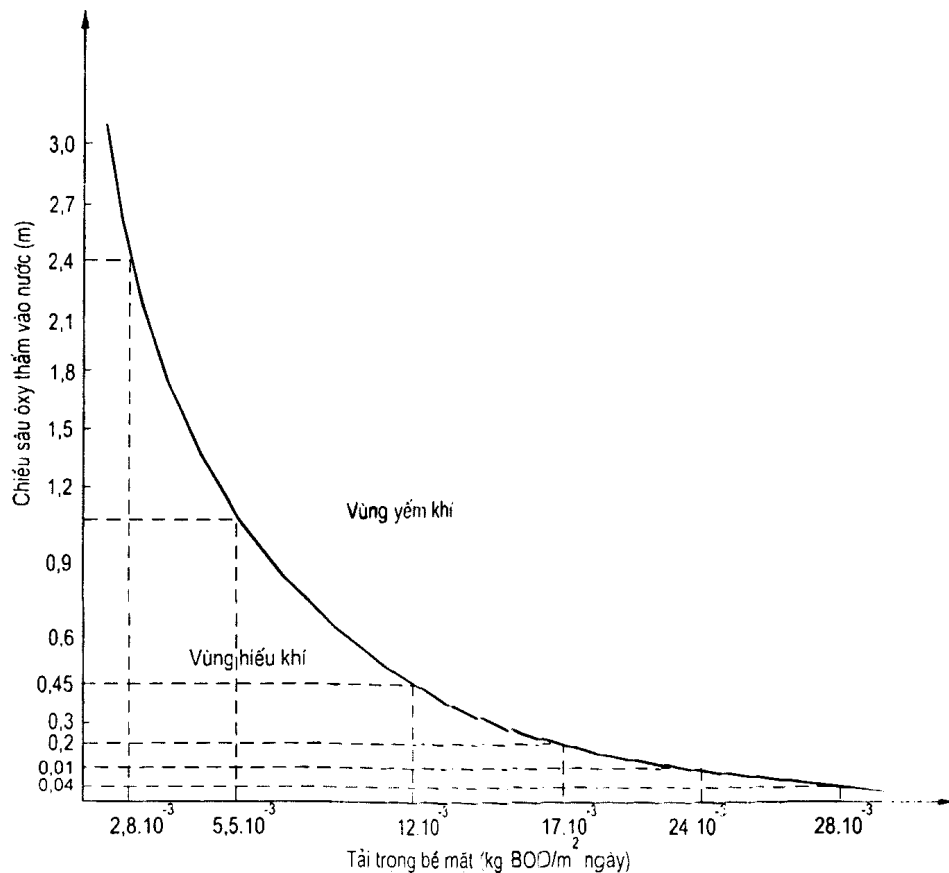
C: Hệ số bằng  $2,8 \cdot 10^{-5}$ ;

f: Hiệu quả chuyển đổi ánh sáng (%);

S: Cường độ chiếu sáng ( $calo/cm^2$ ngày).

Giá trị của S phụ thuộc vào vĩ độ và các tháng nắng, mưa trong năm. Ở vĩ độ 25-30° tương tự miền Bắc Việt Nam, S có thể dao động từ 100-300 calo/cm<sup>2</sup>ngày tương ứng với mùa đông và mùa hè, và nếu lấy f = 4 đến 5 % thì lượng oxy cấp vào một cách tự nhiên đủ để duy trì tình trạng hiếu khí ứng với tải trọng BOD trong hồ từ 0,011 đến 0,034 kg/m<sup>2</sup>ngày.

Chiều sâu thâm nhập của oxygen vào lòng hồ phụ thuộc vào tải trọng bề mặt của hồ (nồng độ chất bẩn trong nước hồ) xem hình (13-2).



**Hình 13-2:** Chiều sâu oxy thấm vào hồ phụ thuộc vào tải trọng BOD của hồ.  
Đối với mỗi vùng khí hậu và mỗi loại nước thải phải có biểu đồ riêng.

Loại tảo xanh phát triển trong nước hồ như chlamydomonas, chlorella, và euglena, và loại tảo màu xanh lục là: oscillatoria, phomidium anacystic và anabaena, các loại tảo trong hồ thường thay đổi theo mùa. Các loại nước thải có độ đục và độ mầu cao như nước thải nhà máy sản xuất bột giấy, nhuộm, v.v.. thường lượng oxy thấm qua mặt thoáng không đáng kể.

- Công thức để tính toán hiệu quả làm sạch của hồ lưỡng tính và hồ yếm khí (hồ có mặt thoáng tự nhiên) như sau:

Đối với một hồ:

$$\frac{S_e}{S_0} = \frac{1}{1 + K_1} \quad (13-2)$$

Đối với dãy hồ nối tiếp:

$$\frac{S_e}{S_o} = \frac{1}{(1 + K_1 t_1)(1 + K_2 t_2) \dots (1 + K_n t_n)} \quad (13-3)$$

Đối với hồ có dòng chảy đều, chiều dài lớn gấp nhiều lần chiều rộng:

$$\frac{S_e}{S_o} = e^{-Kt} \quad (13-4)$$

Trong đó :  $S_o$ : Hàm lượng BOD đầu vào (mg/l);

$S_e$ : Hàm lượng BOD đầu ra mg/l;

$K$ : Hệ số phân huỷ sinh học của hồ (l/ngày).

Trong công thức tính hiệu quả xử lý của dãy hồ nối tiếp (13-3) hệ số phản ứng sinh học  $K$  thường lấy bằng nhau, điều này chưa thật đúng vì ở hồ đầu đã xảy ra việc phân huỷ các chất dễ bị oxy hoá, các hồ sau tỉ lệ chất khó phân huỷ cao hơn, vì thế nên có sự nghiên cứu bằng thực nghiệm cho chuẩn xác.

Trong thực tế xử lý nước thải công nghiệp thường chọn  $K = 0,05$  (l/ngày) đối với hồ yếm khí.  $K = 0,5$  (l/ngày) đối với hồ hiếu khí.

Trong hồ lưỡng tính (lớp trên là hiếu khí, lớp dưới là yếm khí) có thể tính hệ số  $K$  theo biểu thức:

$$K_{tb} = \frac{K_{hiếu} \times H_{hiếu} \times K_{yếm} \times H_{yếm}}{H_{hiếu} + H_{yếm}} \quad (13-5)$$

Quá trình phân huỷ sinh học trong hồ phụ thuộc vào nhiệt độ nước được biểu thị qua giá trị thay đổi của hệ số  $K$  theo biểu thức:

$$K = K_{20^{\circ}\text{C}} \times 1,035^{T-20} \quad (13-6)$$

Khi thiết kế hồ cần phải tính đến biện pháp chống thấm, không để nước bản thấm qua đáy và thành hồ làm ô nhiễm nguồn nước ngầm trong vùng. Độ dốc thành hồ thường chọn từ 1:3 đến 1:6. Chiều cao từ mặt nước lên đỉnh bờ đắp quanh hồ từ 0,6-0,9 để tránh sóng, tràn nước trong mùa mưa bão. Thành hồ phải được lát đá hoặc bê tông tấm để tránh xói lở. Khi hồ có chiều dài  $\approx 200$  m, tác dụng của gió tạo sóng làm khuấy trộn nước, tăng cường độ hoà tan của oxy vào hồ, nâng cao được hiệu quả xử lý khi xử lý nước thải công nghiệp bằng hồ sinh học phải chú ý đến tỷ lệ chất dinh dưỡng N, P có trong nước, nếu thiếu phải có biện pháp thêm vào. Trong thực tế thường áp dụng dãy chuyên: đầu tiên là hồ yếm khí, thời gian lưu nước khoảng 6-10 ngày, sau đó là hồ hiếu khí, sau cùng là hồ lắng thời gian lưu nước từ 1 đến 2 ngày (hồ yếm khí sâu 4,3 m, thời gian lưu nước 6 ngày, tải trọng 0,224 kgBOD/1 m<sup>3</sup> ngày sau đó cho qua hồ hiếu khí sâu 0,9 m thời gian lưu nước 19 ngày tải trọng bề mặt 0,0056 kgBOD/1 m<sup>2</sup>.ngày, hàm lượng BOD giảm từ 1100 mg/l xuống còn 76 mg/l).



**Thí dụ 13-1:**

Nước thải công nghiệp có lưu lượng  $1000 \text{ m}^3/\text{ngày}$  hàm lượng BOD =  $500 \text{ mg/l}$ . Dự định xử lý bằng hồ sinh học, chiều sâu hồ  $H = 1,8 \text{ m}$  (chưa kể chiều cao chứa cặn) nhiệt độ nước  $20^\circ\text{C}$ , hệ số phản ứng phân huỷ sinh học:

$$K_{20^\circ\text{C}} = 0,05 \left( \frac{1}{\text{ngày}} \right) \text{ đối với hồ yếm khí.}$$

$$K_{20^\circ\text{C}} = 0,5 \left( \frac{1}{\text{ngày}} \right) \text{ đối với vùng hiếu khí.}$$

Thời gian lưu nước 50 ngày. Tính nồng độ BOD đầu ra khi xây dựng 1 hồ và khi xây dựng chuỗi các hồ nối tiếp gồm 4 hồ, áp dụng biểu đồ hình (13-2) để tính toán.

*Giải:*

1- Khi chỉ xây dựng 1 hồ.

a) Tính tải trọng bề mặt của hồ.

$$a = \frac{S_o \cdot H}{t} = \frac{0,5 \times 1,8}{50} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kgBOD} / \text{m}^2 \text{ ngày}$$

Tra biểu đồ hình (13-2) với tải trọng bề mặt  $18 \cdot 10^{-3} \text{ kgBOD/m}^2 \text{ ngày}$  chiều sâu của vùng hiếu khí trong hồ là:  $0,24 \text{ m}$ .

b) Tính hệ số phân huỷ K trung bình của hồ áp dụng công thức (13-5).

$$K_{tb} = \frac{0,24 \cdot 0,5 + 1,56 \cdot 0,05}{1,8} = 0,11 \left( \frac{1}{\text{ngày}} \right).$$

c) Nồng độ BOD trong nước thải ở đầu ra.

$$S_c = \frac{S_o}{1 + K_t} = \frac{500}{1 + 0,11 \cdot 50} = 77 \text{ mg/l}$$

2- Khi xây dựng chuỗi 4 hồ nối tiếp:

Thời gian lưu nước trong 1 hồ  $t_n = 12,5 \text{ ngày}$ .

$a_1$ - Tính tải trọng BOD trong hồ thứ nhất:

$$a_1 = \frac{0,5 \times 1,8}{12,5} = 72 \text{ kgBOD} / \text{m}^2 \text{ ngày}$$

Theo biểu đồ hình (13-2) hồ thứ nhất là hồ yếm khí, nồng độ BOD ở đầu ra của hồ thứ nhất:

$$S_{c1} = \frac{500}{1 + 0,05 \cdot 12,5} = 308 \text{ mg/l}.$$

Tính tải trọng BOD trong hồ thứ 2:

$$a_2 = \frac{0,308 \times 1,8}{12,5} = 44,3 \text{ kgBOD} / \text{m}^2 \text{ ngày}$$

Hồ thứ 2 cũng làm việc trong điều kiện yếm khí, nồng độ BOD đầu ra:

$$S_{c2} = \frac{308}{1 + (0,05)(12,5)} = 190 \text{ mg/l.}$$

Tính trọng tải trọng hồ thứ 3:

$$a_3 = \frac{0,19 \times 1,8}{12,5} = 27,36 \text{ kgBOD} / \text{m}^2 \text{ ngày}$$

Hồ thứ 3 chỉ có lớp mỏng 4 cm ở phía trên làm việc theo chế độ hiếu khí, còn lại là yếm khí, nồng độ BOD đầu ra:

$$S_{c3} = \frac{190}{1 + (0,05)(12,5)} = 117 \text{ mg/l.}$$

Tính tải trọng trong hồ thứ 4:

$$a_4 = \frac{0,117 \times 1,8}{12,5} = 16 \text{ kgBOD} / \text{m}^2 \text{ ngày}$$

Tra biểu đồ (13-2) chiều sâu vùng hiếu khí là 0,3 m.

Hệ số K trung bình của hồ thứ 4:

$$K_{tb} = \frac{(0,3)(0,5) + (1,5)(0,05)}{1,8} = 0,125 \left( \frac{l}{\text{ngày}} \right).$$

Hàm lượng BOD đầu ra của chuỗi 4 hồ:

$$S_{c4} = \frac{117}{1 + (0,125)(12,5)} = 45,7 \text{ mg/l.}$$

Hiệu quả xử lý của chuỗi 4 hồ cao hơn hẳn 1 hồ khi có cùng thời gian lưu nước là 50 ngày.

### 13.2.3 Tính toán hồ hiếu khí có sục gió hay dùng máy làm thoáng cơ khí

Hồ hiếu khí dùng máy làm thoáng cơ học hay dùng hệ thống thổi gió để cung cấp oxy thường có chiều sâu từ 2,4 đến 4,9 m.

Có hai loại hồ hiếu khí dùng thiết bị làm thoáng:

*Loại 1:* Hồ hiếu khí có thiết bị làm thoáng để cấp đủ oxy cho quá trình phân huỷ hiếu khí và khuấy trộn đủ mạnh để toàn bộ cặn và bùn hoạt tính nằm trong tình trạng bị xáo trộn và hoàn toàn lơ lửng trong thể tích nước.

**Loại 2:** Hồ hiếu khí ở phần trên còn đáy hồ là yếm khí vì năng lượng cấp vào qua thiết bị làm thoáng chỉ đủ để cung cấp lượng oxy cần thiết cho quá trình phân huỷ hiếu khí mà không đủ để khuấy trộn đều cặn và bùn lơ lửng, do đó phần lớn cặn và bùn hoạt tính lắng xuống đáy bể, ở đáy bể bùn cặn bị phân huỷ yếm khí.

Hồ hiếu khí loại 1 làm việc giống như bể aerotank chỉ khác là không có tuần hoàn lại bùn hoạt tính, nồng độ bùn hoạt tính trong hồ thấp hơn nhiều vì chỉ là bùn tự sinh và nồng độ bùn lơ lửng trong nước ra khỏi hồ đúng bằng nồng độ bùn lơ lửng trong hồ.

Trong hồ hiếu khí loại 2 (hồ lưỡng tính) một phần bùn hoạt tính sinh ra trong quá trình phân huỷ hiếu khí trong hồ, lắng xuống đáy hồ và bị phân huỷ yếm khí sau đó nổi lên phía trên và được oxy hoá tiếp bằng quá trình phân huỷ hiếu khí ở các lớp trên. Tuy lượng cặn theo nước ra khỏi hồ ít hơn hồ loại 1 nhưng sau hồ loại 2 vẫn phải có hồ lắng với thời gian lưu nước từ 1 đến 2 ngày để giảm hàm lượng cặn và do đó là giảm BOD. Sự khác nhau giữa hồ loại 1 và hồ loại 2 là do năng lượng cấp vào hồ.

Để có hồ làm việc như hồ loại 1, năng lượng khuấy trộn cấp vào phải từ 2,8 đến 3,9 W/m<sup>3</sup> nước có trong hồ, và phụ thuộc vào chất lượng nước thải cho vào hồ, Thí dụ đối với nước thải các nhà máy giấy chỉ cần 2,8 W/m<sup>3</sup> là đủ nhưng đối với nước thải công nghiệp thực phẩm lại cần tới 3,9 W/m<sup>3</sup> mới đủ để khuấy trộn.

Trong hồ loại 2, chỉ cần khuấy trộn để hoà tan đủ và đều lượng oxy vào trong khối nước có trong hồ nên chỉ ở mức 0,79 W/m<sup>3</sup> đến 2 W/m<sup>3</sup> là đủ.

\* Tính toán hồ làm thoáng loại 1.

- Năng lượng khuấy trộn 2,8 đến 3,9 W/m<sup>3</sup> nước trong hồ.

- Lượng bùn hoạt tính X<sub>v</sub> sinh ra khi phân huỷ hiếu khí có thể tính theo công thức:

$$X_v = \frac{a(S_0 - S_c)}{1 + bt} \text{ (mg/l)} \quad (13-7)$$

Trong đó: S<sub>0</sub>: Hàm lượng BOD đầu vào (mg/l);

S<sub>c</sub>: Hàm lượng BOD đầu ra (mg/l);

a: Hệ số sinh cặn đối với nước thải công nghiệp thường a = 0,5 đến 0,60;

b: Hệ số phân huỷ nội bào thường ở 20°C, b từ 0,1-0,2 (1/ngày);

t: Thời gian lưu nước trong hồ (ngày).

- Hiệu quả làm sạch của hồ tính theo công thức:

$$\frac{S_c}{S_0} = \frac{1 + bt}{aKt} \quad (13-8)$$

Các ký hiệu giống các công thức trên, riêng hệ số phản ứng K phụ thuộc và nhiệt độ và được điều chỉnh theo công thức (13-6) và tỷ lệ thuận với lượng BOD đầu vào S<sub>0</sub>.

- Lượng oxy cần thiết cho quá trình phân huỷ hiếu khí tính theo biểu thức:

$$O_2 = a'(S_0 - S_c) + b'X_v t \text{ (mg/l)} \quad (13-9)$$

Trong đó :  $O_2$ : Lượng oxy cần (mg/l);

$a'$ : Hệ số sử dụng oxy để oxy hoá BOD thường từ 0,5 - 0,53;

$b'$ : Hệ số tự oxy hoá cần hoạt tính thường từ 0,14 - 0,28 (1/ngày) ở 20°C;

$X_v$ : Nồng độ bùn hoạt tính trong hồ (mg/l).

Các ký hiệu khác xem công thức (13-7).

Hồ hiếu khí loại 1 thường được áp dụng để xử lý nước thải công nghiệp có nồng độ BOD cao, nước ra khỏi hồ có thể đạt tiêu chuẩn loại "C" để xả vào cống chung của thành phố hoặc đi vào xử lý tiếp qua các hồ hiếu khí loại 2 hay hồ có mặt thoáng tự nhiên. Năng lượng cần thiết để cấp đủ oxy lấy theo yêu cầu về mùa hè và phải đạt lớn hơn chuẩn năng lượng cần để khuấy trộn.

\* Tính toán hồ làm thoáng loại 2: Năng lượng cấp vào từ 0,8 đến 2 W/m<sup>3</sup>. Hồ làm thoáng loại 2 có cường độ khuấy trộn không đủ để làm lơ lửng toàn bộ hàm lượng cặn, do đó 1 phần cặn lắng xuống đáy, chịu phân huỷ yếm khí, chất hữu cơ do phân huỷ yếm khí lượng cặn lắng lại nổi lên các lớp trên, tỷ lệ chất hữu cơ do phân huỷ yếm khí đưa trở lên bằng  $FS_o$ . Trong đó F là hệ số có trị số  $F = 1$  về mùa đông (phân huỷ yếm khí không mạnh vì nhiệt độ giảm)  $F = 1,4$  về mùa hè (phân huỷ yếm khí mạnh vì nhiệt độ cao). Hiệu quả xử lý của hồ tính theo công thức:

$$\frac{S_e}{F.S_o} = \frac{FS_o}{FS_o + KX_v t} \quad (13-9)$$

$X_v$ : Lượng bùn hoạt tính ở tình trạng lơ lửng trong hồ.

