

Chính sách đổi mới, mở cửa của Đảng và Chính phủ đã mang lại những kết quả to lớn trong công cuộc xây dựng đất nước giàu mạnh. Song song với các ngành kinh tế trọng điểm đã được Chính phủ ưu tiên phát triển là các chương trình nâng cấp cải tạo các cơ sở hạ tầng cho các khu vực đô thị và nông thôn trong toàn quốc như giao thông, điện và cấp thoát nước nhằm nâng cao điều kiện sống của nhân dân và cuốn hút đầu tư nước ngoài vào Việt Nam. Đi đôi với các chương trình đó, là các nỗ lực của các cơ quan Chính phủ và các nhà tài trợ trong lĩnh vực nâng cao kỹ năng kỹ thuật, các phương pháp tiếp cận mới cũng như năng lực quản lý vận hành các hệ thống, công trình trước, trong và sau đầu tư.

Cuốn sách này là một trong những sản phẩm của những nỗ lực đó. Trước hết phải nói đến sự hợp tác rất chặt chẽ của Hội Cấp thoát nước Việt Nam với các thành viên của Hội, các trường Đại học Xây dựng, Đại học Kiến trúc, Đại học Bách khoa Hà Nội, Đại học Bách khoa thành phố Hồ Chí Minh và các trường đại học khác trong cả nước, các công ty cấp thoát nước, công ty tư vấn đã dành nhiều thời gian thảo luận để đưa ra mô hình đào tạo kỹ sư ngành nước, những thay đổi cần thiết trong chương trình đào tạo và chương trình các môn học chuyên môn với phương châm tiếp cận, đáp ứng theo nhu cầu. Sau phải kể đến những nỗ lực của các giáo sư, tiến sĩ đầu ngành đã dành thời gian và trí tuệ để biên soạn, sửa đổi, hiệu đính từng câu chữ, ví dụ minh họa, đúc kết kinh nghiệm và tiếp thu thành tựu mới để có thông tin kiến thức cập nhật trong cuốn sách.

Chúng ta cũng không thể không nhắc tới những nhà tài trợ cho dự án “Nâng cao năng lực ngành Cấp thoát nước Việt Nam”, cũng là những nhà tài trợ cho việc biên soạn, in ấn cuốn sách này. Đó là Cơ quan Hợp tác phát triển Thụy Sĩ - SDC, Tổ chức hỗ trợ phát triển Quốc tế Đan Mạch - DANIDA và Chương trình Nước và Vệ sinh, Ngân hàng Thế giới - nhóm Đông Á - Thái Bình Dương - WSP - EAP, tất cả đều đã rất cố gắng đóng góp nguồn lực, trí tuệ cho thực thi dự án đạt kết quả cao nhất. Mong rằng cuốn sách sẽ được sử dụng làm tài liệu giảng dạy tại các trường Đại học đào tạo chuyên ngành Cấp thoát nước, Môi trường nước, đồng thời nó cũng sẽ được sử dụng làm tài liệu tham khảo, tra cứu cho các cán bộ, kỹ sư làm việc trong các cơ quan tư vấn, thiết kế cũng như cơ quan quản lý vận hành các công trình cấp thoát nước đô thị và nông thôn.

Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp cho nội dung cũng như trình bày của cuốn sách để lần xuất bản sau được hoàn chỉnh hơn.

Nguyễn Công Thành
ĐIỀU PHỐI VIÊN CHƯƠNG TRÌNH
CẤP NƯỚC VÀ VỆ SINH UNDP/WB

Vũ Kim Quyến
PHÓ CHỦ TỊCH KIỂM TỐNG THƯ KÝ
HỘI CẤP THOÁT NƯỚC VIỆT NAM

LỜI NÓI ĐẦU

THOÁT NƯỚC - Tập II: XỬ LÝ NƯỚC THẢI là cuốn sách tiếp nối với **THOÁT NƯỚC - Tập I: MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC** được biên soạn với những kiến thức cơ bản nhất thuộc lĩnh vực xử lý nước thải dân dụng và công nghiệp.

Sách được dùng làm tài liệu cho giảng dạy, tài liệu học tập của các sinh viên và học viên cao học chuyên ngành cấp thoát nước và môi trường nước tại các trường đại học của Việt Nam. Ngoài ra, sách có thể dùng làm nguồn tài liệu để biên soạn giáo trình cho bậc trung học và tài liệu tham khảo cho các cán bộ làm việc trong lĩnh vực cấp thoát nước và kỹ thuật môi trường nước.

Nội dung cơ bản của sách gồm ba phần:

Phần I: Những vấn đề chung về xử lý nước thải đề cập tới những vấn đề về nguồn gốc, đặc điểm và tính chất của nước thải; ô nhiễm và bảo vệ nguồn nước; sơ đồ công nghệ xử lý nước thải.

Phần II: Trình bày những quá trình và các công trình xử lý nước thải. Đây là phần cơ bản của cuốn sách, giới thiệu về các vấn đề: Xử lý nước thải dân dụng và công nghiệp, xử lý bùn cặn nước thải và xử lý nước thải quy mô nhỏ.

Phần III: Giới thiệu về cơ sở thiết kế, về quản lý kỹ thuật trạm xử lý nước thải.

Sách được phân công biên soạn như sau:

PGS, TS. Hoàng Văn Huệ chủ biên và biên soạn các chương 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16 và 17.

PGS, TS. Trần Đức Hạ biên soạn chương 14.

Chúng tôi xin cảm ơn Hội Cấp thoát nước Việt Nam, các nhà tài trợ, ông Phạm Văn Nhiếp và các bạn đồng nghiệp đã giúp đỡ, động viên cổ vũ chúng tôi trong quá trình biên soạn.

Chúng tôi cũng xin chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã hết lòng giúp đỡ trong việc hoàn thành cuốn sách.

Mặc dầu đã rất cố gắng nhưng cuốn sách có thể còn nhiều thiếu sót, chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của các đồng nghiệp và bạn đọc gần xa.

Các tác giả

KÝ HIỆU CHỮ ĐẦU VÀ TỪ VIẾT TẮT

SS	– Suspendid Solids – Chất lơ lửng
BOD	– Biochemical Oxygen Demand – Nhu cầu oxy sinh hóa
DO	– Dissolved Oxygen - Oxy hòa tan
COD	– Chemical Oxygen Demand – Nhu cầu oxy hóa học
ThOD	– Theoretical Oxygen Demand – Nhu cầu oxy theo lý thuyết
TOC	– Total Ogarnic Carbon – Tổng cacbon hữu cơ
KPHĐ	– Không phát hiện được
TCVN	– Tiêu chuẩn Việt Nam
XLNT	– Xử lý nước thải
Xlý	– Xử lý
NT	– Nước thải
NTXN	– Nước thải xí nghiệp
VLL	– Vật liệu lọc
EM	– Efective microorganic
HC	– Hữu cơ
VC	– Vô cơ
Đ.kiện	– Điều kiện
SBR	– Sequencing Batch Reactor – Hoạt động gián đoạn theo mẻ
UASB	– Uflow Anaerobic Sludge Blanket – Xử lý kỵ khí qua lớp cặn lơ lửng

Phần I

NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

1

NGUỒN GỐC VÀ NHỮNG ĐẶC ĐIỂM VỀ THÀNH PHẦN TÍNH CHẤT CỦA NƯỚC THẢI

1.1. NGUỒN GỐC VÀ LƯU LƯỢNG NƯỚC THẢI

Con người trong hoạt động kinh tế xã hội sử dụng một lượng nước rất lớn. Nước cấp sau khi sử dụng vào mục đích sinh hoạt, sản xuất, nước mưa chảy trên các mái nhà, mặt đường, sân vườn... bị nhiễm bẩn trở thành nước thải chứa nhiều hợp chất vô cơ, hữu cơ dễ bị phân hủy thối rữa và chứa nhiều vi trùng gây bệnh và truyền bệnh nguy hiểm.

Nguồn gốc nước thải có thể sơ bộ liệt kê như sau:

- Nước thải sinh hoạt từ:
 - Nhà ở, nhà công cộng, nhà sản xuất
 - Bệnh viện, trại điều trị, điều dưỡng
 - Các trạm nghiền chất thải rắn, phân rác
 - Các trạm rửa xe ô tô
 - Tưới đường, tưới cây
 - Đài phun tạo cảnh, trạm lạnh, trạm điều hòa không khí,...
- Nước mưa từ:
 - Vùng công nghiệp bị nhiễm bẩn
 - Nước mưa trong hệ thống chung không xả qua giếng tách nước mưa vào nguồn
- Nước thải sản xuất từ:
 - Trạm lạnh công nghiệp, làm lạnh thiết bị máy móc sản xuất
 - Các trạm xử lý cục bộ nước thải của các xí nghiệp công nghiệp
 - Nước thải sản xuất chưa qua xử lý cục bộ,...

Để xác định lưu lượng nước thải, tốt nhất là theo số liệu thực đo trong các thời điểm tiêu biểu của các ngày, tháng, năm... Tuy nhiên việc đo đếm thống kê này cũng gặp nhiều khó khăn, nên người ta thường xác định theo tiêu chuẩn thoát nước đối với từng loại nước thải.

1.1.1. Nước thải sinh hoạt

Lượng nước thải khu dân cư đô thị xác định theo tiêu chuẩn thải nước tính trên đầu người sử dụng hệ thống. Tiêu chuẩn thải nước thường lấy bằng tiêu chuẩn cấp nước.

Đối với những khu thương mại, cơ quan, trường học, bệnh viện, khu giải trí ở xa hệ thống thoát nước của đô thị, phải xây dựng trạm bơm và khu xử lý nước thải riêng, tiêu chuẩn thải nước có thể tham khảo các bảng 1.1, 1.2 và 1.3.

Bảng 1.1. Tiêu chuẩn thải nước từ các khu dịch vụ thương mại
(Theo tài liệu Metcalf & Eddy – “Wastewater Engineering”) /40/

Nguồn nước thải	Đơn vị tính	Lưu lượng (l/đơn vị tính - ngày)	
		Khoảng dao động	Trị số tiêu chuẩn
Nhà ga, sân bay	Hành khách	7,5 ÷ 15	11
Gara ô tô, sửa chữa	Đầu xe	26 ÷ 50	38
Quán bar	Khách hàng	3,8 ÷ 19	11
	Người phục vụ	38 ÷ 60	50
Kho hàng hóa	Nhà vệ sinh	1515 ÷ 2270	1900
	Nhân viên	30 ÷ 45	38
Khách sạn	Khách	151 ÷ 212	180
	Người phục vụ	26 ÷ 49	38
Hiệu giặt là	Công nhân	26 ÷ 60	49
	Máy giặt	1703 ÷ 2460	2080
Tiệm ăn	Người ăn	7,5 ÷ 15	11
Siêu thị	Người làm	26 ÷ 50	38
Cơ quan	Nhân viên	26 ÷ 60	49

Bảng 1.2. Tiêu chuẩn thải nước từ các công sở
(Theo tài liệu Metcalf & Eddy – “Wastewater Engineering”)

Nguồn nước thải	Đơn vị tính	Lưu lượng (l/đơn vị tính - ngày)	
		Khoảng dao động	Trị số tiêu chuẩn
Bệnh viện	Giường bệnh	473 ÷ 908	625
	Nhân viên	19 ÷ 56	38
Bệnh viện tâm thần	Giường bệnh	284 ÷ 530	378
	Nhân viên	19 ÷ 56	38
Nhà tù	Tù nhân	284 ÷ 530	435
	Quản giáo	19 ÷ 56	38
Nhà nghỉ	Người trong nhà nghỉ	190 ÷ 455	322
Trường đại học	Sinh viên	56 ÷ 113	95

Bảng 1.3. Tiêu chuẩn thải nước từ các khu giải trí
(Theo tài liệu Metcalf & Eddy – “Wastewater Engineering”)

Nguồn nước thải	Đơn vị tính	Lưu lượng (l/đơn vị tính - ngày)	
		Khoảng dao động	Trị số tiêu chuẩn
Khu nghỉ mát có khách sạn mini	Người	189 ÷ 265	227
Khu nghỉ mát lều, trại, ô tô di động	Người	30 ÷ 189	151
Quán cà phê giải khát	Khách	3,8 ÷ 11	7,5
	Nhân viên	30 ÷ 45	38
Cắm trại	Người	75 ÷ 150	113
Nhà ăn	Suất ăn	15 ÷ 38	26,5
	Nhân viên	30 ÷ 189	151
Bể bơi	Người tắm	19 ÷ 45	38
	Nhân viên	30 ÷ 45	38
Nhà hát	Ghế ngồi	7,5 ÷ 15	11
Khu triển lãm, giải trí	Người tham quan	15 ÷ 30	19

1.1.2. Nước thải công nghiệp

Đối với xí nghiệp công nghiệp có hai loại nước thải: Nước thải sinh hoạt và nước thải sản xuất.

Nước thải sinh hoạt bao gồm: nước thải sinh hoạt từ khâu chuẩn bị, chế biến thức ăn tại các nhà hàng nhà ăn xí nghiệp; nước sinh hoạt của công nhân trong giờ làm việc và nước thải tắm của công nhân sau ca làm việc.

Tiêu chuẩn thải nước sinh hoạt tính trên đầu người trong ngày là 45 l, hệ số không điều hòa giờ 2,5 đối với những phân xưởng nóng tỏa nhiệt; 25 l, hệ số không điều hòa giờ 3,0 đối với những phân xưởng lạnh.

Lượng nước thải từ nhà tắm của công nhân sau ca làm việc, tính tiêu chuẩn tắm hương sen riêng biệt trong các nhà sinh hoạt của xí nghiệp là 40 - 60 l/(người - 1 lần tắm) hoặc tính theo số nhóm tắm hương sen đồng nhất là 500 l/(h - 1 nhóm tắm) với thời gian tắm 45 phút. Cụ thể xem kỹ hơn ở mục 2.3, trang 32 của tài liệu *Thoát nước - Tập I - Mạng lưới thoát nước*. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2001 của cùng tác giả.

Tiêu chuẩn thải nước sản xuất được xác định theo đơn vị sản phẩm hay lượng thiết bị cần cấp nước, phụ thuộc vào công nghệ sản xuất, nguyên liệu tiêu thụ ban đầu và sản phẩm sản xuất. Khi thiết kế sơ bộ thường tham khảo số liệu của những xí nghiệp công nghiệp tương tự sẵn có.

Thường ở giai đoạn lập quy hoạch thoát nước sản xuất, lượng nước sản xuất thường lấy căn cứ vào lượng nước cấp tính bằng $m^3/(\text{ha} \cdot \text{diện tích khu công nghiệp})$. Ví dụ (theo tài liệu Metcalf & Eddy – “Wastewater Engineering”): khu công nghiệp gồm các nhà máy sản xuất ra sản phẩm khô, ít ngậm nước, lượng nước thải dao động từ 9 đến 14 $m^3/\text{ha} \cdot \text{ngày}$; khu công nghiệp có các nhà máy sản xuất ra các sản phẩm có ngậm nước loại trung bình, lượng nước thải dao động từ 14 đến 28 $m^3/\text{ha} \cdot \text{ngày}$.

1.1.3. Nước mưa

Đối với trường hợp hệ thống thoát nước riêng biệt, ở những nơi có hiện tượng ngập úng cục bộ, nước mưa có thể tràn qua nắp đậy các hố ga, chảy vào hệ thống thoát nước bản sinh hoạt, công nghiệp làm tăng lượng nước thải đưa lên trạm xử lý.

Đối với trường hợp hệ thống thoát nước chung như hầu hết ở các đô thị nước ta, thì lưu lượng nước thải chảy về trạm xử lý gồm cả một phần nước mưa với hệ số pha loãng đã được lựa chọn khi thiết kế mạng lưới.

1.2. THÀNH PHẦN TÍNH CHẤT NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ VÀ CÁC DẠNG CHẤT BẮN

1.2.1. Đặc điểm vật lý, hóa học, sinh vật và vi sinh của nước thải

Nước thải đô thị là hỗn hợp phức tạp thành phần các chất, trong đó chất bẩn thuộc nguồn gốc hữu cơ thường tồn tại dưới dạng không hòa tan, dạng keo và dạng hòa tan. Thành phần và tính chất của chất bẩn phụ thuộc vào mức độ hoàn thiện thiết bị, trạng thái làm việc của hệ thống mạng lưới vận chuyển, tập quán sinh hoạt của người dân, mức sống xã hội, điều kiện tự nhiên v.v.... Do tính chất hoạt động của đô thị mà chất bẩn của nước thải thay đổi theo thời gian và không gian.

Để tiện lợi người ta quy ước thành phần tính chất của nước thải sinh hoạt đô thị là tương đối ổn định. Thành phần, tính chất của nước thải công nghiệp phụ thuộc vào nhiều yếu tố (lĩnh vực sản xuất công nghiệp, nguyên liệu tiêu thụ, chế độ công nghệ, lưu lượng đơn vị tính trên sản phẩm...) và rất đa dạng. Trong các thành phố phát triển, khối lượng nước thải công nghiệp chiếm khoảng 30 - 35% tổng lưu lượng nước thải đô thị.

Khi tính toán công trình xử lý chung cho nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp người ta thường căn cứ vào chất nhiễm bẩn sinh hoạt hoặc căn cứ theo tiêu chuẩn cho phép xả nước thải sản xuất vào hệ thống thoát nước chung của đô thị, xả ra môi trường chung quanh. Như vậy, phần chất bẩn công nghiệp coi như được giữ lại ở các công trình xử lý cục bộ (đặt trong các xí nghiệp công nghiệp) với mục đích đảm bảo tính an toàn của hệ thống mạng lưới và xử lý nước thải đô thị.

Thành phần tính chất của nước thải được xác định bằng phân tích hóa lý, vi sinh.

■ **Đặc điểm vật lý:** Theo trạng thái vật lý, các chất bẩn trong nước thải được chia thành:

- Các chất không hòa tan ở dạng lơ lửng, kích thước lớn hơn 10^{-4} mm, có thể ở dạng huyền phù, nhũ tương hoặc dạng sợi, giấy, vải, cây cỏ...
- Các tạp chất bẩn dạng keo với kích thước hạt trong khoảng 10^{-4} đến 10^{-6} mm.
- Các chất bẩn dạng tan có kích thước nhỏ hơn 10^{-6} mm, có thể ở dạng phân tử hoặc phân ly thành ion.

Nước thải sinh hoạt thường có mùi hôi thối khó chịu do khi vận chuyển trong cống sau 2 - 6 giờ xuất hiện khí hydrosulfua.

Nồng độ các chất rắn trong nước thải có thể đậm đặc hoặc loãng, tùy thuộc tiêu chuẩn dùng nước sinh hoạt và lượng nước thải công nghiệp hòa lẫn vào.

- **Đặc điểm hóa học:** Nước thải chứa các hợp chất hóa học dạng vô cơ như sắt, magie, canxi, silic, nhiều chất hữu cơ sinh hoạt như phân, nước tiểu và các chất thải khác như cát, sét, dầu mỡ. Nước thải vừa xả ra thường có tính kiềm, nhưng dần trở nên có tính axit vì thối rữa. Các chất hữu cơ có xuất xứ từ thực vật hoặc động vật. Những chất hữu cơ trong nước thải có thể chia thành các chất chứa nitơ và các chất chứa cacbon. Các hợp chất chứa nitơ chủ yếu như ure, protein, amin và axit amin. Các hợp chất chứa cacbon như mỡ, xà phòng, hydrocacbon trong đó có cả xenlulo,... từ chất thải công nghiệp lẫn vào làm cho thành phần và tính chất nước thải càng thêm đa dạng.
- **Đặc điểm sinh vật, vi sinh vật:** Nước thải sinh hoạt chứa vô số sinh vật, chủ yếu là vi sinh với số lượng từ 10^5 - 10^6 tế bào trong 1 ml. Nguồn chủ yếu đưa vi sinh vào nước thải là phân, nước tiểu và đất cát.

Tế bào vi sinh hình thành từ chất hữu cơ, nên tập hợp vi sinh có thể coi là một phần của tổng hợp chất hữu cơ trong nước thải. Phần này sống, hoạt động, tăng trưởng để phân hủy phần hữu cơ còn lại của nước thải.

Vi sinh trong nước thải thường được phân biệt theo hình dạng. Vi sinh xử lý nước thải có thể phân thành ba nhóm: *vi khuẩn*, *nấm* và *nguyên sinh động vật* (Protozoa).

Vi khuẩn dạng nấm (Fungi bacteria) có kích thước lớn hơn vi khuẩn và không có vai trò trong quá trình phân hủy ban đầu của chất hữu cơ trong quá trình xử lý nước thải.

Vi khuẩn dạng nấm phát triển thường kết thành lưới nổi trên mặt nước gây cản trở dòng chảy và quá trình thủy động học.

Nguyên sinh động vật đặc trưng bằng một vài giai đoạn hoạt động trong quá trình sống của nó. Thức ăn chính của nguyên sinh động vật là vi khuẩn, cho nên chúng là chất chỉ thị quan trọng thể hiện hiệu quả xử lý của các công trình xử lý sinh học nước thải.

1.2.2. Một số chỉ tiêu đặc trưng của nước thải

Các chỉ tiêu đặc trưng nhất của nước thải là: nhiệt độ, màu sắc, mùi vị, độ trong, độ pH, chất hữu cơ và chất vô cơ, chất lơ lửng (SS - Suspendid solid),

chất lắng đọng, BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), hàm lượng các chất liên kết khác nhau của nitơ, photpho, clorit, sunfat, oxy hòa tan v.v... Sau đây xét một số chỉ tiêu chủ yếu.

1. Hàm lượng chất rắn

Tổng chất rắn là thành phần vật lý đặc trưng nhất của nước thải, bao gồm các chất rắn không tan lơ lửng - chất lơ lửng (SS), chất keo và hòa tan.

Xác định hàm lượng tổng chất rắn bằng cách cho bay hơi một lượng nước thải trên bếp cách thủy và sấy khô ở nhiệt độ 105°C cho tới khi trọng lượng không đổi, sau đó đem cân và so sánh với khối lượng nước ban đầu, đơn vị bằng mg/l.

Chất rắn lơ lửng có kích thước hạt $\geq 10^{-1}$ mm có thể lắng được hoặc không lắng được (dạng keo). Nó được xác định bằng cách cho nước thải thấm qua giấy lọc tiêu chuẩn với kích thước lỗ khoảng 1.2 μ m. Gạn lấy lượng cặn đọng lại trên giấy thấm, đem sấy ở nhiệt độ 105°C cho đến khi trọng lượng không thay đổi, đơn vị bằng mg/l.

Trong nước thải sinh hoạt cặn lơ lửng chứa 70% cặn hữu cơ và 30% cặn vô cơ.

Chất rắn lơ lửng lắng được là chất rắn có khả năng lắng tạo lớp cặn khi để nước thải lắng yên trong ống nghiệm với thời gian 2 giờ, số cặn này chiếm khoảng 65 - 75% tính theo trọng lượng.

Cặn hòa tan có kích thước rất nhỏ ($\leq 10^{-6}$ mm), cũng được xác định bằng phương pháp nêu trên nhưng chỉ đối với phần nước đã cho qua giấy lọc tiêu chuẩn. Cặn hòa tan có 90% là cặn hòa tan thực, còn 10% là keo. Cặn hòa tan có 40% là cặn hữu cơ và 60% là cặn vô cơ.

Lượng cặn được xác định theo cách đã trình bày đem sấy ở nhiệt độ 800°C, phần tro gọi là chất tro (hay tinh cặn) – là các hạt thuộc nguồn gốc vô cơ. Phần chênh lệch giữa lượng cặn toàn phần và lượng tinh cặn là lượng chất không tro (chất bay hơi) – là các hạt thuộc nguồn gốc hữu cơ.

2. Nhu cầu oxy cho quá trình sinh hóa (BOD) và hóa học (COD)

Mức độ nhiễm bẩn nước thải bởi chất hữu cơ có thể xác định theo lượng oxy cần thiết để oxy hóa chất hữu cơ dưới tác động của vi sinh vật hiếu khí và được gọi là nhu cầu oxy cho quá trình sinh hóa. Tùy theo mục đích nghiên cứu có thể xác định BOD đối với nước thải đã lắng sơ bộ hoặc đối với nước thải ban đầu. Hàm lượng nhiễm bẩn của nước thải theo chất lơ lửng và theo BOD có thể xác định bằng công thức:

$$S_{20} = \frac{a \cdot 1000}{q}, \text{ mg/l}, \quad (1.1)$$

trong đó: S_{20} - hàm lượng BOD₂₀ hoặc hàm lượng chất lơ lửng, mg/l;

a - định mức BOD₂₀ hoặc chất lơ lửng tính trên đầu người sử dụng hệ thống thoát nước, g/(người.ngày), tham khảo bảng 1.4;

q - tiêu chuẩn thải nước, l/(người.ngày).

Nước thải đô thị thường là hỗn hợp nước thải sinh hoạt và nước thải sản xuất công nghiệp. Do vậy nồng độ hỗn hợp nước thải sinh hoạt và sản xuất C_{hh} xác định như sau:

$$C_{hh} = \frac{[C_{sh} Q_{sh} + C_{sx} Q_{sx}]}{[Q_{sh} + Q_{sx}]},$$

trong đó: C_{sh} , C_{sx} - hàm lượng theo chất lơ lửng (hoặc theo BOD) của nước thải sinh hoạt và nước thải sản xuất, mg/l;

Q_{sh} , Q_{sx} - lưu lượng nước thải sinh hoạt và nước thải sản xuất, m³/ng.đ.

Bảng 1.4. Định mức trọng lượng các chất nhiễm bẩn cơ bản tính theo đầu người

- Chất lơ lửng	65 g/(người.ngày)
- BOD ₅ của nước thải đã lắng trong	35 g/(người.ngày)
- BOD ₂₀ của nước thải đã lắng trong	40 g/(người.ngày)
- Nitơ của muối amôn	8 g/(người.ngày)
- Anhydrit photphoric (P ₂ O ₅)	1,7 g/(người.ngày)
- Clorua (Cl ⁻)	9 g/(người.ngày)
- Chất hoạt tính bề mặt	2,5 g/(người.ngày)

Trong nước thải, BOD biến đổi phụ thuộc thời gian, theo thuyết động học có thể mô tả bằng phương trình:

$$\frac{dS}{dt} = -k_1 S, \quad (1.2)$$

trong đó: S - BOD tại thời điểm t ;

k_1 - hệ số tốc độ phản ứng.

Có thể tính tích phân, biến đổi phương trình (1.2) như sau:

$$\ln S = -k_1 t \quad (1.3)$$

$$\frac{S}{S_0} = e^{-k_1 t} = 10^{-k_2 t} \quad (1.4)$$

trong đó: S_0 là BOD lúc ban đầu.

Mối quan hệ giữa k_1 (cơ số e) và k_2 (cơ số 10) như sau:

$$k_2 = \frac{k_1}{2,303} \quad (1.5)$$

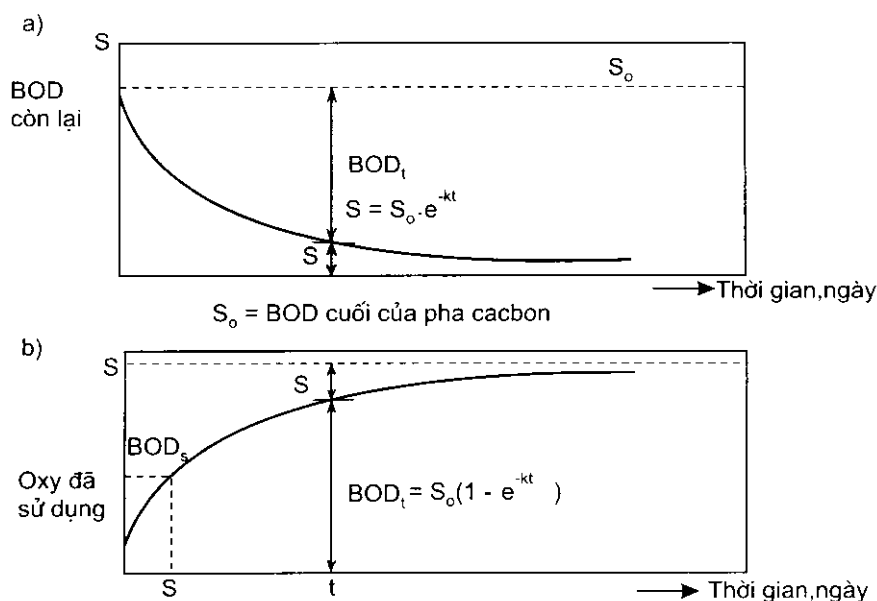
Hàm lượng BOD tại thời điểm t sẽ là:

$$S = S_0 e^{-k_1 t} \quad (1.6)$$

Hàm lượng BOD đã được phân hủy trong thời gian t là:

$$BOD_t = S_0 - S = S_0 (1 - e^{-k_1 t}) \quad (1.7)$$

Mối quan hệ phụ thuộc giữa hàm lượng BOD còn lại và hàm lượng oxy tiêu thụ với thời gian phân hủy minh họa ở hình 1.1.



Hình 1.1

- a) Quan hệ giữa BOD còn lại với thời gian phân hủy;
- b) Quan hệ giữa BOD đã sử dụng và thời gian phân hủy.

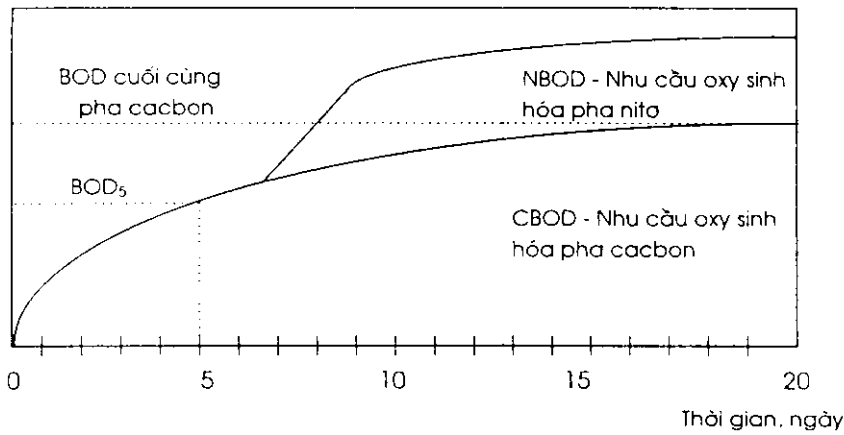
Giá trị hệ số tốc độ phản ứng rất khác nhau. Tuy nhiên với nước thải nó dao động từ 0,05 đến 0,3/ngày (cơ số e) hoặc lớn hơn một ít. Cho cùng giá trị BOD tối đa, nhưng việc sử dụng oxy sẽ khác nhau theo thời gian và khác nhau cả về hằng số tốc độ phản ứng.

Ngoài ra cũng cần nhấn mạnh thêm rằng, nhiệt độ cũng ảnh hưởng tới hệ số tốc độ phản ứng, xấp xỉ có thể xác định theo công thức:

$$k_{1, \theta} = k_{1, 20} \cdot \theta^{T - 20}, \quad (1.8)$$

trong đó: θ - nằm trong khoảng 1,056 - 1,135.

Thời gian cần thiết để thực hiện quá trình phân hủy phụ thuộc vào nồng độ nhiễm bẩn, có thể là 1,2,3,4,5,...20 ngày hay lâu hơn nữa.