- Nhu cầu oxy: Vì có lượng chất hữu cơ do phân huỷ yếm khí cặn ở đáy hồ nổi lên các lớp trên nên về lý thuyết không thể tính chính xác lượng oxy tiêu thụ mà phải xác định bằng thực nghiệm. Từ thực tiễn quản lý các hồ các nhà khoa học đã rút ra lượng oxy tiêu thụ của hồ loại 2 là:

Về mùa đông:  $O_2 = (0,8 - 1,1)(S_o - S_e)$  (mg/l).

Về mùa hè:  $O_2 = (1,1 - 1,4)(S_o - S_e)$  (mg/l) (13-10)

- Trong tất cả các loại hồ hiếu khí, lượng oxy hoà tan tối thiểu phải giữ ổn định trong hồ là 1 mg/l đến 2 mg/l.

- Lượng chất dinh dưỡng N, P trong hồ loại 2: do quá trình phân huỷ yếm khí cung cấp đủ nên không cần bổ sung thêm.

- Lượng cặn sinh ra và lắng đọng xuống đáy hồ có thể tính bằng 3 - 7% theo trọng lượng của tất cả chất bẩn đầu vào.

#### 13.2.4 Ảnh hưởng của nhiệt độ đến hiệu quả xử lý của hồ

Trong các hồ sinh học, hiệu quả xử lý chịu ảnh hưởng rất lớn bởi sự thay đổi của nước trong hồ lại phụ thuộc vào nhiệt độ của nước thải đi vào hồ và nhiệt độ của không khí xung quanh hồ, phụ thuộc vào lượng nhiệt mất đi do bốc hơi, dòng đối lưu và do bức xạ của

tia nắng mặt trời. Các nhà khoa học đã cố gắng tìm ra nhiều biểu thức xác định sự thay đổi nhiệt độ của nước trong hồ theo các thông số trên. Ở tài liệu này giới thiệu biểu thức đơn giản đang được sử dụng rộng rãi ở Mỹ và các nước Tây Âu đối với các loại hồ có mặt thoáng tự nhiên và các hồ có làm thoáng bề mặt bằng các máy làm thoáng cơ khí:

$$\frac{t}{H} = \frac{T_t - T_h}{f(T_h - T_a)} \quad \text{hay} \quad T_h = \frac{H \cdot T_t + ft T_a}{H + ft} \quad (13-11)$$

Trong đó: t: Thời gian lưu nước trong hồ (ngày);

H: Chiều sâu của hồ tính bằng (ft) (1ft = 30,5 cm);

$T_t$ : Nhiệt độ nước thải đi vào hồ tính bằng độ ( $^{\circ}\text{F}$ );

$T_h$ : Nhiệt độ nước trong hồ ( $^{\circ}\text{F}$ );

$T_a$ : Nhiệt độ không khí quanh hồ ( $^{\circ}\text{F}$ );

Chuyển độ  $^{\circ}\text{F}$  sang độ  $^{\circ}\text{C}$  theo biểu thức  $^{\circ}\text{C} = 0,555(^{\circ}\text{F}-32)$ .

f: Hệ số kể đến sự truyền nhiệt, độ ẩm của không khí và tình trạng mặt thoáng v.v.. thường dao động quanh trị số 1,6.

### 13.2.5 Hệ thống các hồ làm thoáng nối tiếp

Một chuỗi các hồ làm thoáng nối tiếp nhau và làm việc theo đúng quy trình sẽ cho hiệu quả xử lý cao và kinh tế về xây dựng và chi phí quản lý. Trong thực tế thường xây dựng 3 hồ nối tiếp: Hồ thứ nhất làm thoáng với cường độ cao khuấy trộn hoàn chỉnh cho cặn lơ lửng hoàn toàn để khử BOD có nồng độ cao và nồng độ hoạt tính cao, hồ thứ 2 có cường độ làm thoáng thấp hơn cho phép một phần cặn lắng xuống đáy hồ, hồ thứ 3 là hồ lắng. Tính toán lặp lại nhiều lần để chọn được tổng dung tích của 2 hồ làm thoáng là nhỏ nhất và đạt hiệu quả cao nhất, hồ lắng đặt sau 2 hồ làm thoáng để:

- Lắng cặn lơ lửng và có đủ dung tích để chứa cặn và phân huỷ cặn lắng và phải thiết kế sao cho rêu tảo không phát triển nhiều và không có mùi.

- Thường chọn thời gian lưu nước từ 1 đến 2 ngày và chiều sâu từ 2,5 - 3,5 m.

#### **Thí dụ 13-2:**

Tính chuỗi hồ làm thoáng (bỏ qua ảnh hưởng của nhiệt độ) gồm hồ loại 1 nối tiếp với hồ loại 2 với các số liệu sau:

Lưu lượng nước thải 1500 m<sup>3</sup>/ngày.

$S_0 = 450 \text{ mgBOD/l}$                        $K = 6(\text{ngày})^{-1}$

$S_e = 20 \text{ mg/l}$                                $b = 0,1(\text{ngày})^{-1}$

$A = 0,6$                                          $a' = 0,5$      $b' = 0,14$ .

*Giải:*

1) Tính toán hồ làm thoáng thứ nhất là hồ loại 1:

$$\frac{S_e}{S_0} = \frac{1 + bt}{aKt}$$

Với thời gian lưu nước t chọn trước cho kết quả

t (ngày)	$S_t/S_0$	$S_c$
1	0,3	135
2	0,17	77
3	0,12	54
4	0,097	44

- Chọn thời gian lưu nước trong hồ loại 1 là  $t = 2$  ngày thì hàm lượng bùn hoạt tính  $X_v$  tính theo (13-7).

$$X_v = \frac{a(S_0 - S_c)}{1 + bt} = \frac{0,6(450 - 77)}{1 + 0,1 \times 2} = 187 \text{ mg/l.}$$

- Lượng oxy yêu cầu:

$$O_2 = a'(S_0 - S_c) + b'X_v t = 0,5(450 - 77) + 0,14 \times 187 \times 2 = 239 \text{ mg/l.}$$

$$O_2/\text{ngày} = 239 \times 1500 = 358,5 \text{ kgO}_2/\text{ngày.}$$

- Với chất lượng nước đã cho và nhiệt độ nước, giả sử thiết bị làm thoáng bề mặt có hiệu suất 1,5 kgO<sub>2</sub>/1kWh.

Công suất cần: 
$$N = \frac{358,5}{1,5} = 239 \text{ kW/ngày.}$$

Năng lượng khuấy trộn cấp cho 1 m<sup>3</sup> nước trong hồ:

$$A = \frac{239.000}{1500 \times 24 \times 2} = 3,3 \text{ W/m}^3 \text{ nước có trong hồ.}$$

Nằm trong mức năng lượng khuấy trộn cần thiết là 2,8-3,9 W/m<sup>3</sup> đảm bảo toàn bộ cần trong trạng thái lơ lửng.

2) Tính toán hồ nối tiếp là hồ loại 2.

Hệ số phản ứng K phụ thuộc vào nhiệt độ và tỷ lệ thuận với hàm lượng BOD đầu vào  $S_0$ . Như vậy hệ số K trong hồ thứ 2 sẽ là:

$$K_2 = K_1 \frac{S_1}{S_0} = 6 \times \frac{77}{450} = 1,02 \text{ ngày}^{-1}.$$

Hệ số F chọn 1,2 lượng cần hoạt tính  $X_v = 187 \text{ mg/l}$  sẽ lắng xuống đáy 1 phần, phần còn lại  $X_v$  ở trạng thái lơ lửng,  $X_v = 100 \text{ mg/l}$ .

Thời gian lưu nước cần thiết trong hồ thứ 2 tính theo công thức (13-9):

$$\frac{S_c}{FS_1} = \frac{FS_1}{FS_0 + KX_v t} \rightarrow t = \frac{(FS_1)^2 - S_c(FS_1)}{S_c K X_v}$$

$$S_1 = 77 \text{ mg/l}; S_e = 20 \text{ mg/l}; F = 1,2; K = 1,02; X_v = 100.$$

$$t = \frac{(1,2 \times 77)^2 - 20(1,2 \times 77)}{20 \times 1,02 \times 100} = 3,27 \text{ ngày.}$$

- Lượng oxy cần thiết cho quá trình làm sạch:

$$O_2 = 1,2 (S_1 - S_e) = 1,2 \times (77 - 20) = 68,4 \text{ mg/l.}$$

Lượng oxy cần trong 1 ngày:

$$O_2 = 68,4 \text{ gr/m}^3 \times 1500 \text{ m}^3 = 102,6 \text{ kgO}_2/\text{ngày}$$

- Giả sử công suất cấp oxy 1,5 kgO<sub>2</sub>/kWh.

Năng lượng cần:

$$N = \frac{102,6}{24 \times 1,5} = 2,85 \text{ kW/h.}$$

Năng lượng cấp vào hồ:

$$A = \frac{2850 \text{ W}}{1500 \times 3,27} = 0,6 \text{ W/m}^3$$

### **Thí dụ 13-3:**

Thiết kế chuỗi gồm 2 hồ làm thoáng nối tiếp.

Công suất nước thải 2000 m<sup>3</sup>/ngày. BOD = 425 mg/l.

Nhiệt độ nước thải 27°C; cặn lơ lửng SS = 0 mg/l

Nhiệt độ không khí: Mùa hè 29,8°C mùa đông 10°C.

K = 6,3 ngày<sup>-1</sup> ở 20°C, a = 0,5, b = 0,2 ngày<sup>-1</sup> ở 20°C

a' = 0,25, b' = 0,28 ngày<sup>-1</sup> ở 20°C. Hệ số điều chỉnh nhiệt độ  $\theta = 1,035$  cho phản ứng sinh hoá và  $\theta = 1,024$  cho quá trình hấp thụ oxy.

F = 1 về mùa đông.

F = 1,4 về mùa hè.

Công suất cấp oxy của thiết bị đối với nước sạch ở 20°C  $N_o = 1,95 \text{ kgO}_2/\text{kWh.}$

$\alpha = 0,85; \beta = 0,9;$  Lượng oxy tối thiểu  $C_L = 1 \text{ mg/l.}$

Hàm lượng BOD đầu ra  $S_e = 20 \text{ mg/l}$  mùa hè và  $S_e = 30 \text{ mg/l}$  mùa đông.

a) Tính hồ đầu - Hồ loại 1.

1- Giả thiết thời gian lưu nước trong hồ loại 1  $t = 2$  ngày.

Thể tích hồ:  $V = 2 \times 2000 \text{ m}^3/\text{ngày} = 4000 \text{ m}^3.$

2- Tính nhiệt độ nước trong hồ về mùa đông áp dụng công thức (13-11).

$H = 3,6 \text{ m} = 12 \text{ ft}; T_i = 27^\circ\text{C} = 80,78^\circ\text{F}; T_a = 10,0^\circ\text{C} = 50^\circ\text{F}; f = 1,6; t = 2 \text{ ngày}$

$$T_h = \frac{12 \times 80,78 + 1,6 \times 2 \times 50}{12 + 1,6 \times 2} = 74,3^\circ\text{F} = 23,5^\circ\text{C}.$$

3 - Hiệu chỉnh hệ số phản ứng K ứng với nhiệt độ mùa đông.

$$K_T = K_{20} \cdot \theta^{T-20} = 6,3 \times (1,035)^{23,5-20} = 7,11 \text{ ngày}^{-1}.$$

4 - Tính hàm lượng BOD đầu ra  $S_e$  về mùa đông.

$$S_e = \frac{S_o(1+bt)}{aKt} = 425 \times \frac{1+0,2 \cdot 2}{0,5 \times 7,11 \times 2} = 83,7 \text{ mg/l}.$$

5 - Tính nhiệt độ nước hồ về mùa hè:

$$T_a = 29,8^\circ\text{C} = 85,6^\circ\text{F}.$$

$$T_h = \frac{12 \times 80,78 + 1,6 \times 2 \times 85,6}{12 + 1,6 \times 2} = 81,8^\circ\text{F} = 27,6^\circ\text{C}$$

- Hệ số K mùa hè:

$$K = 6,3 \times (1,035)^{27,6-20} = 8,21 \text{ ngày}^{-1}.$$

- Nồng độ BOD đầu ra về mùa hè:

$$S_e = 425 \frac{1+0,2 \times 2}{0,5 \times 8,21 \times 2} = 72,5 \text{ mg/l}.$$

6 - Tính nồng độ bùn hoạt tính trong hồ về mùa hè:

$$X_v = \frac{a(S_o - S_e)}{1+bt} = \frac{0,5(425 - 72,5)}{1+0,2 \times 2} = 126 \text{ mg/l}.$$

7 - Lượng oxy cần thiết:

$$O_2 = a'(S_o - S_e) + b'X_t = 0,52(425 - 72,5) + 0,28 \times 126 \times 2 = 253,8 \text{ mg/l}.$$

$$O_2 = 2000 \times 253,8 = 507,7 \text{ kgO}_2/\text{ngày}.$$

8 - Tính năng suất truyền oxy vào nước và năng lượng cần:

$$N = N_o \frac{\beta C_{s_{27,6^\circ\text{C}}} - C_L}{C_{s_{20^\circ\text{C}}}} \alpha \theta^{T-20} = 1,95 \frac{0,9 \times 7,96 - 1}{9,2} \times 0,85 \times 1,024^{27,6-20} = 1,33 \text{ kgO}_2/\text{kWh}$$

Công suất cần:

$$A = \frac{507,7}{24 \times 1,33} = 15,9 \text{ kWh}.$$

9 - Mức năng lượng cấp vào hồ.

$$a = \frac{A}{V} = \frac{15900}{2000 \times 2} = 3,97 \text{ W/m}^3.$$



10- Giả thiết thời gian lưu nước trong hồ t khác nhau lập lại tính toán từ bước 1 đến bước 9. Kết quả cho ở bảng sau:

Thời gian lưu nước t ngày (1)	Nhiệt độ nước $T_h$ °C (2)	Hệ số phản ứng K (ngày) (3)	$S_c$ mg/l (4)	X mg/l (5)	$O_2$ (kg/ngày) (6)	a ( $W/m^3$ ) (7)	Năng lượng tiêu thụ (kW) (8)
1	Đông 26,1	7,77	131	127	384	6,09	12,2
	Hè 28,4	8,41	121				
2	Đông 23,5	7,11	83,7	126	507,7	3,97	15,88
	Hè 27,7	8,21	72,5				
3	Đông 21,3	6,59	68,8	115	572,3	3,07	18,42
	Hè 27,1	8,04	56,4				
4	Đông 19,6	6,21	61,6	105	622,1	2,8*	22,4
	Hè 27,1	8,04	48,4				
5	Đông 18,1	5,9	57,6	95	657,4	2,8*	28,0
	Hè 27,1	8,04	43,8				
6	Đông 16,8	5,64	55,3	87	686,8	2,8*	33,6
	Hè 27,1	8,04	40,7				

\* Năng lượng cấp vào  $a < 2,8W/m^3$  lấy bằng 2,8 để đảm bảo điều kiện khuấy trộn.

b) *Tính hồ nối tiếp loại 2:* Năng lượng cấp vào từ  $0,8-2W/m^3$ . Với mức  $0,8W/m^3$  đủ để làm lơ lửng nồng độ bùn hoạt tính khoảng 50 mg/l. Đối với hồ nối tiếp BOD đầu vào là BOD đầu ra của hồ thứ nhất và nhiệt độ  $T_1$  đầu vào là nhiệt độ nước ra trong hồ thứ nhất.  $S_{O_2} = 83,7mg/l$  mùa đông và  $S_{O_2} = 72,5mg/l$ , mùa hè;  $T_{t_2} = T_{h_1} = 23,5^{\circ}C = 74,3^{\circ}F$  mùa đông và  $T_{t_2} = 27,6^{\circ}C = 81,8^{\circ}F$  về mùa hè.

1 - Tính toán nhiệt độ nước trong hồ thứ 2 và hiệu chỉnh hệ số phản ứng K theo nhiệt độ và nồng độ BOD đầu vào.

Để tính toán được nhiệt độ trong hồ, giả sử trước thời gian lưu nước trong hồ thứ 2 là 5 ngày.

Về mùa đông  $T_a = 10^{\circ}C = 50^{\circ}F$ .

$$t_{h_2} = \frac{H \times T_1 + f \times t \times T_a}{H + ft} = \frac{12 \times 74,3 + 1,6 \times 5 \times 50}{12 + 1,6 \times 5} = 64,55^{\circ}F = 17,9^{\circ}C.$$

Điều chỉnh hệ số phản ứng K:

$$K_{20} = \frac{6,3}{425} \times 83,7 \times (F = 1) = 1,24 \text{ ngày}^{-1}.$$

$$K_{17,9^{\circ}\text{C}} = K_{20} \times 1,035^{17,9-20} = 1,24 \times 1,035^{27,9-20} = 1,03 \text{ ngày}^{-1}.$$

Về mùa hè  $T_a = 29,8^{\circ}\text{C} = 85,6^{\circ}\text{F}$ :

$$T_{h2} = \frac{12 \times 81,8 + 1,6 \times 5 \times 85,6}{12 + 1,6 \cdot 5} = 83,3^{\circ}\text{F} = 28,2^{\circ}\text{C}$$

$$K_{20} = \frac{6,3}{425} \times 1,4 \times 72,5 = 1,5 \text{ ngày}^{-1}$$

$$K_{28,2^{\circ}\text{C}} = 1,5 \times 1,035^{28,2-20} = 1,79 \text{ ngày}^{-1}$$

2 - Tính thời gian lưu nước cần thiết trong hồ để có kết quả xử lý mong muốn  $S_{e2} = 30 \text{ mg/l}$  về mùa đông và  $S_{e2} = 20 \text{ mg/l}$  về mùa hè.

$$S_{O_2} = FS_{e1} \quad \text{và} \quad t = \frac{FS_{e1}(FS_{e1} - S_{e2})}{KX_v S_{e2}}$$

$F = 1$  về mùa đông;  $F = 1,4$  mùa hè.

$S_{e1} = 83,7$  về mùa đông;  $S_{e1} = 72,5$  mùa hè;  $X_v = 50 \text{ mg/l}$ ;  $S_{e2} = 30$

Mùa đông:  $S_{O_2} = 1 \times 83,7 = 83,7 \text{ mg/l}$   $X_v = 50 \text{ mg/l}$

$$t = \frac{83,7 \times (83,7 - 30)}{1,79 \times 50 \times 30} = 2,91 \text{ ngày}$$

Mùa hè:  $S_{O_2} = FS_{e1} = 1,4 \times 72,5 = 102 \text{ mg/l}$   $S_e = 20 \text{ mg/l}$

$$t = \frac{102(102 - 20)}{1,79 \cdot 50 \cdot 20} = 4,67 \text{ ngày}$$

Giả thiết lại thời gian lưu nước ở bước 1. Lấy 4,67 ngày thay cho 5 ngày

Kết quả:

Về mùa đông:  $T_h = 18,1^{\circ}\text{C}$   $K_{18,10} = 1,05 \text{ ngày}^{-1}$

$S_e = 21,5 \text{ mg/l}$

Về mùa hè:  $T_h = 28,1^{\circ}\text{C}$   $K_{28,1} = 1,79 \text{ ngày}^{-1}$

$S_e = 20 \text{ mg/l}$

3- Tính lượng oxy cần thiết.

$$O_2 = 1,4(S_o - S_e) = 1,4(102 - 20) = 115 \text{ mg/l}$$

Một ngày cần:  $115 \times 2000 = 230 \text{ kgO}_2/\text{ngày}$

Năng suất cấp  $O_2$  đã tính ở hồ thứ nhất:  $N_o = 1,33 \text{ kgO}_2/\text{kWh}$

4 - Công suất cần cấp 1 ngày:

$$A = \frac{230}{1,33} = 173 \text{ kWh/ngày} = 7,2 \text{ kWh/ngày}$$

5 - Chỉ tiêu năng lượng cấp vào:

$$a = \frac{A}{V} = \frac{7200W}{2000 \times 4,67} = 0,77W / m^3$$

Lập lại các bước tính toán với các giả thiết thời gian lưu nước trong hồ thứ nhất đã cho ở bảng 1 và giả thiết thời gian lưu nước trong hồ thứ 2 rồi tính lập lại các bước từ 1 đến 2, sau đó tính tiếp các bước từ 3 đến 5. Lập được bảng kết quả tính hồ thứ 2 như sau:

Nồng độ BOD đầu vào (mg/l)	Nhiệt độ trong hồ (°C)	Hệ số phản ứng K (ngày <sup>-1</sup> )	Thời gian lưu nước t (ngày)	Nồng độ BOD đầu ra S <sub>e</sub> (mg/l)	X <sub>v</sub> (mg/l)	Chỉ tiêu năng lượng a (W/m <sup>3</sup> )	Công suất tiêu thụ N (kW)
131	16,2	1,51	8,57	22,1	50	0,8	13,7
121	28,6	2,94	8,57	20,0	50	0,8	
83,7	17,9	1,03	4,67	21,5	50	0,8	7,47
72,5	28,2	1,79	4,67	20,0	50	0,8	
68,8	18,1	0,96	3,33	22,3	50	0,8	5,4
56,4	28,0	1,52	3,33	20,0	50	0,8	
61,6	19,1	0,86	2,72	23,0	50	0,8	4,4
48,4	27,8	1,29	2,72	20,0	50	0,8	
57,6	19,6	0,80	2,34	23,8	50	0,8	3,75
43,8	27,3	1,18	2,34	20,0	50	0,8	
55,3	19,9	0,75	2,12	24,6	50	0,8	3,4
40,7	27,1	1,1	2,12	20	50	0,8	

Nhìn vào bảng thấy rằng, tất cả thời gian lưu nước giả thiết trong hai hồ đều đạt kết quả đầu ra S<sub>e</sub> theo yêu cầu. Lập bảng tổng hợp để chọn tổng dung tích của hai hồ và năng lượng cấp cho xử lý là nhỏ nhất.

Thời gian lưu nước t (ngày)			Năng lượng phải cấp vào N (kW)		
Hồ thứ nhất	Hồ thứ 2	Tổng	Hồ thứ nhất	Hồ thứ 2	Tổng
1	8,57	9,57	12,20	13,70	25,9
2	4,67	6,67	15,88	7,47	23,35
3	3,33	6,33	18,42	5,4	23,82
4	2,72	6,72	22,40	4,4	26,8
5	2,34	7,34	28,0	3,75	31,75
6	2,12	8,12	33,6	3,4	37,0

Từ bảng tổng hợp cho thấy có 2 phương án phối hợp đạt kết quả dung tích 2 hồ bé nhất là t<sub>2</sub>= 6,67 ngày và t<sub>1</sub>= 6,33 ngày. Năng lượng tiêu thụ ít nhất N<sub>2</sub>= 23,35 kW và N<sub>3</sub>= 23,82 kW. Có thể chọn một trong 2 phương án để xây dựng.

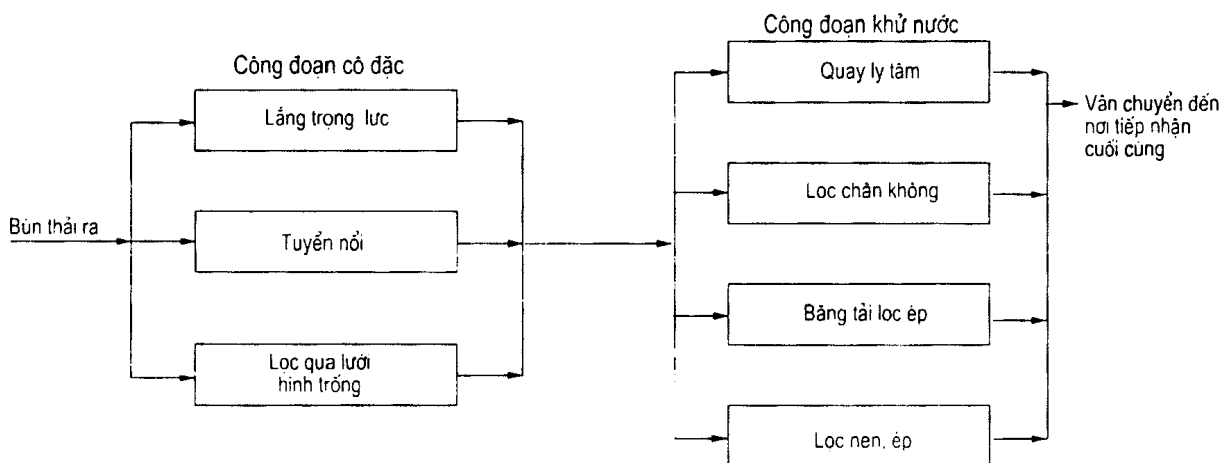
## Chương 14 XỬ LÝ CẶN

Cặn do xử lý nước thải công nghiệp tạo ra chủ yếu là cặn ở bể lắng, bể tuyển nổi, do các quá trình keo tụ bằng hoá chất để tách cặn lơ lửng và các quá trình xử lý sinh học tạo ra cặn hữu cơ. Cặn có nguồn gốc hữu cơ khi lắng xuống đáy bể lắng đợt 1 hoặc đợt 2 còn chứa nhiều chất hữu cơ xelulo như xác vi khuẩn và các hạt cặn hữu cơ chưa kịp phân huỷ, loại cặn này cần phải qua các công đoạn phân huỷ tiếp bằng biện pháp hiếu khí hay yếm khí để giảm hàm lượng chất hữu cơ trong cặn trước khi cho qua các công đoạn xử lý tiếp. Quy trình xử lý cặn gồm các bước nối tiếp nhau như: cô đặc, làm khô và sấy khô hoặc đốt. Áp dụng bước nào là tùy thuộc vào điều kiện và yêu cầu của nơi tiếp nhận cuối cùng, ví dụ: cặn được xả vào hồ chứa cặn có thời gian phân huỷ một năm trở lên thì không cần các công đoạn trên, nếu cặn phải trở đi xa, chôn lấp ở bãi rác thì để giảm khối lượng vận chuyển và giảm thể tích bãi chôn lấp rác, giảm lượng nước rác, buộc phải qua hai công đoạn là cô đặc và làm khô. Nếu cặn có chứa nhiều chất độc hại, buộc phải sấy khô và đốt v.v..

Cặn trong xử lý nước có chứa các loại nước sau:

- Lượng nước tự do bao quanh giữa các hạt cặn, có thể giải phóng bớt lượng nước này bằng quá trình cô đặc. Thường cặn xử lý sinh học và cặn keo tụ bằng phèn nhôm có lượng nước tự do lớn nghĩa là nồng độ cặn đã lắng có hàm lượng chất rắn thấp từ 0,5 - 1,5% còn cặn vô cơ và cặn ở bể lắng đợt một thường có nồng độ cao > 1,5%.
- Lượng nước có trong các mao quản của bông cặn có thể giảm bằng quá trình khử nước (nén, ép, lọc, li tâm v.v..) hay làm khô cặn.
- Lượng nước dính kết trên bề mặt hạt cặn chỉ có thể khử bằng hoá chất hay các quá trình sấy và đốt ở nhiệt độ cao.

Thường áp dụng các quy trình sau để xử lý cặn xem hình (14-1).



*Hình 14-1: Sơ đồ các phương án xử lý bùn cặn*

## 14.1 PHÂN HUỖ BÙN CẶN HỮU CƠ TRONG BỂ HIẾU KHÍ

Phân huỷ hiếu khí bùn cặn thải ra trong các quá trình xử lý sinh học là quá trình oxy hoá tiếp các chất hữu cơ xelulo bằng quá trình trao đổi chất nội bào. Phản ứng oxy hoá là phản ứng bậc một và khi thực hiện trong các bể khuấy trộn hoàn chỉnh có thể biểu diễn bằng công thức sau:

$$\frac{X_e - X_n}{X_o - X_n} = \frac{1}{1 + K_d t} \quad (14-1)$$

Trong đó:  $X_o$ : Nồng độ cặn đầu vào mg/l;

$X_e$ : Nồng độ cặn phân huỷ còn lại ở đầu ra, mg/l;

$X_n$ : Nồng độ cặn không thể phân huỷ, mg/l;

$t$ : Thời gian phân huỷ hiếu khí (ngày);

$K_d$ : Hệ số tốc độ phân huỷ (ngày<sup>-1</sup>) thường từ 0.15 - 0.13 ngày<sup>-1</sup>.

Thời gian phân huỷ cần thiết:

$$t = \frac{X_o - X_e}{K_d (X_e - X_n)} \quad (14-2)$$

Đối với chuỗi bể phân huỷ hiếu khí đặt nối tiếp nhau:

$$\frac{X_e - X_n}{X_o - X_n} = \frac{1}{(1 + K_d t_n)^n} \quad (14-3)$$

Từ công thức (14-1) và (14-3) cho thấy hiệu quả phân huỷ hiếu khí của dãy bể nối tiếp luôn cao hơn hiệu quả phân huỷ khi chỉ dùng một bể.

*Thí dụ:* Để thực hiện phân huỷ 90% cặn hữu cơ ở 20°C cần thời gian 9,7 ngày khi chỉ dùng một bể, nếu dùng ba bể nối tiếp thời gian phân huỷ chỉ cần 7,2 ngày.

Lượng oxy cần thiết cho quá trình phân huỷ có thể lấy 1.4 kg O<sub>2</sub> cho 1 kg cặn hữu cơ bị phân huỷ. Nitrogen và photpho sẽ được giải phóng ra trong quá trình phân huỷ cặn. Trong bể phân huỷ cặn hiếu khí luôn luôn phải cấp đủ lượng oxy và lượng kiềm cần thiết cho quá trình. Nhiệt độ trong bể luôn ảnh hưởng đến hệ số tốc độ phân huỷ và có thể tính theo công thức (13-6).

Thường bể phân huỷ hiếu khí dùng để phân huỷ cặn lắng ở bể lắng đợt 2 của quá trình xử lý sinh học, nồng độ cặn đầu vào từ 0,5 - 1,5%, trong bể thực hiện chế độ khuấy trộn hoàn chỉnh.

- Lượng không khí cấp vào từ 0,015 đến 0,02 m<sup>3</sup>/phút cho 1 m<sup>3</sup> thể tích cặn trong bể. Nếu dùng thiết bị làm thoáng bề mặt thì năng lượng cấp cần 0,02 kW cho 1 m<sup>3</sup> thể tích cặn có trong bể để đảm bảo cấp đủ lượng oxy cần thiết và khuấy trộn đều cặn.

### Thí dụ 14-1:

Tính toán bể phân huỷ hiếu khí bùn cặn hữu cơ với các điều kiện sau: Nồng độ cặn đầu vào 3% tức 30.000 mg/l. Cặn có 67% là cặn hữu cơ phân huỷ. Lượng cặn cần xử lý  $Q = 189 \text{ m}^3/\text{ngày}$ . Hệ số tốc độ phân huỷ  $K_d = 0,3 \text{ ngày}^{-1}$ . Yêu cầu thiết kế bể phân huỷ để giảm được 40% tổng lượng cặn.

Giải:

- Tính thời gian phân huỷ cần thiết áp dụng công thức (14-2).

$$t = \frac{X_o - X_e}{K_d(X_e - X_n)}$$

Trong đó:  $X_o$  : Nồng độ đầu vào = 30.000 mg/l;

$X_e$  : Nồng độ đầu ra, sau khi giảm 40 % trong bể phân huỷ;

$$X_e = X_o (1 - 0,4) = 30.000 \times 0,6 = 18.000 \text{ mg/l.}$$

$X_n$  : nồng độ cặn không bị phân huỷ, theo đầu bài là  $100 \% - 67\% = 33 \%$ .

$$X_n = X_o (1 - 0,67) = 30.000 \times 0,33 = 9900 \text{ mg/l.}$$

$$K_d = 0,3.$$

$$t = \frac{30.000 - 18.000}{0,3(18000 - 9900)} = 4,9 \text{ ngày.}$$

- Dung tích bể phân huỷ hiếu khí:

$$V = t \times Q = 4,9 \cdot 189 = 926 \text{ m}^3$$

- Tổng lượng cặn hữu cơ đã được phân huỷ trong ngày:

$$G = 0,4 \times 30000 \times 189 = 2268 \text{ kg/ngày}$$

- Lượng oxy cần thiết trong ngày:

$$O_2 = 1,4 \times 2268 = 3176 \text{ kg/ngày}$$

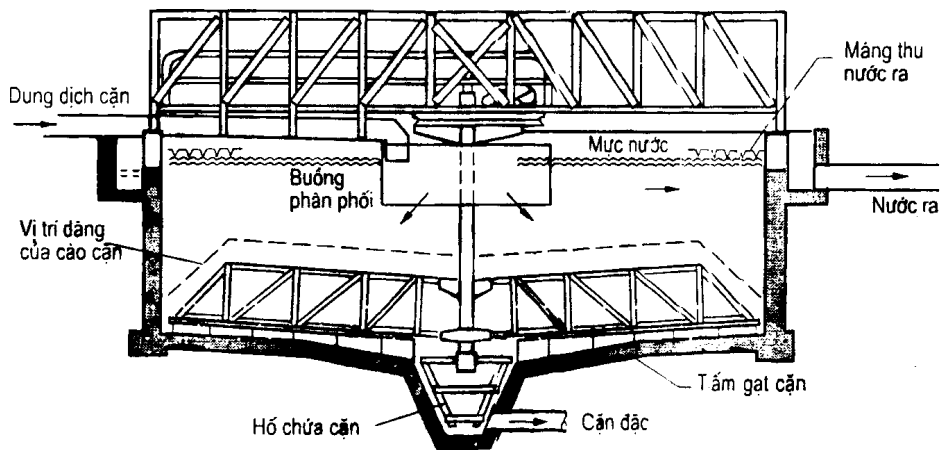
- Lượng oxy cấp để hoà tan vào bùn cặn:

$$a = \frac{O_2}{V \times 24} = \frac{3176.000}{926 \times 24} = 143 \text{ g/m}^3\text{giờ.}$$

## 14.2 CÔ ĐẶC CẶN BẰNG LẮNG THEO TRỌNG LỰC

Bể cô đặc có cấu tạo như hình (14-1). Trong bể có lắp thiết bị cào cặn quay chậm với các thanh đứng bằng gỗ để phá vỡ các cầu liên kết giữa các hạt cặn làm tăng tốc độ lắng và độ chặt của cặn. Nước đưa vào buồng phân phối trung tâm, cặn lắng xuống đáy và được bơm rút ra ngoài, còn nước thu bằng máng đặt quanh chu vi thành bể, bơm trở lại

bể xử lý sinh học. Bể cô đặc cặn thường áp dụng để cô đặc cặn của bể lắng đợt 1 và cặn keo tụ bằng hoá chất có nồng độ cao và lắng tốt.



**Hình 14-2:** Sơ đồ cô đặc cặn bằng trọng lực

Diện tích mặt bằng bể cô đặc cặn đối với các nồng độ khác nhau phụ thuộc vào tải trọng cặn trên một đơn vị diện tích bể  $\text{kg cặn}/\text{m}^2 \text{ ngày}$ . Chỉ tiêu này có thể xác định trong phòng thí nghiệm bằng cách khuấy nhẹ và để lắng dung dịch cặn trong các bình thí nghiệm hình trụ. Thường chọn  $19,5 - 22 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ ngày}$  cho cặn ở bể lắng đợt 2 và  $105 - 110 \text{ kg}/\text{m}^2 \text{ ngày}$  cho cặn lắng ở bể lắng đợt 1 và cặn vô cơ.

Trình tự tính toán bể cô đặc cặn giống như tính toán bể lắng đợt 2. Có thể xem tài liệu tham khảo [1] [2] [3]

### 14.3 CÔ ĐẶC CẶN BẰNG TUYẾN NỔI

Cô đặc cặn bằng tuyến nổi thường được áp dụng để cô đặc bùn hoạt tính xả ra từ bể lắng đợt 2. Chỉ tiêu thiết kế quan trọng là trị số tuần hoàn nước R để bão hoà không khí, tỷ số trọng lượng không khí và trọng lượng cặn cần cô đặc A/S. Tải trọng bề mặt và thời gian lưu nước trong bể. áp lực cần để bão hoà khí hoà tan và nước chọn từ 3,4 đến 4,8 atm. Tỷ lệ nước tuần hoàn R phụ thuộc vào tỷ lệ A/S và nồng độ cặn đầu vào.

Tỷ lệ: Trọng lượng khí và trọng lượng cặn A/S thường chọn từ 0,005 đến 0,06  $\text{kg}/\text{kg}$ .

Tải trọng cặn trên bề mặt bể từ 50 - 100  $\text{kg}/\text{m}^2 \text{ ngày}$ .