Hình 1.2. Quan hệ giữa BOD và thời gian phân hủy

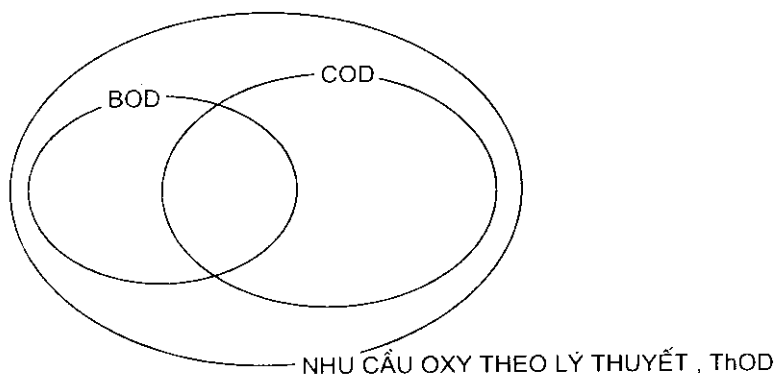
Quan hệ giữa nhu cầu tiêu thụ oxy và thời gian phân hủy thể hiện ở hình 1.2. Theo số liệu thực nghiệm đối với nước thải sinh hoạt, với thời gian 20 ngày hầu như lượng BOD đã được tiêu hao gần hết, khoảng 99%. Hiện tượng oxy hóa xảy ra rất không đồng đều theo thời gian. Bước đầu quá trình xảy ra với tốc độ mạnh, sau đó giảm dần. Ví dụ, đối với nước thải ở 20°C, qua 1 ngày đầu tiêu hao 21% lượng oxy tổng cộng; qua 5 ngày 65%; qua 20 ngày 99% và qua 100 ngày ~100%. Như vậy, có thể lấy BOD₂₀ làm chỉ tiêu cho quá trình oxy hóa sinh hóa hoàn toàn các chất hữu cơ có chứa trong nước thải. Các chất hữu cơ liên kết cacbon thường được oxy hóa nhanh hơn các chất hữu cơ liên kết nitơ. Vì thế, BOD₅ có thể được sử dụng làm chỉ tiêu ban đầu để giảm các liên kết cacbon. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng BOD₅ đôi lúc cũng bao hàm cả lượng oxy đối với NH₃ - N và chất vô cơ dễ oxy hóa như sunfit, muối sắt. Nếu biết giá trị của BOD₅ thì cũng có thể tính được giá trị của BOD₂₀ bằng cách dùng hệ số chuyển đổi 0,684:

$$BOD_{20} = BOD_5 / 0.684. \quad (1.9)$$

Trên thực tế BOD không đặc trưng cho số lượng đầy đủ chất hữu cơ có chứa trong nước thải. Vì rằng một phần chất hữu cơ tự nó không bị oxy hóa sinh hóa, phần khác dùng để tăng sinh khối. Để xác định tổng lượng oxy cần thiết người ta sử dụng phương pháp oxy hóa iodat hay bicromat là những tác nhân oxy hóa hóa học mạnh. Lượng oxy sử dụng cho quá trình oxy hóa chất hữu cơ bằng phương pháp hóa học này gọi là nhu cầu oxy cho quá trình hóa học - COD.

Chỉ số COD biểu thị cả lượng các chất hữu cơ không thể bị oxy hóa sinh học, do đó nó có giá trị cao hơn giá trị của BOD. Đối với nhiều loại chất thải chỉ số BOD và COD có mối tương quan nhất định với nhau. Tỷ số COD trên BOD luôn thay đổi tùy thuộc vào tính chất của nước thải. Tỷ số COD:BOD càng nhỏ thì xử lý sinh học càng dễ.

Hình 1.3 giới thiệu mối tương quan giữa COD và BOD.



Hình 1.3. Mối quan hệ giữa BOD và COD

Ngoài các chỉ số COD và BOD người ta còn dùng một vài chỉ số khác để đo hàm lượng các chất hữu cơ trong nước như tổng cacbon hữu cơ TOC và nhu cầu oxy theo lý thuyết ThOD. TOC chỉ dùng khi hàm lượng các chất hữu cơ trong nước rất nhỏ, còn ThOD chính là lượng oxy cần thiết để oxy hóa hoàn toàn chất hữu cơ thành CO_2 và nước. Hàm lượng này sẽ tính được khi biết cấu tạo công thức hóa học của các chất hữu cơ.

3. Oxy hòa tan (DO)

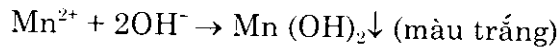
Oxy thường có độ hòa tan thấp và phụ thuộc vào áp suất, nhiệt độ, nồng độ muối có trong nước thải,... Trong quá trình xử lý, các vi sinh vật tiêu thụ oxy hòa tan để oxy hóa sinh hóa, đồng hóa các chất dinh dưỡng và chất nền (BOD, N, P) cần thiết cho sự sống, sinh sản và tăng trưởng của chúng. Vì vậy,

giữ được oxy hòa tan trong nước thải trong quá trình xử lý là yêu cầu quan trọng. Chỉ tiêu nồng độ oxy hòa tan đảm bảo cho quá trình xử lý hiếu khí là 1.5 - 2 mg/l.

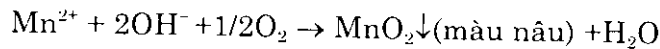
Để xác định nồng độ oxy hòa tan trong nước, người ta thường dùng phương pháp iot (còn gọi là phương pháp Winkler). Phương pháp phân tích này dựa vào quá trình oxy hóa Mn^{2+} thành Mn^{4+} trong môi trường kiềm, và Mn^{4+} lại có khả năng oxy hóa I thành I_2 . I_2 được giải phóng tương đương với lượng oxy hòa tan có trong nước. Lượng iot này được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với dung dịch natri thiosunfat ($Na_2S_2O_3$).

Các phản ứng hóa học xảy ra như sau:

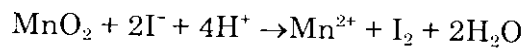
Nếu không có oxy trong mẫu nước:



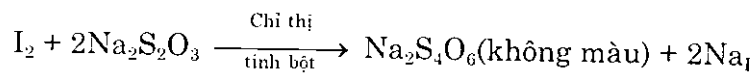
Nếu có oxy trong mẫu nước:



Sau đó hòa tan chất kết tủa trên bằng axit H_2SO_4 đậm đặc:



Đóng kín nút lắc ít nhất trong 10 giây để phản ứng xảy ra hoàn toàn, rồi lấy 200 ml dung dịch này đem chuẩn độ với dung dịch $Na_2S_2O_3$ 0,025N:



Kết quả 1ml dung dịch chuẩn tương đương 1 mg/l oxy hòa tan.

Hiện nay người ta đã sản xuất các máy đo oxy hòa tan (DO) có độ chính xác cao phục vụ nghiên cứu và quan trắc môi trường. Việc xác định hàm lượng oxy hòa tan có ý nghĩa quan trọng việc duy trì điều kiện hiếu khí của nước tự nhiên và phân hủy hiếu khí trong quá trình xử lý nước thải. Mặt khác hàm lượng oxy hòa tan còn là cơ sở xác định nhu cầu oxy sinh hóa. Ngoài ra, oxy còn là yếu tố quan trọng trong kiểm soát ăn mòn sắt thép,...

4. Các thành phần chất nền trong nước thải sinh hoạt

Thành phần chất nền quan trọng trong nước thải bắt nguồn từ ba loại thức ăn cơ bản là cacbonhydrat, protein và chất béo.

Cacbonhydrat là sản phẩm và là dạng phân nhỏ của axit hữu cơ, nó là thành phần đầu tiên bị phân hủy trong quá trình hoạt động sống của vi sinh. Cacbonhydrat thường tồn tại ở những loại đường, hồ bột khác nhau và cả ở dạng các hợp chất xenlulo của bột giấy. Cacbonhydrat là nguồn đầu tiên cung cấp năng lượng và các hợp chất hữu cơ chứa cacbon cho vi khuẩn sống trong nước thải.

Protein và các sản phẩm phân hủy của chúng như amino axit, là các hợp chất chứa nhiều nitơ và có nguồn gốc từ động, thực vật. Protein là nguồn cung cấp nitơ cần thiết cho quá trình hình thành và phát triển của tế bào vi sinh trong nước thải.

Chất béo và dầu có nguồn gốc từ động thực vật, chúng bị phân hủy thành axit béo dưới tác động của vi khuẩn. Chất béo và dầu có độ hòa tan thay đổi trong nước, ở một số điều kiện nhất định thường nổi lên bề mặt nước.

5. Trị số PH

Trị số pH cho biết nước thải có tính trung hòa $pH = 7$ hay tính axit $pH < 7$ hoặc tính kiềm $pH > 7$. Quá trình xử lý sinh học nước thải rất nhạy cảm với sự dao động của trị số pH. Quá trình xử lý hiếu khí đòi hỏi trị số pH trong khoảng 6,5 đến 8,5, khoảng giá trị tốt nhất là từ 6,8 đến 7,4.

6. Hợp chất nitơ và photpho trong nước thải

Xác định hàm lượng các liên kết nitơ có trong nước thải đô thị và công nghiệp cũng là cần thiết, vì chúng là thành phần dinh dưỡng cơ bản trong quá trình phát triển của vi sinh trong các công trình xử lý sinh học nước thải. Trong nước thải sinh hoạt, hàm lượng đạm Kjeldahl vào khoảng 15 đến 20% BOD. Phân bổ sung hàng ngày của đạm Kjeldahl nằm giữa 10 - 15 g/người.

Trong nước thải đô thị và nước thải công nghiệp, nitơ tồn tại chủ yếu dưới dạng hữu cơ và amoniac. Khi khử nitơ bằng sinh học xảy ra bốn quá trình cơ bản:

- Quá trình amôn hóa là quá trình biến đổi từ nitơ hữu cơ thành nitơ amôn.
- Quá trình đồng hóa là việc sử dụng một phần nitơ amôn và kể cả nitơ hữu cơ để tổng hợp vi khuẩn.
- Quá trình nitrat hóa là quá trình dưới tác động của nhóm vi khuẩn đặc biệt, muối amôn được oxy hóa để trở thành muối của axit nitro hay còn

gọi là nitrit (RNO_2), sau đó trở thành muối của axit nitric hay còn gọi là nitrat (RNO_3). Nitrat hóa được thực hiện bởi các vi sinh tự dưỡng.

Như vậy nitrit và nitrat chỉ có thể xuất hiện sau khi nước thải đã được xử lý trong các công trình sinh hóa như ở bể biophin và aeroten.

Bằng thực nghiệm, người ta đã chứng minh được rằng lượng oxy tiêu thụ cho quá trình oxy hóa 1mg nitơ muối amôn ở giai đoạn tạo nitrit là 3,43mg O_2 , còn ở giai đoạn tạo nitrat là 4,5mg O_2 .

Sự tồn tại của nitrit và nitrat ở trong nước thải biểu thị khả năng tạo khoáng của các chất liên kết hữu cơ chứa nitơ, nó cũng đặc trưng cho chế độ và hiệu quả công tác của các công trình xử lý. Quá trình nitrat hóa có ý nghĩa quan trọng trong kỹ thuật xử lý nước thải. Trước hết nó phản ánh mức độ khoáng hóa các chất hữu cơ như đã nói ở trên, nhưng quan trọng hơn là tích lũy được một lượng oxy dự trữ có thể sử dụng để oxy hóa chất hữu cơ không chứa nitơ khi lượng oxy tự do bị cạn kiệt.

Quá trình khử nitrat là quá trình trong đó các vi khuẩn dị dưỡng sử dụng oxy liên kết của muối axit nitric để thực hiện oxy hóa nội bào (nguồn cacbon của chính bản thân các vi khuẩn). Kết quả của quá trình là giảm lượng nitrat và giải phóng nitơ tự do bay vào không khí.

Phôtpho cũng như nitơ, nhưng phôtpho là chất dinh dưỡng đầu tiên cần thiết cho sự phát triển thảo mộc sống dưới nước. Nếu nồng độ phôtpho trong nước thải xả ra sông, suối, ao hồ vượt quá mức cho phép sẽ gây hiện tượng phì dưỡng. Phôtpho thường ở dạng phôtphat vô cơ và cũng như nitơ bắt nguồn từ chất thải là phân, nước tiểu, ure, phân bón dùng trong nông nghiệp và các chất tẩy rửa dùng trong sinh hoạt thường ngày,...

7. Các chất vô cơ quan trọng khác

Để đánh giá tính chất nhiễm bẩn nước thải bởi khoáng vật người ta dùng chỉ tiêu về hàm lượng sunfat và clorua. Trong nước thải đô thị hàm lượng sunfat vào khoảng 100 - 150 mg/l, còn hàm lượng clorua 150 - 250 mg/l. Hàm lượng sunfat và clorua thường không thay đổi trước và sau xử lý, không làm ảnh hưởng tới các quá trình lý hóa, sinh hóa nước thải và cặn bã.

8. Các chất độc hại trong nước thải

- **Các kim loại nặng:** Sắt, đồng, chì, kẽm, crom (đặc biệt là crom hóa trị 6), arsen, antimon, nhôm,...thường tồn tại trong nước ở dạng ion là những

chất thuộc nhóm độc hại. Chúng phát sinh từ những nguồn gốc khác nhau, chủ yếu là do các hoạt động công nghiệp. Do chúng không phân hủy nên các kim loại nặng tích tụ trong các chuỗi thức ăn của hệ sinh thái. Quá trình này bắt đầu với nồng độ thấp của các kim loại nặng tồn tại trong nước hoặc cặn lắng, rồi sau đó được tích tụ nhanh trong các động vật và thực vật sống dưới nước. Tiếp đến các sinh vật khác sử dụng các động vật và thực vật này làm thức ăn trong chuỗi thức ăn dẫn đến nồng độ các kim loại nặng được tích tụ trong cơ thể sinh vật trở nên cao hơn. Cuối cùng, đến sinh vật bậc cao nhất trong chuỗi thức ăn, nồng độ kim loại nặng đủ lớn để gây ra độc hại.

Hàm lượng của các kim loại nặng trong nước thải công nghiệp xả vào hệ thống thoát nước đô thị không được vượt quá giới hạn quy định để không làm tổn thương tới sinh khối.

- **Các hóa chất bảo vệ thực vật:** Các hóa chất bảo vệ thực vật bao gồm: thuốc trừ sâu (insecticides), thuốc trừ nấm (fungicides), thuốc diệt cỏ (herbicides) và thuốc diệt tảo (algicides), mặc dầu vậy nhưng người ta vẫn gọi chung là thuốc trừ sâu.

Thuốc trừ sâu gồm có các hydrocacbon clo hóa như aldrin, clordane, hợp chất ĐT, dieldrin, heptaclo, metoxyclo, taxaphene, hexaclobenzen (BCH). Các phôtphat hữu cơ như diazinon, malathion, parathion.... Thuốc diệt cỏ gồm cacbonat; các hydrocacbon clo hóa: 2,4.D, 1,3,5 - T, Silvex. Thuốc diệt nấm gồm đồng sunfat, ferbam, siram. Thuốc diệt tảo chủ yếu là các hợp chất đồng.

Rất nhiều loại thuốc trừ sâu trước đây như ĐT, toxaphene và dieldrin là thuộc các hợp chất hydrocacbon clo hóa. Chúng là những hợp chất bền trong tự nhiên và tương tự như các kim loại nặng, chúng tồn tại trong nước rất lâu.

Người ta đã nghiên cứu xác định bản chất của các vấn đề chất lượng nước do các thuốc bảo vệ thực vật gây ra. Nước từ các vùng đất canh tác nông nghiệp là một nguồn chính gây ra sự nhiễm bẩn thuốc trừ sâu khi đổ vào nước ngầm và nước mặt.

- **Các hợp chất hữu cơ:** Quá trình công nghiệp hóa và phát triển công nghệ đã dẫn đến số lượng các hợp chất hữu cơ thải vào môi trường ngày càng

nhiều. Tác động của các hợp chất hữu cơ này rất nguy hiểm. có thể gây ung thư cho động vật....

- **Trihalogenmetan (THM):** trihalogenmetan được tạo thành khi các nguyên tố hóa học trong nhóm halogen (clo, brom, iot) tác dụng với các hợp chất hữu cơ. Trong xử lý nước thải cần quan tâm tới THM là cloroform (CHCl_3), bromodichlorometan, clorodibromometan và bromoform (CHBr_3), bởi vì chúng có thể là nguyên nhân gây ung thư cho người. Ví dụ, clo sử dụng để khử trùng nước cấp và nước thải có thể tác dụng với một số chất hữu cơ tạo thành các hydrocacbon hóa, những hợp chất này làm mầm mống gây ung thư cho người và động vật.

2

BẢO VỆ NGUỒN NƯỚC KHỎI BỊ NHIỄM BẨN BỞI NƯỚC THẢI

2.1. DẤU HIỆU NGUỒN NƯỚC BỊ NHIỄM BẨN

Nguyên nhân nguồn nước bị nhiễm bẩn là do nước thải sinh hoạt và công nghiệp không được xử lý và nước mưa xả vào.

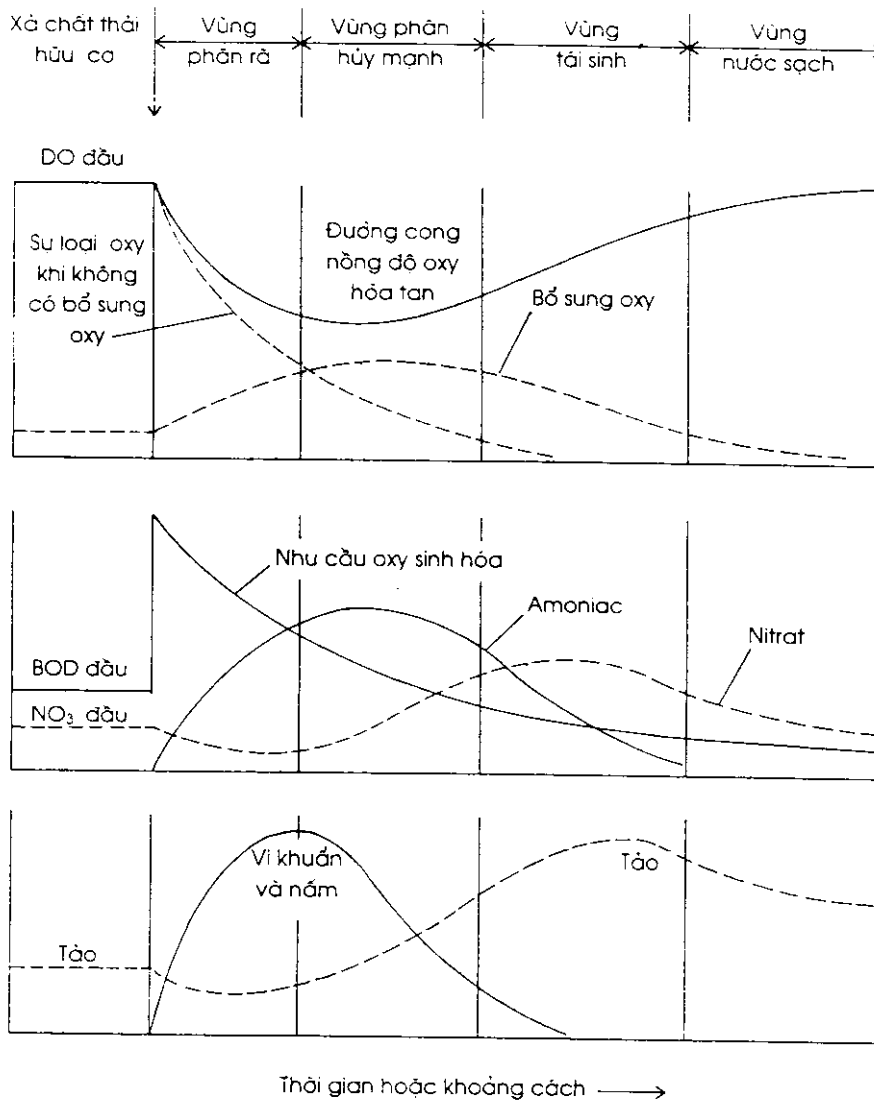
Thành phần và tính chất của nước thải, nhất là các chất bẩn thuộc nguồn gốc hữu cơ gây ảnh hưởng rất lớn tới sinh thái hồ chứa. Nếu đưa vào nguồn quá nhiều các chất bẩn, thì do quá trình oxy hóa sinh học diễn ra nhanh mà oxy trong nước nguồn bị cạn kiệt dẫn đến chất hữu cơ chứa cacbon bị phân hủy kỵ khí tạo thành CH_4 , CO_2 , các chất chứa lưu huỳnh phân hủy kỵ khí tạo thành H_2S có mùi hôi thối và rất độc hại đối với vi sinh.

Khi nguồn nước mặt bị nhiễm bẩn, có thể xuất hiện những dấu hiệu sau đây:

- Xuất hiện chất nổi trên bề mặt và bùn lắng ở đáy.
- Thay đổi tính chất vật lý (độ trong, màu sắc, mùi vị...),
- Thay đổi thành phần hóa học (phản ứng, số lượng chất hữu cơ, chất khoáng và chất độc hại),
- Lượng oxy hòa tan giảm xuống,
- Thay đổi hình dạng và số lượng vi trùng gây và truyền bệnh,...

Khi một nguồn nước có dòng chảy (ví dụ: sông) tiếp nhận các chất bẩn (nước thải), thì do khả năng tự làm sạch của nguồn mà các chất hữu cơ được phân hủy để trả lại sự trong sạch ban đầu sẵn có. Trong trường hợp đó nguồn nước có thể chia thành bốn vùng như trên hình 2.1. Vùng ngay sau điểm xả là vùng phân rã. Ở đây nồng độ oxy hòa tan giảm rất nhanh do các vi khuẩn đã sử dụng để phân hủy các chất hữu cơ trong chất thải. Tiếp đến là vùng phân hủy mạnh các chất hữu cơ, nồng độ oxy hòa tan giảm tới mức thấp nhất. Trong vùng này thường xảy ra cả quá trình phân hủy kỵ khí bùn ở đáy sông, phát sinh mùi hôi thối. Đây là môi trường không thuận lợi cho các động thực

vật bậc cao như cá sinh sống. Ngược lại vi khuẩn và nấm phát triển mạnh nhờ sự phân hủy các hợp chất hữu cơ làm giảm BOD và làm tăng hàm lượng amoniac. Ở vùng phục hồi, tốc độ hấp thu oxy lớn hơn tốc độ sử dụng oxy nên nồng độ oxy hòa tan tăng lên. Tại đây amoniac được các vi sinh vật nitrat hóa. Các loài giáp xác và các loài cá có khả năng chịu đựng tái xuất hiện và tảo phát triển mạnh do hàm lượng các chất dinh dưỡng vô cơ từ quá trình phân hủy các chất hữu cơ cũng tăng lên. Vùng cuối cùng là vùng nước sạch. Nồng độ oxy hòa tan được phục hồi trở lại bằng mức ban đầu, còn các chất hữu cơ hầu như đã bị phân hủy hết. Môi trường nước ở đây đảm bảo cho sự sống bình thường của các loài thực vật và động vật.

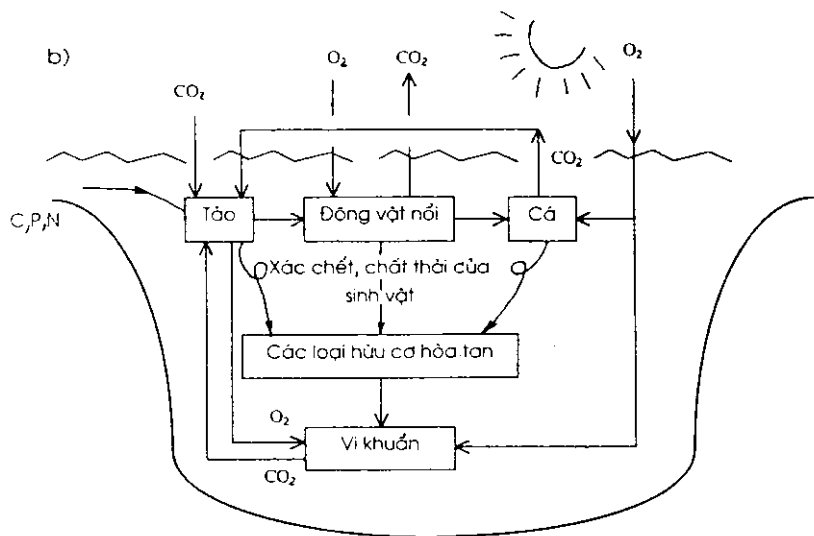
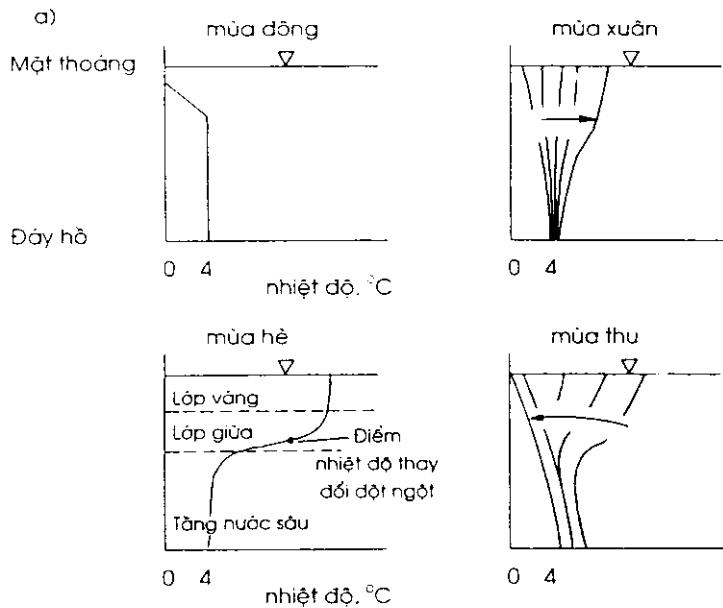


Hình 2.1. Ảnh hưởng của ô nhiễm do các chất hữu cơ tới chất lượng nguồn nước có dòng chảy (sông)

Ảnh hưởng ô nhiễm đối với nước hồ khác với ảnh hưởng của ô nhiễm đối với nước sông về một số khía cạnh. Yếu tố quan hệ quan trọng nhất là ánh sáng, nhiệt độ và gió có những tác động nhất định tới hệ sinh thái hồ.

Ánh sáng là nguồn năng lượng trong các phản ứng quang hợp. Vì vậy sự xuyên thấu của ánh sáng vào nước hồ có vai trò vô cùng quan trọng.

Nhiệt độ có ảnh hưởng quan trọng tới hệ sinh thái hồ. Do những tính chất đặc biệt của nước mà có thể xảy ra sự phân tầng và dẫn nhiệt kém nhưng giữ nhiệt rất tốt. Do nhiệt độ các tầng khác nhau mà trong hồ tạo nên dòng đối lưu nước theo chiều đứng.

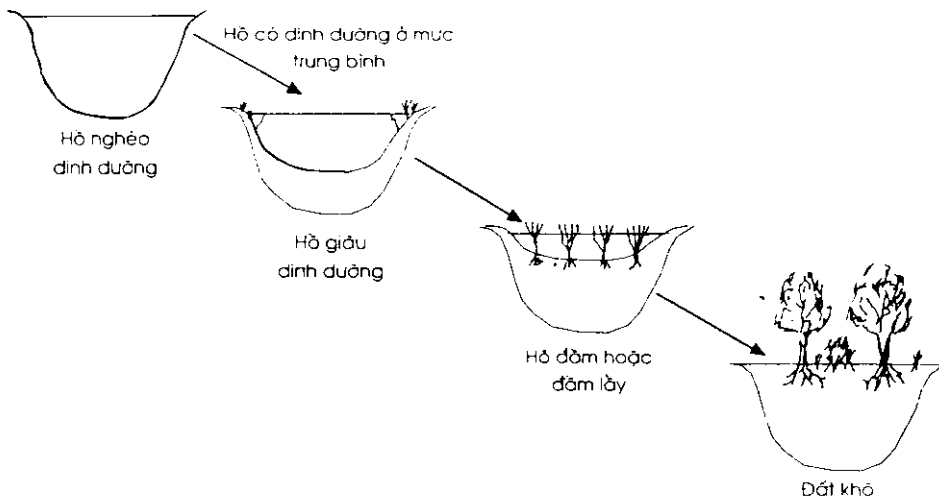


Hình 2.2. Mối quan hệ phụ thuộc giữa chiều sâu và nhiệt độ trong hồ (a) và sơ đồ hệ sinh thái hồ (b)

Các phản ứng sinh hóa xảy ra trong hồ đối với các nước vùng ôn đới có thể minh họa ở hình 2.2. Sự thay đổi nhiệt độ trong năm ở nước ta là không lớn, nên khi nghiên cứu mối quan hệ phụ thuộc giữa chiều sâu và nhiệt độ trong hồ, có thể chỉ cần sử dụng các biểu đồ ứng với mùa thu và mùa hè ở hình 2.2a là được.

Nếu đưa vào hồ quá nhiều chất dinh dưỡng C, P, N sẽ dẫn đến sự phát triển bùng nổ không kiểm soát được của rong tảo, thực vật trôi nổi gây nên hiện tượng phì dưỡng. Chính sự tích đọng bùn lắng và các chất hữu cơ trong hồ là nguyên nhân gây ra quá trình này và có thể minh họa như ở hình 2.3. Bình thường lượng thực vật phát triển cân bằng với lượng động vật trong chuỗi thức ăn và bị giới hạn bởi hàm lượng các chất dinh dưỡng. Trải qua một thời gian, sự tích tụ các chất hữu cơ và bùn đã đẩy nhanh sự phát triển của các sinh vật dưới nước, hồ trở nên giàu dinh dưỡng. Do các chất rắn, bùn lắng xuống đáy hồ và sự phát triển mạnh của các loài thực vật có rễ ở ven bờ làm cho hồ nước ngày càng trở nên nông hơn và mặt thoáng bị thu hẹp dần. Cứ thế hồ trở thành đầm lầy và khô cạn.

Nước thải sinh hoạt và sản xuất, nước thải từ các vùng đất canh tác dư thừa phân bón chảy vào các hồ làm tăng thêm các chất dinh dưỡng, kích thích sự phát triển của tảo và giảm chất lượng nước. Tảo dư thừa chết kết thành khối trôi nổi trên mặt nước, khi phân hủy phát sinh mùi và làm giảm nồng độ oxy hòa tan trong hồ, ảnh hưởng đến các loại động vật sống dưới nước,...



Hình 2.3. Sơ đồ quá trình phì dưỡng

Để hạn chế những ảnh hưởng xấu của các hồ giàu chất dinh dưỡng, người ta đã sử dụng một số biện pháp như khuấy trộn nhân tạo, thu hoạch tảo, dùng

hóa chất (CuSO_4) và tạo dòng tuần hoàn trong hồ. Mọi biện pháp đều có những hạn chế nhất định. Khi dùng hóa chất để kiểm soát sự phát triển của tảo cần lưu ý tới giới hạn CuSO_4 có thể gây ngộ độc cho cá.

2.2. CÁC TIÊU CHUẨN ĐỂ QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG NƯỚC

Để quản lý môi trường nước, người ta thường sử dụng các tiêu chuẩn sau:

- Tiêu chuẩn nước cho các mục đích sử dụng khác nhau;
- Tiêu chuẩn dòng thải;
- Tiêu chuẩn nguồn tiếp nhận.

Ở nước ta cũng đã có các tiêu chuẩn nước cho các mục đích khác nhau. Ví dụ: bảng 2.1 giới thiệu giá trị giới hạn của các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước mặt theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5942 - 1995; bảng 2.2 - tiêu chuẩn chất lượng nước cấp cho sinh hoạt và sản xuất TCXD 33 - 85;

Quản lý theo tiêu chuẩn dòng thải, nghĩa là kiểm soát để đảm bảo sao cho các chất gây ô nhiễm trong dòng thải ra từ các nhà máy thấp hơn các quy định. Nhược điểm của phương pháp tiếp cận này là không kiểm soát được tổng lượng chất gây ô nhiễm xả vào nguồn tiếp nhận nước. Nếu một nhà máy lớn và một nhà máy nhỏ cùng chịu mức xử lý như nhau, thì lượng gây ô nhiễm từ nhà máy lớn thải ra vẫn lớn hơn nhiều so với lượng gây ô nhiễm từ nhà máy nhỏ.

Những tiêu chuẩn dòng thải được xây dựng dựa trên cơ sở ý nghĩa kinh tế, tính hiện thực của việc xử lý nhiều hơn là bảo vệ vệ sinh an toàn cho nguồn tiếp nhận nước. Tuy nhiên nó có thể kiểm soát một cách dễ dàng hệ thống các tiêu chuẩn dòng thải.

Quản lý theo tiêu chuẩn dòng sông là căn cứ trên sự thiết lập hệ thống phân loại hoặc tiêu chuẩn chất lượng của nguồn nước mà người ta điều tiết việc xả nước thải vào nguồn tiếp nhận nước, sao cho duy trì được chất lượng của nó như đã quy định trong tiêu chuẩn hoặc phân loại. Theo phương pháp này, cơ quan điều tiết việc xả nước thải vào nguồn tiếp nhận cần nghe ý kiến của dân chúng cũng như các cơ quan đại diện cao nhất có quyền lợi trong việc sử dụng nước.

Phương pháp này có ưu điểm là ngăn ngừa được sự ô nhiễm quá mức mà không cần quan tâm đến loại nước công nghiệp nào thải ra.