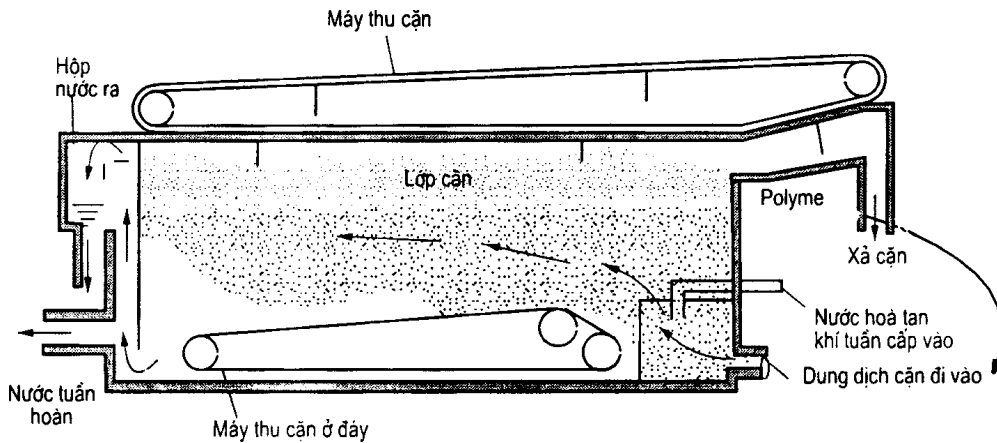
Nước tuần hoàn để bão hoà khí R từ 25 - 120%.

Áp lực nén để hoà tan khí P từ 3 - 5 bar.

Tỷ số khí/cặn A/S từ 0,005 - 0,06  $\text{kg}/\text{kg}$ .

Pha thêm phèn hoặc chất phụ trợ keo tụ, đẩy nhanh và nâng cao hiệu quả của quá trình tuyến nổi, chất lượng cặn ảnh hưởng nhiều đến hiệu quả làm việc của bể tuyến nổi,

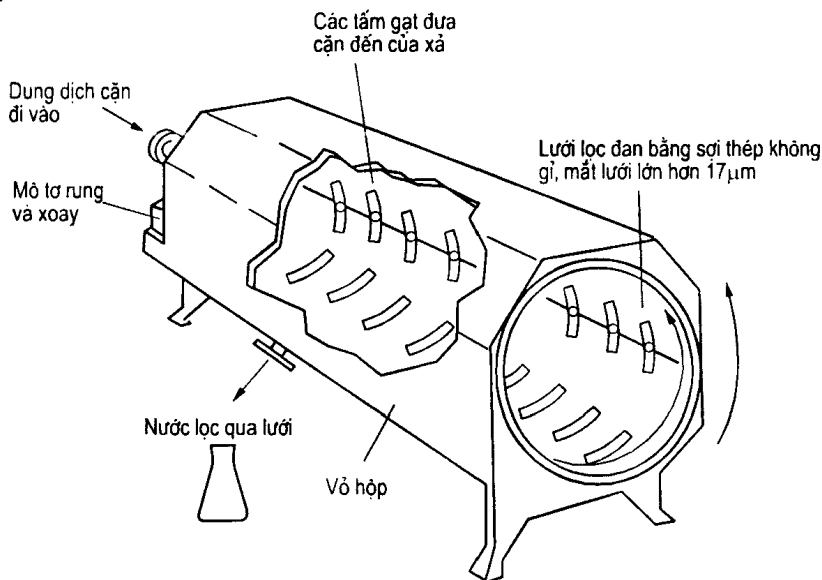
Thí dụ: Cặn nhẹ dạng sợi rất khó cô đặc đến 2% trong khi đó cặn hữu cơ có pha phen có thể dễ dàng cô đặc đến 4 hoặc 5%.



Hình 14-3: Sơ đồ làm việc của bể cô đặc cặn bằng tuyển nổi

#### 14.4 CÔ ĐẶC BẰNG LƯỚI QUAY HÌNH TRỐNG

Lưới hình trống gồm lưới đan bằng sợi thép không gỉ hoặc lưới ni lông quấn trên khung hình trụ, kích thước mặt lưới khung quay từ 6 - 20 mm. Lưới trống quay quanh trục nằm ngang với vận tốc 4 vòng/phút và nước đi vào từ 1 đầu trống, đi ra qua lưới vào hộp đựng rồi tháo ra ngoài. Cặn được các tấm gạt, gạt dẫn ra đầu đối diện với đầu cấp nước vào của trống. Nước trong trống ngập đến gần nửa mặt cắt ngang của trống. Sơ đồ xem hình (14-4).



Hình 14-4: Sơ đồ lưới cô đặc cặn hình trống

Chỉ tiêu làm việc:

- Tải trọng bề mặt lưới:

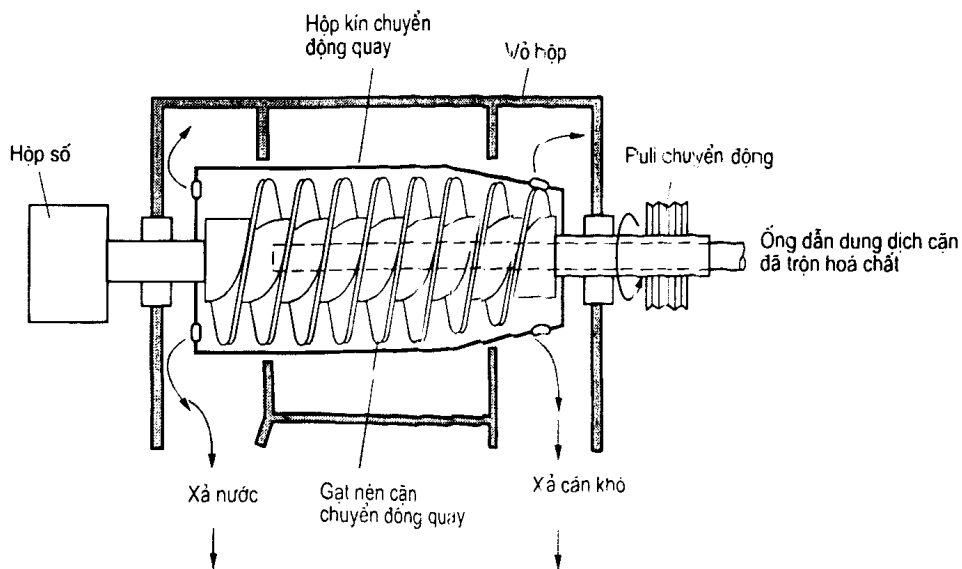
33 lít phút/m<sup>2</sup> lưới.



Polyme trợ keo tụ: 5 - 9 kg/1 tấn cặn.  
 Hiệu quả giữ cặn của lưới: 95 - 99%.  
 Cặn cô đặc đến nồng độ từ: 6 - 10%.  
 Hàm lượng cặn trong nước xả ra: 100 - 500 mg/l.

### 14.5 LÀM KHÔ CẶN BẰNG MÁY LI TÂM

Máy li tâm làm khô cặn khi vận hành tạo ra lực li tâm và lực rung để tách nước ra khỏi cặn. Thiết bị gồm hộp kín hình trụ có đầu hình côn, hai đầu hộp có lỗ để tháo nước và thải cặn khô ra, hộp chuyển động quay quanh trục nằm ngang. Trong hộp có lắp bộ phận nén, gạt cặn dạng xoắn ốc quay quanh trục nằm ngang. Ống dẫn dung dịch cặn đi theo tâm hộp đưa cặn vào đầu cuối của thiết bị xoắn ruột gà. Xem sơ đồ hình (14-4).



**Hình 14-4:** Sơ đồ máy li tâm làm khô cặn

Lực li tâm do thiết bị xoắn ruột gà khi quay, ép cặn vào thành thùng, thùng cũng quay nên tạo thành lực rung tác dụng vào cặn. Nước thải ra đầu cuối của thùng quay, còn cặn được thiết bị gạt xoắn ốc ép và đẩy về phía đầu hình côn của thùng. Hiệu quả làm việc của máy phụ thuộc vào tải trọng cặn trên một đơn vị diện tích thùng quay, tính chất lý hoá của cặn và nhiệt độ. Để nâng cao hiệu suất làm khô cặn, phải cho thêm vào dung dịch cặn phèn hoặc polyme để keo tụ. Tải trọng thủy lực thường chọn 0,05 - 0,06 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> phút.

Tỷ lệ thu hồi cặn có thể tính theo công thức thực nghiệm:

$$R = \frac{C_1(C_2 + P)^{0.1}}{Q^1} \quad (14-4)$$

Trong đó: R: Tỷ lệ thu hồi (giữ cặn) cặn %;

P: Liều lượng polyme cho vào cặn kg/tấn;

Q: Tải trọng thủy lực  $m^3/m^2$  phút;

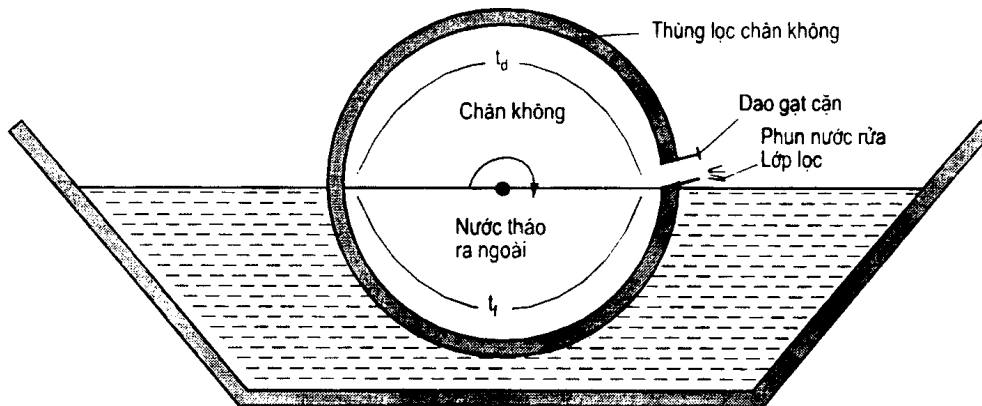
$C_1, C_2$  : Hằng số;

m, n: Số mũ.

Các hệ số và hằng số, do các nhà sản xuất cung cấp theo lý lịch máy, từ đó có thể tính ra kích thước và số lượng máy cần thiết.

#### 14.6 LÀM KHÔ CẶN BẰNG MÁY LỌC CHÂN KHÔNG

Máy lọc cặn chân không được áp dụng nhiều để làm khô cặn do xử lý nước thải công nghiệp tạo ra, nồng độ chất rắn trong cặn sau khi làm khô đạt từ 25 - 35%. Nồng độ cặn đưa vào lọc từ 0,5% đến 12%. Máy lọc chân không gồm thùng hình trụ quay quanh trục nằm ngang, 2 đầu có ống rút chân không bên trong thùng và ống tháo nước lọc. Bên mặt ngoài thùng quay hình trụ bọc 1 lớp vải đan bằng sợi kim loại hoặc sợi nhựa tổng hợp. Thùng đặt ngập trong bể chứa dung dịch bùn từ 12 đến 60%. Khi thùng quay, do có áp lực chân không bên trong thùng, nước chảy qua lớp vải lọc từ ngoài vào trong, còn cặn thì dính bám ở mặt ngoài lớp lọc, hết 1 vòng quay, có dao đặt song song với trục quay, sát đường sinh của lớp vải lọc, tách cặn ra khỏi lớp lọc đưa vào băng tải, sau khi tách cặn, phun tia nước áp lực để rửa lớp vải lọc, máy lọc lại thực hiện chu trình dính bám và phơi cặn trong 1 vòng quay. Trong một vòng quay máy lọc thực hiện hai chu trình. Chu trình dính bám và lọc cặn trong thời gian  $t_f$  tiếp sau là chu trình làm khô cặn trong thời gian  $t_d$ . Năng suất làm khô cặn phụ thuộc vào: Tính chất lý hoá của cặn, nồng độ dung dịch cặn, độ nhớt của cặn và nước, trở kháng của lớp lọc v.v..



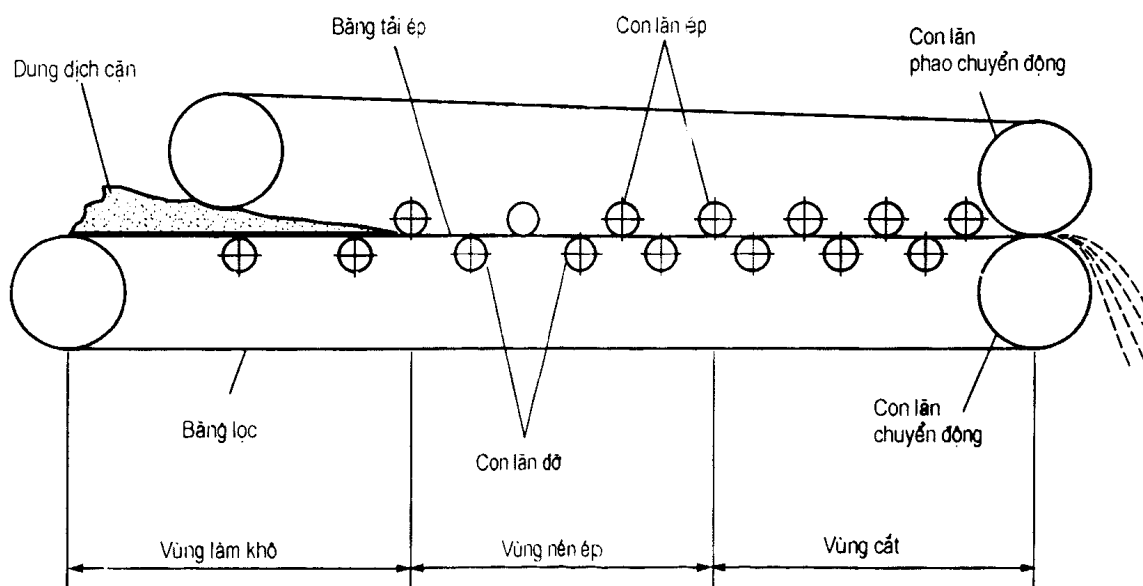
Hình 14-6: Sơ đồ làm việc của máy làm khô cặn bằng chân không

Chỉ tiêu thiết kế:

Độ ngập nước của thùng chân không	từ 12 - 60 %.
Thời gian quay 1 vòng T	từ 2 - 6 phút.
Thời gian lọc cặn $t_f$	từ 1 - 3,5 phút.
Thời gian phơi khô $t_d$	từ 2,5 - 4,5 phút.
Độ chân không trong thùng P	từ 30 - 43 cm Hg.

Cặn có pha phèn hoặc polyme keo tụ cho năng suất lọc cao hơn nhiều.

## 14.7 MÁY LỌC ÉP BĂNG TẢI



**Hình 14.6:** Sơ đồ máy lọc ép băng tải

Băng tải làm bằng chất liệu rỗng có khả năng lọc nước tốt. Hai băng tải trên và dưới ép sát vào nhau, và chuyển động cùng chiều, cặn đi vào 1 đầu được ép và vận chuyển sang đầu kia. Lực ép đè lên cặn nằm giữa hai băng tải được điều chỉnh bằng các trục lăn bố trí dọc theo băng tải. Khi lọc và nén cặn, băng tải nằm giữa các trục lăn có dạng hình sin. Cặn sau khi làm khô thường có nồng độ từ 30-35%. Trước khi cho dung dịch cặn vào ép, phải trộn đều với hoá chất keo tụ hoặc polyme.

Khả năng giữ cặn của băng tải lọc từ 95-98%.

Tốc độ chuyển động của băng tải 2,5 - 3,5 m/phút.

Tải trọng lọc từ 100 đến 200 kg cặn trên một mét rộng của băng trong 1 giờ.

### **Thí dụ 14.2:**

Tính chiều rộng băng tải để làm khô cặn sau khi cô đặc đến 2% có thể tích 330 m<sup>3</sup>/ngày. Cặn cần làm khô đến 30% hàm lượng chất rắn. Băng tải làm việc 14 giờ (2 ca) ngày và 5 ngày 1 tuần.

*Giải:*

Tính lượng cặn cần làm khô trong 1 giờ:

$$G = \frac{330 \times 20 \times 7}{5 \times 14} = 660 \text{ kg/h.}$$

Năng suất lọc của băng tải chọn 150 kg/m rộng trong 1 giờ, chiều rộng băng lọc cần:

$$B = \frac{660}{150} = 4,4 \text{ m}$$

## 14.8 SÂN PHƠI BÙN

Đối với các trạm xử lý nước thải công suất nhỏ, cặn thải ra có thể làm khô trên các ô của sân phơi có mái che hoặc không mái che tùy thuộc vào thời gian và lượng mưa trong năm. Sân phơi bùn làm việc theo nguyên tắc thấm lọc và bốc hơi tự nhiên. Phần nước thấm lọc qua lớp cát thường chiếm 22 - 55% tùy loại cặn, còn lại là phần bốc hơi.

Cần tạo lớp lọc trong các ô sân phơi gồm: Lớp trên cùng là cát dày từ 10 - 23% cỡ hạt 0,2 - 1,2 mm hệ số không đều hạt nhỏ hơn 3. Dưới lớp cát là lớp sỏi đỏ, hoặc đá dăm chiều dày 20 - 46 cm. Cỡ hạt từ 0,3 đến 3 cm hệ số không đều hạt < 5. Trong lớp sỏi đặt hệ thống ống nhựa khoan lỗ để rút nước, khoảng cách từ 3 - 6 m. Trên mặt sân phơi giữa các ô có hệ thống ống và van hoặc hệ thống máng có cửa phai để đưa và phân phối dung dịch cặn vào từng ô phơi, mỗi ô có hố tập trung nước thấm lọc rút từ hệ thống ống ra và chảy theo ống về bể chứa để bơm trở lại công trình xử lý. Ống rút và dẫn nước thấm có đường kính tối thiểu 100 mm và độ dốc tối thiểu 1%.

Cặn có pha chất keo tụ có thể đạt đến hàm lượng 50% chất rắn sau khi phơi khô. Thường quá trình lọc ráo nước mất từ 18 - 24 giờ đối với lớp dung dịch cặn có chiều sâu tính từ mặt cát lên là 20-30 cm cho mỗi lần lọc. Khi lớp cặn đã ráo nước đạt đến độ dày 25-30 cm thì ngừng cho cặn vào và để phơi khô bằng bốc hơi. Thời gian bốc hơi để cặn đủ khô tùy thuộc vào điều kiện thời tiết, nhiệt độ, độ ẩm từng vùng. Có thể căn cứ vào số hiệu lượng bốc hơi theo từng mùa trong năm để tính toán thời gian làm khô cặn và diện tích cần thiết của sân phơi bùn.

## 14.9 HỒ CHỨA, PHÂN HUỖ VÀ NÉN CẶN

Hồ chứa và nén cặn thường được áp dụng để xử lý cặn vô cơ của các nhà máy xử lý nước thải công nghiệp. Nếu là cặn hữu cơ thì nên xử lý ổn định trước khi thải vào hồ để tránh mùi côn trùng. Hồ phân huỷ, cô đặc và nén cặn làm việc trong thời gian dài thường trên 1 năm, khi đưa dung dịch cặn vào hồ, cặn lắng xuống đáy chịu phân huỷ yếm khí, còn nước trong trên mặt được bơm ngược lại đầu vào của trạm xử lý. Khi cặn đầy hồ, bơm nước cặn để phơi bùn sau một thời gian thì súc cặn đi, dùng lại hồ, nếu có đất thì lấp hồ và làm hồ mới.