Bảng 2.1. Giá trị giới hạn cho phép của các thông số các chất ô nhiễm trong nước mặt theo TCVN 5942 - 1995

Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn	
		A	B
pH	-	6 - 8,5	5,5 - 9
BOD ₅ (20°C)	mg/l	<4	<25
COD	mg/l	< 10	< 35
Oxy hòa tan (DO)	mg/l	≥10	≥ 2
Chất rắn lơ lửng (SS)	mg/l	20	80
Arsen	mg/l	0,05	0,1
Bari	mg/l	1	4
Cađimi	mg/l	0,01	0,02
Chì	mg/l	0,05	0,1
Crom (VI)	mg/l	0,05	0,05
Crom (III)	mg/l	0,1	1
Đồng	mg/l	0,1	1
Kẽm	mg/l	1	2
Mangan	mg/l	0,1	0,8
Niken	mg/l	0,1	1
Sắt	mg/l	1	2
Thủy ngân	mg/l	0,001	0,002
Thiếc	mg/l	1	2
Amoniac (tính theo N)	mg/l	0,05	1
Florua	mg/l	1	1,5
Nitrat (tính theo N)	mg/l	10	15
Nitrit (tính theo N)	mg/l	0,01	0,05
Xyanua	mg/l	0,01	0,05
Phenol (tổng số)	mg/l	0,001	0,02
Dầu, mỡ	mg/l	Không	0,3
Chất tẩy rửa	mg/l	0,5	0,5
Coliform	MPN/100ml	5000	10000
Tổng hóa chất bảo vệ thực vật (trừ DDT)	mg/l	0,15	0,15
DDT	mg/l	0,01	0,01
Tổng hoạt độ phóng xạ α	Bq/l	0,1	0,1
Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/l	1,0	1,0

Chú thích: - Cột A áp dụng đối với nước mặt có thể dùng làm nguồn cấp nước sinh hoạt (nhưng phải qua quá trình xử lý theo quy định).

- Cột B áp dụng đối với nước mặt dùng cho các mục đích khác. Nước dùng cho nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản có quy định riêng.

Bảng 2.2. Tiêu chuẩn chất lượng nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 33 - 85 và TC - 20 TCN

Thông số	TCVN 33 - 85	TC - 20 TCN
1	2	3
Màu	< 10	< 10° thang Coban
Độ trong Scheler, cm	> 30	> 30
Độ đục	-	-
Mùi vị	Không	Không
Tổng hàm lượng chất rắn, mg/l		< 1000
Hàm lượng cặn không tan, mg/l	3	≤ 3
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Anion chất tẩy rửa, mg/l	-	-
Dầu khoáng, mg/l	-	-
Phenol, mg/l	-	-
Dẫn xuất phenol, mg/l	-	0
Độ cứng toàn phần	< 12 d°H	< 12 d°H
Canxi, mg/l	70 - 100	75 - 100
Clorua, mg/l	70 - 100	70 - 100 nội địa
Sắt, mg/l	≤ 0,3	≤ 0,3
Magie, mg/l	-	-
Mangan, mg/l	≤ 0,2	≤ 0,2
Sunfat, mg/l	250	250
Kẽm, mg/l	-	< 5
Amoni, mg/l	-	-
Nitrat, mg/l	6	< 6
Florua, mg/l	-	0,7 - 1,5
Arsen, mg/l	-	< 0,005
Cadimi, mg/l	-	-
Xyanua, mg/l	-	0
Chì, mg/l	-	< 0,1
Thủy ngân, mg/l	-	-
Selen, mg/l	-	-
Độ oxy hóa KMnO ₄ , mg/l	-	0,5 - 2
Đihydro sunfua, mg/l	-	0
Iodua, mg/l	-	0,005 - 0,007
Photphat, mg/l	1,2 - 2,5	1,2 - 2,5
Crom, mg/l	-	0
Clo dư, mg/l: - đầu nguồn	0,5 - 1	0,5 - 1
- Cuối nguồn	0,05	> 0,05
Chỉ số Coli, con/100ml nước	< 20	< 20
Vi khuẩn kỵ khí trong 1 ml nước	0	0

2.3. KIỂM SOÁT Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG NƯỚC

Bảng 2.3. Các giải pháp kiểm soát ô nhiễm nước
(Keese & Bower, 1968) /40/

Nguyên lý	Phương pháp	Ví dụ
A. Giảm sự phát sinh chất thải	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tuần hoàn nước trong nhà máy 2. Tách riêng dòng có nồng độ chất gây ô nhiễm cao 3. Loại trừ chất thải 4. Thay đổi loại nguyên liệu ở đầu vào 5. Thay đổi quá trình công nghệ sản xuất 6. Thay đổi hoặc cải tiến sản phẩm đầu ra 	<p>Thu gom nước làm nguội để tuần hoàn và tái sử dụng</p> <p>Khử các chất thải rắn bằng các phương tiện thủ công hay cơ khí và thải riêng biệt một cách dễ dàng</p> <p>Sử dụng bã thải của công nghiệp nông sản để nuôi gia súc (lấy vỏ dừa làm thức ăn cho lợn)</p> <p>Có thể là vấn đề khó</p> <p>Đổi từ chiết suất bằng áp lực sang bằng dung môi trong công nghiệp dầu thực vật để đạt được hiệu suất chiết dầu cao và giảm tải lượng về dầu trong dòng thải</p> <p>Các chất tẩy rửa với hàm lượng photpho thấp hơn, thay đổi vật liệu bao bì, từ loại thải bỏ sang có thể thu hồi tuần hoàn trong công nghiệp đóng bao và đóng chai</p>
B. Giảm chất thải sau phát sinh	<ol style="list-style-type: none"> 7. Thu hồi vật liệu 8. Sản xuất sản phẩm phụ 9. Xử lý chất thải 10. Tái sử dụng dòng thải 	<p>Thu gom xơ quả cọ trong công nghiệp dầu cọ, phơi khô làm nhiên liệu đốt lò hơi</p> <p>Kết hợp chăn nuôi - trồng trọt thành thể thống nhất như hệ chăn nuôi gia cầm, gia súc, sản xuất thực vật thủy sinh và cây trồng</p> <p>Mương oxy hóa tuần hoàn, hồ sinh học có sục khí, hồ ổn định nước thải, xử lý trên cánh đồng tưới và bãi lọc</p> <p>Nuôi trồng thực vật thủy sinh, ủ tưới tiêu và làm màu mỡ đất, sản xuất khí sinh học</p>
C. Cải thiện khả năng đồng hóa của nguồn tiếp nhận nước	<ol style="list-style-type: none"> 11. Bổ sung nước pha loãng 12. Mở nhiều cửa tháo nước cho hồ chứa 13. Khuấy trộn nước trong hồ chứa 14. Tái thông khí cho các dòng chảy 15. Phân bố lại dòng thải 	
D. Những biện pháp đúng đắn về sinh thái	<ol style="list-style-type: none"> 16. Xử lý hóa học trong bể/ hồ chứa 17. Giảm nồng độ sinh khối 	<p>Dùng các hóa chất như $Al_2(SO_4)_3$ để kết tủa photpho</p> <p>Đưa các động vật ăn cỏ vào ăn cỏ nước hay phun thuốc diệt cỏ để kiểm soát tảo và cỏ</p>

Đối với các nước đang phát triển, nguyên tắc giảm sự phát sinh chất thải và nâng cao hiệu quả thu hồi chất thải là phương pháp thích hợp và khả thi. Để kiểm soát ô nhiễm môi trường nước, người ta đã đưa ra nhiều giải pháp, ví dụ như giới thiệu ở bảng 2.3.

Trong hầu hết các khảo sát cho thấy, các chất gây ô nhiễm được thải ra nhiều hơn theo tính toán định mức. Nếu tiến hành kiểm soát ô nhiễm nước theo phương pháp 1 - 3 của nguyên lý A (bảng 2.3), tải lượng chất gây ô nhiễm được giảm một cách đáng kể và tỉ số chi phí - lợi ích trong trường hợp này có thể rất tốt. Nếu đầu tư nhiều theo phương pháp 5 - 6, thì tình trạng ô nhiễm môi trường có thể có sự thay đổi khó biết trước được.

2.4. KHẢ NĂNG TỰ LÀM SẠCH CỦA NGUỒN NƯỚC

Nguồn nước bị nhiễm bẩn tức là ở đó đã mất sự cân bằng sinh thái tự nhiên. Để có sự cân bằng như ban đầu, trong nguồn nước xảy ra một quá trình tái lập tự nhiên. Theo thời gian qua nhiều sự biến đổi sinh hóa, lý hóa và hóa học xảy ra ở trong nguồn, chất bẩn do nước thải mang vào tuần tự được giảm dần. Khả năng của nguồn nước tự giải phóng khỏi những chất nhiễm bẩn và biến đổi chúng theo quy luật oxy hóa tự nhiên gọi là khả năng tự làm sạch của nguồn, và diễn biến đó gọi là quá trình tự làm sạch.

Quá trình tự làm sạch của nguồn nước có thể xảy ra theo hai giai đoạn: xáo trộn và tự làm sạch.

Yếu tố cơ bản đảm bảo khả năng tự làm sạch của nguồn nước mặt là tương quan giữa lưu lượng nước nguồn và nước thải. Xác định mức độ cần thiết xử lý nước thải có tính đến tương quan lưu lượng sẽ cho phép đạt hiệu quả kinh tế và xử lý.

Tương quan lưu lượng gọi là hệ số pha trộn n :

$$n = \frac{Q + q}{q} = \frac{C - C_{ng}}{C_{gh} - C_{ng}}, \quad (2.1)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước nguồn tham gia vào quá trình xáo trộn, m^3/s ;

q - lưu lượng nước thải xả vào nguồn, m^3/s ;

C - hàm lượng bẩn của nước thải, mg/l ;

C_{ng} - hàm lượng bẩn của nước nguồn, mg/l ;

C_{gh} - hàm lượng giới hạn của hỗn hợp nước thải với nước nguồn sau khi xáo trộn kỹ, mg/l .

Thực tế thì không phải tất cả lưu lượng nước nguồn tham gia vào quá trình xáo trộn mà chỉ một phần nào đó mà thôi. Phần nước nguồn tham gia vào quá trình được đặc trưng bởi hệ số xáo trộn. Công thức (2.1) viết lại thành:

$$n = \frac{\gamma Q + q}{q} \quad (2.2)$$

Hệ số xáo trộn γ (phần nước nguồn tham gia vào quá trình) phụ thuộc vào đặc tính thủy lực và hình dạng dòng chảy, đối với sông có thể xác định theo công thức:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha^3 L}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha^3 L}} \quad (2.3)$$

trong đó: L - khoảng cách từ cửa xả nước thải tới mặt cắt tính toán (tính theo chiều dòng chảy), m;

α - hệ số tính đến ảnh hưởng thủy lực;

φ - hệ số cong - bằng tỉ số giữa khoảng cách theo chiều lòng sông L và khoảng cách theo đường thẳng L_1 ;

E - hệ số khuếch tán.

$$\alpha = \varphi \xi \sqrt[3]{\frac{E}{q}} \quad (2.4)$$

Trường hợp dòng chảy phức tạp thì hệ số E xác định theo công thức của Makaveev (2.5), còn đối với dòng chảy êm thì dùng công thức của Potonov (2.6):

$$E = \frac{g V_{tb} H_{tb}}{2mc} \quad (2.5)$$

hay
$$E = \frac{V_{tb} H_{tb}}{200} \quad (2.6)$$

trong đó: g - gia tốc rơi tự do, m/s^2 ;

V_{tb} - tốc độ trung bình của dòng chảy, m/s ;

H_{tb} - độ sâu trung bình của dòng chảy, m;

m - tỉ số giữa tốc độ dòng chảy của nước trong nguồn và nước thải qua miệng xả;

c - nồng độ bản của nước nguồn;

ξ - hệ số lấy bằng 1 khi cửa xả đặt gần bờ, và bằng 1,5 khi cửa xả đặt xa bờ.

Từ công thức (2.3) thấy rõ hệ số γ tiến tới 1 khi khoảng cách L dài vô hạn. Trong thực tế, một khoảng cách như thế là không thể có. Chính vì vậy, người

ta chỉ xác định một khoảng cách nào đó để nước nguồn có thể tham gia được 70 - 80% lưu lượng vào quá trình xáo trộn đối với những nguồn nước mặt công suất nhỏ và 25 - 30% đối với những nguồn nước mặt cỡ trung bình và lớn. Xác định vị trí xáo trộn toàn phần cũng như khoảng cách L là rất phức tạp, tuy nhiên khi thiết kế sơ bộ có thể tham khảo bảng phụ lục I.

Đối với nguồn nước mặt không có dòng chảy thì quá trình xáo trộn khác với nguồn nước là sông (có dòng chảy). Sự xáo trộn, sự khuếch tán ở đây chủ yếu là do lực gió, sóng đuôi về mọi hướng và do chênh lệch áp suất, nhiệt độ ở các lớp nước nguồn tạo nên.

Để quá trình tự làm sạch diễn biến bình thường cần đảm bảo điều kiện: sau khi xả nước thải vào nguồn, nước hỗn hợp vẫn còn lượng oxy dự trữ.

Trong nước nguồn xảy ra cùng lúc hai quá trình: tiêu thụ oxy và hòa tan oxy.

Quá trình tiêu thụ oxy hay oxy hóa chất hữu cơ dưới tác dụng của vi sinh vật diễn ra qua hai giai đoạn:

- *Giai đoạn 1:* oxy hóa các chất hữu cơ chứa cacbon tạo ra cacbonic và nước.
- *Giai đoạn 2:* oxy hóa các chất hữu cơ chứa nitơ, ban đầu thành nitrit, sau thành nitrat.

Nếu lượng oxy đầy đủ, thì giai đoạn 1 tuân theo quy luật "tốc độ tiêu thụ oxy (tốc độ oxy hóa) ở nhiệt độ không đổi, tại một thời điểm cho trước tỉ lệ với lượng chất hữu cơ có trong nước thải".

Từ đó có thể thiết lập phương trình đặc trưng cho quá trình tiêu thụ oxy. Ký hiệu S_o - nhu cầu oxy cho quá trình sinh hóa lúc ban đầu; S - lượng oxy cần thiết để oxy hóa chất hữu cơ còn lại sau thời gian t . Theo kết quả biến đổi của các phương trình (1.5 ÷ 1.8) có:

$$S = S_o 10^{-k_1 \cdot t}; \quad (2.7)$$

$$S_o - S = S_o (1 - 10^{-k_1 \cdot t}). \quad (2.8)$$

Hệ số k_1 phụ thuộc vào nhiệt độ của nước. Khi nhiệt độ của nước thải tăng thì k_1 cũng tăng. Bằng thực nghiệm người ta đã thiết lập được công thức tính toán k_1 như sau:

$$k_{1(T_2)} = k_{1(T_1)} 1,047^{(T_2 - T_1)}, \quad (2.9)$$

trong đó: $k_{1(T_2)}$ và $k_{1(T_1)}$ - hệ số phân hủy ở những nhiệt độ tương ứng T_2 và T_1 .

Vì BOD thường được xác định trong phòng thí nghiệm ở nhiệt độ 20°C nên biểu thức (2.9) có thể viết như ở công thức (1.8). Đối với hỗn hợp nước thải và nước nguồn $k_1(20^\circ\text{C})$ lấy bằng 0,1.

Các giá trị k , đối với nước thải sinh hoạt lấy căn cứ vào nhiệt độ, theo bảng 2.4.

Bảng 2.4. Các giá trị k , đối với nước thải sinh hoạt

Nhiệt độ nước thải	10	15	20	25	30
Giá trị k_1	0,063	0,08	0,1	0,126	0,158

Song song với quá trình tiêu thụ oxy, trong nguồn nước luôn xảy ra quá trình bổ sung lượng oxy mới. Nguồn bổ sung oxy chủ yếu là oxy không khí thâm nhập vào nước qua mặt thoáng. Ngoài ra, oxy cũng còn được bổ sung do quá trình quang hợp của thực vật nước. Thực vật nước đồng hóa cacbon từ axit cacbonic tan trong nước và giải phóng oxy tự do.

Tuy nhiên oxy cũng như mọi loại chất khí khác đều có thể hòa tan vào trong nước tới giá trị bão hòa, phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất của nước và bề mặt tiếp xúc giữa oxy và nước.

Nếu lượng oxy hòa tan trong nước nguồn nhỏ hơn lượng oxy ứng với độ bão hòa hoàn toàn ở nhiệt độ cho trước thì trong nước nguồn bị thiếu hụt oxy.

Nếu ký hiệu D_a - độ thiếu hụt oxy lúc ban đầu; D_t - độ thiếu hụt sau thời gian t , thì quá trình hòa tan oxy có thể biểu diễn bằng phương trình sau:

$$D_t = D_a 10^{-k_2 \cdot t}, \quad (2.10)$$

k_2 - hệ số tốc độ hòa tan, phụ thuộc vào bản chất không khí, nhiệt độ môi trường, trạng thái bề mặt tiếp xúc và điều kiện khuấy trộn không khí với nước, có thể tham khảo bảng 2.5, đối với các nước vùng ôn đới. Để xác định giá trị k_2 khi nước nguồn có nhiệt độ lớn hơn 25°C, có thể vẽ đồ thị theo các số liệu trong bảng và xác định bằng cách nội suy.

Nếu đề cập quá trình tiêu thụ oxy xảy ra đồng thời với quá trình hòa tan oxy, thì độ thiếu hụt oxy sau thời gian t sẽ là:

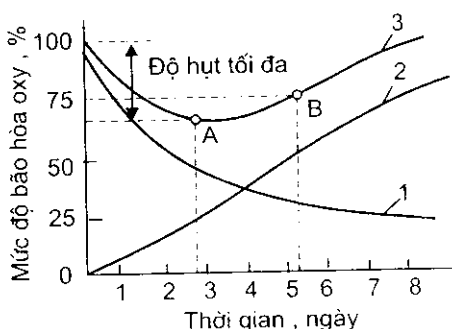
$$D_t = \frac{k_1 S_o}{k_2 - k_1} (10^{-k_1 t} - 10^{-k_2 t}) + D_a 10^{-k_2 t}, \quad (2.11)$$

trong đó: L_a - BOD của hỗn hợp nước nguồn và nước thải ở thời điểm xả nước thải vào nguồn (nghĩa là thời điểm ban đầu của quá trình tiêu thụ oxy).

Bảng 2.5. Giá trị hệ số tốc độ hòa tan oxy trong nước nguồn (ngày⁻¹)

Đặc điểm nguồn nước	Giá trị k_2 , khi nhiệt độ của nước nguồn			
	10°C	15°C	20°C	25°C
- Nguồn nước không có dòng chảy hoặc chảy chậm	-	0,11	0,15	-
- Nguồn nước với tốc độ dòng chảy < 0,5m/s	0,17	0,185	0,02	0,215
- Nguồn nước với tốc độ dòng chảy mạnh	0,425	0,46	0,05	0,54
- Nguồn nước nhỏ với dòng chảy mạnh	0,684	0,74	0,08	0,865

Quá trình tiêu thụ và hòa tan oxy trong nguồn nước có thể biểu diễn bằng đồ thị như trên hình 2.4.



Hình 2.4. Đồ thị về thay đổi chế độ oxy
 A- Điểm tới hạn của độ hụt oxy tối đa;
 B - Điểm phục hồi tốc độ oxy hòa tan tối đa.

Trên hình 2.4 đường cong (1) đặc trưng cho quá trình tiêu thụ oxy không tính đến lượng oxy bổ sung, xác định theo công thức (2.7); đường cong (2) - công thức (2.10); đường cong (3) - đặc trưng cho quá trình tiêu thụ oxy và hòa tan oxy xảy ra đồng thời.

Điểm thấp nhất trên đường cong (3) ứng với lưu lượng nhỏ nhất có trong nước nguồn hoặc ứng với độ hụt oxy lớn nhất. Điểm A gọi là điểm tới hạn, biểu diễn trạng thái nguy hiểm của nguồn nước về mặt vệ sinh.

Như vậy, nếu ở điểm tới hạn A trong nguồn nước có đủ oxy hòa tan cần thiết thì trên những đoạn khác nguồn nước sẽ có lượng oxy hòa tan lớn hơn và không bị nguy hiểm về mặt vệ sinh.

Thời gian tới hạn ứng với hàm lượng oxy nhỏ nhất có thể xác định theo công thức:

$$t_{th} = \frac{\lg \left\{ \frac{k_2}{k_1} \left[1 - \frac{D_a (k_2 - k_1)}{k_1 S_o} \right] \right\}}{k_2 - k_1} \quad (2.12)$$

Nồng độ nhiễm bẩn ban đầu của hỗn hợp nước thải và nước nguồn có ảnh hưởng đáng kể đến quá trình tự làm sạch của nguồn nước.

Như đã trình bày ở trên, quá trình tự làm sạch của nguồn nước thể hiện qua khả năng khoáng hóa chất hữu cơ và qua sự xáo trộn lý học. Quá trình khoáng hóa chất hữu cơ phụ thuộc chủ yếu vào lượng oxy hòa tan trong nước nguồn. Vì vậy khi nói rằng nồng độ bẩn ban đầu có ảnh hưởng lớn tới lượng oxy hòa tan thì có nghĩa là có ảnh hưởng tới quá trình tự làm sạch của nguồn nước.

Hình 2.5 giới thiệu sự phụ thuộc giữa nồng độ bẩn ban đầu S_0 với sự thay đổi lượng oxy hòa tan. Trong ví dụ, tất cả các trường hợp độ thiết hụt oxy hòa tan ban đầu lấy như nhau ~ 1 mg/l, còn nhiệt độ $\sim 20^\circ\text{C}$.

Từ đồ thị (2.5) thấy rõ, thời gian để lượng oxy hòa tan đạt giá trị cực tiểu (lúc đó độ thiết hụt oxy đạt giá trị cực đại) dao động trong khoảng 2 - 3 ngày.

Công thức (2.12) biểu diễn mối quan hệ giữa thời gian và hàm lượng BOD ban đầu. Từ công thức (2.11) thấy rõ tốc độ thiếu hụt oxy trong nước nguồn ở thời điểm tới hạn D_{th} tỉ lệ thuận với BOD ban đầu S_0 . Trong điều kiện hòa tan kém, nghĩa là ở vài chỗ nào đó trong nguồn nước sẽ không có oxy hòa tan. Ví dụ, như trường hợp $S_0 = 40$ mg/l và $k_2 = 0,2$ được trình bày trên hình 2.5.

Trong nhiều trường hợp, tốc độ tiêu thụ oxy ở giai đoạn đầu lớn hơn giá trị tính toán và lượng oxy giảm xuống nhỏ hơn giới hạn cho phép là 4 mg/l. Bởi tốc độ hòa tan oxy phụ thuộc nhiều vào khả năng xáo trộn, cho nên có trường hợp người ta xây dựng các đập tràn và các công trình đặc biệt để tăng cường xáo trộn để làm thoáng nguồn nước.

Khi xác định lượng oxy hòa tan vào nước nguồn thường sử dụng hệ số hấp thụ A (phụ thuộc vào lượng thiếu hụt oxy, nhiệt độ, độ sâu, tốc độ dòng chảy của nguồn và điều kiện khí hậu).

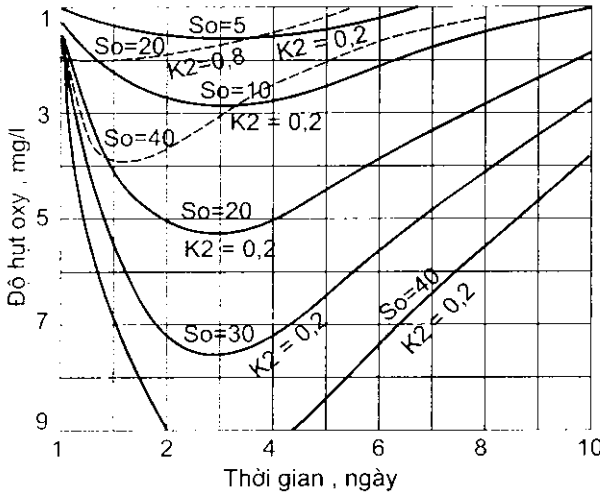
Hệ số hấp thụ A có thể xác định theo công thức:

$$A = \frac{Q(S_0 - S)}{F}, \text{ g/(m}^2 \cdot \text{ngày)}, \quad (2.13)$$

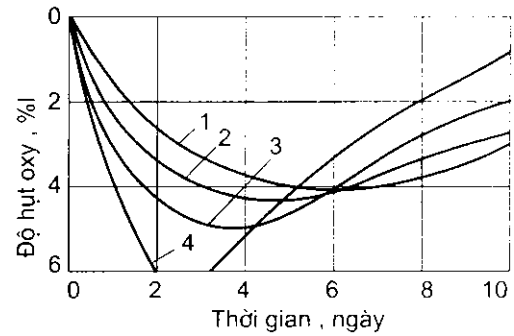
trong đó: Q - lưu lượng nước nguồn, $\text{m}^3/\text{ngày}$;

S_0, S - nhu cầu oxy cho quá trình sinh hóa tại thời điểm ban đầu và tại thời điểm tính toán, mg/l hoặc g/m^3 ;

F - diện tích mặt thoáng trên đoạn tính toán, m^2 .



Hình 2.5. Tác động của BOD ban đầu tới hệ số hòa tan k_2 và hàm lượng oxy hòa tan



Hình 2.6. Tác động của nhiệt độ đến hàm lượng oxy hòa tan

1- Oxy hòa tan ở nhiệt độ 5°C; 2- Oxy hòa tan ở nhiệt độ 10°C; 3- Oxy hòa tan ở nhiệt độ 15°C; 4- Oxy hòa tan ở nhiệt độ 20°C.

Nhiệt độ của nước nguồn cũng có ảnh hưởng đáng kể đến chế độ oxy, vào mùa hè khi nhiệt độ của nước nguồn tăng, quá trình oxy hóa các chất hữu cơ xảy ra với cường độ mạnh, trong khi đó độ hòa tan oxy vào nước lại giảm. Vì thế độ thiếu hụt oxy tăng nhanh hơn so với mùa đông (hình 2.6).

Từ những đường cong trên có thể xác định được thời gian tới hạn t_{th} . Ví dụ, với nhiệt độ của nước nguồn là 10°C, $t_{th} = 4$ ngày và độ thiếu hụt oxy là 5 mg/l.

Khi xả nước thải chưa được xử lý vào nguồn, các chất lơ lửng sẽ lắng xuống đáy và khi tốc độ dòng chảy nước nguồn không lớn thì cặn sẽ lắng ngay xuống cạnh miệng xả. Cặn lắng sẽ phân hủy kỵ khí tạo ra các chất CO_2 , CH_4 , H_2S ,... Quá trình phân hủy kỵ khí có thể xảy ra liên tục trong thời gian dài và quá trình tự làm sạch của nguồn có thể bị chấm dứt. Chính vì vậy, cần xử lý nước thải khỏi những cặn lắng tới mức cần thiết trước khi xả vào nguồn.

2.5. NGUYÊN TẮC XẢ NƯỚC THẢI VÀO NGUỒN NƯỚC (NGUỒN TIẾP NHẬN)

Như chúng ta đã thấy, nguồn nước có thể coi là một công trình làm sạch sinh học trong điều kiện tự nhiên. Tuy nhiên nguồn nước cũng chỉ có thể tải được một khối lượng chất bẩn nhất định phụ thuộc vào công suất, chất lượng của nước nguồn, nước thải và các mối quan hệ vệ sinh sinh thái trong khu vực,...

Căn cứ vào tính chất sử dụng, nguồn nước thường được chia làm hai loại:

- *Nguồn loại 1:* bao gồm các nguồn nước dùng vào mục đích cấp nước sinh hoạt, ăn uống hoặc sản xuất trong các xí nghiệp công nghiệp thực phẩm.
- *Nguồn loại 2:* bao gồm các nguồn nước để tắm giặt, bơi lội, thể thao vui chơi giải trí, phong cảnh du lịch.

Tiêu chuẩn ngành 20 TCN - 51 - 84, đã đưa ra nguyên tắc vệ sinh đối với việc xả nước thải vào sông hồ (xem bảng 2.6).

Bảng 2.6. Mức độ ô nhiễm và nồng độ giới hạn cho phép của một số chất tại điểm tính toán của nước nguồn sau khi đã trộn với nước thải

A. Yêu cầu chung về thành phần và tính chất của nước nguồn khi xả nước thải vào		
Chỉ tiêu nhiễm bẩn của nước thải	Tính chất nguồn nước loại 1 sau khi xả nước thải vào	Tính chất nguồn nước loại 2 sau khi xả nước thải vào
Nồng độ pH	Trong phạm vi 6,5 đến 8,5	
Màu, mùi, vị	Không màu, mùi, vị	
Hàm lượng chất lơ lửng	Cho phép tăng hàm lượng chất lơ lửng trong nước nguồn	
	0,75 - 1,0 mg/l	1,5 - 2,0 mg/l
Hàm lượng chất hữu cơ	Nước nguồn sau khi xáo trộn với nước thải không được nâng hàm lượng hữu cơ lên quá	
	5 mg/l	7 mg/l
Lượng oxy hòa tan	Nước nguồn sau khi xáo trộn với nước thải, không làm giảm lượng oxy hòa tan xuống dưới 4 mg/l (tính theo lượng oxy trung bình trong ngày vào mùa hè)	
Nhu cầu oxy cho quá trình sinh hóa BOD ₅	Nước nguồn sau khi xáo trộn với nước thải BOD ₅ không được vượt quá	
	4 mg/l	8 - 10 mg/l
Vi trùng gây bệnh (nước thải sinh hoạt của đô thị, nước thải ở các bệnh viện, nhà máy da, nhà máy len dạ, lò mổ...)	Cấm xả nước thải vào nguồn nước nếu nước thải chưa qua xử lý và khử trùng triệt để	
Tạp chất nổi trên mặt nước	Nước thải khi xả vào nguồn nước không được chứa dầu mỡ, sản phẩm của dầu mỡ, bọt xà phòng, và các chất nổi khác bao trên mặt nước từng mảng dầu lớn hoặc từng mảng bọt lớn	
Chất độc hại	Nước thải xả vào nguồn nước không mang các chất độc hại	

Bảng 2.6 (tiếp theo)

B. Nồng độ giới hạn cho phép của một số chất độc hại trong các nguồn nước dùng cho sinh hoạt và nuôi cá			
Số TT	Tên các chất	Nồng độ giới hạn cho phép (mg/l)	
		Nguồn nước dùng cho sinh hoạt	Nguồn nước dùng cho nuôi cá
1	Chì (Pb)	0,10	0,10
2	Arsen (As)	0,05	0,05
3	Đồng (Cu)	3,00	0,01
4	Kẽm (Zn)	5,00	0,01
5	Niken (Ni)	0,10	0,01
6	Crom hóa trị 3	0,50	0,50
7	Crom hóa trị 6	0,10	0,01
8	Cađimi (Cd)	0,01	0,005
9	Xyanua	0,01	0,05
10	Magie (Mg)	50,00	50,00
11	Phenol	0,001	0,001
12	Dầu mỡ và sản phẩm dầu mỡ	0,1 - 0,3	0,05

Ngoài các quy định trên, đối với các ngành khác nhau còn có những quy định riêng cho các nguồn nước để nuôi trồng thủy sản, cung cấp nước cho nông lâm nghiệp.

Ở Việt Nam luật bảo vệ môi trường đã được Quốc hội khóa IX kỳ họp thứ tư thông qua ngày 27/12/1993. Trong Bộ luật quy định rõ quyền hạn và trách nhiệm của các cơ quan pháp luật, các cơ quan chuyên môn và người dân trong việc kiểm soát ô nhiễm và xả các chất thải ra môi trường. Riêng đối với nước thải trước khi xả vào nguồn tiếp nhận phải tuân theo tiêu chuẩn ban hành trong quyết định số 229 QĐ/TĐC ngày 24/03/1995 của Bộ trưởng Bộ Khoa học Công nghệ và Môi trường về việc ban hành tiêu chuẩn Việt Nam.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5945 - 1995 quy định về nước thải công nghiệp - tiêu chuẩn thải (xem bảng 2.7); tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5942 - 1995 quy định

giới hạn của các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước mặt (xem bảng 2.1); Tiêu chuẩn TCXD 33 - 85 quy định chất lượng nước cấp cho sinh hoạt và sản xuất (xem bảng 2.2); Tiêu chuẩn TCVN 5944 - 1995 quy định giới hạn của các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước ngầm (xem bảng 2.8).

Bảng 2.7. Nước thải công nghiệp - Giá trị giới hạn các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm, TCVN 5945 - 1995

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		
			A	B	C
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Nhiệt độ	°C	40	40	45
2	pH	-	6 ÷ 9	5,5 ÷ 9	5 ÷ 9
3	BOD, (20°C)	mg/l	20	50	100
4	COD	mg/l	50	100	400
5	Chất lơ lửng	mg/l	50	100	200
6	Arsen	mg/l	0,05	0,1	0,5
7	Cadimi	mg/l	0,01	0,02	0,5
8	Chi	mg/l	0,1	0,5	1
9	Clo dư	mg/l	1	2	2
10	Crom (Cr ⁺⁶)	mg/l	0,05	0,1	0,5
11	Crom (Cr ⁺³)	mg/l	0,2	1	2
12	Dầu mỡ khoáng	mg/l	KPHĐ	1	5
13	Dầu động thực vật	mg/l	5	10	30
14	Đồng	mg/l	0,2	1	5
15	Kẽm	mg/l	1	2	5
16	Mangan	mg/l	0,2	1	5
17	Niken	mg/l	0,2	1	2
18	Phốtpho hữu cơ	mg/l	0,2	0,5	1
19	Phốtpho tổng cộng	mg/l	4	6	8
20	Sắt	mg/l	1	5	10
21	Tetraclôetylen	mg/l	0,02	0,1	0,1

Bảng 2.7 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
22	Thiếc	mg/l	0,2	1	5
23	Thủy ngân	mg/l	0,005	0,005	0,01
24	Tổng nitơ	mg/l	30	60	60
25	Tricloetylen	mg/l	0,05	0,3	0,3
26	Amoniacc (tính theo N)	mg/l	0,1	1	10
27	Florua	mg/l	1	2	5
28	Phenol	mg/l	0,001	0,05	1
29	Sunfua	mg/l	0,2	0,5	1
30	Xyanua	mg/l	0,05	0,1	0,2
31	Tổng hoạt động phóng xạ α	Bq/l	0,1	0,1	-
32	Tổng hoạt động phóng xạ β	Bq/l	1,0	1,0	-
33	Coliform	MPN/100ml	5000	10000	-

Ghi chú: KPHĐ - Không phát hiện được

1. Phạm vi áp dụng:

- 1.1. Tiêu chuẩn này quy định giới hạn các thông số và nồng độ các chất thành phần trong nước thải của các cơ sở sản xuất, chế biến, kinh doanh, dịch vụ,... (gọi chung là nước thải công nghiệp).
- 1.2. Tiêu chuẩn này dùng để kiểm soát chất lượng nước thải công nghiệp trước khi đổ vào các nguồn nước.

2. Giá trị giới hạn:

- 2.1. Giá trị giới hạn các thông số và nồng độ các chất thành phần của nước thải công nghiệp khi đổ vào các nguồn nước phải phù hợp với quy định trong bảng.
- 2.2. Đối với nước thải của một số ngành công nghiệp đặc thù, giá trị các thông số và nồng độ các chất thành phần được quy định trong các tiêu chuẩn riêng.
- 2.3. Nước thải công nghiệp có giá trị các thông số và nồng độ các chất thành phần hoặc nhỏ hơn các quy định trong cột A có thể đổ vào các nguồn nước dùng làm nguồn cấp nước sinh hoạt.
- 2.4. Nước thải công nghiệp có giá trị các thông số và nồng độ các chất thành phần nhỏ hơn hoặc bằng giá trị quy định trong cột B chỉ được đổ vào các nguồn nước dùng cho các mục đích giao thông thủy, tưới tiêu, bơi lội, nuôi trồng thủy sản, trồng trọt,...
- 2.5. Nước thải công nghiệp có giá trị các thông số và nồng độ các thành phần lớn hơn giá trị quy định trong cột B, nhưng không vượt quá giá trị quy định trong cột C chỉ được phép đổ vào các nơi được quy định.
- 2.6. Nước thải công nghiệp có giá trị các thông số và nồng độ các chất thành phần lớn hơn giá trị quy định trong cột C thì không được phép xả ra môi trường.
- 2.7. Phương pháp lấy mẫu, phân tích, tính toán, xác định từng thông số và nồng độ cụ thể được quy định trong các TCVN tương ứng.

Bảng 2.8. Giá trị giới hạn cho phép của các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước ngầm, TCVN 5944 - 1995

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn
1	pH	-	6,5 đến 8,5
2	Màu	Pt - Co	5 đến 50
3	Độ cứng (tính theo CaCO ₃)	mg/l	300 đến 500
4	Chất rắn tổng cộng	mg/l	750 đến 1500
5	Arsen	mg/l	0,05
6	Cadimi	mg/l	0,01
7	Clorua	mg/l	200 đến 600
8	Chi	mg/l	0,05
9	Crom (Cr ⁶⁺)	mg/l	0,05
10	Xyanua	mg/l	0,01
11	Đồng	mg/l	1,0
12	Florua	mg/l	1,0
13	Kẽm	mg/l	5,0
14	Mangan	mg/l	0,1 đến 0,5
15	Nitrat	mg/l	45
16	Phenol	mg/l	0,001
17	Sắt	mg/l	1 đến 5
18	Sunfat	mg/l	200 đến 400
19	Thủy ngân	mg/l	0,001
20	Selen	mg/l	0,01
21	Fecalcoli	MPN/100ml	Không
22	Coliform	MPN/100ml	3

2.6. XÁC ĐỊNH MỨC ĐỘ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Nước thải sau khi xả vào nguồn cần phải xử lý đảm bảo yêu cầu theo "Quy chế bảo vệ môi trường", đảm bảo các yêu cầu về vệ sinh nguồn nước và những mục đích kinh tế kỹ thuật và môi trường.

Việc xác định đúng mức độ cần thiết xử lý của nước thải phù hợp với những tiêu chuẩn yêu cầu vệ sinh sẽ giảm được kinh phí xây dựng công trình xử lý vì có thể sử dụng nguồn nước để làm sạch nước thải.

Việc xây dựng hệ thống thoát nước thường tiến hành theo đợt, số lượng nước thải xả vào nguồn cũng tăng lên dần dần. Bởi vậy mức độ xử lý nước thải ở mỗi giai đoạn cũng có thể khác nhau.

Để xác định mức độ cần thiết xử lý, phải thu thập các số liệu về thủy văn, lượng cân bằng oxy... Mức độ xử lý cần thiết, theo nguyên tắc phải xét đầy đủ các mặt: hàm lượng cặn lơ lửng, oxy hòa tan, BOD, pH, độ màu, mùi vị, màu sắc v.v... Tuy nhiên trong khuôn khổ của tài liệu, chúng tôi chỉ đề cập tới một vài yếu tố và chỉ tiêu cơ bản.

2.6.1. Xác định mức độ xử lý nước thải theo chất lơ lửng

Hàm lượng chất lơ lửng cho phép trong nước thải xả vào nguồn xác định từ đẳng thức sau:

$$\gamma Q C_{ng} + q C_t = (\gamma Q + q)(C_{ng} + p). \quad (2.14)$$

$$\text{Từ đó:} \quad C_t = p(\gamma Q/q + 1) + C_{ng}. \quad (2.15)$$

trong đó: γ - hệ số xáo trộn, xác định theo công thức (2.3);

p - hàm lượng chất lơ lửng tăng cho phép trong nước nguồn sau khi xáo trộn với nước thải, g/m^3 ;

Q - lưu lượng nước nguồn, m^3/s ;

q - lưu lượng nước thải, m^3/s ;

C_{ng} - hàm lượng chất lơ lửng trong nước nguồn trước khi xả nước thải vào, g/m^3 ;

C_t - hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải cho phép xả vào nguồn, g/m^3 .

Mức độ xử lý cần thiết:

$$E_o = \frac{C_o - C_t}{C_o} 100\%, \quad (2.16)$$

trong đó: C_o - hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải trước khi xử lý.

2.6.2. Xác định mức độ xử lý nước thải theo lượng oxy hòa tan trong nước nguồn

Nếu thiếu số liệu về quá trình hòa tan oxy vào nước nguồn, việc xác định mức độ cần thiết xử lý nước thải sẽ tiến hành theo lượng oxy hòa tan với điều kiện

đảm bảo vệ sinh môi trường. Khi đó coi như chất bẩn hữu cơ được oxy hóa nhờ oxy sẵn có trong nước nguồn. Nếu qua 2 - 3 ngày đầu sau khi xả nước thải vào, lượng oxy hòa tan trong nước nguồn không thấp hơn 4 mg/l, thì nó sẽ không giảm xuống trong những ngày tiếp theo.

Ta có biểu thức cân bằng oxy như sau:

$$\gamma Q O_{ng} - (S_{ng} \gamma Q + S_t q) 0.4 = (\gamma Q + q) 4, \quad (2.17)$$

trong đó: Q - lưu lượng tính toán nước nguồn, m^3/s ;

O_{ng} - lượng oxy hòa tan trong nước nguồn (trước khi xả nước thải vào), $mg/l, g/m^3$;

q - lưu lượng tính toán của nước thải, m^3/s ;

S_{ng}, S_t - BOD_{20} của nước nguồn và nước thải sau khi đã được xử lý cho phép xả vào nguồn, $g/m^3, mg/l$;

0,4 - hệ số chuyển đổi từ BOD_{20} sang BOD_2 , $mg/l, g/m^3$;

4 - lượng oxy hòa tan nhỏ nhất cần đạt được, $mg/l, g/m^3$.

Từ biểu thức (2.17) ta có:

$$S_t = 2,5 \frac{\gamma Q}{q} (O_{ng} - 0,4 S_{ng} - 4) - 10. \quad (2.18)$$

Mức độ xử lý cần thiết của nước thải:

$$E_o = \frac{S_o - S_t}{S_o} 100\%, \quad (2.19)$$

trong đó: S_o - hàm lượng BOD ban đầu của nước thải trước khi xử lý.

Nếu tính đến quá trình hòa tan oxy qua mặt thoáng, sẽ phải đề cập tới độ thiếu hụt oxy sau thời gian t , thời gian tới hạn ứng với hàm lượng oxy hòa tan nhỏ nhất và cần có các số liệu về k_1, k_2 và O_{ng} . Việc tính toán sẽ có cơ sở chắc chắn nếu như tất cả các đại lượng đều được xác định trực tiếp trên đoạn tính toán của nguồn nước.

Quá trình tính toán dựa trên ba điều kiện sau:

- Xác định thời gian tới hạn, nghĩa là thời gian từ khi bắt đầu quá trình đến khi độ thiếu hụt oxy đạt giá trị tới hạn D_{th} .
- Đảm bảo lượng oxy hòa tan còn lại trong nước nguồn là 4 mg/l trong bất kỳ điều kiện nào.

Điều đó có nghĩa là, độ thiếu hụt tới hạn của oxy sẽ xác định theo công thức:

$$D_{th} = O_{ng} - 4 . \quad (2.20)$$

Lượng oxy hòa tan vào nước sạch dưới áp suất 750 mm cột thủy ngân xem bảng phụ lục II.

- Tính toán kiểm tra tải trọng cho phép các chất bản hữu cơ theo BOD khi xả nước thải vào nguồn. Nói cách khác kiểm tra xem lượng BOD cho phép có phá hủy chế độ oxy của nguồn nước hay không hoặc có đảm bảo lượng oxy hòa tan còn lại trong nước nguồn là 4 mg/l ở thời điểm tối hạn hay không.

Từ những điều kiện trên, sự cân bằng oxy trong nguồn nước có thể xác định theo phương trình sau:

$$\gamma QS_{ng} + qS_t = (\gamma Q + q)S_{hh} , \quad (2.21)$$

trong đó: S_t - BOD của nước thải được phép xả vào nguồn, mg/l;

S_{hh} - BOD của hỗn hợp nước thải với nước nguồn thỏa mãn điều kiện:

$$S_{hh} = \frac{S_{ng} \gamma Q + S_t q}{\gamma Q + q} . \quad (2.22)$$

Từ phương trình (2.23), tính S_t :

$$S_t = \frac{\gamma Q}{q} (S_{hh} - S_{ng}) + S_{hh} . \quad (2.23)$$

Mức độ xử lý cần thiết nước thải:

$$E_o = \frac{S_o - S_t}{S_o} 100\% . \quad (2.24)$$

2.6.3. Xác định mức độ cần thiết xử lý nước thải theo BOD

Biểu thức cân bằng về nhu cầu oxy cho quá trình sinh hóa hỗn hợp nước thải với nước nguồn tại thời điểm tính toán biểu diễn như sau:

$$S_t q 10^{-k_1 t} + \gamma QS_{ng} 10^{-k_1 t} = (1 + \gamma Q)S_{th} , \quad (2.25)$$

trong đó: S_t - BOD của nước thải được phép xả vào nguồn nước, mg/l;

S_o - BOD của nước nguồn, mg/l;

S_{th} - BOD tối hạn của hỗn hợp nước thải và nước nguồn, mg/l;

k_1, k_1' - hằng số tốc độ tiêu thụ oxy của nước thải và nước nguồn;

t - thời gian xáo trộn sau khi xả nước thải vào nguồn (ngày), $t = \frac{l}{v}$.

ở đây: l - chiều dài đoạn dòng sông tính toán;
 v - tốc độ trung bình của đoạn dòng.

Từ công thức (2.25) ta có:

$$S_t = \gamma \frac{Q}{q} \left(\frac{S_{th}}{10^{-k_1 t}} - S_n \frac{10^{-k_1 t}}{10^{-k_1 t}} \right) + \frac{S_{th}}{10^{-k_1 t}} \quad (2.26)$$

Mức độ xử lý cần thiết nước thải:

$$E_o = \frac{S_o - S_t}{S_o} 100\% \quad (2.27)$$

VÍ DỤ: Xác định mức độ xử lý cần thiết của nước thải với lưu lượng 0,8 m³/s; BOD ban đầu 261 mg/l; hàm lượng chất lơ lửng 271,6 mg/l. Lưu lượng nước sông 14 m³/s; tốc độ chảy 0,4 m/s; chiều sâu trung bình 2,0m; hệ số cong của sông 1,2; nồng độ chất lơ lửng 12,0 mg/l; BOD 2,0 mg/l. Khoảng cách từ cửa xả tới mật cắt tính toán 30 km, nhiệt độ trung bình mùa hè 15°C. Sông thuộc nguồn nước loại 1.

Giải:

Từ công thức:

$$E = \frac{0,4 \times 2,0}{200} = 0,004$$

(0,4 - tốc độ trung bình của dòng chảy; 2,0 - độ sâu trung bình của dòng chảy).

Xác định hệ số có tính đến ảnh hưởng thủy lực a:

$$\alpha = 1,2 \times 1,5 \sqrt[3]{\frac{0,004}{0,8}} = 0,321$$

(1,2 - hệ số cong của sông; 1,5 - hệ số lấy bằng 1 khi xả gần bờ và bằng 1,5 khi xả xa bờ; 0,004 - hệ số khuếch tán; 0,8 - lưu lượng nước thải).

Theo công thức (2.3):

$$\gamma = \frac{1 - 0,32 \sqrt[3]{30000}}{1 + \frac{14}{0,8} e^{-0,32 \sqrt[3]{30000}}} = 0,85$$

Theo công thức (2.15):

$$C_2 = 0,25 \left(\frac{0,85 \times 14}{0,8} + 1 \right) + 12 = 15,98 \text{ mg/l}$$

Theo công thức (2.16):

$$E_o^c = \frac{271,6 - 15,98}{271,6} 100\% = 93,5\%$$

Theo công thức(2.18):

$$S_t = 2,5 \frac{0,85 \times 14}{0,8} (8 - 0,4 \times 2 - 4) - 10 = 34,6 \text{ mg/l}$$

Theo công thức (2.19):

$$E_o = \frac{261 - 34,6}{261} 100\% = 87\%$$

Nếu lấy thời gian tối hạn $t_{th} = 2,6$ ngày, $S_{hh} = 15$ mg/l, ta có (xem hình 1.2. tài liệu "Xử lý nước thải" Hoàng Văn Huệ, Nxb XD Hà Nội, 1996: $D_{th} = 3,94$ mg/l < 6,15 mg/l, nghĩa là lượng oxy hòa tan tối thiểu không nhỏ hơn 6 mg/l.

Đưa giá trị $S_{hh} = 15,0$ mg/l vào công thức (2.23):

$$S_2 = 0,85 \frac{14}{0,8} (15 - 2) + 15 = 209 \text{ mg/l}$$

Theo công thức (2.27):

$$E_o = \frac{261 - 209}{261} 100\% = 20\%$$

Theo công thức (2.26):

$$S_t = 0,85 \frac{14}{0,8} \left(\frac{3}{10^{-0,08 \cdot 2,6}} - 2 \times \frac{10^{-0,158 \cdot 2,6}}{10^{-0,08 \cdot 2,6}} \right) + \frac{3}{10^{-0,08 \cdot 2,6}} = 28,69 \text{ m}$$

trong đó: $S_{th} = 3$ - BOD tối hạn của hỗn hợp nước thải và nước nguồn, mg/l;

$k_1 = 0,08$ và $k_2 = 0,158$ - tương ứng là các hệ số tốc độ tiêu thụ oxy của nước thải và nước nguồn;

$t = 2,6$ ngày - thời gian tối hạn.

Theo công thức (2.27):

$$E_o = \frac{261 - 28,68}{261} 100\% = 89\%$$

($S_o = 261$ mg/l - BOD lúc ban đầu của nước thải).

Căn cứ vào số liệu tính toán mức độ xử lý cần thiết:

- Theo chất lơ lửng: 93,5%;
- Theo lượng oxy hòa tan (không tính đến quá trình hấp thụ oxy qua mặt thoáng): 20%;
- Theo BOD hỗn hợp nước thải và nước nguồn: 89%.

Chọn phương pháp xử lý sinh hóa hoàn toàn nước thải.

2.6.4. Xác định mức độ xử lý nước thải theo nhiệt độ của nguồn nước

Tính toán được tiến hành sao cho nhiệt độ của nước nguồn vào mùa hè đảm bảo tăng lên không vượt quá giá trị cho phép khi xả nước thải vào. Từ đó xác định được nhiệt độ của nước thải tại thời điểm xả vào nguồn tiếp nhận (công thức 2.28):

$$T_2 = \left(\gamma \frac{Q}{q} + 1 \right) T_{t.ng} + T_{max.ng} \quad (2.28)$$

trong đó: T_2 - nhiệt độ của nước thải tại thời điểm xả vào nguồn (tính về mùa hè), °C;

γ - hệ số xáo trộn;

Q - lưu lượng tính toán của nước nguồn, m³/s;

q - lưu lượng tính toán của nước thải, m³/s;

$T_{t.ng}$ - nhiệt độ tăng thêm cho phép của nước nguồn sau khi xả nước thải vào và xáo trộn, nhiệt độ này lấy không lớn hơn 3°C:

$T_{\max.ng}$ - nhiệt độ lớn nhất của nước nguồn vào mùa hè tại điểm trước của xả nước thải. °C.

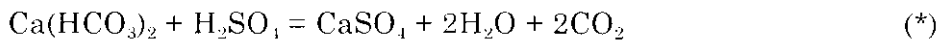
2.6.5. Xác định mức độ xử lý theo các chất độc hại

Người ta cũng sử dụng công thức dạng (2.15) để xác định mức độ xử lý nước thải theo chỉ tiêu các chất độc hại và kể cả các chỉ tiêu màu sắc, mùi vị. Trên cơ sở kết quả tính toán, xác định mức độ xử lý theo các chất độc hại ở trong nước thải. Giá trị C_2 nhận được theo công thức (2.15) là nồng độ giới hạn của các chất độc hại ở trong nước thải cho phép xả vào nguồn tiếp nhận.

2.6.6. Xác định mức độ xử lý theo độ pH

Nếu nước thải mang tính chất axit hay kiềm được dự kiến xả vào nguồn tiếp nhận thì cần phải tính đến khả năng trung hòa bằng độ kiềm và axit tự nhiên của nước nguồn. Trong nhiều trường hợp, nhờ vào khả năng đó mà có thể giảm nhẹ và đơn giản được rất nhiều việc xử lý nước thải.

Trong nước nguồn luôn chứa một hàm lượng muối của canxi $(Ca(HCO_3)_2)$ và magie $Mg(HCO_3)_2$ làm cho nước có độ cứng cacbonat. Các axit theo nước thải sản xuất vào nguồn sẽ tác động với muối cacbonat tạo ra khí cacbonic và nước. Phản ứng (ví dụ: đối axit sunfuric H_2SO_4) xảy ra như sau:



Khi xả nước thải chứa kiềm thì kiềm sẽ tác dụng với khí cacbonic tự do làm tăng độ kiềm của nguồn nước. Phản ứng xảy ra theo phương trình:



Quan hệ giữa độ pH của nước và độ chứa cacbonic tự do và hydrocacbonat như sau:

$$pH = 6,52 - \lg \frac{CO_{2.tudo}}{CO_{2.bic}} = 6,52 + \lg CO_{2.bic} - \lg CO_{2.tudo} \quad (2.29)$$

VÍ DỤ: Xác định số lượng axit sunfuric có thể được trung hòa nhờ vào độ kiềm tự nhiên của nước sông, nếu xả vào sông lượng nước thải sản xuất 360 l/s có chứa 2 g/l axit sunfuric. Lưu lượng tối thiểu của sông là 158 m³/s, hệ số xáo trộn $\gamma = 0.1$.

Theo số liệu phân tích nước sông, độ cứng cacbonat nhỏ nhất bằng 2.27 mdlg/l, độ pH = 7.22.

Giải:

Số lượng axit xả vào sông theo nước thải sản xuất là:

$$2 \times 360 = 720 \text{ g/s}$$

Độ chứa hydrocacbonat trong nước sông:

$$\text{CO}_{2,\text{bic}} = 2,27 \times 44 \sim 100 \text{ mg/l}$$

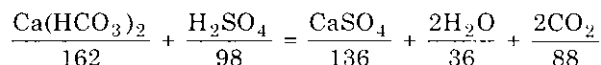
(44 - độ chứa hydrocacbonat bằng mg/l tính trên 1 mg - đương lượng/l của độ cứng hydrocacbonat).

Độ chứa $\text{CO}_{2,\text{tự do}}$ có thể xác định từ biểu thức (2.29):

$$7,22 = 6,52 - \lg \frac{\text{CO}_{2,\text{tự do}}}{100}$$

Từ đó $\text{CO}_{2,\text{tự do}} = 20 \text{ mg/l}$.

Khi trung hòa axit sunfuric bằng hydrocacbonat, phản ứng xảy ra theo công thức (*) với tỉ lệ theo phân tử khối như sau:



Trong phản ứng này cứ 98 phần khối lượng của axit sunfuric tạo được 88 phần khối lượng của $\text{CO}_{2,\text{tự do}}$ từ hydrocacbonat. Như vậy, để tạo được 1 phần khối lượng $\text{CO}_{2,\text{bic}}$ cần trung hòa lượng axit sunfuric là:

$$98/88 = 1,11 \text{ phần khối lượng } \text{H}_2\text{SO}_4.$$

Số lượng cacbonic tự do ($\text{CO}_{2,\text{tự do}}$ mới được tạo ra trong quá trình trung hòa được xác định theo quy luật cân bằng khối lượng từ phương trình:

$$\text{pH}_{\text{hh}} = 6,52 - \lg \frac{20 + x}{100 - x}$$

trong đó: pH_{hh} - độ pH của nước sông sau khi xả nước thải sản xuất chứa axit vào:

x - số lượng khí CO_2 (tính bằng mg/l) chuyển qua thuộc phản ứng trung hòa axit sunfuric từ hydrocacbonat.

Từ những quy định về giới hạn độ pH của nước nguồn không nhỏ hơn 6,5, viết được:

$$6,5 = 6,52 - \lg \frac{20 + x}{100 - x}$$

Sau khi biến đổi, ta có:

$$0,02 = \lg \frac{20 + x}{100 - x}$$

$$\text{hay } 10^{0,02} = \frac{20 + x}{100 - x}$$

Từ đó, ta có: $x = 41,4 \text{ mg/l}$.

Số lượng mới được tạo thêm này của khí CO_2 có thể trung hòa được: $41,4 \times 1,11 \sim 46 \text{ mg/l } \text{H}_2\text{SO}_4$.

Nước sông tham gia vào quá trình xáo trộn 10% lưu lượng nghĩa là với $15,8 \text{ m}^3/\text{s}$, nên có thể trung hòa được: $46 \times 15,8 = 727 \text{ g/s} > 720 \text{ g/s}$. Điều đó có nghĩa là toàn bộ lượng axit có trong nước thải sản xuất đều có thể được trung hòa bởi độ kiềm tự nhiên của nước sông. Vì vậy không cần yêu cầu xử lý trung hòa lượng nước thải sản xuất nói trên trước khi xả vào nguồn tiếp nhận.

3

SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

3.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

Người ta phân biệt bốn phương pháp xử lý nước thải theo quy trình xử lý:

- Xử lý cơ học.
- Xử lý hóa học.
- Xử lý hóa - lý.
- Xử lý sinh học.

3.1.1. Phương pháp xử lý cơ học

Phương pháp xử lý cơ học được sử dụng để tách các chất không hòa tan và một phần các chất ở dạng keo ra khỏi nước thải. Những công trình xử lý cơ học bao gồm:

- Song chắn rác, lưới lọc dùng để chắn giữ các cặn bản có kích thước lớn hoặc ở dạng sợi như giấy, rau củ, rác...được gọi chung là rác. Rác thường được chuyển tới máy nghiền rác, sau khi được nghiền nhỏ, cho đổ trở lại trước song chắn rác hoặc chuyển tới bể phân hủy cặn. Trong những năm gần đây sử dụng rất phổ biến loại song chắn rác liên hợp vừa chắn giữ vừa nghiền rác đối với những trạm xử lý công suất nhỏ và vừa.
- Bể lắng cát tách ra khỏi nước thải các chất bản vô cơ có trọng lượng riêng lớn (như xỉ than, cát...). chúng không có lợi đối với các quá trình làm trong, xử lý sinh hóa nước thải và xử lý cặn bã cũng như không có lợi đối với các công trình thiết bị công nghệ trên trạm xử lý. Cát từ bể lắng cát đưa đi phơi khô ở trên sân phơi và sau đó thường được sử dụng lại cho những mục đích xây dựng.
- Bể lắng tách các chất lơ lửng có trọng lượng riêng khác với trọng lượng riêng của nước thải. Chất lơ lửng nặng sẽ từ từ lắng xuống đáy, các chất

lơ lửng nhẹ sẽ nổi lên bề mặt. Cặn lắng và bọt nổi nhờ các thiết bị cơ học thu gom và vận chuyển lên công trình xử lý cặn.

- Bể vớt dầu mỡ thường áp dụng khi xử lý nước thải có chứa dầu mỡ (nước thải công nghiệp). Đối với nước thải sinh hoạt khi hàm lượng dầu mỡ không cao thì việc vớt dầu mỡ thường thực hiện ngay ở bể lắng nhờ thiết bị gạt chất nổi.
- Bể lọc nhằm tách các chất ở trạng thái lơ lửng kích thước nhỏ bằng cách cho nước thải đi qua lớp vật liệu lọc. công trình này sử dụng chủ yếu cho một số loại nước thải công nghiệp.

Phương pháp xử lý nước thải bằng cơ học có thể loại bỏ khỏi nước thải được 60% các tạp chất không hòa tan và 20% BOD.

Hiệu quả xử lý có thể đạt tới 75% theo hàm lượng chất lơ lửng và 30 - 35% theo BOD bằng các biện pháp làm thoáng sơ bộ hoặc đông tụ sinh học.

Trong một số trường hợp các công trình xử lý cơ học có thể kể đến bể tự hoại, bể lắng 2 vỏ, bể lắng trong có ngăn phân hủy, bể UASB,... là những công trình vừa để lắng cặn vừa để phân hủy cặn lắng trong môi trường kỵ khí.

Nếu điều kiện vệ sinh cho phép, thì sau khi xử lý cơ học nước thải được khử trùng và xả vào nguồn, nhưng thường thì xử lý cơ học chỉ là giai đoạn xử lý sơ bộ trước khi cho qua xử lý sinh học.

3.1.2. Phương pháp xử lý hóa học

Thực chất của phương pháp xử lý hóa học là đưa vào nước thải chất phản ứng nào đó để gây tác động với các tạp chất bẩn, biến đổi hóa học và tạo cặn lắng hoặc tạo dạng chất hòa tan nhưng không độc hại, không gây ô nhiễm môi trường. Ví dụ, phương pháp trung hòa nước thải chứa axit và chứa kiềm, phương pháp oxy hóa khử, phương pháp keo tụ, phương pháp ozon hóa, phương pháp điện hóa, v.v... Theo giai đoạn và mức độ xử lý, phương pháp hóa học sẽ có tác động tăng cường quá trình xử lý cơ học hoặc sinh học. Những phản ứng diễn ra có thể là phản ứng oxy hóa - khử, các phản ứng tạo chất kết tủa hoặc các phản ứng phân hủy chất độc hại.

Phương pháp xử lý hóa học thường được áp dụng để xử lý nước thải công nghiệp. Tùy thuộc vào điều kiện địa phương và điều kiện vệ sinh cho phép, phương pháp xử lý hóa học có thể hoàn tất ở giai đoạn cuối cùng hoặc chỉ là giai đoạn sơ bộ ban đầu của việc xử lý nước thải.

- *Phương pháp trung hòa* dùng để đưa môi trường nước thải có chứa các axit vô cơ hoặc kiềm về trạng thái trung tính $\text{pH} = 6,5 - 8,5$. Phương pháp này có thể thực hiện bằng nhiều cách: trộn lẫn nước thải chứa axit và chứa kiềm; bổ sung thêm tác nhân hóa học; lọc nước qua lớp vật liệu lọc có tác dụng trung hòa, hấp phụ khí chứa axit bằng nước thải chứa kiềm,...
- *Phương pháp keo tụ (đông tụ keo)* dùng để làm trong và khử màu nước thải bằng cách dùng các chất keo tụ (phèn) và các chất trợ keo tụ để liên kết các chất rắn ở dạng lơ lửng và keo có trong nước thải thành những bông có kích thước lớn hơn.
- *Phương pháp Ozon hóa* cũng tính vào phương pháp hóa học. Đó là phương pháp xử lý nước thải có chứa các chất hữu cơ dạng hòa tan và dạng keo bằng ozon. Ozon dễ dàng nhường oxy nguyên tử cho các tạp chất hữu cơ.
- *Phương pháp điện hóa học* cũng thuộc loại phương pháp hóa học. Thực chất là phá hủy các tạp chất độc hại có trong nước thải bằng cách oxy hóa điện hóa trên cực anốt hoặc dùng để phục hồi các chất quý (đồng, chì, sắt,...). Thông thường hai nhiệm vụ phân hủy chất độc hại và thu hồi chất quý được giải quyết đồng thời.

3.1.3. Phương pháp xử lý hóa - lý

Những phương pháp xử lý hóa lý đều dựa trên cơ sở ứng dụng các quá trình: hấp phụ, tuyển nổi, trao đổi ion, tách bằng màng, chưng bay hơi, trích ly, cô đặc, khử hoạt tính phóng xạ, khử khí, khử mùi, khử muối,...

- *Hấp phụ* dùng để tách các chất hữu cơ và khí hòa tan khỏi nước thải bằng cách tập trung những chất đó trên bề mặt chất rắn (chất hấp phụ) hoặc bằng cách tương tác giữa các chất bản hòa tan với các chất rắn (hấp phụ hóa học).
- *Trích ly* dùng để tách các chất bản hòa tan ra khỏi nước thải bằng cách bổ sung một chất dung môi không hòa tan vào nước, nhưng độ hòa tan của chất bản trong dung môi cao hơn trong nước.
- *Chưng bay hơi* là chưng nước thải để các chất hòa tan trong đó cùng bay hơi lên theo hơi nước. Khi ngưng tụ, hơi nước và chất bản dễ bay hơi sẽ hình thành các lớp riêng biệt và do đó dễ dàng tách các chất bản ra.

- *Tuyển nổi* là phương pháp dùng để loại bỏ các tạp chất ra khỏi nước bằng cách tạo cho chúng khả năng dễ nổi lên mặt nước khi bám theo các bọt khí.
- *Trao đổi ion* là phương pháp thu hồi các cation và anion bằng các chất trao đổi ion (ionit). Các chất trao đổi ion là các chất rắn trong thiên nhiên hoặc vật liệu nhựa nhân tạo. Chúng không hòa tan trong nước và trong dung môi hữu cơ, có khả năng trao đổi ion.
- *Tách bằng màng* là phương pháp tách các chất tan khỏi các hạt keo bằng cách dùng các màng bán thấm. Đó là các màng xốp đặc biệt không cho các hạt keo đi qua.

3.1.4. Phương pháp xử lý sinh học

Thực chất của phương pháp này là dựa vào khả năng sống và hoạt động của các vi sinh để phân hủy - oxy hóa các chất hữu cơ ở dạng keo và hòa tan có trong nước thải.

Những công trình xử lý sinh học phân thành hai nhóm:

- Những công trình trong đó quá trình xử lý thực hiện trong điều kiện tự nhiên: cánh đồng tưới, bãi lọc, hồ sinh học...thường quá trình xử lý diễn ra chậm;
- Những công trình trong đó quá trình xử lý thực hiện trong điều kiện nhân tạo: bể lọc sinh học (bể biophin), bể làm thoáng sinh học (aeroten) v.v... Do các điều kiện tạo nên bằng nhân tạo mà quá trình xử lý diễn ra nhanh hơn, cường độ mạnh hơn. Quá trình xử lý sinh học có thể đạt được hiệu suất khử trùng 99,9% (trong các công trình trong điều kiện tự nhiên), theo BOD tới 90 - 95%.

Thông thường giai đoạn xử lý sinh học tiến hành sau giai đoạn xử lý cơ học. Bể lắng đặt sau giai đoạn xử lý cơ học gọi là bể lắng đợt I. Bể lắng dùng để tách màng sinh học (đặt sau bể biophin) hoặc tách bùn hoạt tính (đặt sau aeroten) gọi là bể lắng đợt II.