Cặn ở đáy hồ chịu phân huỷ yếm khí thải ra khí metan và các sản phẩm khác. Kinh nghiệm thực tế cho thấy, nếu tải trọng cặn trên đáy hồ < 80 g/m<sup>2</sup> ngày ở nhiệt độ 20°C thì 63 đến 75% các hợp chất cacbon bị phân huỷ qua quá trình lên men metan. Nếu hồ làm việc trong chu kỳ 1 năm, đầu năm tích cặn, cuối năm bơm khô và lấy cặn đi thì tải trọng trên mặt hồ thường chọn từ 68-70g sinh khối/1 m<sup>2</sup> ngày. Nồng độ cặn cô đặc 4 đến 5%.

**Thí dụ 14.3:**

Tính diện tích hồ và chiều dày lớp cặn tích lại trong hồ cho nhà máy xử lý nước thải cung cấp 3785 m<sup>3</sup>/ ngày. Nồng độ BOD<sub>5</sub> đầu vào 425 mg/l, đầu ra 10 mg/l. Bể aerotank có thời gian làm thoáng 0,71 ngày nồng độ bùn hoạt tính 3000 mg/l tuổi của bùn 45 ngày, nhiệt độ 20°C. Hệ số phân huỷ chất hữu cơ để tạo thành bùn hoạt tính a = 0,55 hệ số phân huỷ nội bào b = 0,1 ngày<sup>-1</sup>.

Cặn có 80% thành phần là chất hữu cơ phân huỷ.

*Giải:*

- Xác định hệ số phân huỷ trong bùn hoạt tính khi làm thoáng trong bể aerotank:

$$X_d = \frac{X_{d'}}{1 + bX_n\theta_c}$$

Trong đó: X<sub>d</sub>: Tỷ lệ chất hữu cơ bị phân huỷ trong cặn = 80% = 0,8.

X<sub>n</sub>: Tỷ lệ chất không bị phân huỷ trong cặn = 20% = 0,2.

b: Hệ số phân huỷ nội bào = 0,1.

θ<sub>c</sub>: Tuổi của bùn hoạt tính trong bể aerotank = 45 ngày.

$$X_d = \frac{0,8}{1 + 0,1 \times 0,2 \times 45} = 0,42.$$

- Tính lượng cặn hữu cơ sinh ra sau bể aerotank:

$$\Delta X_v = a(S_0 - S_e) - b \cdot X_d \cdot X_v \cdot t.$$

a = 0,55; S<sub>0</sub> = 425 mg/l; S<sub>e</sub> = 10 mg/l; b = 0,1 ngày<sup>-1</sup>; X<sub>d</sub> = 0,42; X<sub>v</sub> = 3000 mg/l; t = 0,71 ngày.

$$\Delta X_v = 0,55(425 - 10) - 0,1 \times 0,42 \times 3000 \times 0,71 = 138,8 \text{ mg/l}.$$

- Lượng cặn hữu cơ sinh ra trong 1 ngày:

$$G_1 = 138,8 \times 3785 = 525 \text{ kg/ngày}.$$

- Tổng lượng cặn xả vào hồ:

$$G_2 = \frac{G_1}{0,8} = \frac{525}{0,8} = 657 \text{ kg/ngày}.$$

- Giả sử sau 1 năm lượng cặn hữu cơ bị phân huỷ và giảm đi 75% ứng với tải trọng cặn hữu cơ 70 gr/m<sup>2</sup> ngày.

$$\text{Diện tích hồ cần: } A = \frac{0,75G_1}{a} = \frac{0,75 \times 525.000}{70} = 5625 \text{ m}^2.$$

- Lượng cặn sau khi phân huỷ còn lại ở đáy hồ đến cuối năm:

$$G_3 = (G_2 - 0,75G_1)365 = (657 - 0,75.525) \times 365 = 96.000 \text{ kg} = 96 \text{ tấn.}$$

- Nồng độ cặn cô đặc ở thời điểm cuối năm là 4%, theo trọng lượng, giả sử tỷ trọng cặn 4% bằng 1, thể tích cặn là:

$$V_c = 96 \times \frac{100}{4} = 2400 \text{ m}^3.$$

- Chiều dày lớp cặn:

$$h = \frac{2400}{5625} = 0,43 \text{ m.}$$

## PHẦN II

# GIỚI THIỆU MỘT SỐ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP ĐÃ ÁP DỤNG TRONG THỰC TẾ

### Chương 15

## NHỮNG CHẤT BẮN ĐẶC TRƯNG CẦN XỬ LÝ CÓ TRONG NƯỚC THẢI CỦA 27 LOẠI SẢN XUẤT CÔNG NGHIỆP

(Lấy từ tài liệu tham khảo [5])

TT	Loại nguồn nước thải của nhà máy sản xuất	Chất bẩn đặc trưng cần xử lý
1	2	3
1	Giấy và bột giấy	COD, BOD, cặn lơ lửng SS, dung dịch sunfit, NH <sub>3</sub> , cặn hoà tan, vi khuẩn.
2	Bìa, giấy cứng dùng trong xây dựng	BOD, COD, cặn lơ lửng
3	Thịt sản xuất, phân phối	BOD, chất rắn hoà tan, cặn lơ lửng, N, NO <sub>3</sub> , NH <sub>3</sub> , P, dầu mỡ, vi khuẩn
4	Sữa và các sản phẩm từ sữa	pH, COD, BOD, cặn hoà tan, cặn lơ lửng, cặn lắng đọng
5	Bột làm bánh	BOD, cặn lơ lửng, cặn hoà tan, N, P, pH và nhiệt.
6	Bảo quản, chế biến đóng hộp rau, quả	BOD, cặn lơ lửng, pH
7	Bảo quản chế biến đóng hộp hải sản	BOD, COD, Cl, pH, dầu, cặn lơ lửng, cặn hoà tan, coli phân
8	Đường	BOD, COD, NH <sub>3</sub> , pH, cặn lơ lửng, cặn hoà tan, coli, nhiệt
9	Dệt nhuộm	BOD, COD, màu, dầu mỡ, kim loại nặng (Cu, Cr, Zn ...), cặn lơ lửng.
10	Xi măng	Cặn lơ lửng, cặn hoà tan, pH, nhiệt
11	Trại chăn nuôi gia súc, gia cầm	BOD, NO <sub>3</sub> , P, cặn lơ lửng, cặn hoà tan, coli.

1	2	3
12	<b>Mạ điện</b>	Kim loại nặng (Cr, Zn, Ni ...), CN, axit, pH, cặn hoà tan, cặn lơ lửng.
13	Hoá chất hữu cơ có 22 loại	Dầu, BOD, COD, axit, kiềm, pH, kim loại nặng, cặn lơ lửng, nhiệt.
14	Sản xuất hoá chất vô cơ có 22 loại	COD, BOD, cặn hoà tan, pH, nhiệt.
15	Nhựa và vật liệu tổng hợp	BOD, COD, kim loại nặng, cặn lơ lửng, nhiệt.
16	Xà phòng và chất tẩy rửa	BOD, COD, dầu mỡ, chất hoạt tính bề mặt, cặn lơ lửng, pH.
17	<b>Phân bón</b>	
	Dạng phốt phát	pH, P, F, Cd, As, Vanadi V, uranium U.
	Amonia	pH, N, dầu.
	Urê	pH, N.
	Amoni - Nitrate	pH, N, NO <sub>3</sub> .
18	Tinh luyện dầu xăng	Dầu, sulfid S, phenol, NH <sub>3</sub> , BOD, COD, kim loại nặng, kiềm.
19	Sắt, thép	Phenol, CN, dầu mỡ, NH <sub>3</sub> , kim loại nặng (Cr, Ni, Zn, Sn), axit, cặn hoà tan, cặn lơ lửng và nhiệt.
20	Sản xuất chế biến kim loại màu	BOD, COD, cặn lơ lửng và hoà tan, CN, kim loại nặng, P, N, dầu mỡ, độ màu, độ đục, pH và nhiệt.
21	Phốt phát	F, As, P, H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, Cr, NH <sub>3</sub> , cặn hoà tan.
22	Nhiệt điện nhiên liệu than dầu	BOD, COD, CN, pH, phenol, dầu mỡ, màu, kim loại nặng, cặn lơ lửng, hoà tan, bay hơi, độ đục, P, N, nhiệt.
23	Hợp kim sắt lò nấu điện hở, dùng không khí để khử bụi	Cr, Cr <sup>+6</sup> , phenol, Mn, PO <sub>4</sub> , cặn lơ lửng.
	Hợp kim sắt lò nấu điện kín, dùng không khí ướt làm sạch bụi	Cr, Cr <sup>+6</sup> , phenol, Mn, CN, PO <sub>4</sub> , dầu, cặn lơ lửng.
	Tinh chế cặn sắt	Cr, Mn, dầu, cặn lơ lửng.
	Làm nguội không có tiếp xúc	Nhiệt, cặn lơ lửng, dầu, PO <sub>4</sub> , Cr, Cr <sup>+6</sup> .
24	Thuộc và chế biến da	BOD, COD, kiềm, màu, độ cứng, cặn lơ lửng, NaCl, SO <sub>3</sub> , S, Cr, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , dầu mỡ, amine.
25	<b>Kính và phibroximăng kính</b>	NH <sub>3</sub> , pH, màu, độ đục, nhiệt, phenol, BOD, COD, cặn hoà tan, cặn lơ lửng, dầu mỡ.
	<b>Phibroximăng</b>	BOD, pH, cặn lơ lửng.
26	<b>Chế biến cao su</b>	BOD, COD, N, chất hoạt tính bề mặt, màu, Cl, S, phenol, Cr, dầu mỡ.
27	<b>Ngâm tẩm gỗ</b>	BOD, COD, tổng cacbon hữu cơ, màu, cặn lơ lửng và hoà tan.



## Chương 16

# CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM

### 16.1 TỔNG QUAN

Nước thải của các nhà máy sản xuất và chế biến thực phẩm chủ yếu chứa các chất hữu cơ, không có tác nhân gây độc hại cho sự phát triển của vi sinh nên thường được xử lý có hiệu quả bằng phương pháp vật lý và phương pháp sinh học. Nói chung quy trình xử lý nước thải sinh hoạt được áp dụng để xử lý nước thải công nghiệp thực phẩm có hiệu quả sau khi xử lý sơ bộ để loại bỏ một số chỉ tiêu khác biệt lớn với nước sinh hoạt, thí dụ: Giảm cặn lơ lửng, điều chỉnh pH bằng trung hoà, cho thêm P hoặc N để đảm bảo tỷ lệ BOD:N:P trong khoảng 100:5:1, khử dầu và mỡ v.v..

Việc chọn quy trình công nghệ xử lý nước thải riêng cho từng nhà máy sản xuất thực phẩm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như:

- Nguồn tiếp nhận lượng nước thải ra là: Công thoát nước chung của đô thị, hay sông, hồ, biển mà cơ quan bảo vệ môi trường yêu cầu mức độ xử lý phải đạt được.
- Vị trí nhà máy trong quy hoạch của đô thị.
- Đất sẵn có hoặc đất có thể dùng để xây dựng khu xử lý.
- Nếu được phép thải ra mạng lưới cống thu nước bản của khu công nghiệp thì chỉ cần đặt song chắn, lưới chắn loại trừ rác, và nếu có dầu, mỡ, thì đặt bể tách dầu là đủ.
- Nếu được thải ra cống chung của thành phố thì phải xử lý để đạt tiêu chuẩn loại C quy định trong pháp lệnh về quản lý môi trường, thì sau xử lý sơ bộ có thể phải áp dụng quy trình xử lý sinh học không triệt để.
- Nếu chất lượng nước ra đòi hỏi cao hơn, phải áp dụng quy trình xử lý sơ bộ bậc 1 gồm: Lưới chắn, tách dầu mỡ, bể điều hoà, bể trung hoà nếu cần và có thể lắng đợt 1 sau đó sang xử lý bậc 2, có thể gồm các công trình:

Bể xử lý yếm khí, hoặc bể làm thoáng cường độ cao hoặc bể lọc sinh học đợt 1 tiếp đến bể xử lý hiếu khí bằng bùn hoạt tính hoặc bể lọc sinh học đợt 2, sau cùng là bể lắng và công đoạn khử trùng. Nơi có đủ đất và cơ quan môi trường cho phép có thể áp dụng hệ thống chuồng hồ sinh học khi nước đi qua song chắn và lưới chắn.

Các mục tiếp theo của chương viết này sẽ đề cập đến các chỉ tiêu tính toán các hạng mục trong dây chuyền công nghệ xử lý và những nhận xét về hiệu quả xử lý khi áp dụng các loại hạng mục trong dây chuyền.

## 16.2 XỬ LÝ ĐỢT 1 HAY XỬ LÝ SƠ BỘ

### 16.2.1 Lưới chắn, song chắn

Một số ngành công nghiệp thực phẩm nước thải của nó có các vật lơ lửng và nổi kích thước lớn như công nghiệp đường mía, bóc quả đóng hộp, rau quả hộp thì trước lưới chắn cần đặt song chắn. Song chắn có khe hở song song từ 10-30 mm đặt nghiêng từ  $30^{\circ}$  -  $60^{\circ}$  so với chiều dòng nước chảy để dễ dàng cào rác từ dưới lên. Vận tốc qua song chắn từ 0,3 đến 0,6 m/s lấy rác có thể dùng cào có động cơ điều khiển tự động hay điều khiển thủ công. Lưới chắn có mắt lưới từ 0,8 - 2,5 mm tùy thuộc vào chất lượng nước thải lưới chắn có thể là lưới quay, lưới rung hay lưới phẳng đan bằng sợi thép không gỉ. Lưới chắn ngăn các hạt cặn có kích thước lớn giảm nhẹ quá trình xử lý bùn và quá trình làm sạch ở các công trình tiếp sau, việc xử lý đợt 1 và đợt 2. Vì vậy bắt buộc trong quy trình xử lý nước thải công nghiệp thực phẩm phải thiết kế mương đặt lưới chắn và sàn thao tác để vớt rác. Hiệu quả làm việc và tổn thất thủy lực qua lưới chắn phụ thuộc vào:

1- Kích thước mắt lưới đã chọn, tỷ số giữa diện tích rỗng và tổng diện tích lưới, loại lưới (rung, lưới quay hay lưới phẳng).

2- Chất lượng nước thải, nước thải có nhiều dầu mỡ phân phối không đều hạt, hay cặn dạng sợi, sẽ khó khăn hơn trong quá trình vận hành.

3- Đặc tính và tải trọng thủy lực của dòng nước qua lưới, trong thực tế thường chọn tải trọng thủy lực qua lưới từ 8,5 đến 40  $m^3/l$   $m^2$  giờ.

### 16.2.2 Bể tách dầu mỡ

Nước thải một số công nghiệp chế biến thực phẩm có chứa dầu mỡ như: Giết mổ gia cầm, gia súc, chế biến và đóng hộp thịt, cá v.v.. buộc phải có khử dầu mỡ, đặt ngay gần cửa xả của phân xưởng để tránh làm tắc, trít đường cống dẫn nhất là về mùa đông nhiệt độ thấp. Lượng mỡ và dầu có thể thu lại để chế biến thành các sản phẩm có giá trị kinh tế.

- Bể tách dầu mỡ có thể là bể tách theo nguyên lý trọng lực, bể có cấu tạo mặt bằng là hình tròn hoặc chữ nhật, tải trọng thủy lực: 33  $m^3/m^2$  ngày, chiều sâu vùng tách dầu mỡ từ 1,8 - 2,1 m. Thời gian lưu nước từ 1 đến 2 giờ. Hiệu quả tách dầu mỡ phụ thuộc vào tình trạng lý học của dầu mỡ: Nếu dầu mỡ ở dạng hoà tan hiệu quả có thể đạt đến 90% nếu ở dạng nhũ tương, huyền phù hiệu quả chỉ đạt 60%.

- Tách dầu mỡ bằng tuyển nổi:

Chỉ tiêu thiết kế:

Tải trọng thủy lực: từ 50 đến 150  $m^3/m^2$  ngày.

Tỷ lệ nước tuần hoàn để hoà tan bão hoà khí  $R = 25 - 100\%$ .

Thời gian lưu nước  $t = 30$  phút. Hiệu quả tách dầu mỡ đạt được khi không cho phèn vào nước thải để keo tụ mỡ từ 60 đến 76%. Khi cho phèn vào để keo tụ với liều lượng từ 25 - 75 mg/l hiệu quả tách dầu mỡ đạt được 97 - 99% và cặn lơ lửng giảm 90%.

### 16.2.3 Bể điều hoà và bể trung hoà

Một số ngành công nghiệp thực phẩm có trong quy trình sản xuất theo mẻ và khi kết thúc ca làm việc thường rửa các thiết bị, dụng cụ bằng chất tẩy rửa dạng kiềm, do đó cần bể điều hoà, thiết bị trung hoà pH và đôi khi cần cho thêm chất dinh dưỡng N hoặc P hoặc cả hai, trước khi cho nước thải sang các công trình xử lý sinh học tiếp sau.

## 16.3 XỬ LÝ SINH HỌC HAY XỬ LÝ BẬC HAI

Nước thải công nghiệp thực phẩm, sau công đoạn xử lý sơ bộ đợt một thường có hàm lượng BOD cao hơn nước thải sinh hoạt nên trong thực tế đã áp dụng các quy trình xử lý sinh học sau:

- a- Bể xử lý yếm khí UASB tiếp bể xử lý hiếu khí aerotank - bể lắng đợt hai.
- b- Bể aerotank làm thoáng kéo dài, bể lắng đợt hai.
- c- Bể lọc sinh học hai đợt, bể lắng đợt hai.
- d- Hồ yếm khí, hồ làm thoáng hiếu khí, hồ lắng.

*a- Bể xử lý yếm khí UASB:*

Tải trọng thiết kế 2,5 - 3,5 kg BOD/1m<sup>3</sup> dung tích bể, thời gian lưu nước trong bể 12 giờ, nhiệt độ  $\geq 27^{\circ}\text{C}$ .

Nồng độ BOD đầu vào 1389 mg/l đến 2700 mg/l.

Nồng độ BOD đầu ra 126 mg/l đến 190 mg/l.

Sau đó cho qua bể aerotank, thời gian lưu nước 7 giờ nồng độ bùn hoạt tính lơ lửng trong bể  $X = 2500 - 3000 \text{ mg/l}$ , nước sau bể lắng đợt hai có nồng độ BOD đầu ra từ 18 đến 23 mg/l. Cặn lơ lửng  $\leq 25 \text{ mg/l}$ .

*b- Bể aerotank làm thoáng kéo dài với các chỉ tiêu thiết kế:*

Nồng độ bùn hoạt tính lơ lửng trong bể  $X = 2200 - 2500 \text{ mg/l}$ .