Trong trường hợp xử lý sinh học nước thải bằng bùn hoạt tính thường đưa một phần bùn hoạt tính quay trở lại (bùn tuần hoàn) để tạo điều kiện cho quá trình sinh hóa hiệu quả. Phần bùn còn lại gọi là bùn dư, thường đưa tới bể nén bùn để làm giảm thể tích trước khi đưa tới các công trình xử lý cặn bã bằng phương pháp sinh học.

Quá trình xử lý sinh học trong điều kiện nhân tạo không loại trừ triệt để các loại vi khuẩn, nhất là vi trùng gây bệnh và truyền bệnh. Bởi vậy, sau giai đoạn xử lý sinh học trong điều kiện nhân tạo cần thực hiện khử trùng nước thải trước khi xả vào môi trường.

Trong quá trình xử lý nước thải bằng bất kỳ phương pháp nào cũng tạo nên một lượng cặn bã đáng kể (bằng 0,5 - 1,0% tổng lưu lượng nước thải). Nói chung các loại cặn giữ lại ở trên các công trình xử lý nước thải đều có mùi hôi thối khó chịu (nhất là cặn tươi từ bể lắng đợt I) và nguy hiểm về mặt vệ sinh. Do vậy, nhất thiết phải xử lý cặn bã thích đáng.

Để giảm hàm lượng chất hữu cơ trong cặn bã và để đạt các chỉ tiêu vệ sinh thường sử dụng phương pháp xử lý sinh học kỵ khí trong các hố bùn (đối với các trạm xử lý nhỏ), sân phơi bùn, thiết bị sấy khô bằng cơ học, lọc chân không, lọc ép... (đối với trạm công suất vừa và lớn). Khi lượng cặn khá lớn có thể sử dụng phương pháp sấy nhiệt.

3.2. CÁC CÔNG ĐOẠN XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Trong quy trình xử lý nước thải có thể phân loại theo công đoạn như sau:

- Tiên xử lý hay xử lý sơ bộ.
- Xử lý sơ cấp hay xử lý bậc I.
- Xử lý thứ cấp hay xử lý bậc II.
- Khử trùng.
- Xử lý cặn.
- Xử lý bậc III.

3.2.1. Tiên xử lý hay xử lý sơ bộ

Ở hầu hết nhà máy xử lý nước thải, công đoạn tiên xử lý gồm các công trình và thiết bị làm nhiệm vụ bảo vệ máy bơm và loại bỏ phần lớn cặn nặng (cát,...), vật nổi (dầu, mỡ, bọt,...) cản trở cho các công trình xử lý tiếp theo. Các thiết bị thường dùng là:

- Song chắn rác.
- Máy nghiền cắt vụn rác.
- Bể lắng cát, bể vớt dầu mỡ.
- Bể làm thoáng sơ bộ.
- Bể điều hòa chất lượng và lưu lượng.

Đôi khi còn dùng clo để khử mùi, khử trùng, tăng cường oxy hóa....

3.2.2. Xử lý sơ cấp hay xử lý bậc I

Chủ yếu là quá trình lắng để loại bỏ bớt cặn lơ lửng. Có nhiều loại bể lắng như bể lắng hai vò, bể tự hoại, bể lắng ngang, bể lắng đứng, bể lắng radian,...

Kết quả xử lý của công đoạn xử lý sơ bộ là loại bỏ được một phần cặn lơ lửng và các chất nổi như dầu, mỡ.v.v... đồng thời với việc phân hủy kị khí cặn lắng ở phần dưới các công trình ổn định cặn.

3.2.3. Xử lý thứ cấp hay xử lý bậc II

Là công đoạn phân hủy sinh học hiếu khí các chất hữu cơ, chuyển chất hữu cơ có khả năng phân hủy thành các chất vô cơ và chất hữu cơ ổn định kết thành bông cặn để loại bỏ ra khỏi nước thải.

Các công trình và thiết bị dùng trong công đoạn xử lý thứ cấp có thể chia thành hai nhóm:

- Xử lý thứ cấp được thực hiện trong điều kiện tự nhiên.
- Xử lý thứ cấp được thực hiện trong điều kiện nhân tạo.

Xử lý thứ cấp nước thải thực hiện trong điều kiện nhân tạo thường có thêm bể lắng gọi là *bể lắng đợt II* để chắn giữ các bông bùn và màng vi sinh.

3.2.4. Khử trùng

Mục đích của quá trình khử trùng là nhằm đảm bảo nước thải trước khi xả vào nguồn tiếp nhận không còn vi trùng, virus gây và truyền bệnh, khử màu, khử mùi và giảm nhu cầu oxy sinh hóa của nguồn tiếp nhận. Công đoạn khử trùng có thể thực hiện sau công đoạn xử lý sơ bộ (nếu yêu cầu vệ sinh cho phép), nhưng thông thường là sau xử lý thứ cấp.

Khử trùng có nhiều phương pháp: Dùng clo, ozon, tia cực tím,...

3.2.5. Xử lý cặn

Cặn lắng ở sau các công đoạn xử lý sơ bộ và xử lý thứ cấp còn chứa nhiều nước (thường có độ ẩm đến 99%) và chứa nhiều cặn hữu cơ còn khả năng thối rữa vì thế cần áp dụng một số biện pháp để xử lý tiếp cặn lắng, làm cho cặn ổn định và loại bớt nước để giảm thể tích, trọng lượng trước khi đưa ra nguồn tiếp nhận hoặc sử dụng. Có nhiều phương pháp xử lý cặn:

- Cô đặc cặn hay nén cặn.
- Ổn định cặn.
- Sân phơi bùn.
- Làm khô bằng cơ học (thiết bị lọc chân không, máy nén ly tâm, máy lọc ép trên băng tải...).
- Đốt cặn trong lò thiêu.

3.2.6. Xử lý bậc III

Xử lý bậc III thường được tiến hành tiếp sau công đoạn xử lý thứ cấp nhằm nâng cao chất lượng nước thải đã được xử lý để dùng lại hoặc xả vào nguồn tiếp nhận với yêu cầu vệ sinh cao. Có thể dùng các công trình, thiết bị sau:

- Lọc cát, lọc nổi, lọc qua màng để lọc trong nước, lọc qua than hoạt tính để ổn định chất lượng nước.
- Xử lý hóa chất để ổn định chất lượng nước.
- Dùng hồ sinh học để xử lý thêm...

3.3. SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Dây chuyền công nghệ xử lý là tổ hợp các công trình, trong đó nước thải được xử lý từng bước theo thứ tự từ xử lý thô đến xử lý tinh; từ xử lý những chất không hòa tan đến xử lý những chất keo và hòa tan. Khử trùng là khâu cuối cùng.

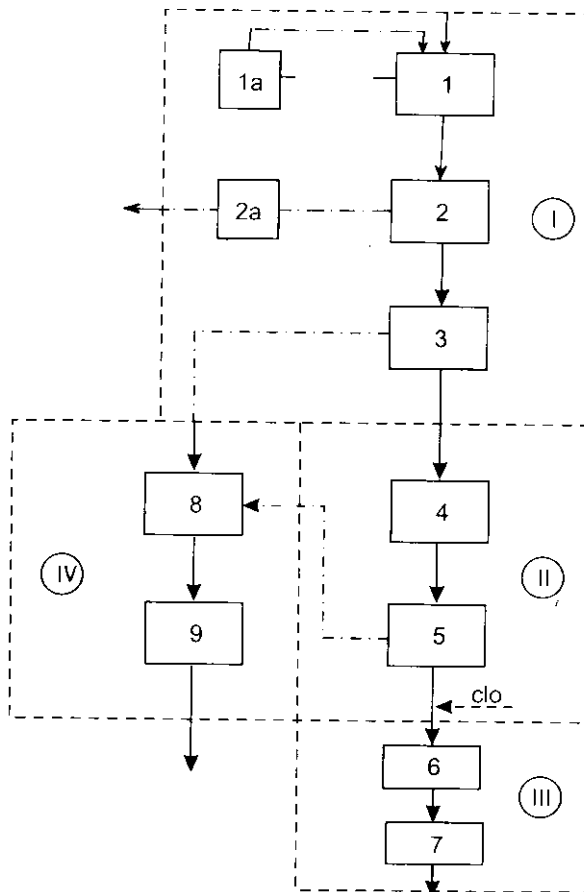
Lựa chọn dây chuyền công nghệ là một bài toán kinh tế kỹ thuật phức tạp phụ thuộc vào nhiều yếu tố:

- Thành phần tính chất nước thải.
- Mức độ xử lý cần thiết.
- Các yếu tố: điều kiện địa phương, khả năng tài chính, năng lượng, tính chất đất đai, diện tích khu xây dựng, lưu lượng nước thải, công suất của nguồn tiếp nhận v.v...

Không thể có một sơ đồ mẫu nào có thể áp dụng hiệu quả cho mọi trường hợp.

Dây chuyền công nghệ xử lý nói chung có thể chia làm bốn khối:

1. **Khối xử lý cơ học (xử lý sơ cấp):** nước thải tuần tự qua song chắn rác, bể lắng cát và bể lắng đợt I.
2. **Khối xử lý sinh học (xử lý thứ cấp):** nước thải theo thứ tự qua khối xử lý cơ học, công trình xử lý sinh học, bể lắng đợt II.
3. **Khối khử trùng:** nước thải sau khi qua khối xử lý cơ học (nếu điều kiện vệ sinh cho phép) hoặc khối xử lý sinh học thì được hòa trộn cùng với chất khử trùng, cho tới máng trộn, bể tiếp xúc và phản ứng khử trùng xảy ra ở bể tiếp xúc.
4. **Xử lý cặn:** Cặn bã lấy ra từ các bể lắng đợt I và II đưa tới các công trình xử lý cặn để xử lý tiếp tục.



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên tắc dây chuyền công nghệ xử lý hoàn chỉnh

- 1- Song chắn rác; 1a- Máy nghiền rác; 2- Bể lắng cát; 2a- Sàn phơi cát; 3- Bể lắng đợt I; 4- Công trình xử lý sinh học; 5- Bể lắng đợt II; 6- Máng trộn; 7- Bể tiếp xúc; 8- Công trình xử lý cặn; 9- Công trình làm khô cặn;
- đường nước; - - -► đường cặn; - - - - -► đường phân chia khối;
- I- Khối xử lý cơ học; II- Khối xử lý sinh học; III- Khối khử trùng; IV- Khối xử lý cặn.

Sơ đồ tổng quát dây chuyền công nghệ xử lý nước thải giới thiệu ở hình 3.1.

Sơ đồ hình 3.1 thường áp dụng trong những trường hợp trạm xử lý có quy mô lớn và yêu cầu vệ sinh cao. Đối với những trường hợp cho phép giảm mức độ xử lý hoặc đối với những trạm có công suất nhỏ sơ đồ có thể đơn giản hơn. Khi thiết kế sơ bộ có thể tham khảo bảng 3.1.

Bảng 3.1. Nồng độ bản sau xử lý nước thải bằng các phương pháp khác nhau

Phương pháp xử lý	Chất lơ lửng sau xử lý (mg/l)	Nhu cầu oxy sau xử lý BOD (mg/l)
- Phương pháp xử lý cơ học	đến 80	-
- Phương pháp xử lý sinh học từng phần	25 - 80	25 - 80
- Phương pháp xử lý sinh học hoàn toàn	15 - 25	15 - 25
- Phương pháp xử lý sinh học triệt để (xử lý thêm trên hồ sinh học, bể lọc cát...)	<15	<15

Lựa chọn sơ bộ thành phần công trình đơn vị có thể tham khảo bảng 3.2.

Bảng 3.2. Ví dụ lựa chọn công trình đơn vị trong dây chuyền xử lý nước thải

Tên gọi công trình	Công suất của trạm xử lý (m ³ /ng.đ)						
	Đến 50	Đến 500	Đến 5000	Đến 10000	Đến 30000	Đến 50000	Lớn hơn 50000
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Phương pháp xử lý cơ học							
- Song chắn rác	+	+	+	+	+	+	+
- Bể lắng cát:							
+ đứng	-	-	-	-	-	+	+
+ ngang	-	+	+	+	+	+	+
+ nước chảy vòng	-	+	+	+	+	+	+
- Bể lắng:							
+ hai vỏ	+	+	+	-	-	-	-
+ đứng	-	+	+	+	-	-	-
+ ngang	-	-	-	+	+	+	+
+ ly tâm (radian)	-	-	-	+	+	+	+
- Bể metan	-	-	-	+	+	+	+
- Sân phơi bùn	+	+	+	+	+	+	+
- Máy lọc chân không	-	-	-	-	-	+	+
- Máy lọc ly tâm	-	-	-	+	+	+	+
- Trạm khử trùng	+	+	+	+	+	+	+

Bảng 3.2 (tiếp theo)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Phương pháp xử lý sinh học							
- Bãi lọc ngầm	+	-	-	-	-	-	-
- Cánh đồng tưới	+	+	+	+	-	-	-
- Bãi lọc	+	+	+	+	-	-	-
- Bể biophin cao tải	-	-	+	+	+	+	-
- Bể biophin thường	+	+	+	+	-	-	-
- Hồ sinh học	+	+	+	-	-	-	-
- Bể aeroten	+	+	+	+	+	+	+
- Bể nén bùn	-	-	-	+	+	+	+

Chú thích: + Kiến nghị sử dụng;
- Kiến nghị không sử dụng.

Phần II

CÁC QUÁ TRÌNH VÀ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

4

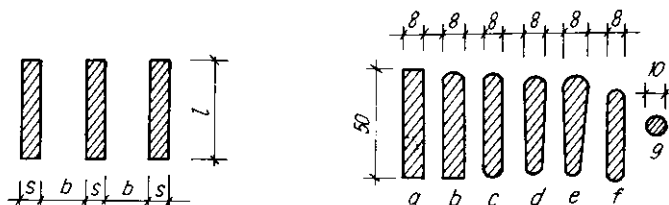
CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP CƠ HỌC

4.1. SONG CHẮN RÁC VÀ LƯỚI LỌC

4.1.1. Song chắn rác

Cấu tạo của song chắn rác gồm các thanh chắn rác bằng thép không gỉ, sắp xếp cạnh nhau và hàn cố định trên khung thép, được đặt ở trên mương dẫn nước. Khoảng cách giữa các thanh thép gọi là khe hở.

Thanh chắn rác có thể dùng loại tiết diện tròn $d = 8 \div 10$ mm, chữ nhật $s \times b = 10 \times 10$ và 8×60 mm, bầu dục... (hình 4.1). Tiết diện tròn ít được sử dụng vì rác dễ dính chặt vào thanh chắn rác gây khó khăn cho công tác vớt rác. Được sử dụng nhiều là các thanh chắn rác có tiết diện hình chữ nhật, tuy nhiên loại này tổn thất thủy lực lớn.



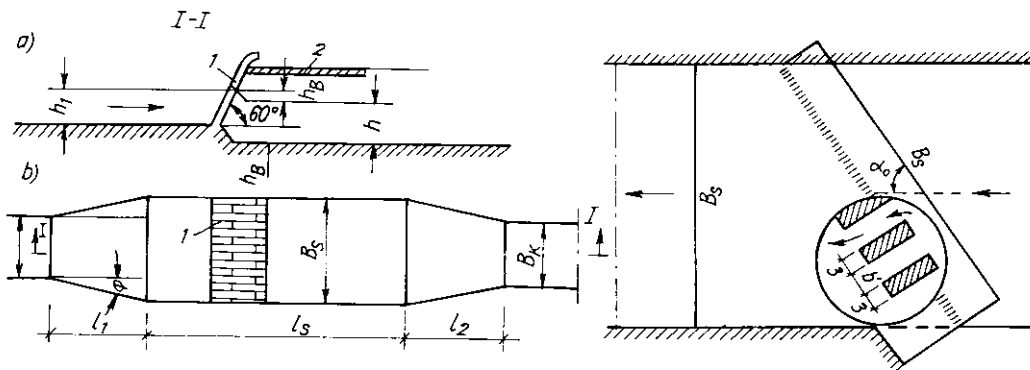
Hình 4.1. Tiết diện các thanh chắn rác

Song chắn rác có thể phân thành các nhóm như sau:

- Theo kích thước của khe hở, song chắn rác phân ra loại thô (30 - 200mm) và loại trung bình (5 - 25mm). Đối với nước thải sinh hoạt, ít được sử dụng song chắn rác có khe hở nhỏ hơn 16 mm.

- Theo đặc điểm cấu tạo, song chắn rác phân biệt loại cố định và di động.
- Theo phương pháp vớt rác, song chắn rác phân biệt loại thủ công và loại cơ giới.

Song chắn rác thường đặt nghiêng một góc $45^\circ - 90^\circ$ (60°) so với mặt phẳng ngang để tiện lợi khi vớt rác (hình 4.2a), theo mặt bằng cũng có thể đặt vuông góc (hình 4.2b) hoặc tạo thành góc nghiêng so với hướng nước chảy (hình 4.2c). Nếu rác giữ lại trên song chắn rác lớn hơn $0,1 \text{ m}^3/\text{ngày}$ thì rác được vớt và nghiền bằng phương pháp cơ giới. Hình 4.3 trình bày sơ đồ đặt song chắn rác cơ giới.



Hình 4.2. Sơ đồ đặt song chắn rác

a) Mặt cắt I - I; b, c) Mặt bằng.

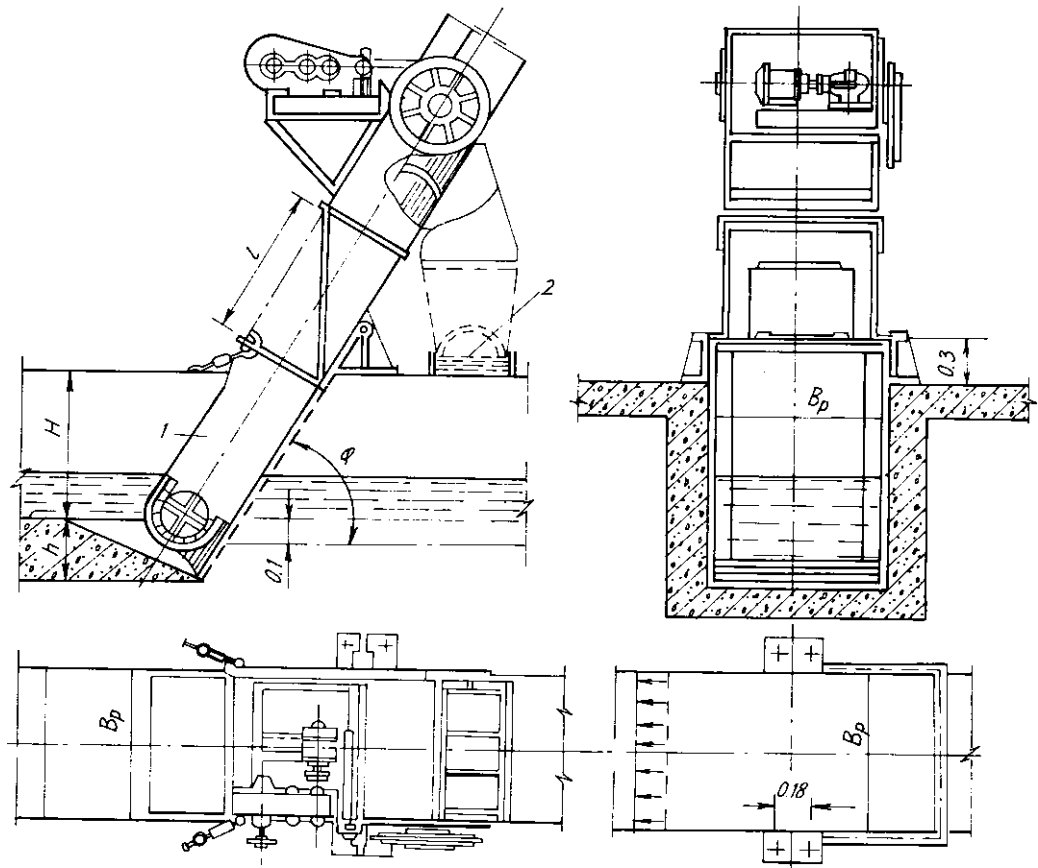
Lượng rác giữ lại trên song chắn rác phụ thuộc loại nước thải, chiều rộng khe hở, phương pháp vớt rác,... có thể tham khảo bảng 4.1. Độ ẩm của rác khoảng 80%; độ tro 7 - 8%; trọng lượng thể tích 750 kg/m^3 ; sau khi nghiền vụn rác có kích thước 1mm chiếm 54%, 1 - 8mm chiếm 46%. Vụn rác sau nghiền cho đổ trở lại mương đặt trước song chắn rác.

Bảng 4.1. Lượng rác giữ lại trên song chắn rác với khe hở song chắn khác nhau

Khe hở song chắn (mm)	16	20	25	30	40	50	70	90	100	120
Lượng rác giữ lại theo tiêu chuẩn (l/người.năm)	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{3,5}{3}$	$\frac{3}{2,5}$	$\frac{2,5}{1,5}$	2	1,5	1,2	1,1	1,0

Chú thích: - Tử số là lượng rác được giữ lại ở song chắn rác cơ giới;
- Mẫu số là lượng rác giữ lại ở song chắn rác thủ công.

Tính toán song chắn rác bao gồm: việc xác định kích thước buồng đặt song chắn, song chắn và tổn thất cột nước qua song chắn. Sơ đồ tính toán xem hình 4.2.



Hình 4.3. Sơ đồ đặt song chắn cơ giới

1- Song chắn rác vớt rác bằng cơ giới; 2- Băng chổi.

Số lượng khe hở song chắn:

$$n = \frac{q}{V_s h_1 b} k_o \quad (4.1)$$

trong đó: q - lưu lượng tính toán nước thải, m^3/s ;

V_s - tốc độ nước chảy qua song chắn, m/s ;

h_1 - độ sâu nước ở chân song chắn, m ;

k_o - hệ số tính đến sự thu hẹp dòng chảy, thường lấy $k_o = 1,05$;

b - chiều rộng khe hở song chắn, m .

Chiều rộng buồng đặt song chắn rác:

$$B_s = S(n - 1) + bn. \quad (4.2)$$

trong đó: S - chiều dày thanh chắn rác, m.

Chiều dài buồng đặt song chắn:

- Chiều dài đoạn mở rộng (góc 20°):

$$L_1 = \frac{B_s - B_k}{2 \operatorname{tg} 20^\circ} = 1,73(B_s - B_k). \quad (4.3)$$

- Chiều dài đoạn thu hẹp sau song chắn:

$$L_2 = 0,5 L_1. \quad (4.4)$$

Chiều dài đặt buồng song chắn L_s lấy không nhỏ hơn 1,0m; còn diện tích của khu vực mở rộng sau song chắn rác không nên lấy ít hơn $0,8\text{m}^2$.

Tổn thất cột nước qua song chắn phụ thuộc không chỉ vào mức độ thu hẹp của diện tích ướt, tỉ lệ giữa chiều dày và chiều rộng khe hở thanh chắn rác, hình dạng thanh chắn rác và góc nghiêng đặt song chắn mà còn phụ thuộc vào đặc tính riêng của rác, có thể xác định theo công thức:

$$h_s = \zeta \frac{V^2}{2g} k_o, \quad (4.5)$$

trong đó: ζ - hệ số tổn thất cục bộ tại song chắn rác, phụ thuộc vào tiết diện thanh chắn rác, có thể xác định theo công thức:

$$\zeta = \beta \left(\frac{S}{b} \right)^4 \sin \alpha_o, \quad (4.6)$$

ở đây: α_o - góc nghiêng đặt song chắn:

β - hệ số lấy phụ thuộc vào loại thanh chắn rác, lấy theo bảng sau:

Hình dạng thanh chắn rác	a	b	c	d	e	f	g
β	2,42	1,83	1,67	1,035	0,92	0,96	1,97

Lượng rác chắn giữ tại song chắn xác định theo công thức:

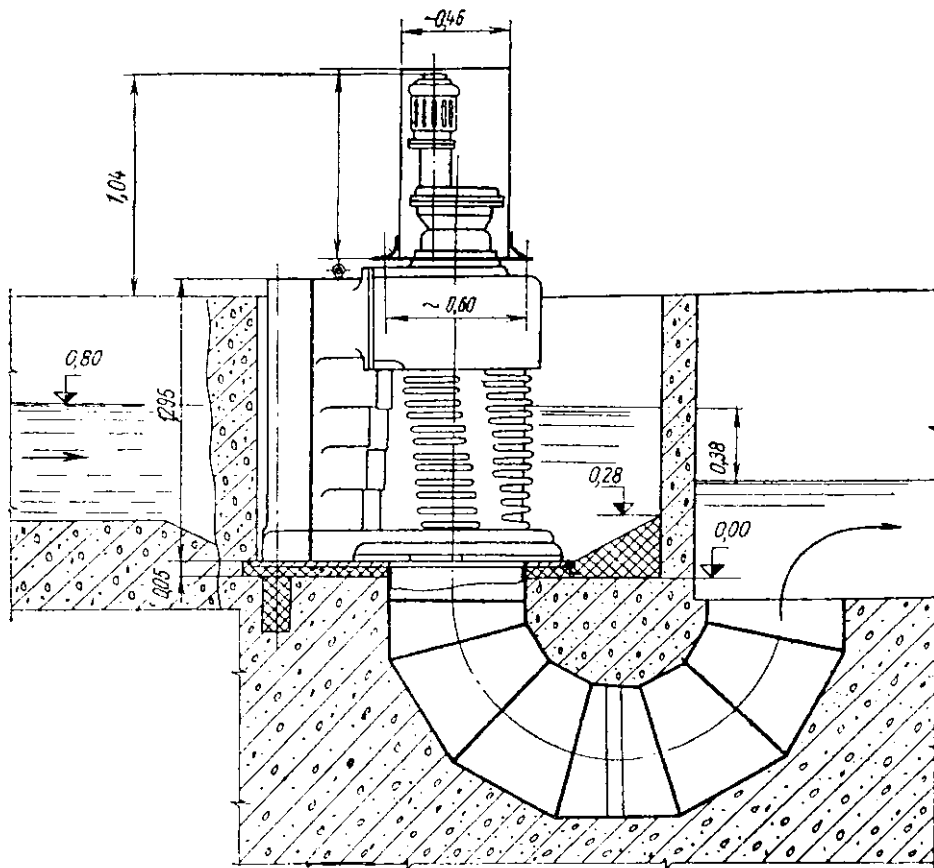
$$w = \frac{a \cdot N}{365 \cdot 1000}, \text{ m}^3/\text{ngày}, \quad (4.7)$$

trong đó: a - lượng rác tính trên đầu người trong năm, lấy phụ thuộc vào loại nước thải, chiều rộng khe hở song chắn và phương pháp vớt rác

(bảng 4.1). Đối với nước thải sinh hoạt, khi chiều rộng khe hở là $\leq 16\text{mm}$ thì lượng rác giữ lại hàng năm có thể lấy bằng 8 l/người.năm :

N - số người tính toán sử dụng hệ thống thoát nước, người.

Ở nước ngoài, người ta còn sử dụng rộng rãi loại song chắn rác kết hợp vừa chắn giữ rác vừa nghiền rác - Communitor (hình 4.4), đảm bảo tốt về mặt vệ sinh, chế độ công tác ổn định và quản lý dễ dàng.



Hình 4.4. Chi tiết của Communitor

4.1.2. Lưới lọc

Đối với nước thải công nghiệp, còn sử dụng loại lưới lọc - tấm thép mỏng đục lỗ hoặc dây thép đan với nhau chiều rộng mắt lưới không lớn hơn 5 mm để chắn giữ rác. Nước thải sau khi cho qua lưới lọc, nếu điều kiện vệ sinh cho phép, có thể xả vào các hồ nước lớn. Cũng có trường hợp người ta đặt song chắn rác với chiều rộng khe hở đến 30 mm để chắn giữ rác sơ bộ trước khi cho qua lưới lọc. Lưới lọc phân biệt thành loại phẳng và loại trụ. Theo phương

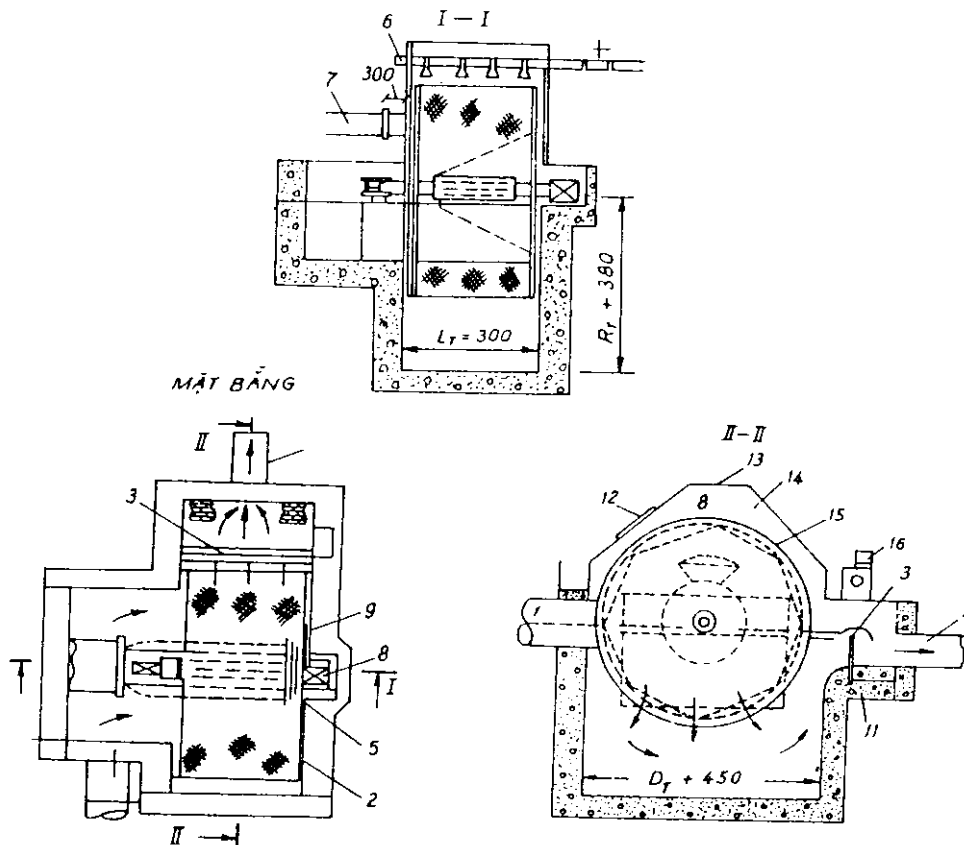
pháp làm sạch lưới, phân biệt thành loại khô và loại ướt. Loại khô làm sạch bằng bàn chải sắt, loại ướt làm sạch bằng thủy lực.

Thông thường lưới lọc sử dụng để xử lý sơ bộ, thu hồi các sản phẩm quý ở dạng chất không tan trong nước thải công nghiệp trước khi xả vào mạng lưới thoát nước đô thị.

Lưới lọc được đặt trên các khung đỡ hình trụ hoặc đĩa tròn.

Khung hình trụ (hình 4.5) giống như một cái trống quay xung quanh trục nằm ngang, bên ngoài có lưới lọc.

Những chất được giữ lại trên mặt lưới được xối rửa bằng những tia nước mạnh và cho chảy vào máng thu nước.



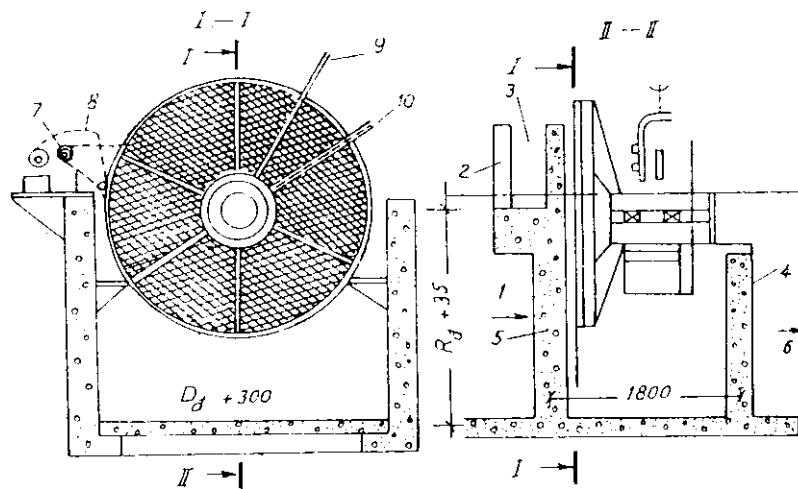
Hình 4.5. Lưới lọc hình trụ

R_T , D_T , L_T – Bán kính, đường kính, chiều dài khung.

- 1- Nước vào; 2 - Khung và vải lọc; 3- Đập tràn; 4- Nước ra; 5- Máng để thu cặn;
- 6- Nước rửa; 7- Ống xả cặn và nước rửa; 8 - Trục quay và Ổ bi; 9, 10 - Xích và bộ phận truyền động; 11 - Bộ điều chỉnh đập tràn theo chiều sâu lớp nước chảy ra;
- 12- Nắp đáy; 13- Vải bọc; 14- Vòi phun; 15- Thanh chống; 16- Động cơ truyền động.

Loại lưới lọc khung này được dùng rộng rãi để xử lý nước thải sản xuất trong công nghiệp dệt, xenluloza, giấy, da. Các chất bị giữ lại là sợi gỗ, len, lông súc vật.

Ở khung đĩa (hình 4.6) nước thải được dẫn vào theo hướng song song với trục quay của đĩa, các chất bị giữ lại ở lưới cũng được xối rửa bằng những tia nước. Khung thường có đường kính 1200 - 3000 mm. Công suất 100 - 2000 m³/h. Công suất của lưới lọc tùy thuộc vào đường kính, chiều rộng của khung hình trụ, vào đặc tính các chất cần giữ lại.



Hình 4.6. Lưới lọc kiểu đĩa tròn

R_d, R_d - Đường kính, bán kính hình cầu.

- 1- Nước vào; 2- Máng thu cặn; 3- Vòi phun; 4- Đập tràn điều chỉnh mực nước;
5- Đệm cao su; 6- Nước ra; 7- Động cơ truyền động; 8- Vỏ bọc xích truyền động;
9- Ống dẫn nước rửa; 10- Mặt cắt ngang của máng.

4.2. BỂ LẮNG CÁT

Bể lắng cát dùng để loại những hạt cặn lớn vô cơ chứa trong nước thải mà chủ yếu là cát. Trên trạm xử lý nước thải nếu để cát lắng lại trong các bể lắng sẽ gây khó khăn cho công tác lấy cặn. Trong cặn có cát có thể làm cho các ống dẫn bùn không hoạt động được, máy bơm chóng hỏng. Đối với bể metan và bể lắng hai vỏ thì cát là chất thừa... Do đó việc xây dựng bể lắng cát trên các trạm xử lý khi lượng nước thải lớn hơn 100m³/ngày là cần thiết.

Dưới tác động của lực trọng trường, các phần tử rắn có tỉ trọng lớn hơn tỉ trọng của nước sẽ được lắng xuống đáy trong quá trình nước thải chuyển động qua bể lắng cát. Bể lắng cát phải được tính toán với tốc độ dòng chảy đủ lớn

(0,3m/s) để các phân tử hữu cơ nhỏ không lắng được và đủ nhỏ (0,15m/s) để cát và các tạp chất rắn vô cơ giữ lại được trong bể. Bể thường được tính toán để giữ lại các hạt cát có độ lớn thủy lực 18 - 24 mm/s (đường kính hạt 0.2 - 0.25mm).

Theo nguyên tắc chuyển động của nước ở trong bể lắng cát, người ta phân biệt bể lắng cát ngang, bể lắng cát ngang nước chuyển động vòng, bể lắng cát đứng dòng chảy từ dưới lên trên, bể lắng cát chảy theo phương tiếp tuyến, bể lắng cát sục gió v.v... Trong thực tế xây dựng thì bể lắng cát ngang được sử dụng rộng rãi nhất.

Các hạt cát và những hạt rắn nhỏ không hòa tan trong nước thải khi đi qua bể lắng cát, dưới tác động của lực hấp dẫn, sẽ rơi xuống đáy bể với tốc độ tương ứng với độ lớn thủy lực và trọng lượng riêng của nó.

Tốc độ chuyển động của dòng chảy càng lớn thì tốc độ rơi thành phần đứng càng mạnh và các hạt rắn kích thước nhỏ cuốn theo dòng chảy càng nhiều. Ngược lại, tốc độ dòng chảy càng bé thì các hạt kích thước nhỏ rơi xuống đáy tạo thành cặn lắng càng nhiều. Như vậy, bể lắng cát làm việc có hiệu suất với khoảng giới hạn tốc độ nhất định. Đối với bể lắng cát ngang $V_{\max} = 0,3 \text{ m/s}$ (với lưu lượng tối đa) $V_{\min} = 0,15 \text{ m/s}$ (với lưu lượng tối thiểu) và thời gian lưu nước trong bể từ 30 đến 60 giây.

Khi tốc độ dòng chảy giảm dần tới giới hạn 0,15 m/s thì những liên kết hữu cơ có kích thước nhỏ có thể bắt đầu rơi lắng. Để tránh hiện tượng này cần thiết phải làm ổn định dòng chảy.

Tốc độ 0,3 m/s là tốc độ trung bình tính cho toàn bộ tiết diện ướt. Trong thực tế thì ở một số chỗ trong mặt cắt ướt tốc độ tăng lên gây hiện tượng cuốn cát theo, ở một số chỗ khác tốc độ dòng chảy giảm xuống gây hiện tượng lắng cặn. Do đó cần có biện pháp làm điều hòa dòng chảy ở trong bể bằng cách hoàn thiện thiết bị phân phối ở đầu bể và thiết bị thu nước ở cuối bể.

Bể lắng cát đứng ít được sử dụng vì khối lượng xây dựng lớn.

Bể lắng cát tiếp tuyến có mặt bằng hình tròn. Máng dẫn nước vào làm tiếp tuyến với bể. Ở trong bể các hạt cát chịu tác động của hai lực: trọng lượng bản thân và lực ly tâm do dòng chảy vào tạo ra. Do vậy mà khả năng tách cát khỏi nước thải được tốt hơn.

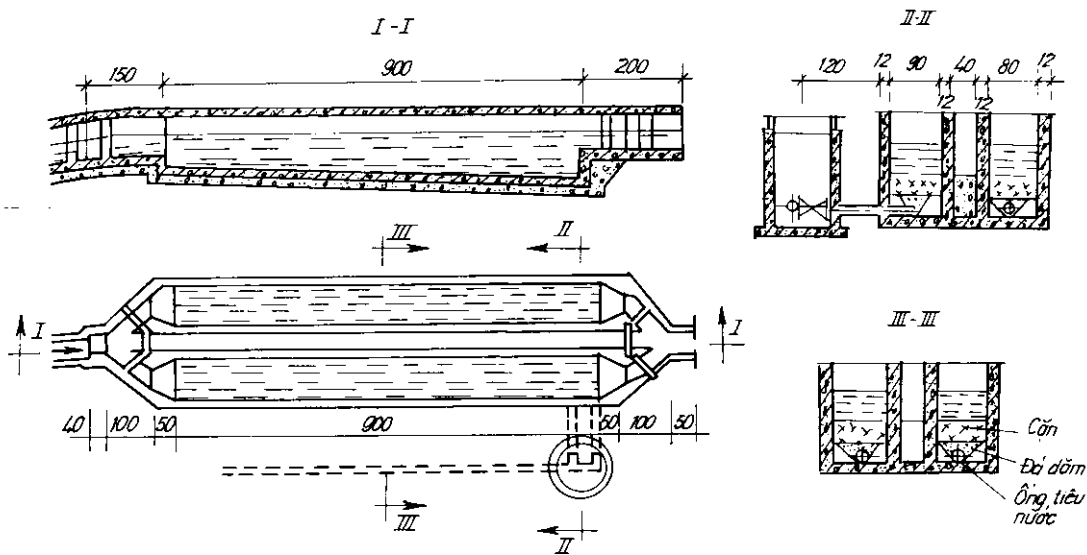
Bể lắng cát có sục khí là bước phát triển tiếp theo của bể lắng cát tiếp tuyến, nó được xây dựng với hình thù bể chứa kéo dài. Nhờ sục khí mà nước thải ở

trong bể chuyển động vừa quay vừa tịnh tiến tạo nên chuyển động xoắn ốc. Hiệu suất xử lý của loại bể này rất cao.

Lượng cát giữ lại ở bể lắng cát phụ thuộc vào nhiều yếu tố: loại hệ thống thoát nước, tổng chiều dài mạng lưới, điều kiện sử dụng hệ thống, tốc độ dòng chảy, thành phần tính chất nước thải,... Đối với bể lắng cát ngang và bể lắng tiếp tuyến, có thể lấy bằng 0,02 l/người.ngày; độ ẩm trung bình 60%; khối lượng riêng 1,5 t/m³ (đối với hệ thống thoát nước riêng). Đối với hệ thống chung, lượng cát có thể lấy lớn hơn hai lần so với hệ thống riêng.

4.2.1. Bể lắng cát ngang

Cấu tạo bể lắng cát ngang gồm phần công tác và phần chứa cát. Phần chứa cát có thể có một hố thu cát ở đầu bể, hoặc chia làm nhiều đoạn, mỗi đoạn có hố thu cát riêng. Cát được xả ra khỏi bể bằng nhiều cách: xả thủ công, bằng máy hút cát hoặc nhờ thiết bị nâng thủy lực,... Trong thực tế người ta sử dụng rộng rãi loại bể lắng cát xả cát bằng cơ giới.



Hình 4.7. Bể lắng cát ngang nước chảy thẳng - xả cát thủ công có hệ thống tiêu nước ở đáy

Hình 4.7 giới thiệu cấu tạo bể lắng cát ngang xả cát thủ công có hệ thống tiêu nước ở đáy. Bể lắng cát bao gồm hai ngăn, giữa hai ngăn thường xây dựng mương xả sự cố. Ở đáy bể có máng lõm để đặt hệ thống tiêu nước bằng bê tông (hay bằng sành) $\phi 100$ mm, phía trên đổ một lớp sỏi đá dày 20 - 30 cm.

Sau khi cặn đã lấp đầy đáy bể đến mức quy định, cho khóa nước ở đầu và cuối bể lại (tiến hành đối với từng ngăn), mở khóa trên đường ống tiêu nước để rút hết nước ở trong bể. Một hai ngày sau khi cát đã rút hết nước người ta tiến hành hót cát. Cát sẽ đưa tới bãi đất có bờ chắn chung quanh gọi là sân phơi cát để làm khô.

Bảng 4.2 giới thiệu kích thước cơ bản của bể lắng cát ngang nước chảy thẳng được thiết kế xây dựng tại Nga và các nước trong Liên bang Xô Viết cũ.

Bảng 4.2. Những kích thước cơ bản của bể lắng cát ngang nước chảy thẳng

Lưu lượng nước, 1000 (m ³ /ng)	Số ngăn	Kích thước ngăn (m)		
		Chiều dài	Chiều rộng	Chiều sâu phần nước
25	2	9	1,25	0,55
50	2	15	2,8	0,55
70	2	18	3	0,58
100	3	18	3	0,55
140	2	18	4,5	0,67
200	3	18	4,5	0,65
280	4	18	4,5	0,67

Khi trạm xử lý công suất lớn hơn 2000m³/ng.đ, có thể áp dụng loại bể lắng cát ngang nước chuyển động vòng (hình 4. 8). Bể gồm phần lắng, máng vòng theo chu vi hình tròn của bể. Ở đáy máng làm khe hở rộng 0,10 - 0.15m để cát chui xuống phần chứa. Phần chứa có dạng nón cụt. Xả cát bằng máy bơm phun tia.

Nguyên tắc làm việc của loại bể lắng cát này tương tự như bể lắng cát ngang nước chuyển động thẳng. Chiều dài đường đi của nước lấy bằng đường đi qua điểm giữa của máng vòng lắng cát

Bể lắng cát ngang nước chuyển động vòng chiếm ít diện tích xây dựng hơn bể lắng ngang thông thường. Kích thước của loại bể này có thể tham khảo bảng 4.3.

Tính toán bể lắng cát ngang tiến hành như sau

Chiều dài phần lắng xác định theo công thức:

$$L = n_1 \frac{1000 V H_p}{U_o}, \text{ m}, \quad (4.8)$$

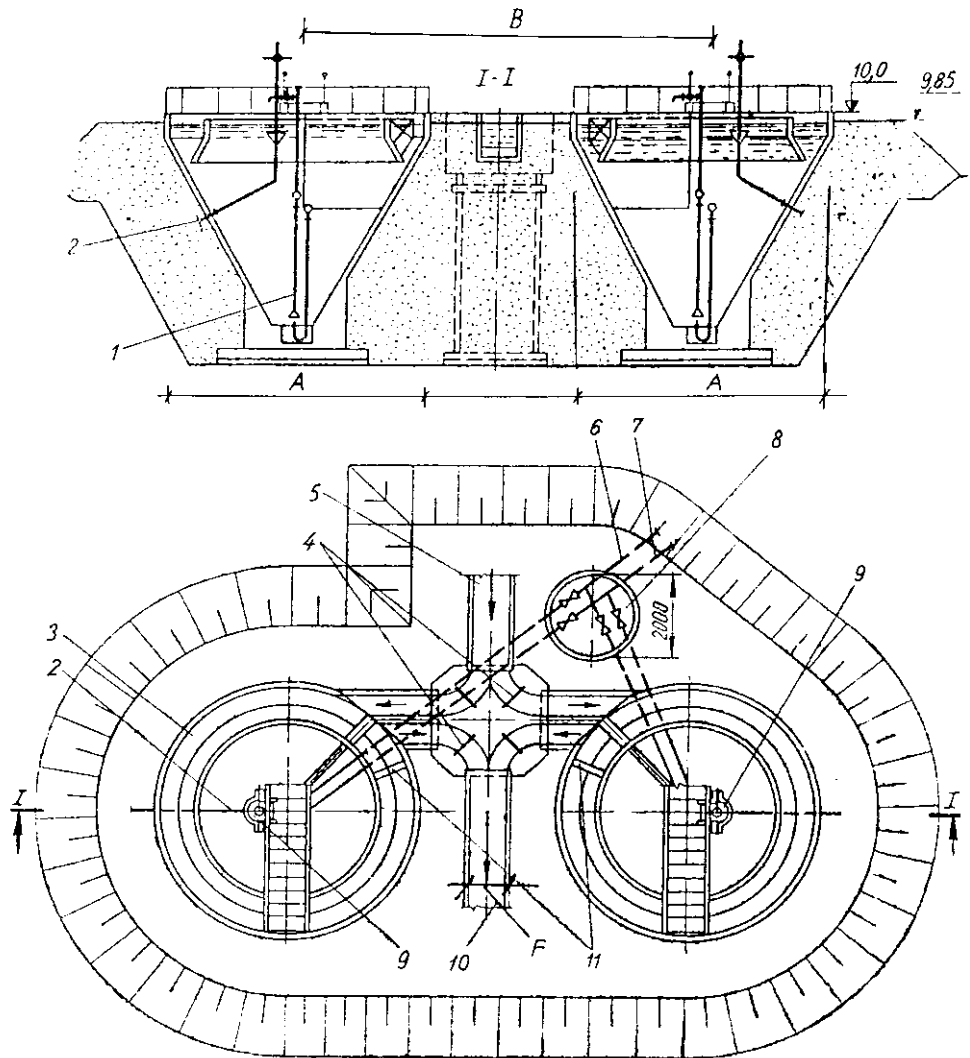
trong đó: V - tốc độ chuyển động ngang của nước ở trong bể lắng cát khi lưu lượng tối đa là $V = 0,3\text{m/s}$;

H_p - chiều sâu phần lắng, lấy bằng $0,25 - 1,0\text{m}$;

U_o - độ lớn thủy lực của hạt cặn, lấy bằng $18 - 24\text{mm/s}$ (xem bảng 4.4);

n_1 - hệ số thực nghiệm, có tính đến chế độ thủy lực và tốc độ rơi của cát trong bể lắng. Khi $U_o = 18\text{mm/s}$, lấy $n_1 = 1,7$ và khi

$U_o = 24 \text{ mm/s}$, $n_1 = 1,3$.



Hình 4.8. Bể lắng cát ngang nước chuyển động vòng

- 1- Thiết bị nâng thủy lực; 2- Ống tháo cặn nổi; 3- Máng nước; 4- Phai chắn thủ công; 5- Máng dẫn nước thải vào; 6,7- Ống dẫn cặn; 8- Giếng quản lý (bố trí van khóa điều chỉnh lưu lượng); 9- Thiết bị thu gom thiết bị nổi; 10- Máng tháo nước ra; 11- Tấm chắn nửa ngập (dùng khi xử lý nước thải của công nghiệp dầu mỡ).

Bảng 4.3. Những kích thước cơ bản của bể lắng cát ngang nước chuyển động vòng

Công suất		Những kích thước cơ bản (mm)						
$m^3/ng.đ$	l/s	A	B	C	D	E	F	G
1400 - 2700	31 - 56	4000	$\frac{6000}{6500}$	2000	$\frac{4700}{4350}$	$\frac{500}{800}$	300	200
2700 - 4200	56 - 83						300	250
4200 - 700	83 - 133						450	300
700 - 10000	133 - 183						600	350
10000 - 17000	183 - 278	6000	$\frac{10000}{11000}$	2500	$\frac{5000}{4850}$	1000	600	600
17000 - 25000	278 - 394					900	900	
25000 - 40000	394 - 590					900	900	
40000 - 64000	590 - 920					1800	1200	900

Ghi chú: A - Đường kính của bể; B - Khoảng cách giữa các trung tâm của các bể;
 C - Khoảng cách giữa các trục máng chính dẫn nước vào và buồng chính lưu;
 D - Khoảng cách giữa trục bể lắng cát (mặt cắt I - I) và trục buồng chính lưu;
 E - Chiều rộng của máng vòng lắng cặn; F - Chiều rộng của máng chính dẫn nước ra; G - Chiều rộng của máng dẫn nước vào và dẫn nước ra khỏi bể lắng cát.

Bảng 4.4. Độ lớn thủy lực phụ thuộc vào đường kính hạt cát

Đường kính hạt cát (mm)	0,12	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35
Độ lớn thủy lực U_0 khi nhiệt độ 15°C (mm/s)	7,37	11,5	18,7	24,2	28,3	34,5

Chiều rộng bể lắng cát:

$$B = \frac{Q}{V \cdot H_p}, \text{ m} \quad (4.9)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải, m^3/s .

Thời gian nước lưu trong bể lắng cát ngang lấy 30 - 50s, chiều rộng mỗi ngăn 0,5 - 2,0m.

Thể tích ngăn chứa cát:

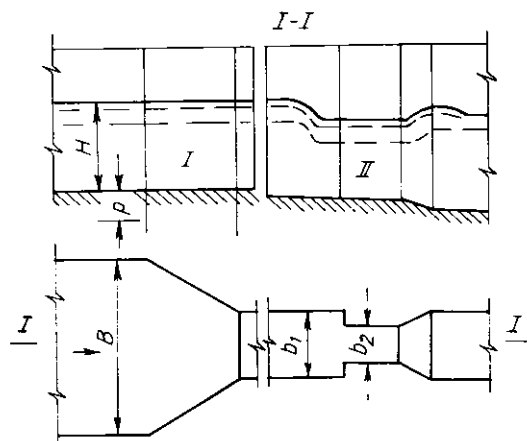
$$W_c = \frac{a \cdot T \cdot N}{1000}, \text{ m}^3 \quad (4.10)$$

trong đó: T - thời gian giữa hai lần vớt cát, lấy không quá hai ngày;

N - số người sử dụng hệ thống;

α - tiêu chuẩn giữ cát tính trên đầu người ngày. Đối với nước thải đô thị, lượng cát (với độ ẩm 60% và khối lượng thể tích $1,5t/m^3$) là $\alpha = 0,02$ l/người/ngày.

Để ổn định tốc độ dòng chảy trong bể lắng cát, ở cuối bể thường xây dựng cửa tràn kiểu máng đo lưu lượng theo tỉ lệ với độ ngập nước H trong bể lắng cát. xem hình 4.9.



Hình 4.9. Sơ đồ bể lắng cát ngang với cửa tràn kiểu máng đo lưu lượng
I - Bể lắng cát;
II - Cửa tràn kiểu máng đo lưu lượng

Kích thước máng tràn xác định theo các công thức sau:

$$P = \frac{H_{\max} - k^{2/3} H_{\min}}{k^{2/3} - 1}, \quad (4.11)$$

$$b_2 = \frac{Q_{\max}}{m \sqrt{2g} (P + H_{\max})^{3/2}}, \quad (4.12)$$

trong đó: p - độ chênh giữa đáy của bể lắng cát và đáy của cửa tràn;

H_{\max}, H_{\min} - chiều sâu dòng chảy trong bể lắng cát ứng với lưu lượng

Q_{\max} và Q_{\min} với tốc độ 0,3m/s

$$k = Q_{\max}/Q_{\min};$$

b_2 - chiều rộng cửa tràn;

m - hệ số lưu lượng, $m = 0,35$.

VÍ DỤ: Tính toán bể lắng cát cho trạm xử lý nước thải công suất: $Q_{\max} = 0,2m^3/s$, $Q_{\min} = 0,1m^3/s$. Lắng cát cỡ hạt $d = 0,2mm$. Vận tốc qua bể $V = 0,2m/s$.

Giải:

1) Độ lớn thủy lực của hạt cỡ 0,2mm, tra bảng 4.4 có $U_o = 18,7$ mm/s.

2) Chiều dài bể xác định theo công thức (4.8):

$$L = n_1 \frac{1000VH_p}{U_o} = 1,7 \frac{1000 \cdot 0,2 \cdot 0,5}{18,7} = 9,1 \text{ m, lấy } L = 10\text{m.}$$

3) Chiều rộng của bể theo công thức (4.9):

$$B = \frac{Q}{V.H_p} = 0.2/(0.2.0.5) = 2,0 \text{ m.}$$

4) Thể tích ngăn chứa cát theo công thức (4.10):

$$W_c = \frac{a.T.N}{1000} = \frac{0,02 \times 2 \times 17280}{1000} = 0.69 \text{ m}^3/\text{ngày},$$

trong đó: T - thời gian giữa 2 lần xả cát, lấy không quá 2 ngày;

N - số người sử dụng hệ thống.

$$N = \frac{200 \times 86400}{100} = 17280 \text{ người (tiêu chuẩn thoát nước lấy bằng } 100 \text{ l/người/ngày)}$$

a - Tiêu chuẩn chắn giữ cát tính trên đầu người trong ngày, $a = 0.002$ lít/người/ngày.

Kích thước máng tràn xác định theo công thức (4.11) và (4.12):

$$P = \frac{H_{\max} - k^{2/3} H_{\min}}{k^{2/3} - 1} = \frac{0.5 - 2^{2/3} \times 0.25}{2^{2/3} - 1} = 0.175 \text{ m}$$

$$b_2 = \frac{q_{\max}}{m \sqrt{2g} (P + H_{\max})^{3/2}} = \frac{0.2}{0.35 \sqrt{19.62} (0.175 + 0.5)^{3/2}} = 0.259 \text{ m}$$

trong đó: $H_{\max} = 0.5$ m;

$$H_{\min} = \frac{Q_{\min}}{B.V} = \frac{0.1}{2 \times 0.2} = 0.25$$

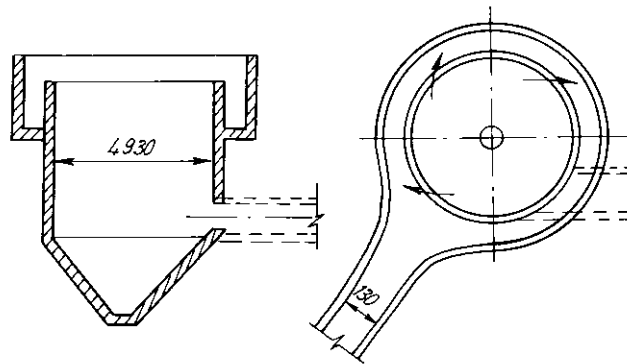
$$K = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{0.2}{0.1} = 2 \text{ m}$$

$$m = 0.35.$$

4.2.2. Bể lắng cát đứng

Hiện tại bể lắng cát đứng được xây dựng theo nguyên tắc nước dâng từ dưới lên trên dọc theo thân bể (hình 4.10).

Nước thải được dẫn theo ống tiếp tuyến ở phía dưới phần hình trụ của bể tạo ra chuyển động vòng và do nước dâng từ dưới lên, nên tạo ra chuyển động tịnh tiến. Hai chuyển động này tạo nên một chuyển động vừa xoay tròn vừa xoắn theo thân bể dâng lên. Trong khi đó các hạt



Hình 4.10. Bể lắng cát đứng

- 1- Ống dẫn nước vào; 2- Máng dẫn nước ra;
- 3- Máng thu nước đã lắng; 4- Thân bể.

cát dồn về phía trung tâm, chuyển động ngược lại do lực hấp dẫn và rơi xuống đáy bể, nhờ vậy mà cát được rửa sạch từng phần khỏi những chất hữu cơ dính bám.

Tính toán bể lắng cát đứng thường theo tải trọng bề mặt. Đối với bể lắng cát đứng, tải trọng bề mặt lấy khoảng $110 - 130 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$; tốc độ nước chảy trong máng thu (đặt xung quang bể) $0,4 \text{ m/s}$; thời gian nước lưu $2 - 3,5$ phút; tốc độ nước dâng $3 - 3,7 \text{ m/s}$.

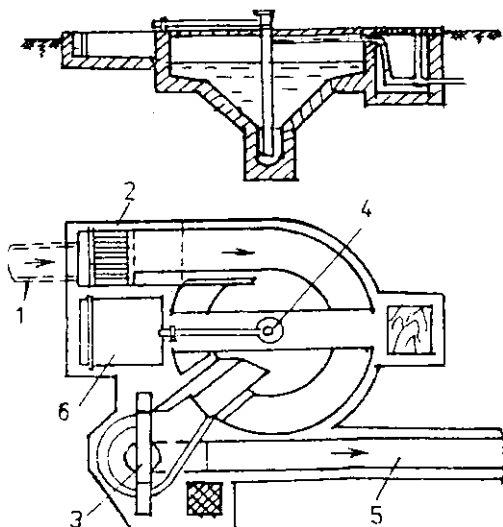
4.2.3. Bể lắng cát tiếp tuyến

Đặc điểm của loại bể lắng này là: chiều sâu công tác nhỏ, tải trọng trên bề mặt bể cao. Hình 4.11 và 4.12 là sơ đồ bể lắng cát kiểu này được dùng tại Tiệp Khắc cũ.

Đối với bể lắng tiếp tuyến tính toán theo tải trọng bề mặt. Tải trọng bề mặt lấy vào khoảng $110 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$, tốc độ nước chảy trong máng chính $0,6 - 0,8 \text{ m/s}$; đường kính của bể lấy không lớn hơn 6 m .

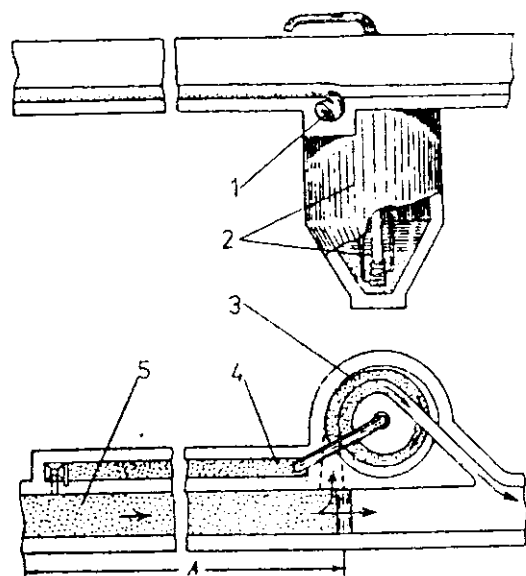
Việc lấy cát ra khỏi bể bằng thiết bị bơm khí nén.

Về cấu tạo nên chọn chiều sâu của bể không quá nửa đường kính ($h \leq D/2$).



Hình 4.11. Bể lắng cát xây dựng tại Tiệp Khắc cũ

- 1- Dẫn nước vào; 2- Song chắn thô; 3- Song chắn kết hợp máy nghiền; 4- Bơm khí nén; 5- Xả nước; 6- Hồ tập trung cát.



Hình 4.12. Bể lắng cát Stelgel

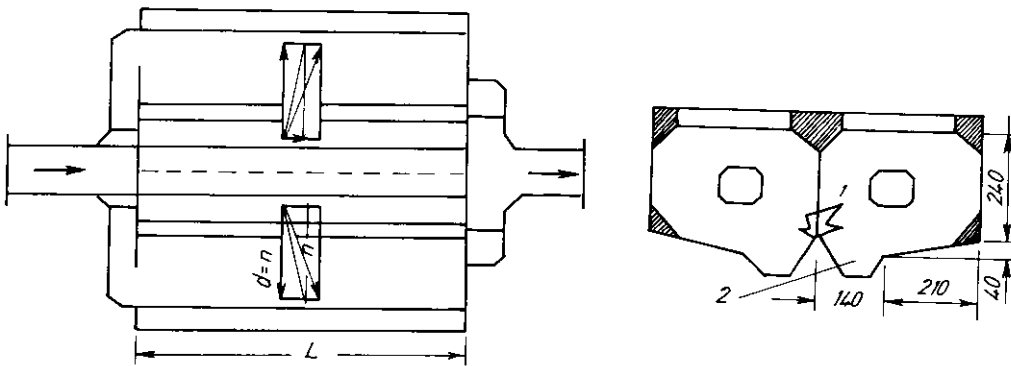
- 1- Màng ngang có khe hở; 2- Hồ thu cát với bơm khí nén; 3- Máng dẫn nước ra; 4- Máng rửa cát; 5- Dẫn nước vào.

4.2.4. Bể lắng cát sục khí

Trong bể lắng cát ngang và đứng rất khó đạt được hiệu quả xử lý cao, nhất là lượng chất hữu cơ dính bám theo cát còn nhiều. Khuyết điểm này có thể khắc phục được ở bể lắng cát sục khí.

Bể lắng cát sục khí thường có hình thù của bể chứa kéo dài (hình 4.13). Hệ thống sục khí đặt dọc theo một tường suốt cả chiều dài bể và ở vị trí cao hơn đáy một khoảng 50 - 80 cm. Ở đáy làm máng thu cát với độ dốc ngang $i = 0,1 \div 0,5$.

Việc sục khí tạo nên dòng nước chuyển động quay với tốc độ tăng dần từ trung tâm đến giá trị lớn nhất ở chu vi bể (xác định theo mặt cắt ngang). Theo tài liệu của nước ngoài, tiết diện đa giác (chiều cao và chiều rộng lấy bằng nhau) có chế độ làm việc và sự phân bố tốc độ chuyển động xoắn ốc tốt nhất. Trong thực tế, tỉ lệ giữa chiều rộng và chiều cao thường lấy bằng $B : H = 1,2 : 1$.



Hình 4.13. Sơ đồ bể lắng cát sục khí

1- Hệ thống sục khí; 2- Máng thu cát.

Bể lắng cát ngang sục khí được tính toán theo các chỉ tiêu: tốc độ chuyển động quay 0,25 - 0,3 m/s; tốc độ chuyển động tịnh tiến 0,08 - 0,12 m/s; thời gian lưu nước 1,2 - 3 phút. Với chỉ tiêu tính toán này đảm bảo giữ được cát có kích thước 0,2 mm (độ lớn thủy lực 18 mm/s). Dưới tác dụng của dòng khí nén đi từ dưới lên, nước thải sẽ chuyển động theo hình xoắn ốc, hạt cát rơi xuống vùng đáy vào phía dưới của dàn ống phun khí nén.

Để giữ tốc độ chuyển động quay, lượng không khí cần cung cấp vào khoảng $3 - 8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{mặt thoáng trong giờ}$.

Tốc độ chuyển động quay giữ không đổi trong bể lắng cát sục khí đảm bảo cho các hạt cát va chạm nhau để tách bớt cặn hữu cơ dính bám trên bề mặt hạt, đồng thời giữ cho các hạt cặn hữu cơ lơ lửng trong dòng chảy. Cặn lắng trong bể lắng cát sục khí chứa 90 - 95% cặn vô cơ, sạch hơn so với cặn lắng trong các bể lắng cát khác.

Hệ thống sục khí có thể làm bằng ống nhựa, ống thép không gỉ, khoan lỗ $\phi 3,5 - 5$ mm thành một hàng phía dưới ống và đặt ngập $(0,7 - 0,75)H$.

Xả cát ra khỏi bể bằng bơm phun tia. Để dồn cát về máng thu. Dọc đáy bể đặt ống cấp nước $\phi \geq 100$ mm gắn các vòi phun đặt cách nhau 0,4 m. Lưu lượng nước phun để lùa cát:

$$Q = v \cdot F = v \cdot B \cdot L, \text{ m}^3/\text{s}, \quad (4.13)$$

trong đó: v - tốc độ dòng tia, $v = 0,65$ cm/s (đẩy được hạt cát cỡ 0,05 cm);

F - diện tích mặt bằng của máng cát, m.

VÍ DỤ: Tính toán bể lắng cát sục khí đối với công suất $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Giải:

Theo bảng 2.5 của tài liệu "Thoát nước, tập I: Mạng lưới thoát nước" PGS.TS Hoàng Văn Huệ, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, hệ số không điều hòa ứng với $Q = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$, $K_c = 1,4$.

Lưu lượng tính toán: $Q_n = 1,4 \times 0,2 = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$.