Tải trọng BOD/bùn hoạt tính  $F/M =$  từ 0,05 đến 0,15 kg BOD trên 1 kg hoạt tính lơ lửng hay từ 0,16 kg BOD/1 m<sup>3</sup> đến 0,32 kg BOD/1 m<sup>3</sup> dung tích bể. Thời gian làm thoáng hay thời gian lưu nước trong bể là 24 giờ. Bể làm việc theo chế độ khuấy trộn hoàn chỉnh, cường độ khuấy trộn đủ để cấp lượng oxy cần thiết và làm lơ lửng toàn bộ lượng bùn hoạt tính. Hiệu quả xử lý sau bể lắng đợt hai đạt được hàm lượng BOD đầu ra nhỏ hơn 20 mg/l. Trong quản lý vận hành cần chú ý thường xuyên vớt váng bọt và những đám bùn dạng sợi nổi lên, làm giảm hiệu quả xử lý. Quy trình xử lý hiếu khí chỉ cho hiệu quả mong muốn khi giữ chế độ dinh dưỡng theo tỷ lệ BOD : N : P = 100 : 5 : 1.

*c- Bể lọc sinh học hai đợt:*

Vật liệu tiếp xúc trong bể là các vòng hoặc ống nhựa, chiều cao lớn tiếp xúc thường  $\geq 6 \text{ m}$ . Tải trọng thủy lực từ 4 đến 40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ngày.

Tải trọng BOD: Từ 0,4kg BOD ngày/m<sup>3</sup> vật liệu tiếp xúc. Thường áp dụng sơ đồ tuần hoàn lại nước để giảm tải trọng BOD cho phù hợp với chỉ tiêu đã nêu. Việc áp dụng quy trình bể lọc sinh học 2 đợt có tuần hoàn lại nước cho kết quả ổn định khi hàm lượng BOD trong nước thải thay đổi lớn hơn 1,4 lần đến 2 lần và lưu lượng thay đổi lớn hơn 1,2 đến 1,4 lần trong thời gian ngắn. Nhược điểm của bể lọc sinh học khi xử lý nước thải có hàm lượng dầu mỡ cao, về mùa đông lớp tiếp xúc thường bị tắc trít làm giảm hiệu quả xử lý và phải cọ rửa làm cho các chi phí quản lý cao. Tuy vậy khi tạm ngừng và khởi động lại không bị ảnh hưởng đến chất lượng nước đầu ra.

Để tính toán bể lọc sinh học xử lý nước thải công nghiệp thực tế ở Mỹ thường áp dụng công thức:

$$\frac{S_c}{S_o} = e^{-KD/Q^n} \quad (6-1)$$

Trong đó:  $S_c$ : Nồng độ BOD đầu ra (mg/l);

$S_o$ : Nồng độ BOD đầu vào (mg/l);

K: Hằng số phản ứng sinh học khử BOD;

D: Chiều cao lớp tiếp xúc (ft) 1ft = 0,3048 m;

Q: Tải trọng thủy lực tính theo galon/ft<sup>2</sup> × phút, 1galon = 3,78 lít.

1galon /ft<sup>2</sup> × phút = 4,07.10<sup>-2</sup> m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> phút.

n: Số mũ, đối với vòng nhựa = 0,5.

Nước thải sinh hoạt K = 0,088.

Nước thải nhà máy đồ hộp K = 0,021.

Nước thải lò mổ chế biến thịt K = 0,044.

Nước rửa cần sữa K = 0,030.

Nước thải công nghiệp thực phẩm xử lý qua 2 đợt sinh học và lắng đợt 2, với thời gian lưu nước từ 1,5 đến 2 giờ hoặc cho qua hồ lắng 2 ngày thường đạt kết quả tổng BOD đầu ra < 20 mg/l.

*d- Hồ sinh học:*

Hồ sinh học và chuỗi hồ được áp dụng để xử lý nước thải công nghiệp thực phẩm ở những nơi điều kiện đất đai và cảnh quan môi trường phù hợp.

\* Hồ đóng kín: Hồ có mặt thoáng tự nhiên, tích nước theo một mùa sản xuất trong năm. Nước thải sau khi qua song chắn và lưới chắn đổ trực tiếp vào hồ. Nước chứa trong hồ từ 30, 60, 90 và 180 ngày, trong thời gian này nước thải trong hồ chịu tác dụng của các quá trình: bốc hơi, thấm thấu, phân huỷ yếm khí, nước được tự làm sạch đến mức độ cần thiết, sau đó về mùa mưa khi nước sông lên cao, mở cửa xả đầu vào nguồn tiếp nhận, với lưu lượng lớn của nguồn tiếp nhận nước được pha loãng và có nồng độ oxy tan

cao, đảm bảo yêu cầu bảo vệ môi trường. Loại hồ này thường áp dụng cho các nhà máy có công suất nhỏ, sản xuất theo mùa vụ như: chế biến cà chua, hoa quả, mía đường v.v.. tải trọng BOD của hồ thường lấy không lớn hơn 0,068 kg/ m<sup>2</sup> ngày.

Kết quả xử lý nước thải nhà máy chế biến cà chua xem bảng (16-1).

**Bảng 16-1 . Kết quả xử lý nước thải nhà máy chế biến cà chua**

Số liệu	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)	
Chất lượng nước thô trong thời gian tích nước vào hồ	1980	760	664	
	2430	800	806	
	1194	1127	1374	
Chất lượng nước trong hồ				
	50 ngày sau khi đóng cửa đưa nước vào	123	150	144
	90 ngày sau khi đóng cửa vào	127	135	122
180 ngày sau, chất lượng nước đo tại cửa xả	55	40	52	

Ưu điểm của loại hồ này là giá thành xây dựng và quản lý vận hành thấp, có thể chủ động điều khiển thời gian lưu giữ và xả nước. Nhược điểm: có mùi và tốc độ khử BOD trong hồ giảm dần theo thời gian do đó cần nhiều ngày lưu giữ.

\* Hồ xử lý yếm khí nối tiếp hồ làm thoáng hiếu khí và hồ lắng: Quy trình này được áp dụng phổ biến để xử lý nước thải các nhà máy giết mổ gia súc, gia cầm, chế biến thịt và đồ hộp, thường thiết kế 2 hồ yếm khí và 2 hồ hiếu khí làm việc song song. Chỉ tiêu thiết kế hồ yếm khí: tải trọng BOD từ 0,19kg BOD/m<sup>3</sup> ngày đến 0,24 BOD/m<sup>3</sup> ngày. Thời gian lưu nước từ 4 đến 10 ngày. Nước sau khi qua song chắn, lưới chắn cho thẳng vào hồ, không cần tách dầu mỡ và cặn lắng, vì lớp váng dầu mỡ đông thành lớp nổi trên mặt hồ yếm khí có tác dụng ngăn mùi và giữ nhiệt độ nước ổn định trong hồ.

Hiệu quả xử lý của hồ yếm khí đối với nước thải công nghiệp thực phẩm ở nhiệt độ nước ≥ 17°C luôn đạt được từ 75 đến 85%.

Hồ làm thoáng hiếu khí và hồ lắng sau khi tính toán thiết kế theo chỉ tiêu đã nêu ở chương 13.

\* Hồ làm thoáng hiếu khí hai bậc và hồ lắng đòi hỏi cho thêm chất dinh dưỡng theo tỷ lệ BOD:N:P=100:5:1.

Tính toán thiết kế xem chương 13. Trong thực tế quy trình này đã áp dụng có hiệu quả cho tất cả các loại nước thải của công nghiệp thực phẩm: Bảng (16-2) giới thiệu kết quả xử lý nước thải nhà máy giết mổ và chế biến thịt theo các quy trình công nghệ khác nhau:

**Bảng 16-2. Xử lý nước thải nhà máy giết mổ và chế biến thịt**

Quy trình xử lý	Tỷ lệ khử (%)					
	BOD	SS	Mỡ	Nitơ hữu cơ	Tổng N	Tổng P
Hồ yếm khí + hồ làm thoáng						
Hiếu khí + hồ lắng	98,5	99,3	99,5	95,3	46,3	49,1
Hồ yếm khí + hồ làm thoáng cường độ thấp + hồ lắng	98,0	92,4	87,0	90,8	57,7	26,4
Bể xử lý yếm khí UASB + hồ làm thoáng + hồ lắng	98,2	97,6	89,0	90,0	50,2	27,0
Aerotank làm thoáng kéo dài + lắng	96	84	96		17,3	
Bể lọc sinh học 2 bậc + lắng	95,9	91,8	96,0	86,1	55,6	29,3

## Chương 17

# XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP GIẤY VÀ CÁC NGÀNH SẢN XUẤT TƯƠNG TỰ

### 17.1 CHẤT LƯỢNG NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP GIẤY

Nước thải có hàm lượng cặn lơ lửng SS và hàm lượng BOD<sub>5</sub> cao, một số phân xưởng còn thải ra nước có độ màu, hàm lượng chất rắn hoà tan, pH coliform và nhiệt độ cao cần xử lý. Nồng độ chất bẩn trong nước thải thay đổi phụ thuộc vào quy trình sản xuất và trang thiết bị của từng phân xưởng và từng loại nhà máy.

Đặc tính của nước thải công nghiệp giấy là hàm lượng cặn lơ lửng và hàm lượng BOD<sub>5</sub> cao. Cặn lơ lửng chủ yếu là cặn hữu cơ gồm mùn vỏ cây, sợi gỗ và các mảnh vụn xelulo, loại cặn này dễ lắng trong bể lắng đợt một, không cần pha hoá chất keo tụ và công đoạn keo tụ. Qua bể lắng đợt một có thể giảm được 90% hàm lượng cặn lơ lửng ở phân xưởng sản xuất giấy kè ly, trong nước thải có chứa sét và dioxit titan là chất làm trắng giấy, làm cho nước có độ đục cao.

### 17.2 CÁC QUY TRÌNH XỬ LÝ

Quy trình xử lý nước thải công nghiệp giấy không thể chỉ áp dụng các biện pháp xử lý cơ học và hoá học đơn thuần mà phải kết hợp với biện pháp xử lý sinh học vì hàm lượng BOD<sub>5</sub> cao. Các biện pháp xử lý cơ học và hoá học chỉ khử được cặn lơ lửng, cặn hoà tan, độ màu và nhiệt độ, pH còn biện pháp xử lý sinh học chủ yếu để khử BOD.

#### 17.2.1. Xử lý sơ bộ

- *Song chắn, lưới chắn*: Song chắn thường chọn kích thước khe hở 15 - 20 mm, sau song chắn là lưới chắn, kiểu lưới quay, làm sạch tự động theo tổn thất mực nước trước và sau lưới, nước rửa phun thành tia từ trong ra và áp lực trước vòi phun  $\geq 2,5$  bar, lưu lượng rửa thường từ 0,8 - 1% lượng nước qua lưới. Kích thước mắt lưới từ 5 - 7 mm.

- *Trạm bơm*: Đường ống dẫn vào trạm bơm phải thiết kế với lưu lượng ứng với lưu lượng thải của giờ có Q<sub>max</sub> trong ngày. Trong trạm bơm thường đặt 3 bơm có công suất như nhau và chọn công suất mỗi bơm bằng 60% lưu lượng giờ trong bình, trong đó một bơm thường xuyên làm việc bơm thứ 2 điều khiển chạy và ngắt tự động theo mức nước trong hầm thu, bơm thứ 3 dự phòng và chỉ tự động chạy khi mực nước trong hầm thu vượt quá mức báo động.

- *Bể lắng đợt một*: Bể lắng đợt một được thiết kế để lắng từ 90% - 95% cặn lơ lửng. Tải trọng bề mặt của vùng lắng chọn từ 23 - 30 m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup> ngày. Thường áp dụng bể lắng (radian) hình tròn có buồng phân phối nước vào đặt ở tâm bể và thu nước đã lắng bằng máng vòng quanh chu vi bể.

Bể có hệ thống cào cặn điều khiển bằng mô tơ đặt ở tâm bể. Đáy bể có độ dốc 1:12 về phía hố thu cặn đặt ở giữa đáy bể. Trên mặt bể cùng chuyển động quay với hệ thống cào cặn là hệ thanh gạt bọt và các vật nổi vào các máng thu bọt và vật nổi đặt dọc theo bán kính từ tâm ra chu vi bể. Đường kính máng thu vật nổi không nhỏ hơn 150 mm, đường ống dẫn bọt nối đến bơm không được có cút ngoặt > 20° và phải chọn bơm, có thể bơm được các hạt nổi có kích thước lớn.

Máy cào cặn phải có khung cứng và công suất động cơ lớn gấp 2 hoặc 3 lần các máy cào ở các bể lắng xử lý nước sinh hoạt vì cặn giấy có thể nhiều và nặng. Phải có ngăn tách khí kết hợp với buồng phân phối để loại trừ bọt khí trong nước thô trước khi phân phối vào vùng lắng.

Hàm lượng cặn trong nước thải thường từ 350mg/l - 600 mg/l sau khi qua bể lắng đợt một còn lại 35 - 60 mg/l.

Ngoài bể lắng radian nêu trên, trong thực tế đã áp dụng bể lắng ngang, bể lắng lớp mỏng, tuyển nổi nhưng hiệu quả lắng, giá thành xây dựng và quản lý vận hành đều thua kém bể lắng radian.

### **17.2.2 Xử lý sinh học (xử lý bậc 2)**

- Bể lọc sinh học áp dụng để xử lý nước thải công nghiệp giấy có hiệu quả rất thấp nên trong thực tế không được dùng.

- Bể aerotank và bể lắng đợt 2: Sau khi cấp thêm đủ lượng chất dinh dưỡng theo tỷ lệ BOD:N:P = 100 : 5 : 1 và tính toán bể theo chế độ làm việc như bể xử lý nước thải sinh hoạt, thường có thời gian lưu nước ngắn từ 3 đến 8 giờ.

- Với thời gian làm thoáng ngắn xảy ra các hiện tượng làm giảm hiệu quả xử lý sau:

- Khi lưu lượng hoặc nồng độ BOD đầu vào cao đột biến trong thời gian ngắn làm cho bể làm việc xấu và không ổn định, sau thời gian 2 đến 3 tuần mới khôi phục lại được chế độ làm việc ban đầu.

- Lượng bọt và cặn dạng sợi nổi váng trên mặt bể nếu không vớt kịp thời sẽ làm giảm hiệu quả xử lý.

- Cặn dư sau bể lắng đợt 2 rất khó làm ráo nước, xử lý tốn kém, vì thế trong thực tế ít áp dụng quy trình này.

- Bể aerotank làm thoáng kéo dài và bể lắng đợt hai.

Thời gian làm thoáng từ 22 - 26 giờ nồng độ cặn hoạt tính lơ lửng 2500 - 3000 mg/l, cho kết quả chấp nhận được và tốt hơn quy trình bể aerotank bình thường. Giảm được khó khăn cho quá trình xử lý cặn.



- Hồ làm thoáng hiếu khí hai bậc và hồ lắng.

Thời gian lưu nước tổng cộng trong ba hồ nối tiếp từ 5 đến 10 ngày phải cho thêm chất dinh dưỡng N và P để giữ ổn định tỷ lệ BOD:N:P. Thiết bị làm thoáng dùng máy khuấy cơ khí làm thoáng bề mặt tốc độ nhanh (không cần trang bị bộ hộp số giảm tốc) hoặc hệ thống ống nhựa phân phối và cung cấp không khí nén vào hồ. Hệ thống phân phối khí và sục khí có ưu điểm là phù hợp với tất cả các hình dạng hồ, chiều sâu hồ không bị hạn chế và không có bọt váng nổi lên mặt hồ. Tuy vậy khi dùng hệ thống khí nén thì năng lượng thường cao hơn từ 1,2 đến 1,5 lần năng lượng tiêu tốn của hệ thống máy làm thoáng cơ khí.

Hiệu quả khử BOD của hệ thống hồ luôn đạt hơn 90% nếu nhiệt độ nước trong hồ luôn cao hơn 17°C. Khi nhiệt độ nước trong hồ thấp hơn 17°C hiệu quả xử lý giảm nhanh, và cặn lơ lửng sau hồ làm thoáng rất khó lắng.

Hồ làm thoáng có dung tích lớn nên có khả năng điều hoà lưu lượng và chất lượng cao, đồng thời cũng là hồ làm lạnh khi nhiệt độ nước thải cao hơn nhiệt môi trường chung quanh. Cho đến nay tất cả các tổng kết đều khẳng định quy trình xử lý nước thải công nghiệp bằng 2 hồ làm thoáng nối tiếp là quy trình ưu việt nhất.

## Chương 18

# XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP SẢN XUẤT HOÁ CHẤT

### 18.1 XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÁC NHÀ MÁY SẢN XUẤT HOÁ CHẤT VÔ CƠ

Nước thải của các nhà máy sản xuất hoá chất vô cơ có tính chất đặc trưng là chứa axit hoặc kiềm, muối khoáng (có thể có cả hợp chất hữu cơ ở dạng không hoà tan) và khí hoà tan. Tính chất và nồng độ tổ hợp các chất bản phụ thuộc vào loại sản phẩm và quy trình sản xuất, vào hệ thống cống thu nước riêng cho từng phân xưởng để tách riêng từng loại nước thải đem xử lý riêng khi cần.

Quy trình xử lý nước thải gồm các công trình: Bể điều hoà nếu cần, bể trung hoà điều chỉnh pH, bể keo tụ và lắng để khử cặn lơ lửng và tách dầu, cuối cùng là các thiết bị để khử chất rắn hoà tan như ion các kim loại, một số muối v.v..

Công suất nhỏ hơn 400 m<sup>3</sup>/ngày áp dụng quy trình xử lý theo mẻ là thuận lợi và kinh tế nhất.

Khi xử lý theo mẻ, xây dựng 2 bể làm việc song song, khi 1 bể thực hiện quy trình xử lý thì bể còn lại tích nước vào.

Trong quy trình xử lý theo mẻ, 1 bể vừa làm chức năng điều hoà, trung hoà, keo tụ và lắng, quá trình được điều khiển tự động bằng các thiết bị đo pH, do mực nước và thiết bị đo độ đục. ở những nơi có trình độ trang bị và quản lý tự động gặp khó khăn, có thể chủ động điều khiển vận hành bằng cách lấy mẫu trung hoà thử trong phòng thí nghiệm để xác định lượng hoá chất cho từng mẻ và do độ đục để xác định thời gian keo tụ và lắng.

Khi công suất lớn hơn 400 m<sup>3</sup>/ngày áp dụng quy trình xử lý liên tục xem hình (18-1).