Chọn hai bể lắng cát. Thời gian lưu nước chọn $t = 3$ phút = 180 s.

Thể tích một bể: $V = t \cdot Q_{\max} = 180 \times (0,28/2) = 25,2 \text{ m}^3$.

Chọn chiều cao nước trong bể: $H = 2$ m.

Chiều rộng của bể: $B = 1,2 \times 2 = 2,6$ m.

Chiều dài bể:

$$l = \frac{V}{B \times H} = \frac{25,5}{2 \times 2,6} = 4,85, \text{ lấy tròn } L = 5 \text{ m}$$

Lượng không khí cần cấp cho 1 bể:

$$Q_{\text{khí}} = q_1 \times F = 5 \text{ M}^3/\text{m}^2 \text{ h} \times BL = 5 \times 2,6 \times 5 = 65 \text{ m}^3/\text{h}.$$

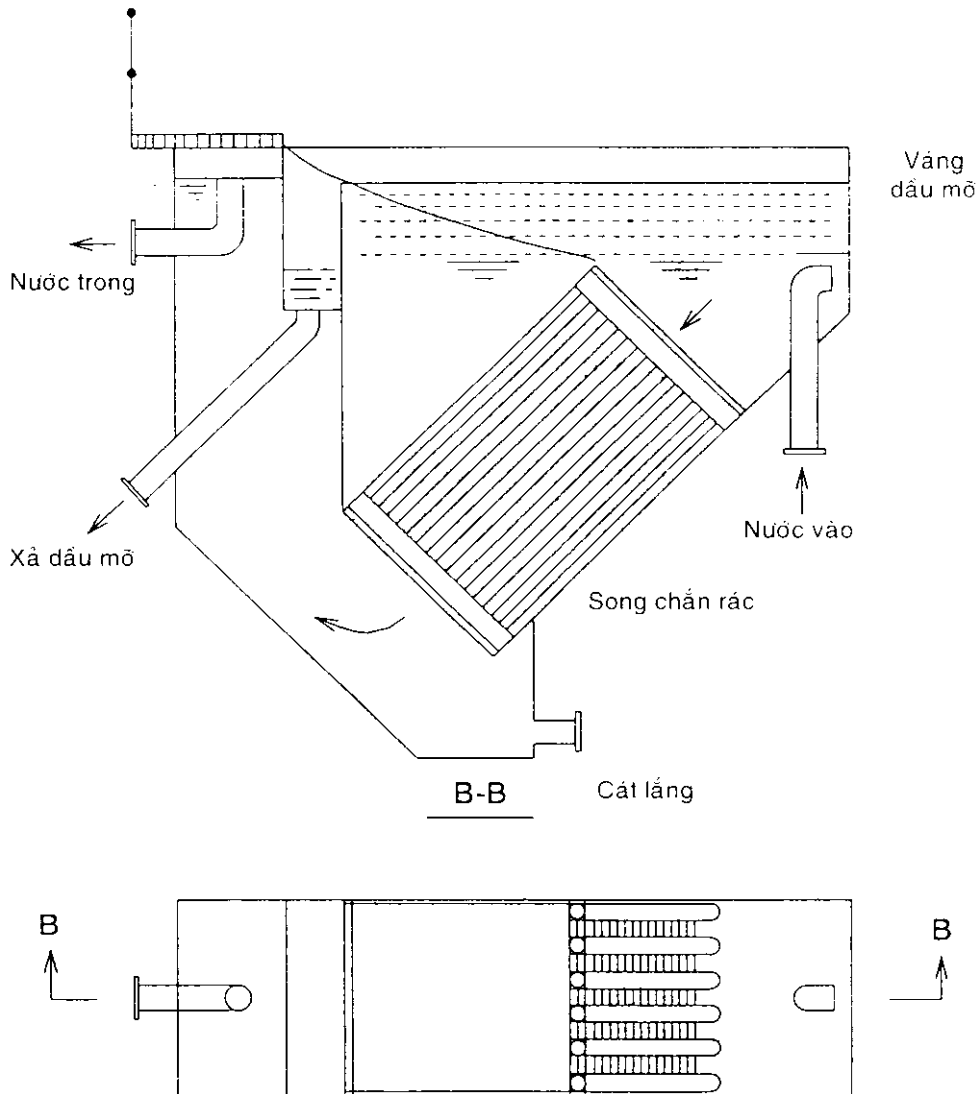
Lượng không khí trên 1 m dài bể:

$$q_2 = \frac{Q_{\text{khí}}}{L} = \frac{65000}{5 \times 3600} = 3,6 \text{ l/s mét dài}.$$

4.3. BỂ TÁCH DẦU MỠ

Trên mạng lưới thu gom nước thải của đô thị có thể có các nhà máy xí nghiệp xả nước thải có lẫn dầu mỡ vào. Để tách lượng dầu mỡ này, phải đặt thiết bị thu gom trước cửa xả vào cống chung hoặc trước bể điều hòa ở nhà máy.

Hình 4.14 giới thiệu một kiểu bể thu dầu mỡ và lắng cát phổ biến thường dùng.



Hình 4.14. Bể thu dầu, mỡ và lắng cát

4.4. BỂ ĐIỀU HÒA LƯU LƯỢNG VÀ CHẤT LƯỢNG

Lưu lượng và chất lượng nước thải từ cống thu gom chảy về trạm xử lý nước thải, đặc biệt đối với dòng thải công nghiệp và dòng nước mưa thường xuyên dao động theo thời gian trong ngày. Khi hệ số không điều hòa $K \geq 1,4$ thì nên xây dựng bể điều hòa để đảm bảo cho các công trình xử lý làm việc ổn định và đạt được giá trị kinh tế. Có hai loại bể điều hòa:

1) Bể điều hòa lưu lượng - chất lượng.

2) Bể điều hòa chất lượng.

Vị trí của các bể điều hòa lưu lượng và chất lượng thường được đặt sau bể lắng cát, trước bể lắng đợt I.

- **Bể điều hòa lưu lượng - chất lượng:** Loại bể này phải có đủ dung tích để điều hòa lưu lượng, chất lượng và bên trong phải có hệ thống thiết bị khuấy để đảm bảo sự xáo trộn đều trong toàn bộ thể tích.

Để đưa nước từ bể điều hòa sang bể lắng đợt I, có thể dùng bơm để bơm đều hoặc tạo độ chênh để nước tự chảy.

- **Bể điều hòa lưu lượng:** Loại bể này đòi hỏi đủ dung tích điều hòa lưu lượng, bên trong không cần có thiết bị khuấy trộn. Bể được chia thành nhiều ngăn, định kỳ có thể tháo khô từng ngăn để xúc cát và cặn lắng ra ngoài.

Thể tích của bể điều hòa lưu lượng: Phương pháp xác định thể tích điều hòa lưu lượng tương tự như phương pháp xác định thể tích điều hòa của bể chứa nước sạch.

Cấu tạo và vật liệu xây dựng bể: Cấu tạo của bể điều hòa phụ thuộc vào chức năng của bể. Nếu chỉ để điều hòa lưu lượng, có thể chọn hình dáng bất kỳ miễn là phù hợp với quy hoạch xây dựng đất đai của trạm xử lý, còn nếu bể dùng để điều hòa cả chất lượng và lưu lượng, đòi hỏi phải có thiết bị khuấy trộn, hình dáng bể, vị trí ống đưa nước vào, ống lấy nước ra phải xem xét tính toán kỹ phù hợp với thiết bị khuấy trộn được lựa chọn.

Thiết bị khuấy trộn làm nhiệm vụ cân bằng nồng độ các chất bẩn cho toàn bộ thể tích nước và pha loãng nồng độ các chất độc hại nếu có. Khuấy trộn có thể dùng các thiết bị cơ học với năng lượng cần 0,004 - 0,008 kW/1 m³ thể tích bể, cũng có thể dùng không khí nén với lượng không khí cần 0,01 đến 0,015 m³/1m³ dung tích bể trong 1 phút. Hệ thống sục khí có thể là các ống đục lỗ, ống đứng kiểu bơm airlift, ejector sục khí.

Đáy bể điều hòa có rốn tập trung nước khi cần có thể tháo khô bể bằng bơm chìm lưu động hoặc bằng cách xả nước trọng lực.

Vật liệu xây dựng thường làm bằng bê tông cốt thép, tuy nhiên nhiều khi cũng có thể làm bằng đất. Nếu là bể bằng đất đào hoặc bằng đất đắp phải chú ý chống thấm và chống xói mòn thành và đáy bằng các tấm bê tông lát hoặc lát

đá miết mạch. Nếu dùng thiết bị khuấy trộn cơ khí đặt trên phao nổi, phải tính thể tích hồ sao cho luôn có mực nước chết cao hơn đáy 1,5 - 2 m để đảm bảo cho hệ thống phao và máy khuấy làm việc an toàn.

Thể tích bể điều hòa chất lượng - lưu lượng nước thải:

$$W = W_1 + W_{\min} , \quad (4.14)$$

trong đó: W_1 - dung tích cần thiết để điều hòa lưu lượng;

W_{\min} - dung tích nhỏ nhất cần thiết để điều hòa chất lượng
(hay nồng độ chất bẩn) của nước thải.

4.5. BỂ LẮNG

4.5.1. Động học lắng nước thải

Lắng là phương pháp đơn giản nhất để tách các chất bẩn không hòa tan ra khỏi nước thải. Mỗi hạt rắn không hòa tan trong nước thải khi lắng sẽ chịu tác động của hai lực: trọng lượng bản thân và lực cản xuất hiện khi hạt rắn chuyển động dưới tác động của trọng lượng. Mỗi tương quan giữa hai lực đó quyết định tốc độ lắng của hạt rắn.

Trọng lượng P của hạt rắn phụ thuộc vào khối lượng, kích thước và tỉ trọng của nó. Lực cản P_1 phụ thuộc vào kích thước, hình dạng, tốc độ rơi của hạt rắn và độ nhớt của nước thải.

Tốc độ lắng của mỗi hạt rắn riêng biệt có thể coi là đều trong suốt thời gian lắng bởi vì gia tốc rơi tự do cân bằng với lực cản của môi trường. Khi đó tốc độ lắng của các hạt rắn riêng biệt trong nước thải ở trạng thái tĩnh có thể xác định từ điều kiện cân bằng của các lực tác động đối với hạt rắn.

$$P_1 = P.$$

Sau khi biểu thị thể tích hạt rắn qua đường kính và thực hiện phép biến đổi ta được công thức xác định tốc độ rơi của hạt rắn đơn lẻ:

$$U_o = 1/18\mu. (\rho - \rho_1) gd^2 . \quad (4.15)$$

trong đó: μ - hệ số nhớt của nước thải;

ρ - tỉ trọng của hạt rắn;

ρ_1 - tỉ trọng của nước thải;

d - đường kính của hạt rắn.

Đối với hạt rắn hình cầu kích thước lớn ($d > 0.1\text{mm}$) lực cản tỉ lệ bình phương với tốc độ lắng. Song hình dạng các hạt rắn trong nước thải ở trạng thái lơ lửng rất đa dạng và không phải là hình cầu. Do vậy, người ta phải dùng tới khái niệm bán kính tương đương - tức là bán kính bằng bán kính hạt hình cầu có cùng tốc độ lắng và cùng tỉ trọng ở nhiệt độ 15°C .

Bán kính tương đương của hạt thay đổi theo vị trí lắng, nhất là các hạt không phải là hình cầu.

Ở trong nước thải, hỗn hợp không hòa tan gồm tổ hợp các chất có nhiều phần nhỏ khác nhau về số lượng, hình dáng và trọng lượng riêng. Trong quá trình lắng các phần nhỏ sẽ liên kết với nhau làm thay đổi hình dạng, kích thước và trọng lượng riêng của chúng. Quy luật lắng của các hạt dạng bông keo khác với các hạt rắn hình cầu riêng lẻ và đồng nhất. Ngoài ra quá trình lắng được thực hiện không phải trong điều kiện tĩnh mà nước thải luôn chuyển động.

Như vậy tốc độ lắng thực tế của các hạt cặn bé hơn tốc độ U_0 xác định trong phòng thí nghiệm một lượng bằng tốc độ thành phần đứng rồi W .

GS. Jukov A.L đưa ra phương trình xác định tốc độ thành phần đứng rồi trong các bể lắng khi tốc độ tính toán $< 20 \text{ mm/s}$:

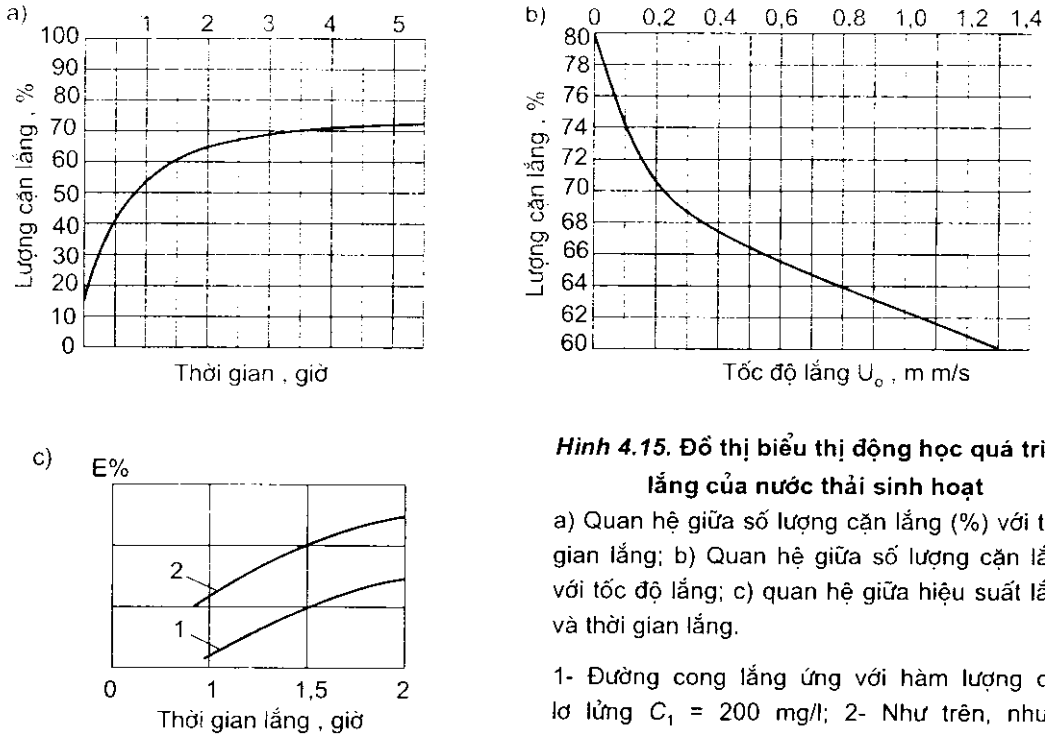
$$W = kV^n, \quad (4.16)$$

trong đó: $k = \text{const}$;

n - số mũ, là hàm của vận tốc, $n = f(V)$.

Cho đến nay, người ta vẫn chưa thể biểu thị tất cả các yếu tố ảnh hưởng phức tạp về hóa lý và thủy lực của quá trình lắng bằng phương trình toán học. Do đó, động học chỉ có thể xác định bằng thực nghiệm.

Đặc trưng cho quá trình lắng thường được biểu thị bằng đồ thị quan hệ giữa số lượng cặn và tốc độ lắng, giữa hiệu suất và thời gian lắng (hình 4.15). Từ đồ thị hình 4.15a cho thấy sự biến thiên của đường cong tại thời điểm 1.5 - 2,0 h chuyển dần sang đường thẳng song song với trục hoành, biểu thị quá trình đang được hoàn thiện. Tại thời điểm này, tất cả những hỗn hợp chất không hòa tan có khả năng lắng đều đã lắng đầy đủ, còn lại các chất lơ lửng có trọng lượng riêng gần bằng trọng lượng riêng của nước. Những hạt này khó lắng bằng phương pháp lắng thông thường. Chính vì vậy, nếu nói rằng cặn lắng 100% tức là nói tới số lượng cặn không hòa tan chịu lắng trong thời gian 2 giờ. Điều này gần như phù hợp với mọi loại nước thải.



Hình 4.15. Đồ thị biểu thị động học quá trình lắng của nước thải sinh hoạt

a) Quan hệ giữa số lượng cặn lắng (%) với thời gian lắng; b) Quan hệ giữa số lượng cặn lắng với tốc độ lắng; c) quan hệ giữa hiệu suất lắng và thời gian lắng.

1- Đường cong lắng ứng với hàm lượng cặn lơ lửng $C_1 = 200$ mg/l; 2- Như trên, nhưng $C_1 = 500$ mg/l.

Thời gian lắng cần thiết có thể xác định theo công thức:

$$t = \frac{H}{3,6U_o}, \quad (4.17)$$

trong đó: H - chiều cao công tác của bể lắng, m;

U_o - tốc độ lắng, mm/s.

Thuận tiện nhất trong thực tế là sử dụng các số liệu sẵn có về U_o . Nhưng xác định tốc độ lắng cho từng hạt rắn nhiễm bẩn gặp phải nhiều khó khăn và không thể thực hiện được. Do đó, người ta chỉ giới hạn trong việc xác định tốc độ lắng nhỏ nhất đối với tổ hợp thành phần nào đó mà thôi.

Tốc độ lắng tính toán phụ thuộc vào khả năng và hiệu suất lắng yêu cầu của các hạt cặn. Hiệu suất lắng yêu cầu cao thì tốc độ lắng tính toán thấp và ngược lại tốc độ lắng tính toán cao thì hiệu suất lắng sẽ thấp (xem hình 4.15b).

Số liệu ban đầu để tính toán bể lắng là:

- Số lượng và hàm lượng cặn của nước thải C_o ;
- Hàm lượng cặn của nước thải sau khi đã lắng C_t . C_t thường lấy căn cứ vào điều kiện vệ sinh và tính chất công trình trong dây chuyền công nghệ xử lý nước thải;

c. Điều kiện về chế độ lắng của hạt rắn, U_o ;

d. Hệ số kết tụ n .

Hiệu suất lắng xác định theo công thức sau:

$$E = \frac{C_o - C_t}{C_o} 100\% . \quad (4.18)$$

Căn cứ vào % E , dựa theo đồ thị hình 4.15b xác định U_o .

4.5.2. Phân loại bể lắng

Tùy theo mức độ xử lý nước thải mà ta có thể dùng bể lắng như một công trình xử lý sơ bộ trước khi nước thải đưa tới những công trình xử lý phức tạp hơn. Cũng có thể sử dụng bể lắng như công trình xử lý cuối cùng, nếu điều kiện vệ sinh cho phép.

Tùy theo công dụng của bể lắng trong dây chuyền công nghệ mà người ta phân biệt bể lắng đợt I và bể lắng đợt II. Bể lắng đợt I đặt trước công trình xử lý sinh học và ngược lại bể lắng đợt II đặt sau công trình xử lý sinh học.

Căn cứ theo chế độ làm việc phân biệt bể lắng hoạt động liên tục và bể lắng hoạt động gián đoạn.

- *Bể lắng hoạt động gián đoạn* thực chất là một bể chứa mà ta cứ việc xả nước thải vào đó và cho đứng yên trong một khoảng thời gian nhất định. Nước đã được lắng tháo ra và cho lượng nước mới vào. Bể lắng kiểu này áp dụng trong trường hợp lượng nước thải ít và chế độ thải không đồng đều, ví dụ nước thải từ xí nghiệp giặt là...
- *Bể lắng hoạt động liên tục*: nước thải cho qua bể liên tục.
- *Căn cứ theo chiều nước chảy trong bể* người ta phân biệt bể lắng ngang, bể lắng đứng và bể lắng ly tâm.
- *Bể lắng ngang*: nước chảy theo phương ngang từ đầu bể đến cuối bể.
- *Bể lắng đứng*: nước chảy từ dưới lên theo phương thẳng đứng.
- *Bể lắng radian*: nước chảy từ trung tâm ra quanh thành bể hoặc có thể ngược lại. Trong trường hợp thứ nhất gọi là bể lắng ly tâm, trong trường hợp thứ hai gọi là bể lắng hướng tâm.

Ngoài ra còn có loại bể lắng trong đó quá trình lắng nước được lọc qua tầng cặn lơ lửng - gọi là bể lắng trong.

Số lượng cặn tách ra khỏi nước thải trong các bể lắng phụ thuộc vào nồng độ nhiễm bẩn ban đầu, đặc tính riêng của cặn (hình dạng, kích thước, trọng lượng riêng, tốc độ rơi...) và thời gian lưu nước trong bể. Ví dụ, lượng chất lơ lửng còn trong nước thải đưa lên bể biophin và aeroten không được lớn hơn 150 mg/l (khi đòi hỏi xử lý sinh học hoàn toàn). Thời gian lắng trong trường hợp này lấy không nhỏ hơn 1,5 giờ.

Lượng cặn lắng lại trong các bể lắng đợt I (nước thải sinh hoạt) lấy vào khoảng 0,8 l/người/ngày, độ ẩm 93 - 95%:

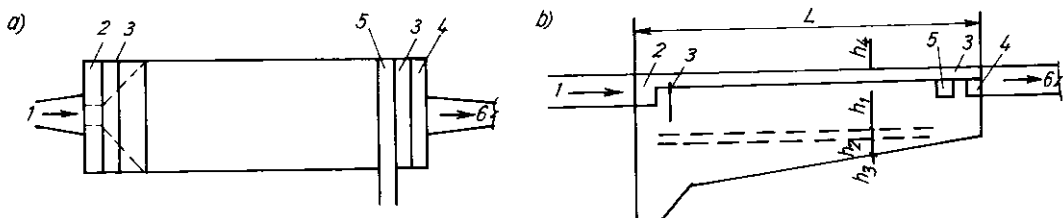
$$W = \frac{0,8 N}{1000}, \text{ m}^3/\text{ng.đ.} \quad (4.19)$$

Thời gian giữ cặn trong bể lắng phụ thuộc vào phương pháp xả cặn, nhưng không được quá hai ngày.

Lựa chọn loại và kết cấu bể lắng dựa trên cơ sở tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật và vệ sinh. Bể lắng đứng thường sử dụng khi mực nước ngầm thấp và công suất của trạm xử lý đến 20 000 m³/ng.đ. Bể lắng ngang và bể lắng radian không phụ thuộc vào mực nước ngầm, thường áp dụng khi công suất trạm lớn hơn 15 000 m³/ng.đ.

4.5.3. Bể lắng ngang

Bể lắng ngang có mặt bằng hình chữ nhật, tỉ lệ giữa chiều rộng và chiều dài không nhỏ hơn 1/4 và chiều sâu đến 4 m, hình 4.16.



Hình 4.16. Sơ đồ bể lắng ngang

a) Mặt bằng; b) Mặt cắt.

- 1- Mương dẫn nước vào; 2- Mương phân phối; 3- Tấm chắn nửa chìm nửa nổi;
4- Máng thu nước; 5- Máng thu và xả chất nổi; 6- Mương dẫn nước ra.

Nước thải theo máng phân phối ngang vào bể qua đập tràn thành mỏng hoặc tường đục lỗ xây dựng ở đầu bể dọc suốt chiều rộng. Đối diện ở cuối bể cũng

xây dựng máng tương tự để thu nước và đặt tấm chắn nửa chìm nửa nổi cao hơn mực nước 0,15 - 0,2m và không sâu quá 0,25 - 0,5m. Để thu và xả chất nổi, người ta đặt một máng đặc biệt ngay sát kê tấm chắn.

Tấm chắn ở đầu bể đặt cách thành tràn (cửa vào) khoảng 0,5 - 1,0m và không nông hơn 0,2m với mực đích phân phối đều nước trên toàn bộ chiều rộng của bể.

Đáy bể làm dốc $i = 0,01$ để thuận tiện khi cào gom cặn. Độ dốc của hố thu cặn không nhỏ hơn 45° . Xả cặn ra khỏi bể thường bằng áp lực thủy tĩnh với cột nước không nhỏ hơn 1,5m đối với bể lắng đợt I và 0,9m (sau bể aeroten) hoặc 1,2m (sau bể biophin) đối với bể lắng đợt II.

Bể lắng ngang có thể làm một hố thu cặn ở đầu bể (xem hình 4.16) và cũng có thể làm nhiều hố thu cặn dọc theo chiều dài của bể. Tuy nhiên bể lắng ngang có nhiều hố thu cặn thường tạo thành những vùng xoáy làm giảm khả năng lắng của các hạt cặn, đồng thời không kinh tế vì tăng thêm khối tích không cần thiết của công trình.

4.5.4. Bể lắng đứng

Bể lắng đứng thường mặt bằng hình tròn hoặc hình vuông, đáy dạng nón hay chóp cụt (cấu tạo xem hình 4.17).

Bể lắng đứng có cấu tạo đơn giản, đường kính không vượt quá ba lần chiều sâu công tác và có thể đến 10m.

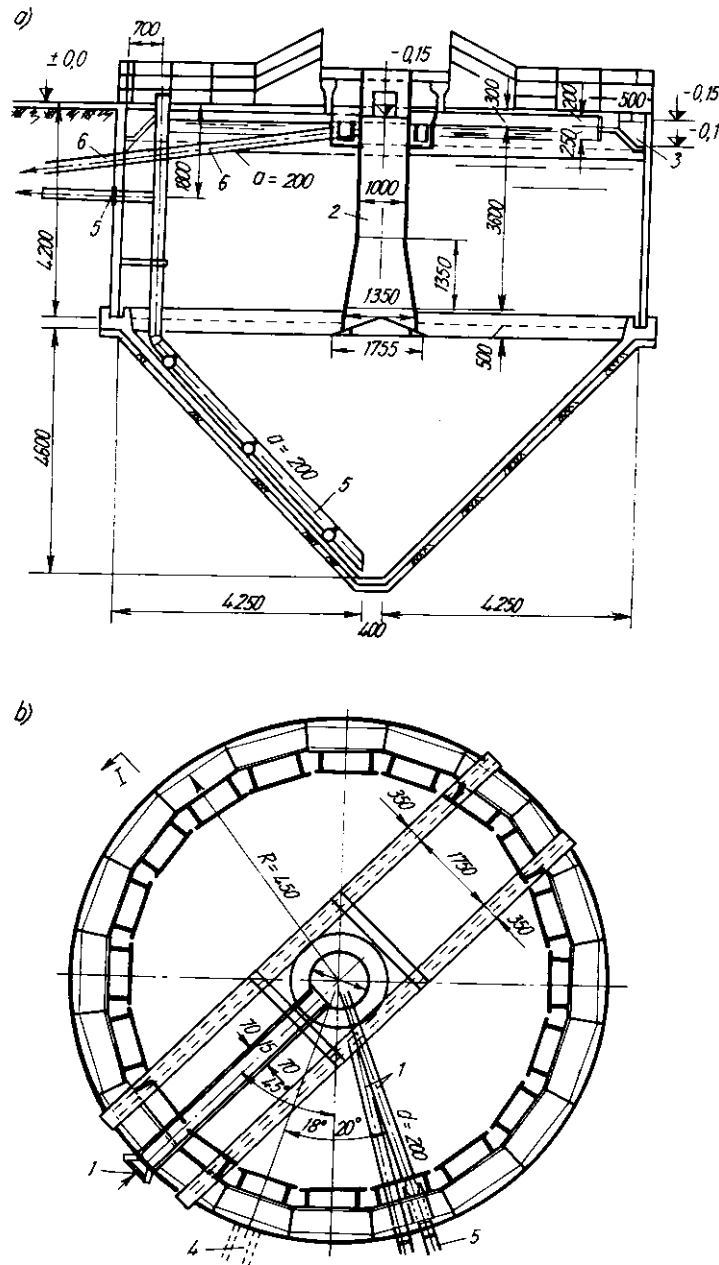
Nước thải theo máng (1) chảy vào ống trung tâm (2) (kết thúc bằng ống miệng loe hình phễu). Sau khi ra khỏi ống trung tâm nước thải va vào tấm chắn và thay đổi hướng đứng sang hướng ngang rồi dâng lên theo thân bể. Nước đã lắng trong tràn qua máng thu đặt xung quanh thành bể và đi ra ngoài.

Khi nước thải dâng lên theo thân bể thì cặn lắng thực hiện một chu trình ngược lại. Như vậy cặn chỉ lắng được trong trường hợp tốc độ lắng U_0 lớn hơn tốc độ nước dâng V_d (V_d chọn 0,7mm/s). Thời gian lắng phụ thuộc vào mức độ xử lý yêu cầu và lấy khoảng 30 phút (trước cánh đồng tưới, bãi lọc), 1,5 giờ (trước bể aeroten và bể lọc sinh học).

Cặn lắng xuống phần chứa cặn tính với dung tích lưu cặn không quá hai ngày. Xả cặn ra khỏi bể lắng bằng áp suất thủy tĩnh 1,5 - 2,0 m. Để cặn tự chảy tới hố thu cặn thì góc tạo bởi tường đáy bể và mặt phẳng nằm ngang không nhỏ hơn 45° . Tuy nhiên, hiệu suất của loại bể lắng đứng nước dâng từ dưới lên chỉ đạt khoảng 40% (theo lý thuyết có thể đạt 50%).

Bể lắng đứng có ưu điểm so với bể lắng ngang: thuận tiện trong công tác xả cặn, chiếm ít diện tích xây dựng. Song có khuyết điểm là: chiều cao xây dựng lớn làm tăng giá thành xây dựng đặc biệt là đối với những vùng đất đai xây dựng không thuận tiện, số lượng bể nhiều và hiệu suất lắng thấp.

Kích thước định hình của các bể lắng đứng có thể tham khảo ở bảng 4.5.



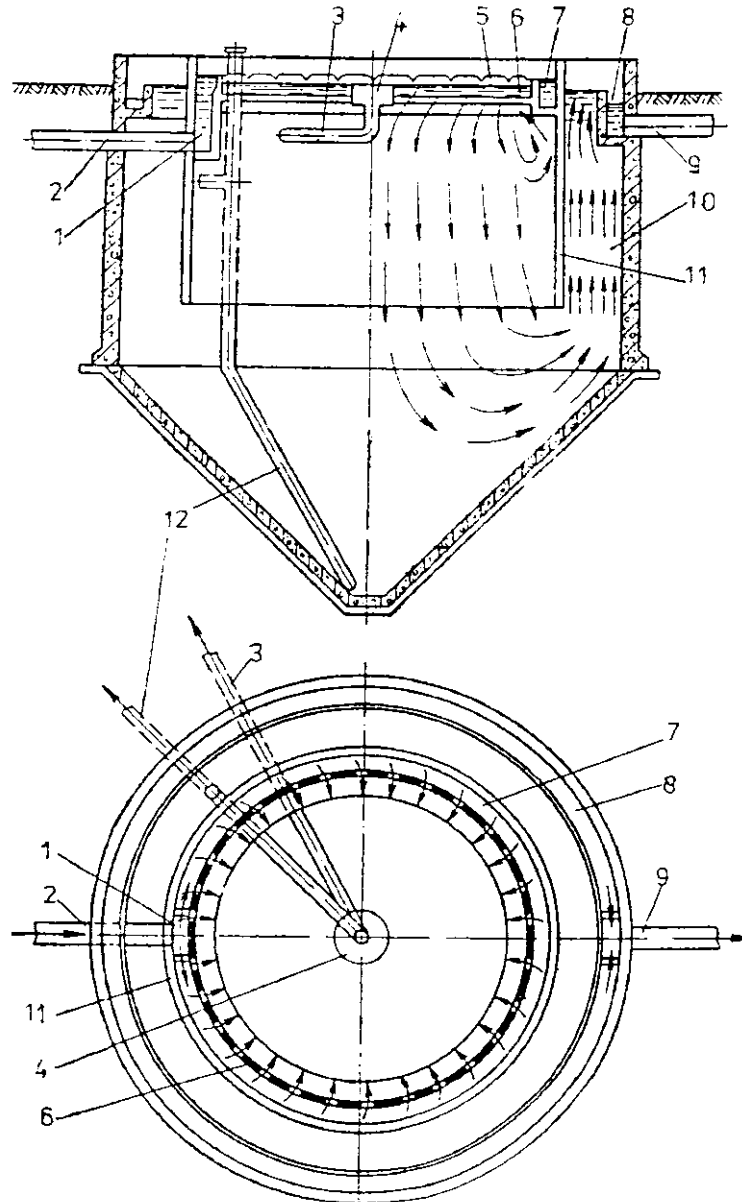
Hình 4.17. Bể lắng đứng thông thường

a) Mặt cắt I – I; b) Mặt bằng.

- 1- Máng dẫn nước; 2- Ống trung tâm; 3- Máng thu nước;
4- Máng tháo nước; 5- Ống xả cặn; 6- Ống xả cặn nổi.