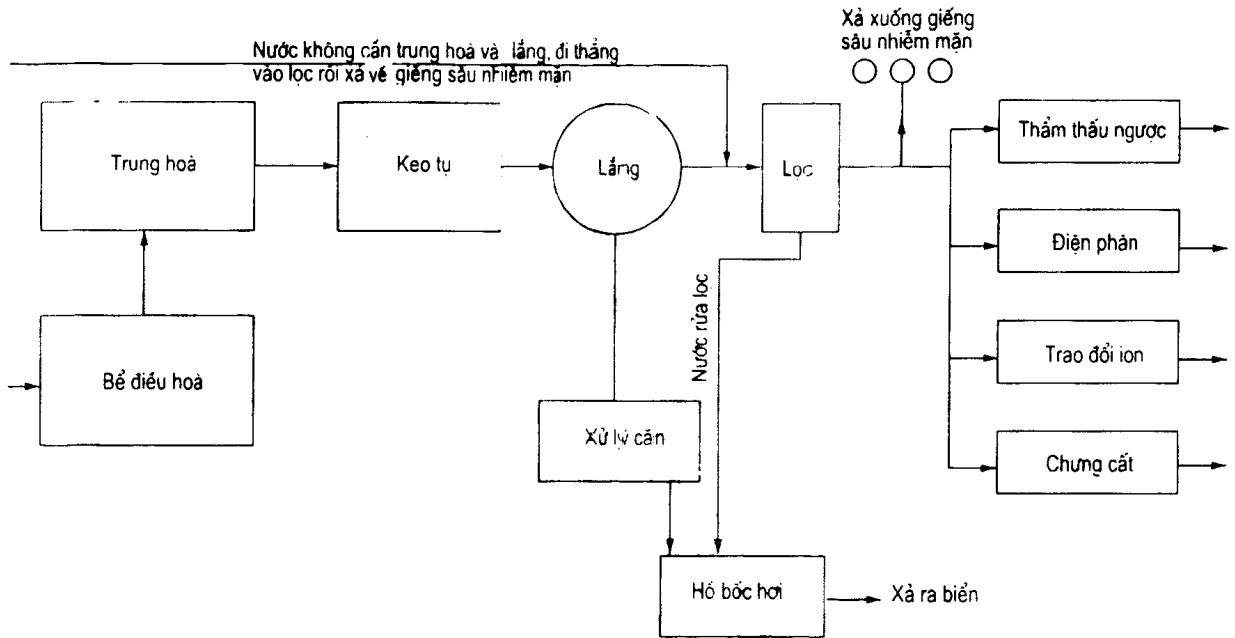
Nước qua bể điều hoà, bể trung hoà, bể keo tụ, bể lắng và bể lọc còn chứa các muối hoà tan nếu ở gần biển có thể xả ra biển xa bờ, hoặc xả vào giếng sâu, nước ngầm nhiễm mặn và thông với nước biển, hoặc phải áp dụng các quy trình xử lý khử muối tiếp sau như, thẩm thấu ngược, điện phân, trao đổi ion và chưng cất. Cặn ở bể lắng cô đặc, phơi khô rồi đem chôn lấp, nước rửa lọc và nước ép cặn có thể thải vào hồ để thực hiện quy trình lắng, nén cặn bằng bay hơi.

- Trong công đoạn trung hoà cần đặc biệt chú ý đến việc chọn hoá chất để đảm bảo: phản ứng trung hoà diễn ra diễn ra đầy đủ trong thời gian đã định.

- Không tạo ra sản phẩm phụ làm khó cho bước xử lý sau.

- Không tạo ra cặn đóng vảy chắc, làm khó khăn cho quy trình xử lý cặn.

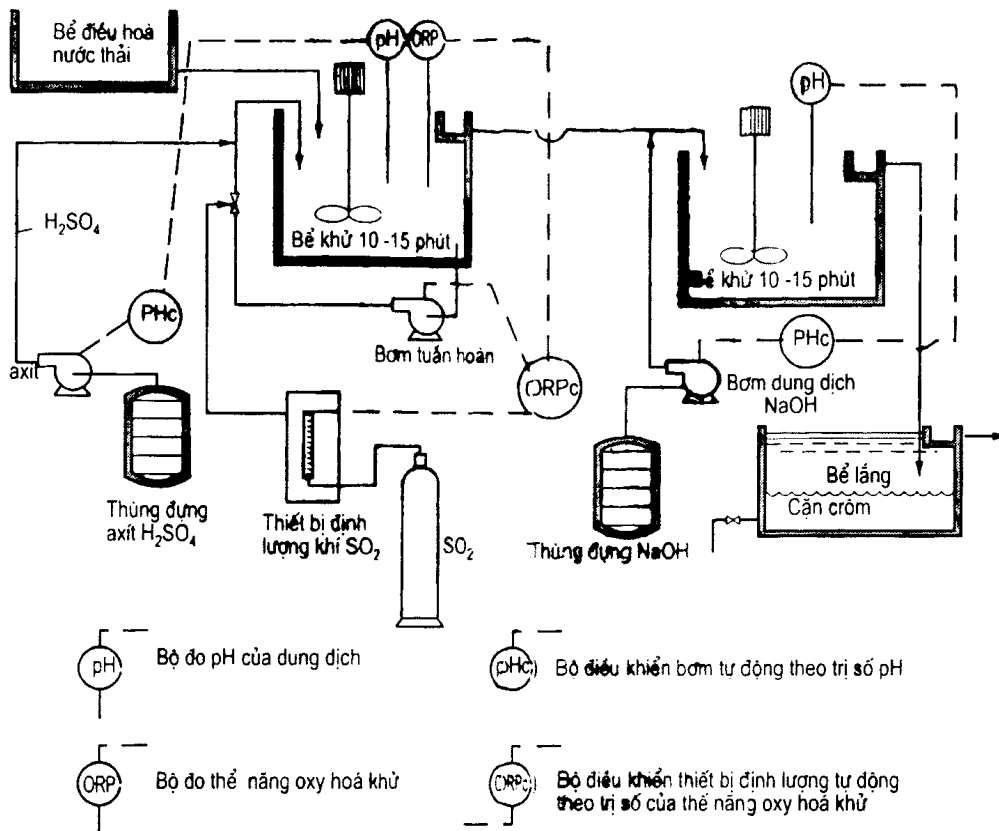
- Nếu áp dụng quy trình trung hoà theo bậc và có thể dùng 2 loại hoá chất, mạnh ở giai đoạn đầu và yếu ở giai đoạn sau để tránh các bước nhảy về nồng độ và pH.



Hình 18-1: Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước thải nhà máy sản xuất hoá chất vô cơ

- Quá trình keo tụ và lắng, tùy thuộc vào tính chất nước thải và chất bản cần khử mà chọn hoá chất keo tụ và thời gian keo tụ.

Thí dụ: Quy trình keo tụ, lắng để khử crôm ( $Cr^{+6}$ ) có thể áp dụng sơ đồ sau:



Hình 18-2: Sơ đồ quy trình khử crôm ( $Cr^{+6}$ ) bằng keo tụ

Nước thải có chứa  $\text{Cr}^{+6}$  muốn khử bằng phương pháp keo tụ và lắng phải khử  $\text{Cr}^{+6}$  thành  $\text{Cr}^{+3}$  bằng chất khử  $\text{SO}_2$  đựng trong bình áp lực rồi định lượng vào nước qua thiết bị định lượng khí. Quá trình khử xảy ra ở  $\text{pH}=3,5$ , phải cho vào bể khử axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  để giảm  $\text{pH}$ .

Quá trình khử được điều khiển tự động bằng:

- Bộ đo  $\text{pH}$  và bộ điều khiển bơm theo  $\text{pH}$  để định lượng axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- Bộ đo điện thế oxy hoá khử (ORP) và bộ điều khiển ORPc để điều khiển tự động bộ định lượng khí  $\text{SO}_2$  và bơm tuần hoàn. Thời gian khuấy trộn trong bể khử chọn từ 10 đến 15 phút. Sau bể khử nước chảy sang bể keo tụ, khuấy trộn nhẹ và nâng  $\text{pH}$  lên 8,5 bằng pha thêm dung dịch xút. Định lượng dung dịch xút tự động bằng thiết bị đo và điều khiển bơm theo giá trị của bộ đo  $\text{pH}$ . Ở bể keo tụ có  $\text{pH} = 8,5$  crôm hoá trị 3 bị thủy phân thành bông cặn hydroxit crôm trong vòng 20 phút sau đó đưa sang bể lắng, lắng trong nước và thu hồi cặn crôm.

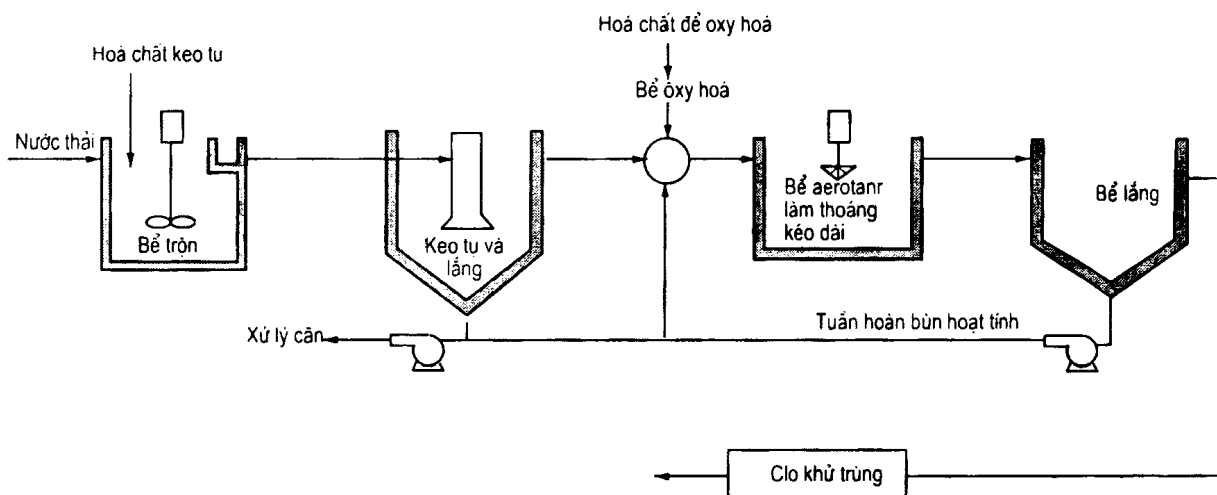
### 18.2 XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÁC NHÀ MÁY SẢN XUẤT HOÁ CHẤT HỮU CƠ

Nước thải các nhà máy sản xuất hoá chất hữu cơ chứa hỗn hợp các hợp chất hữu cơ, muối hoà tan ví dụ nước thải của các nhà máy sản xuất methanol, acetylen, amine, acrylic monomer và các chất sơn tổng hợp, sau khi loại dầu mỡ có đặc tính phổ biến như:

Hàm lượng COD	khoảng 7500 mg/l
Hàm lượng BOD	khoảng 2700 mg/l
Tổng cacbon hữu cơ TOC	khoảng 1800 mg/l
Cặn lơ lửng SS	khoảng 200 mg/l
Chất rắn hoà tan	khoảng 10000 mg/l
$\text{pH}$	khoảng 4-6

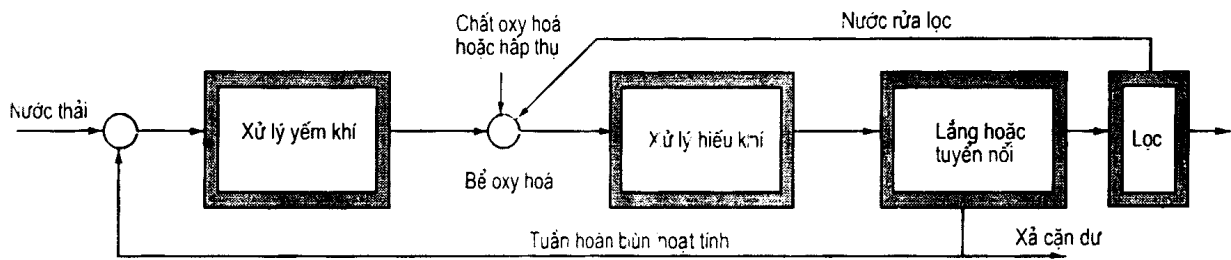
Quy trình xử lý thường áp dụng:

- Bể điều hoà, bể khử dầu mỡ kết hợp với keo tụ và lắng, bể trung hoà, bể oxy hoá khử, tiếp đến là xử lý sinh học bằng quy trình bùn hoạt tính aerotank, hoặc xử lý bằng chuỗi hồ làm thoáng. Sơ đồ quy trình xử lý xem hình (18-3).



Hình 18-3: Sơ đồ xử lý nước thải nhà máy sản xuất hoá chất hữu cơ

Một số nhà máy, nước thải có hàm lượng tổng carbon hữu cơ, BOD và nitơ cao thường áp dụng quy trình xử lý yếm khí + oxy hoá + xử lý hiếu khí theo sơ đồ hình (18-4).



**Hình 18-4:** Sơ đồ dây chuyền xử lý nước thải nhà máy sản xuất nylon

Chất lượng nước thải đầu vào :	TOC	4000 mg/l	BOD	8000 mg/l
	NO <sub>3</sub> - N	300 mg/l	NO <sub>2</sub> - N	240 mg/l
	NH <sub>3</sub> - N	320 mg/l	Nitơ hữu cơ	100 mg/l

Bể xử lý yếm khí có thời gian lưu nước 36 giờ và có máy khuấy để trộn đều nước xử lý, tiếp theo là bể làm thoáng kéo dài, thời gian lưu nước lớn hơn 50 giờ, sau bể lắng hoặc bể tuyển nổi cho qua bể lọc nhanh để khử cặn lơ lửng. Hiệu quả làm sạch đạt 98% đối với BOD, 90% TOC và 85% tổng nitơ. Hệ số truyền oxy  $\alpha = 0,83$  và hệ số bão hoà oxy  $\beta = 0,95$ .

## Chương 19

# XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP MÍA ĐƯỜNG

### 19.1 NGUỒN GỐC NƯỚC THẢI

Mía cây vận chuyển đến nhà máy, qua các công đoạn làm sạch và cắt đoạn đưa vào ép lấy nước và lọc để thải bã mía ra ngoài, bã mía được dùng làm chất đốt hoặc đem đi chế biến theo quy trình chất thải rắn. Nước mía được pha thêm vôi nâng pH để ngăn cản quá trình chuyển các phân tử đường mía glucose và fructose, vôi còn giúp làm trong nước mía ở công đoạn pha bentonit hoặc một vài chất keo tụ khác, sau đó dung dịch nước mía được bơm lên máy đun nóng, máy lắng và bốc hơi nhiều bậc. Cặn thải ra từ công đoạn lắng có thể dùng làm phân bón sau khi cô đặc cặn bằng máy lọc chân không. Nước mía trong thiết bị bốc hơi ở tình trạng sôi dưới áp lực chân không, lượng nước còn lại khoảng 30-40% nước mía đã thành siro đường. Siro đường đi vào các chảo kết tinh bằng chân không và máy quay li tâm tách các tinh thể đường ra khỏi các tạp chất trong siro và nhũ đường. Nhũ đường đã cặn hết tinh thể đường có thể làm thức ăn cho lợn, làm men rượu v.v..

### 19.2 ĐẶC TÍNH NƯỚC THẢI

Nước thải nhà máy mía đường có thể chia làm 3 loại:

- Nước thải ra từ công đoạn làm sạch và ngưng tụ.
- Nước thải ra từ công đoạn lọc.
- Nước thải tràn, nước vớt váng bọt, nước rửa, nước làm sạch thiết bị, nước rửa sàn có chứa dầu mỡ lau máy.

Nước xả của công đoạn làm lạnh và ngưng tụ có lưu lượng lớn, hàm lượng BOD và tạp chất thấp, nước của hai loại sau có hàm lượng tạp chất và BOD lớn, thường BOD từ 2000-3000 mg/l.

Nước làm lạnh thường được tuần hoàn lại hoặc xả thẳng ít khi cần xử lý. Nước và bã xả ở công đoạn lọc có hàm lượng BOD cao hơn 10.000 mg/l có thể có tính axit hoặc kiềm, bã thải này thường được cô đặc để làm phân bón.

### 19.3 QUY TRÌNH XỬ LÝ

Nước thải dạng thứ 3 của nhà máy mía đường có hàm lượng hydro cacbon cao nên rất khó xử lý bằng các biện pháp xử lý thông thường đối với nước thải sinh hoạt, vì các axit hữu cơ dễ bay hơi được tạo ra ngăn cản hoạt động và sinh trưởng của vi sinh trong quá trình oxy hoá sinh học bằng làm thoáng hiếu khí. Vì vậy quy trình xử lý thường chọn là: Xử lý sơ bộ qua lưới chắn rồi cho nước vào các bể phân huỷ yếm khí (bể UASB hoặc hồ yếm khí) tiếp sau là công đoạn xử lý hiếu khí bằng làm thoáng kéo dài (bể aerotank hoặc hồ hiếu khí) sau cùng là công đoạn lắng.

## Chương 20

# XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP SỢI VÀ DỆT NHUỘM

## 20.1 NGUỒN GỐC CÁC HỢP CHẤT BẮN CÓ TRONG NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP DỆT NHUỘM

Là các hợp chất tự nhiên tách ra từ sợi và các hoá chất thêm vào trong quá trình gia công, chế biến tách ra từ vải đi vào nước thải.

Chất lượng nước thải công nghiệp dệt nhuộm thay đổi theo các quy trình gia công khác nhau và thay đổi theo chất liệu vải sợi. Chất liệu vải sợi có thể chia làm 3 loại: bông, len, và sợi tổng hợp.

## 20.2 QUY TRÌNH XỬ LÝ

Có thể áp dụng một số trong 5 công đoạn sau để xử lý nước thải công nghiệp dệt nhuộm tùy thuộc vào tính chất nước thải và chế độ thải nước của các loại sản xuất khác nhau.

- 1- Điều hoà lưu lượng và chất lượng.
- 2- Trung hoà.
- 3- Keo tụ và lắng để loại bỏ cặn lơ lửng, các hợp chất hoá vô cơ, hữu cơ dễ lắng.
- 4- Khử màu.
- 5- Khử BOD còn lại.

- Trung hoà nước thải thường dùng axit sunfuric  $H_2SO_4$  và vôi hoặc xút.

- Keo tụ nước thải công nghiệp dệt thường dùng phèn nhôm, phèn sắt, canxiclorua dùng để keo tụ nước thải quá trình tẩy rửa sợi và vải len. Mỗi loại phèn thích ứng với mỗi loại nước thải và có điểm pH keo tụ tối ưu riêng và phải xác định bằng keo tụ thử. Một số loại phèn keo tụ tốt với loại nước thải này nhưng lại không tốt với loại nước thải khác.

Bảng 20-1: Giới thiệu khả năng giảm hàm lượng  $BOD_5$  do các chất gây ra sau công đoạn keo tụ và lắng.

**Bảng 20-1: Tỷ lệ giảm BOD sau khi keo tụ bằng hoá chất đối với một số loại nước thải**

Hoá chất thải ra	Tỷ lệ giảm BOD (%)	Liều lượng
Xà phòng	90	$\geq 360 \text{ g Al}_2\text{SO}_4/\text{m}^3$
Phenol	0	
Glucose	0	
Hồ vôi	57	
Gelatin	65	$\geq 1500 \text{ g/m}^3$
Keo hồ dán	33	$\geq 600 \text{ g/m}^3$
Nhũ tương dầu	80	
Dầu sulfonat castol	82	
Dầu thực vật sulfonat	44	
Dầu dừa	92	$\geq 1000 \text{ g/m}^3$
$\alpha$ phenyl phenol	0	
Salicylic axit	17	
Benzonic axit	8	
Acetic axit	8	
Oxalic axit	86	
Acetat natri	0	
Nhũ tương nhôm - sáp	85	

- Quá trình khử màu thường kết hợp với quá trình keo tụ. Thường dùng  $(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O})$  để khử màu của hỗn hợp nước thải của nhà máy dệt nhuộm, và khi khử màu hàm lượng BOD giảm từ 63 đến 65%. Liều lượng phèn nhôm cần 200 mg/l ở pH = 8,3 và 140 mg/l ở pH = 7,0.

Có thể dùng clo để tẩy màu và khử BOD của nước thải nhuộm có sulphur, và cũng có thể là chất keo tụ và tẩy màu đối với các loại nước thải khác liều lượng clo thường cần từ 100-250 mg/l.

- Giai đoạn khử BOD cuối cùng bằng quy trình xử lý sinh học có thể áp dụng các công trình như: lọc sinh học, làm thoáng trong bể aerotank, hồ làm thoáng hiếu khí, sau đó là công đoạn lắng.

- Bể lọc sinh học được áp dụng có hiệu quả vì khởi động nhanh, chất lượng không bị giảm khi ngừng một vài ngày sau đó hoạt động trở lại, chịu được các đợt sốc ngắn về tải trọng chất lượng và lưu lượng.

- Bể làm thoáng aerotank làm việc tốt ở khoảng pH từ 7-9 và thời gian làm thoáng từ 12 đến 48 giờ (tuỳ loại nước thải).

- Hệ sinh học hiếu khí luôn cho kết quả tốt nhưng cần nhiều đất.



## Chương 21

# XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP THUỘC DA

Nhà máy thuộc da có 2 công đoạn xả nước thải.

- Công đoạn chế biến thô gồm: Ngâm, tẩy, bóc mỡ, ngâm rửa, tẩy lông, ngâm vôi để tách lớp, nén ép để loại bỏ chất trương phồng, ướp muối hoặc hoá chất.

- Công đoạn thuộc da gồm: Thuộc crôm đối với loại da nhẹ hay thuộc với thực vật sau khi sản xuất da nặng hơn, sau đó bào mỏng, tẩy rửa, nén chặt, nhuộm màu v.v..

Nước thải trong bể điều hoà gồm cả nước rửa có đặc tính: tổng hàm lượng chất rắn từ 6000-8000 mg/l trong đó một nửa là muối NaCl độ cứng 1600 mg/l tính theo  $\text{CaCO}_3$ , BOD khoảng 10000 mg/l và hơn, 120-1000 mg/l sulfit, 1000 mg/l protein, 30-70mg/l crôm; pH từ 10-12. Cặn sau lắng có nồng độ từ 5-10% vì có vôi,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  và hàm lượng chất rắn cao.

Xử lý nước thải nhà máy thuộc da đa số các trường hợp chỉ hạn chế ở 4 công đoạn:

1- Song chắn và lưới chắn, tách toàn bộ lông, da vụn, mỡ hạt v.v.. để xử lý như chất thải rắn.

2- Điều hoà lưu lượng và chất lượng.

3- Lắng để loại bỏ phần lớn cặn lơ lửng, khâu lắng có thể dùng phèn keo tụ hoặc không.

4- Xử lý cặn lắng trong bể tự hoại hoặc bơm trực tiếp ra sân phơi bùn, hồ chứa bùn.

Nước sau lắng xả vào hệ thống nước thải thành phố.

Khi nhà máy ở xa hệ thống cống nước thải chung, phải xử lý tiếp bậc hai, thì thêm các công đoạn: Điều chỉnh pH, kiểm tra hàm lượng kiềm trong nước nếu hàm lượng kiềm không đủ cho quy trình xử lý yếm khí thì phải cho thêm vôi hoặc  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Sau đó cho qua bể xử lý yếm khí với tải trọng 2,25-2,5 kgBOD/m<sup>3</sup> dung tích bể, thời gian lưu nước 10 đến 12 giờ. Nước sau xử lý yếm khí hàm lượng BOD giảm từ 78-82%. Sau xử lý yếm khí là bể hoặc hồ xử lý hiếu khí để đạt tiêu chuẩn thải ra nguồn tiếp nhận.

## Chương 22

# XỬ LÝ NƯỚC BÃI CHÔN LẤP RÁC

Những năm gần đây, nước rỉ ở bãi rác gây ô nhiễm, làm bản nguồn nước ngầm đã trở thành vấn đề đáng chú ý ở vùng có bãi chôn lấp rác thải đô thị.

Nước rỉ bãi rác là do nước mưa, và các loại nước khác trên bề mặt thấm thấu xuống, kết hợp với nước nội sinh do phân huỷ rác tạo nên. Rất khó xác định trước được chất lượng nước rỉ của bãi rác vì thành phần và đặc tính của các loại rác thải được chôn lấp rất khác nhau, thời gian bị phân huỷ yếm khí cũng khác nhau. Rác thải đô thị thường chứa 64% là giấy và chất thải dạng sợi, cặn bã thực phẩm độ 12%, kim loại 8%, thủy tinh, sành sứ 6%. Và độ ẩm thường lớn hơn 20%.

Vì có độ ẩm lớn, thành phần hữu cơ trong rác thải thực phẩm nhanh chóng bị phân huỷ, các thành phần dạng sợi hấp thu các sản phẩm phân huỷ này, và sau đó bị phân huỷ tiếp trong điều kiện yếm khí ở bãi chôn lấp.

Quá trình phân huỷ các hợp phần hữu cơ của rác thải sinh ra các chất hữu cơ hoà tan nitơ hữu cơ, amoni v.v.. tiếp tục quá trình phân huỷ yếm khí tạo ra các axit bay hơi hay còn gọi là quá trình lên men axit, sau đó là phân huỷ axit hữu cơ tạo ra mêtan và CO<sub>2</sub> trong quá trình lên men mêtan. Đi kèm với quá trình phân huỷ yếm khí các chất hữu cơ là quá trình ăn mòn và hoà tan các rác thải kim loại, trong thành phần nước rỉ bãi rác có các ion kim loại nặng, ion canxi, ion sắt và các ion kim loại kiềm như natri, kali v.v.. Các anion thường là cacbonat, sulphat, và clo, nước rỉ bãi rác thường có độ cứng cao, độ màu cao và đặc biệt chất lượng COD cao hơn nhiều lần BOD.

Có hai biện pháp để giảm thiểu ảnh hưởng xấu đến nguồn nước ngầm và các nguồn nước mặt quanh vùng đó là:

1- Kiểm tra, hạn chế và loại trừ nước mưa, nước mặt, nước ngầm thấm thấu vào bãi rác để lượng nước rác là ít nhất.

2- Xử lý nước rác đến mức không ảnh hưởng đến môi trường. Biện pháp xử lý thường rất tốn kém, phụ thuộc nhiều vào điều kiện địa hình, khí hậu, thành phần rác thải và quy trình xử lý rác thải. Biện pháp xử lý chỉ áp dụng sau khi đã thực hiện tốt biện pháp thứ nhất. Để thực hiện tốt biện pháp thứ nhất phải tuyệt đối tuân thủ quy định về bãi chôn lấp rác hợp vệ sinh từ khâu thiết kế, thi công xây dựng và quản lý vận hành bãi.

Quy trình xử lý nước rỉ ở bãi rác phụ thuộc rất lớn vào bản chất và thành phần rác thải, rác thải đô thị có các chất hữu cơ bị phân huỷ và tro do các chất hữu cơ sau khi bị phân huỷ còn lại cộng với các chất vô cơ như mảnh kim loại, thủy tinh v.v.. hoà tan thành dung dịch hàm lượng COD cao. Quy trình xử lý đề xuất dưới đây dùng để xử lý nước rác

đô thị, còn nước rỉ ở các bãi rác công nghiệp có thành phần chất thải khác với rác thải đô thị sẽ được nghiên cứu riêng.

Quy trình xử lý đã được áp dụng trong thực tế và được đánh giá là đạt hiệu quả có thể chấp nhận được là:

1- Tuần hoàn lại nước rác đổ vào các ô rác đã được chôn lấp và có mặt phủ hoàn thiện bằng cách:

a- Bơm nước rác vào hệ thống ống khoan lỗ nằm trong khoảng chôn lấp rác với mật độ tương tự mật độ chôn ống thoát khí metan và cacbonic.

b- Tưới phun trên bề mặt phủ của ô chôn lấp.

2- Xử lý bằng biện pháp sinh học.

3- Xử lý bằng quy trình vật lý và hoá học.

4- Kết hợp xử lý sinh học với xử lý lý hoá học.

Quy trình tuần hoàn lại nước rác, tạo cho lớp rác đã chôn có đủ độ ẩm cao để tăng cường quá trình phân huỷ rác và làm ổn định thành phần và giảm dần nồng độ chất bẩn trong nước rác đã được áp dụng phổ biến. Tuần hoàn lại nước rác vào các lớp rác đã chôn nén làm tăng cường hoạt động của vi sinh trong lớp rác do đó tăng hiệu quả phân huỷ chất hữu cơ, nước rác được trung hoà và ổn định nhanh hơn khi không áp dụng chế độ tuần hoàn. Chất dinh dưỡng cần thiết cho hoạt động của vi sinh trong quá trình phân huỷ sinh học là nitơ và photpho, nếu trộn nước rác tuần hoàn ở các ô cũ với nước rỉ ở các ô rác mới hoặc đang chôn lấp, thì trong nước rác hỗn hợp này luôn có đủ N và P cung cấp cho vi sinh hoạt động.

- Quy trình xử lý sinh học đạt được kết quả ở các bãi rác có nồng độ BOD/COD lớn hơn 1/3 và có ít ion kim loại nặng. Quy trình gồm các công trình: Hồ xử lý yếm khí có dung tích nhỏ như hồ đệm, hồ làm thoáng hiếu khí, hồ lắng, hoặc bể lọc cát.

- Xử lý bằng phương pháp lý hoá học gồm các công trình: pha phèn, keo tụ, lắng, pha chất oxy hoá thực hiện quy trình keo tụ lần thứ 2 và lọc cát với tốc độ chậm  $\leq 4$  m/h.

Quy trình này cho kết quả nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn xả ra nguồn tiếp nhận loại B. Nhưng giá thành xây dựng, giá thành hoá chất cao và đòi hỏi trình độ quản lý vận hành cao, trong thực tế ít áp dụng, chỉ áp dụng để xử lý tình huống bằng các trạm xử lý lưu động.

- Quy trình xử lý sinh học kết hợp với xử lý lý hoá học: Đối với nước rác có nồng độ COD quá cao hoặc sau xử lý sinh học bằng hồ làm thoáng hiếu khí, nồng độ COD còn cao thì áp dụng quy trình: pha loãng bằng nguồn nước ngầm hoặc nước mặt khác ở trong hoặc quanh vùng, nếu là nước mặt thì lấy ở thượng nguồn của nguồn tiếp nhận với tỷ lệ đủ để pha loãng nồng độ COD xuống mức cho phép xả ra nguồn tiếp nhận.

Nếu không có điều kiện pha loãng thì sau hồ lắng, tiếp tục oxy hoá nước thải đã qua hồ bằng các chất oxy hoá mạnh như: Ozon,  $H_2O_2$ ,  $KMnO_4$ , thực hiện quá trình keo tụ, lắng rồi lọc qua bể lọc cát hoặc lọc qua bộ lọc thẩm thấu ngược.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trịnh Xuân Lai. *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*. Nhà xuất bản Xây dựng 2000.
2. Hoàng Huệ. *Thoát nước tập 2 (Xử lý nước thải)*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật 2002.
3. Trần Đức Hạ. *Xử lý nước thải sinh hoạt quy mô nhỏ và vừa*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật 2002.
4. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Nga. *Giáo trình công nghệ xử lý nước thải*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật 1999.
5. Azad. H. S *Industrial Waste water Management hand book* MCGraw- Hill . New York 1976.
6. W.Wesley Eckenfelder, Jr. *Industrial Water Pollution control*, McGraw-Hill Higher Education 2000.
7. Lankford P.W and W.W. Eckenfelder *Toxicity Reduction in Industrial Effluent*. Vannstrand Reihold New York 1990.
8. Middlebrooks. *Ejwastewater stalilization lagoon design, performance and upgrading* Macmilland New York 1982.
9. Nemerow.N.L *Industrial water pollution, origines, characteristics, and treatment Addition* - Wesley Reading Mars 1978.
10. Patterson.J.W. *IndustrialWastewater treatment Technology 2<sup>nd</sup>.ed.* Butteworth, Boston Mars 1985.
11. Agardy F.J *Membrane Processes design in water quality Engineering*. E.L Tacston Texas 1972.
12. Trịnh Xuân Lai. *Xử lý cấp nước cho sinh hoạt và công nghiệp*. Nhà xuất bản Xây dựng 2004.

## MỤC LỤC

<i>Lời nói đầu</i>	3
<b>Chương 1. Giới thiệu khái quát về các hệ thống và quy trình công nghệ xử lý nước thải</b>	
1.1 Sự cần thiết phải xử lý nước thải	5
1.2 Phân loại các công đoạn xử lý nước thải	5
1.3 Công nghệ xử lý nước thải	8
1.4 Công nghệ xử lý bùn cặn	9
<b>Chương 2. Tiền xử lý và xử lý sơ bộ nước thải</b>	
2.1. Bể điều hoà	12
2.2 Tách dầu mỡ	19
<b>Chương 3. Trung hoà</b>	
3.1. Các quá trình trung hoà	26
3.2. Các chỉ tiêu thiết kế và quản lý	29
<b>Chương 4. Keo tụ</b>	
4.1. Hoá chất dùng để keo tụ nước thải công nghiệp	31
4.2. Keo tụ nước thải công nghiệp	32
<b>Chương 5. Khử kim loại nặng</b>	
5.1. Khử Asen (arsenic - As)	36
5.2. Khử Bari (barium - Ba)	37
5.3. Khử Cadmi (cadmium - Cd)	37
5.4. Khử Crôm (chromium - Cr)	38
5.5. Khử Đồng (Cu)	42
5.6. Khử Fluor (F)	44
5.7. Khử Sắt (Fe)	45
5.8. Khử Mangan (Manganese - Mn)	45
5.9. Khử Chì (Pb)	46
5.10. Khử Thủy ngân (Hg)	47
5.11. Khử Nickel (Ni)	48

5.12. Khử Seleni (Se)	49
5.13. Khử Bạc (Ag)	50
5.14. Khử Kẽm (Zn)	51
<b>Chương 6. Lắng và tuyển nổi</b>	
6.1. Lắng	53
6.2. Tuyển nổi	53
<b>Chương 7. Trao đổi ion</b>	
<b>Chương 8. Khử các chất hữu cơ bay hơi trong nước thải bằng làm thoáng</b>	
<b>Chương 9. Hấp thụ</b>	
9.1. Tính chất của than hạt tính	70
9.2. Tính khối lượng than	70
9.3. Thí nghiệm xác định hệ số K và 1/n	72
9.4. Bể lọc than hoạt tính	72
9.5. Xử lý bằng bột than hoạt tính	76
<b>Chương 10. Lọc qua màng</b>	
<b>Chương 11. Ô xy hoá</b>	
11.1. Phạm vi áp dụng	83
11.2. Tính liều lượng chất oxy hoá	83
11.3. OZON (O <sub>3</sub> )	85
11.4. Hydroperoxit (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	87
11.5. Clo	88
11.6. Permanganat Kali (KMnO <sub>4</sub> )	90
<b>Chương 12. Khử phốtpho</b>	
12.1. Khử phốtpho bằng phương pháp hoá học	91
12.2. Khử phốtpho bằng quá trình sinh học	92
<b>Chương 13. Xử lý nước thải công nghiệp bằng phương pháp sinh học</b>	
13.1. Tổng quan	94
13.2. Hồ sinh học	95
<b>Chương 14. Xử lý cặn</b>	
14.1. Phân huỷ bùn cặn hữu cơ trong bể hiếu khí	111
14.2. Cô đặc cặn bằng lắng theo trọng lực	112

14.3. Cô đặc cặn bằng tuyến nổi	113
14.4. Cô đặc bằng lưới quay hình trống	114
14.5. Làm khô cặn bằng máy li tâm	115
14.6. Làm khô cặn bằng máy lọc chân không	116
14.7. Máy lọc ép băng tải	117
14.8. Sân phơi bùn	118
14.9. Hồ chứa, phân huỷ và nén cặn	118
<b>Chương 15. Những chất bản đặc trưng cần xử lý có trong nước thải của 27 loại sản xuất công nghiệp</b>	
<b>Chương 16. Các phương pháp xử lý nước thải công nghiệp thực phẩm</b>	
16.1. Tổng quan	123
16.2. Xử lý đợt 1 hay xử lý sơ bộ	124
16.3. Xử lý sinh học hay xử lý bậc hai	125
<b>Chương 17. Xử lý nước thải công nghiệp giấy và các ngành sản xuất tương tự</b>	
17.1. Chất lượng nước thải công nghiệp giấy	129
17.2. Các quy trình xử lý	129
<b>Chương 18. Xử lý nước thải công nghiệp sản xuất hoá chất</b>	
18.1. Xử lý nước thải các nhà máy sản xuất hoá chất vô cơ	132
18.2. Xử lý nước thải các nhà máy sản xuất hoá chất hữu cơ	134
<b>Chương 19. Xử lý nước thải công nghiệp mía đường</b>	
19.1. Nguồn gốc nước thải	136
19.2. Đặc tính nước thải	136
19.3. Quy trình xử lý	136
<b>Chương 20. Xử lý nước thải công nghiệp sợi và dệt nhuộm</b>	
20.1. Nguồn gốc các hợp chất bản có trong nước thải công nghiệp dệt nhuộm	137
20.2. Quy trình xử lý	137
<b>Chương 21. Xử lý nước thải công nghiệp thuộc da</b>	
<b>Chương 22. Xử lý nước bãi chôn lấp rác</b>	
<b>Tài liệu tham khảo</b>	<b>142</b>

# XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

(Tái bản)

*Chịu trách nhiệm xuất bản :*

**TRỊNH XUÂN SƠN**

*Biên tập :* LƯƠNG CAO PHI

*Chế bản :* PHẠM HỒNG LÊ

*Trình bày bìa :* VŨ BÌNH MINH

*Sửa bản in :* LƯƠNG CAO PHI

---

In 300 cuốn khổ 19 x 27cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 50-2009/CXB/405-92/XD ngày 13-1-2009. Quyết định xuất bản số 03/QĐ-XBXD ngày 02-2-2009. In xong nộp lưu chiểu tháng 2-2009.