Bảng 4.5. Kích thước định hình của một số bể lắng đứng được sử dụng ở Nga [23/

Đường kính của bể	Lưu lượng tính toán (l/s)	Chiều cao (m)		
		Tổng cộng	Hình trụ (H_1)	Hình nón (H_2)
4	12	5,4	3,6	1,8
6	19,8	7,2	4,2	3
9	44	9	4,2	4,8



Hình 4.18. Bể lắng đứng nước chảy từ trên xuống dưới

1- Ngăn tiếp nhận; 2 - Máng hoặc ống dẫn; 3 - Ống xả chất bẩn nổi; 4 - Phểu thu xả chất nổi; 5 - Thành răng cưa; 6 - Tấm chắn; 7 - Máng phân phối; 8 - Máng thu nước quanh bể; 9 - Ống xả; 10 - Bể lắng; 11 - Tấm tràn ngập; 12 - Ống xả cặn.

Để nâng cao hiệu suất lắng tới 65 - 70%, hiện nay đã nghiên cứu và áp dụng thành công loại bể lắng đứng nước chuyển động từ trên xuống dưới (xem hình 4.18).

Tính toán kích thước của bể lắng đứng có thể tiến hành như sau:

Xác định hiệu suất lắng cần thiết E theo công thức (4.19). Dựa vào đường cong lắng, với hiệu suất E , xác định tốc độ lắng nhỏ nhất.

Diện tích của ống trung tâm xác định theo lưu lượng giây tối đa:

$$f = \frac{q}{V_1}, \text{ m}^2. \quad (4.20)$$

Giá trị V_1 thường lấy bằng 30 mm/s và không quá 100 mm/s khi có tấm chắn.

Chiều dài ống trung tâm (chiều cao công tác của bể) không được nhỏ hơn 2.75m:

$$h_1 = V.t, \text{ m}. \quad (4.21)$$

trong đó: V - tốc độ nước dâng;

t - thời gian lưu nước.

Thể tích tổng cộng của bể:

$$W = \frac{Q.k.t}{24} = 3.6.q.t, \text{ m}^3 \quad (4.22)$$

trong đó: Q - lưu lượng trung bình ngày đêm, m³/ng.đ;

k - hệ số không điều hòa của nước thải.

Tổng diện tích hữu ích:

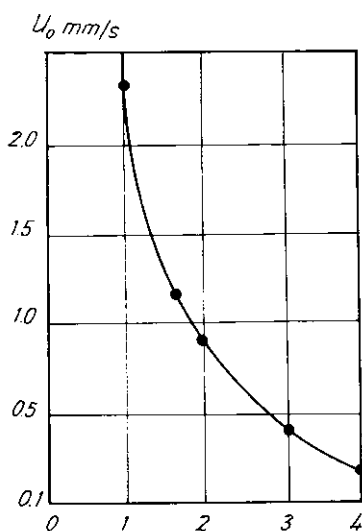
$$F_1 = \frac{W}{h_1}, \text{ m}^2 \quad (4.23)$$

Diện tích tổng cộng của bể:

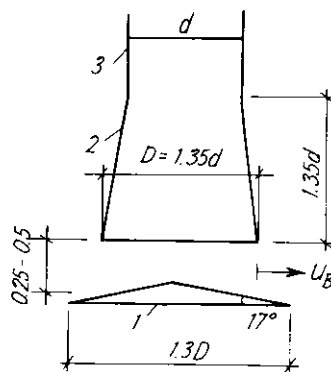
$$F = F_1 + f, \text{ m}^2 \quad (4.24)$$

Giáo sư Sứphorin S.M. kiến nghị sử dụng phương pháp tính toán có nội dung như sau: dựa theo hiệu suất lắng cần thiết và hàm lượng chất lơ lửng ban đầu của nước thải, xác định độ lớn U_0 của hạt rắn cần phải giữ lại, sau đó xác định bán kính R của bể theo đồ thị hình 4.19. Ông đề nghị lấy tốc độ trung bình của nước thải vào vùng lắng U_b (tốc độ ở giữa miệng loe của ống trung tâm và tấm chắn) bằng 1,2 m/s.

Tỉ lệ kích thước miệng loe của ống trung tâm và của tấm chắn lấy như ở hình 4.20. Góc nghiêng của mặt phẳng tấm chắn với phương ngang 17° .



Hình 4.19. Biểu đồ để tính toán bể lắng đứng theo phương pháp của GS. Suphơrin



Hình 4.20. Miệng xả nước từ ống trung tâm vào bể lắng đứng

1- Ống trung tâm; 2- Ống loe; 3- Tấm chắn.

Thể tích phần chứa cặn định theo lượng cặn và thời gian lưu tương tự như đối với bể lắng ngang.

Đối với những bể lắng đường kính trên 7.0m: ngoài những máng thu ở chung quanh thành bể, người ta còn làm thêm máng thu phụ trung gian để cho tải trọng nước tính trên 1 m dài không quá 1.5 l/s.

4.5.5. Bể lắng radian

Bể lắng radian có mặt bằng hình tròn, đường kính từ 16 đến 40 m (có trường hợp đến 60m), chiều cao làm việc bằng 1/16 - 1/10 đường kính bể.

Hình 4.21 giới thiệu bể lắng radian có dòng chảy nước thải trong bể theo hướng từ trung tâm ra chung quanh thành (thường gọi là bể ly tâm). Nước thải chảy theo ống trung tâm từ dưới lên trên rồi qua múi phân phối vào bể. Chất nổi nhờ tấm chắn treo lơ lửng ở dưới dàn quay tròn góp lại và chảy luôn qua ống xiphông xả vào giếng cạn.

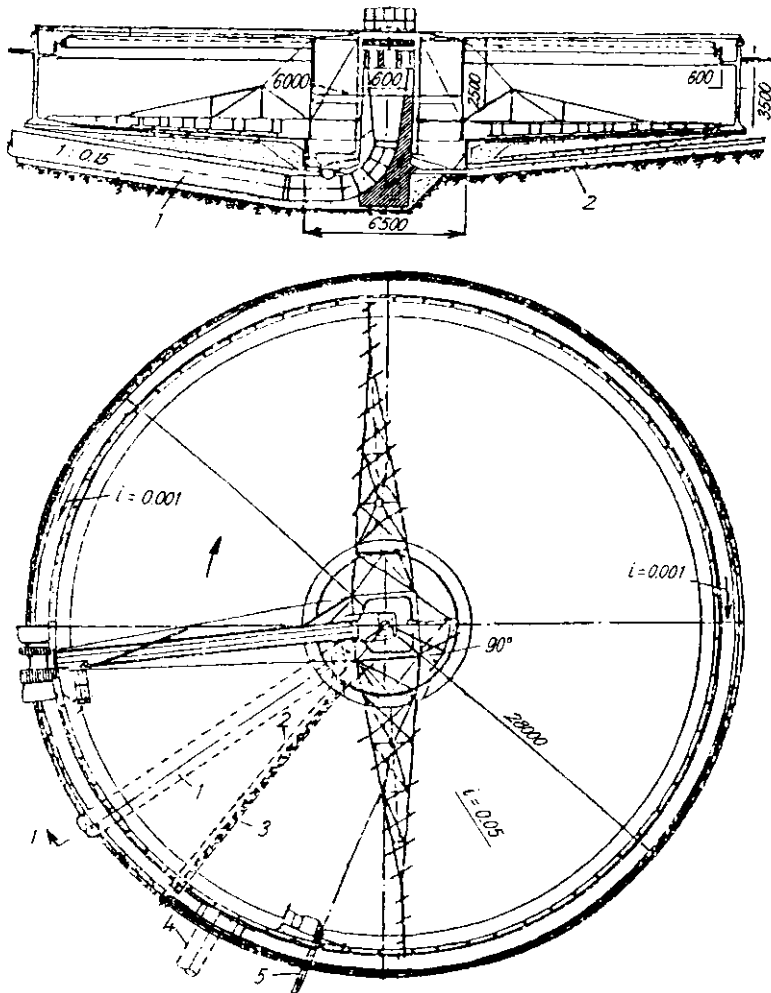
Dàn quay quay với tốc độ 2 - 3 vòng trong một giờ, công suất của rôto 0.5 - 2kW, lấy phụ thuộc vào đường kính của bể. Khi dàn quay quay, cặn lắng được dồn vào hố thu (xây dựng ở trung tâm bể) nhờ hệ thống cào gom cặn gắn ở phần dưới dàn quay hợp với trục một góc 45° , đáy bể thường làm dốc

$i = 0.02$. Cặn xả ra khỏi bể có thể sử dụng máy bơm hoặc áp lực thủy tĩnh không nhỏ hơn 1,5m.

Ngoài máng thu nước ở chu vi của bể ra, có thể xây thêm một số máng thu trung gian để thu nước.

Để điều hòa tốc độ nước, thành tràn có thể xây dựng kiểu răng cưa. Tải trọng trên 1m dài thành tràn không quá 10 l/s.

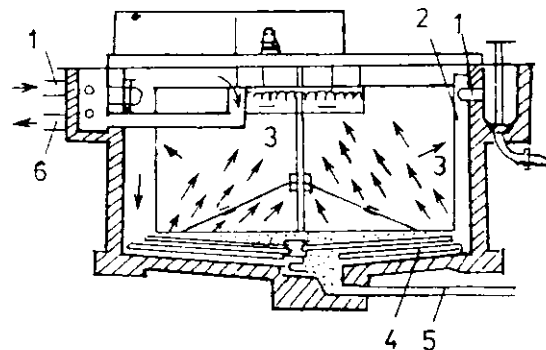
Hình 4.22 giới thiệu sơ đồ loại bể lắng radian có dòng chảy nước thải trong bể theo hướng từ chung quanh thành vào trung tâm (thường gọi là bể hướng tâm). Bể lắng này có máng phân phối nước ở chu vi và phễu thu nước ở trung tâm.



Hình 4.21. Bể lắng ly tâm

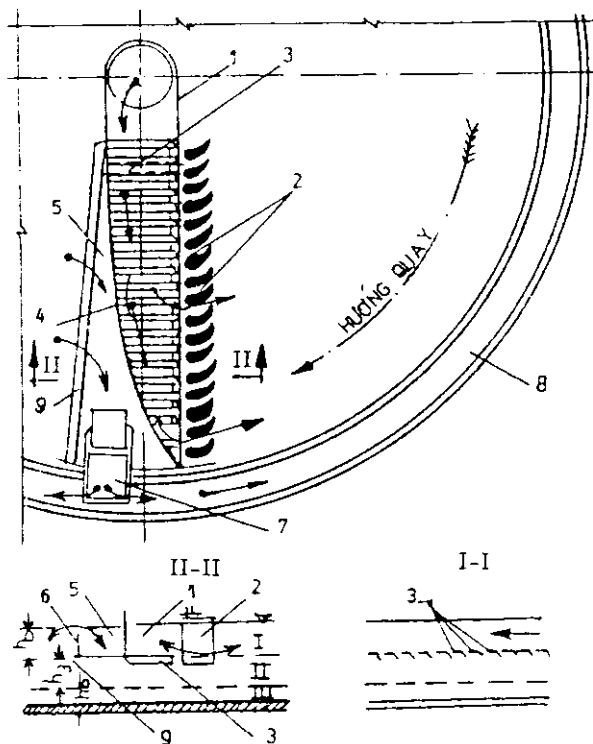
- 1- Ống dẫn nước vào bể; 2- Ống dẫn nước bùn; 3- Hướng chuyển động của dàn quay;
4- Ống tháo nước; 5- Ống tháo cặn nổi.

Máng phân phối có chiều rộng cố định, nhưng chiều cao giảm dần từ đầu đến cuối máng. Ở đáy máng đục nhiều lỗ để nước chảy xuống bể. Đường kính các lỗ và khoảng cách giữa chúng phải tính toán sao cho tốc độ nước chảy trong máng là không đổi. Như vậy sẽ tránh được hiện tượng lắng cặn trong máng. Nước qua các lỗ chảy xuống vùng lắng với tốc độ hướng xuống, giảm dần tới giá trị tối thiểu ở tường chắn hướng nước vào vùng trung tâm của bể. Dòng chảy của nước choán đều trên toàn bộ tiết diện ướt của bể và hầu như không có những vùng nước xoáy cục bộ. Nước được dẫn vào tới tận đáy bể lắng làm cho chất lơ lửng chỉ chảy qua một đoạn ngắn mà thôi. Nhờ đặc điểm thủy lực như vậy, nên hiệu suất lắng cao hơn so với bể lắng radian thông thường.



Hình 4.22. Sơ đồ bể lắng hướng tâm

- 1- Đưa nước thải vào bể; 2- Máng phân phối;
- 3- Hướng chuyển động của nước; 4- Hệ thống gom cặn; 5- Ống tháo cặn; 5- Dẫn nước ra khỏi bể.



Hình 4.23. Sơ đồ bể lắng ly tâm với hệ thống phân phối và thu nước di động

- 1- Máng phân phối; 2- Cánh hướng; 3- Đáy máng phân phối; 4- Tường phân ngăn;
- 5- Máng thu nước; 6- Xiphông và van điều tiết lưu lượng.

Loại bể này đã sử dụng triệt để việc lắng nước trong điều kiện thủy tĩnh. Nước xả và thu nhờ máng quay tự do. Máng quay chia làm hai phần phân phối và thu nước. Đáy phần máng phân phối có nhiều khe hở. Các tấm hướng dòng chảy thường bố trí để nước lưu trong bể một thời gian bằng nhau. Đáy và tường ngăn của máng thu làm kín, nước dẫn ra ngoài qua ống xiphông.

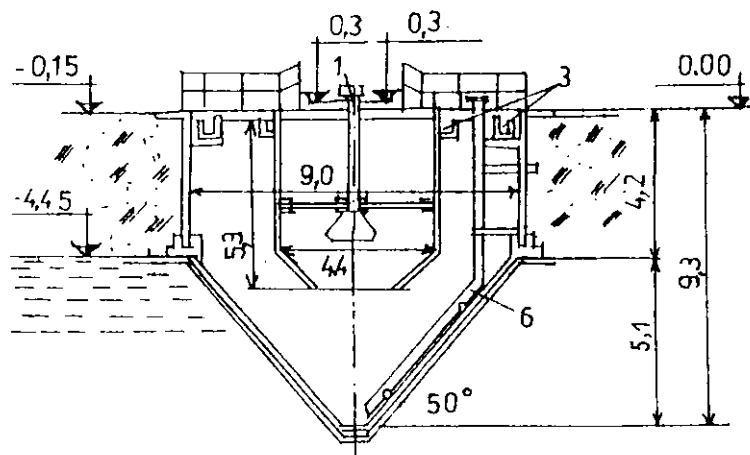
4.5.6. Một số loại bể lắng khác

Ngoài những bể lắng đã kể ở trên, trong thực tế xây dựng công trình xử lý nước thải người ta còn sử dụng nhiều loại bể lắng khác nữa như bể lắng trong, bể lắng tầng mỏng...

Bể lắng trong là một bể chứa đứng có buồng keo tụ bên trong (hình 4.24).

Nước thải theo máng chảy vào ống trung tâm. Do độ chênh mực nước ở máng dẫn và ở bể mà khi nước thải xối vào bể thì không khí cũng được cuốn theo và nước thải được làm thoáng tự nhiên. Quá trình keo tụ và quá trình oxy hóa xảy ra ở buồng keo tụ. Từ buồng keo tụ nước thải chuyển qua vùng lắng và khi đi qua lớp cặn lơ lửng được tạo nên trong quá trình lắng, các cặn tán sắc khó rơi lắng sẽ được giữ lại. Nước lắng trong tràn vào máng thu ở chu vi bể và dẫn ra ngoài.

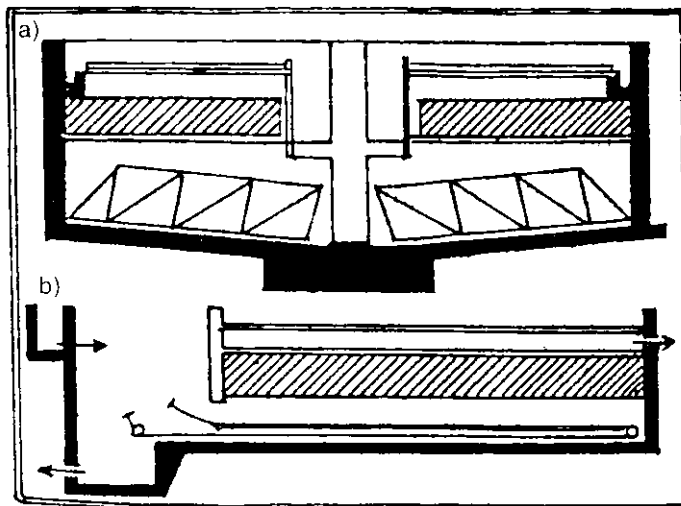
Hiệu suất xử lý có thể đạt tới 75%.



Hình 4.24. Bể lắng trong làm thoáng tự nhiên

- 1- Nước thải vào bể; 2- Nước thải đã lắng trong; 3- Máng thu;
4- Buồng phân phối; 5- Giếng cặn; 6 - Ống dẫn cặn.

Bể lắng tầng mỏng là một bể chứa kín hoặc hở. Cũng như mọi loại bể lắng khác, nó có các bộ phận phân phối và thu nước, phần lắng và chứa cặn. Nhưng cấu tạo phần lắng gồm nhiều tấm mỏng sắp xếp cạnh nhau với chiều cao $\sim 0,15\text{m}$. Hình 4.25 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của loại bể lắng tầng mỏng.



Hình 4.25. Bể lắng tầng mỏng

a) Bể lắng tầng mỏng kiểu radian; b) Bể lắng tầng mỏng kiểu bể lắng ngang

Sơ đồ quan hệ giữa chuyển động của nước thải và cặn lắng như sau:

- *Sơ đồ chéo nhau*, cặn lắng rơi xuống theo đường vuông góc với dòng chảy của nước thải.
- *Sơ đồ đối lưu*, cặn lắng rơi xuống ngược chiều với hướng dòng chảy của nước thải.
- *Sơ đồ cùng chiều* (xuôi chiều), nước và cặn chuyển động cùng chiều.

4.5.7. Phương pháp tổng quát tính toán bể lắng

Tính toán bể lắng, trước hết là xác định kích thước, sau đó là kiểm tra và điều chỉnh các giá trị đã thu được.

Tốc độ chuyển động của nước thải trong bể lắng lấy sơ bộ bằng: Đối với bể lắng radian (tại tiết diện ở giữa bán kính bể) và bể lắng ngang $v = 5 \div 7 \text{ mm/s}$; đối với bể lắng đứng và bể lắng radian với thiết bị phân phối và thu nước di động $v = 0$.

Chiều dài công tác của bể lắng ngang xác định theo công thức:

$$L = \frac{V \cdot H}{k \cdot U_o} \quad (4.25)$$

Bán kính của bể lắng radian và bể lắng đứng:

$$R = \sqrt{\frac{Q}{3.6 \pi k U_o}} \quad (4.26)$$

trong đó: V - tốc độ chuyển động của nước thải ở trong bể lắng. mm/s:

H - chiều cao công tác của bể lắng. m;

k - hệ số sử dụng thể tích, lấy căn cứ vào loại bể lắng, thiết bị phân phối và thu nước. Đối với bể lắng ngang $k = 0,5$; bể lắng radian $k = 0,45$; bể lắng đứng $k = 0,35$; và bể lắng radian với thiết bị phân phối và thu nước di động $k = 0,85$;

U_o - tốc độ lắng của hạt cặn lơ lửng (độ lớn thủy lực), mm/s:

Q - lưu lượng nước thải, m³/h.

Độ lớn thủy lực của các hạt cặn xác định theo công thức:

$$U_o = \frac{1000 k \cdot H}{\alpha \cdot t (kH/h)^n} - W \quad (4.27)$$

trong đó: α - hệ số tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ tới độ nhớt của nước thải. có thể tham khảo bảng 4.6;

t - thời gian lưu nước trong ống nghiệm với lớp nước h và hiệu suất lắng cho trước, xác định bằng thực nghiệm hoặc tham khảo bảng 4.7;

n - hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào tính chất của cặn;

W - tốc độ rời thành phần đứng, lấy theo bảng 4.8.

Bảng 4.6. Hệ số α với nhiệt độ trung bình của nước thải

Nhiệt độ trung bình của nước thải (°C)	60	50	40	30	25	20	15	10
α	0,45	0,55	0,66	0,80	0,90	1,00	1,14	1,30

Khi tính toán bể lắng đợt I thì giá trị $(kH/h)^n$ đối với nước thải đô thị, có thể tham khảo bảng 4.9.

Bảng 4.7. Thời gian lưu nước trong ống thực nghiệm với lớp nước *h* và hiệu suất lắng cho trước

Hiệu suất lắng (%)	Thời gian lắng (s) ở trong ống nghiệm với chiều cao 500 mm										
	Đối với cặn keo tụ			Đối với cặn vô cơ tan sắc với khối lượng riêng 2 - 3 g/cm ³ (n = 0,4)				Đối với cặn thô với khối lượng riêng 5 - 6 g/cm ³ (n = 0,6)			
	Nồng độ (mg/l)										
	100	200	300	400	500	1000	2000	3000	200	300	400
20	600	300	-	-	150	140	100	40	-	-	-
30	900	540	320	260	180	150	120	50	-	-	-
40	1320	650	450	390	200	180	150	60	75	60	45
50	1900	900	640	450	240	200	180	80	120	90	60
60	3800	1200	970	680	280	240	200	100	180	120	75
70	-	3600	2000	1830	360	280	230	130	390	180	130
80	-	-	-	5260	1920	690	570	370	3000	580	380
90	-	-	-	-	-	2230	1470	1080	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	3600	1850	-	-	-

Bảng 4.8. Tốc độ rơi thành phần đứng *W* với tốc độ dòng chảy nước thải *V*

<i>V</i> (mm/s)	5	10	15	20
<i>W</i> (mm/s)	0	0,05	0,1	0,5

Bảng 4.9. Phụ thuộc của giá trị $(kH/h)^n$ vào chiều cao của bể lắng

Chiều cao của bể, <i>H</i> (m)	$(kH/h)^n$ đối với các bể lắng			
	Đứng	Radian	Ngang	Radian*
1	-	-	-	1,14
1,5	-	1,08	1,11	1,27
2	1,11	1,16	1,19	-
3	1,21	1,29	1,32	-
4	1,29	1,38	1,41	-
5	-	1,46	1,50	-

Chú thích: * - Bể lắng radian với thiết bị phân phối và thu nước di động.

Sau khi xác định L và D , người ta tiến hành điều chỉnh tốc độ:

$$V = \frac{Q}{3,6.H.B} \quad (4.28)$$

trong đó: B - chiều rộng của bể, lấy trong khoảng $(2 \div 5)H$.

Đối với bể lắng radian, chiều rộng B tính bằng đường chu vi đi qua điểm giữa của bán kính bể:

$$V = \frac{Q}{3,6.\pi.R.H} \quad (4.29)$$

Nếu giá trị điều chỉnh khác nhiều so với giá trị lấy sơ bộ, thì chiều dài và bán kính bể sẽ tính lại theo tốc độ điều chỉnh.

Đối với bể lắng radian với thiết bị phân phối và thu nước di động thì thời gian quay của thiết bị tính theo công thức sau:

$$T = \frac{\pi.R^2.k.H}{Q} \quad (4.30)$$

Thể tích cần xác định tương ứng với hiệu suất lắng, dung tích buồng chứa lấy bằng thể tích cần lưu lại trong hai ngày.

Trong những trường hợp khi không có các số liệu cho trước về động học lắng, thì bể lắng có thể tính theo tải trọng mặt thoáng q_0 , hay tốc độ V và thời gian lưu nước trong bể lắng t . Đối với nước thải sinh hoạt: $q_0 = 2, \dots 3,5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$; $V = 5, \dots 7 \text{ mm/s}$; $t = 1, \dots 1,5 \text{ h}$.

Trong thực tế, còn sử dụng một số hệ số khác nữa như hệ số sử dụng thể tích k , hệ số hữu dụng η, \dots để tính toán các bể lắng.

Hệ số sử dụng thể tích được xác định bằng việc đo tốc độ nước thải chảy trên toàn bộ chiều sâu vùng lắng của bể và việc xác định vùng hoạt động của bể. Hệ số hữu dụng là tỉ số hiệu suất lắng của bể lắng thực tế với hiệu suất lắng trên mô hình có cùng thời gian lắng.

Những hệ số này ở mức độ nào đó đã được sử dụng trong các tính toán. Ví dụ, khi tính toán bể lắng ngang (công thức 4.25) đưa hệ số $k = 0,5$ vào công thức xác định chiều dài; trong tính toán bể lắng radian (công thức 4.26) $k = 0,45$; còn khi tính toán bể lắng radian với thiết bị phân phối và thu nước di động $k = 0,85$.

Giá trị của hệ số hữu dụng η phụ thuộc vào thời gian lắng (xem hình 4.26), hệ số sử dụng thể tích và độ nhớt thực tế của nước thải có thể tính theo công thức sau:

Đối với nước thải sinh hoạt:

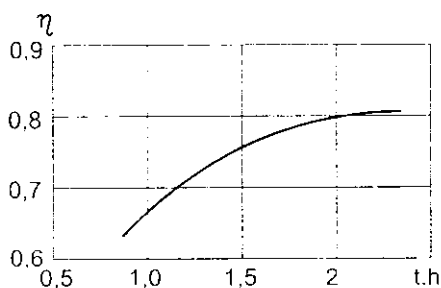
$$\eta = e^{-0.3} \frac{\mu_h}{\mu_m \cdot k \cdot t \cdot \rho_1}, \quad (4.31)$$

Đối với nước thải công nghiệp:

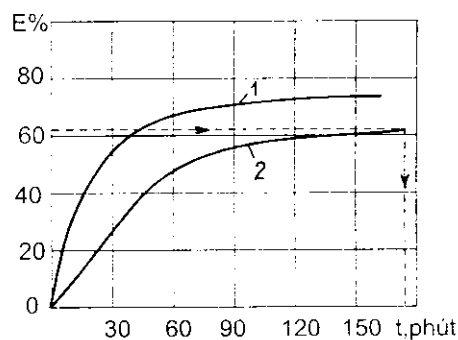
$$\eta = e^{-0.3} \frac{\mu_h}{\mu_m \cdot k \cdot t \cdot \rho_2}, \quad (4.32)$$

trong đó: μ_h, μ_m - hệ số động học nhớt của nước thải tương ứng ở trong bể thực tế và trong mô hình thí nghiệm;

ρ_1, ρ_2 - khối lượng riêng của cặn nước thải sinh hoạt và công nghiệp.



Hình 4.26. Đường cong phụ thuộc giữa hệ số hữu dụng và thời gian lắng nước



Hình 4.27. Đường cong phụ thuộc giữa hiệu suất và thời gian lắng nước

1- Đối với nước thải công nghiệp;
2- Đối với nước thải sinh hoạt.

Tiếp tục xác định hiệu suất lắng:

$$E_h = E_m \cdot \eta, \quad (4.33)$$

trong đó: E_m - hiệu suất lắng xác định trên mô hình thí nghiệm (lấy theo hình 4.27) với cùng thời gian trong đó đã xác định hệ số hữu dụng, nghĩa là $t = 0, \dots, 1,5$ h (xác định bằng ống nghiệm có chiều cao bằng chiều cao bể lắng thực tế);

E_h - hiệu suất lắng thực tế của bể lắng.

Các số liệu thu được mang lên hình 4.28 và xây dựng đường cong phụ thuộc giữa hiệu suất lắng nước thải E và thời gian lắng t .

Dựa vào hiệu suất $E = f(t)$, xác định thời gian cần thiết lắng nước thải t_h .

Căn cứ theo các giá trị L/H và H xác định chiều dài vùng lắng và thể tích công trình (thể tích hữu dụng):

- Đối với bể lắng radian:

$$W_1 = \pi.H.R^2 . \quad (4.34)$$

- Đối với bể lắng ngang:

$$W_1 = B.H.(L - l_0), \quad (4.35)$$

trong đó: R - bán kính bể, lấy bằng L , m:

H - chiều sâu vùng lắng, m. $H = 1,5 \div 3$ m;

B - chiều rộng của bể, m;

l_0 - khoảng cách từ máng phân phối đến tấm treo lơ lửng (ở bể lắng ngang).

- Lưu lượng nước thải đưa lên một bể lắng:

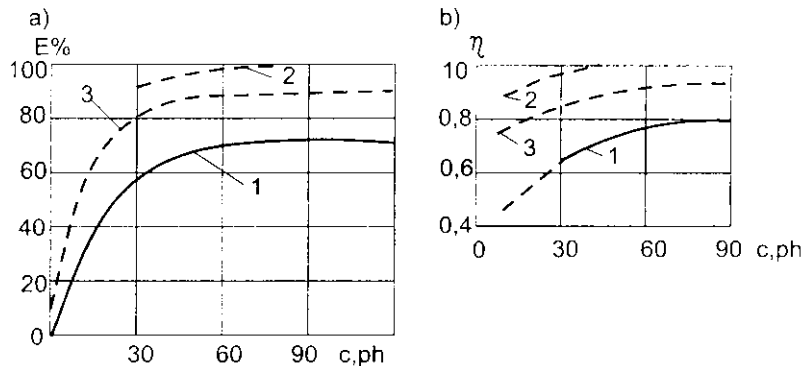
$$Q_1 = \frac{W_1}{t_h}, \text{ m}^3/\text{h} , \quad (4.36)$$

trong đó: t_h - thời gian lắng, lấy theo đồ thị (4.27), h.

- Số lượng cần thiết của các bể lắng:

$$N = \frac{Q}{Q_1} , \quad (4.37)$$

trong đó: Q - lưu lượng tổng cộng nước thải đưa đi xử lý, m^3/h .



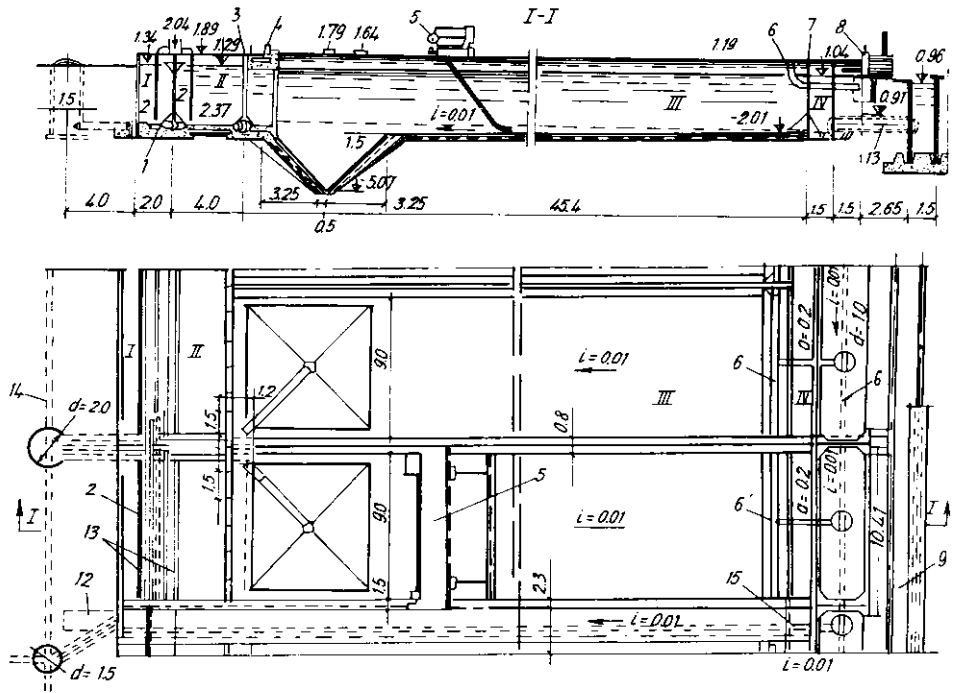
Hình 4.28. Đường cong phụ thuộc giữa hiệu suất lắng nước thải ở trạng thái tĩnh (a) và hệ số hữu dụng của bể lắng (b) đối với thời gian lắng

1- Đối với nước thải sinh hoạt; 2,3 - Đối với một số nước thải công nghiệp.

4.5.8. Biện pháp tăng cường hiệu suất của bể lắng đợt I

Trong bể lắng đứng chỉ giữ lại được khoảng 30%, còn đối với bể lắng ngang và bể lắng radian khoảng 40% lượng chất nhiễm bẩn không hòa tan, với điều kiện thuận lợi cũng chỉ đạt được tối đa 60%.

Để tăng cường hiệu suất lắng có thể dùng biện pháp làm thoáng sơ bộ nước thải ngay ở trên mương máng dẫn nước vào bể lắng hoặc trong một công trình riêng biệt (bể làm thoáng) hoặc kết hợp với bể lắng (bể lắng làm thoáng). Làm thoáng sơ bộ không cho thêm bùn hoạt tính gọi là làm thoáng đơn giản, còn có bổ sung bùn hoạt tính gọi là đông tụ sinh học.



Hình 4.29. Bể lắng ngang kết hợp với ngăn đông tụ sinh học

I- Ngăn phục hồi bùn hoạt tính; II- Ngăn làm thoáng đông tụ sinh học.

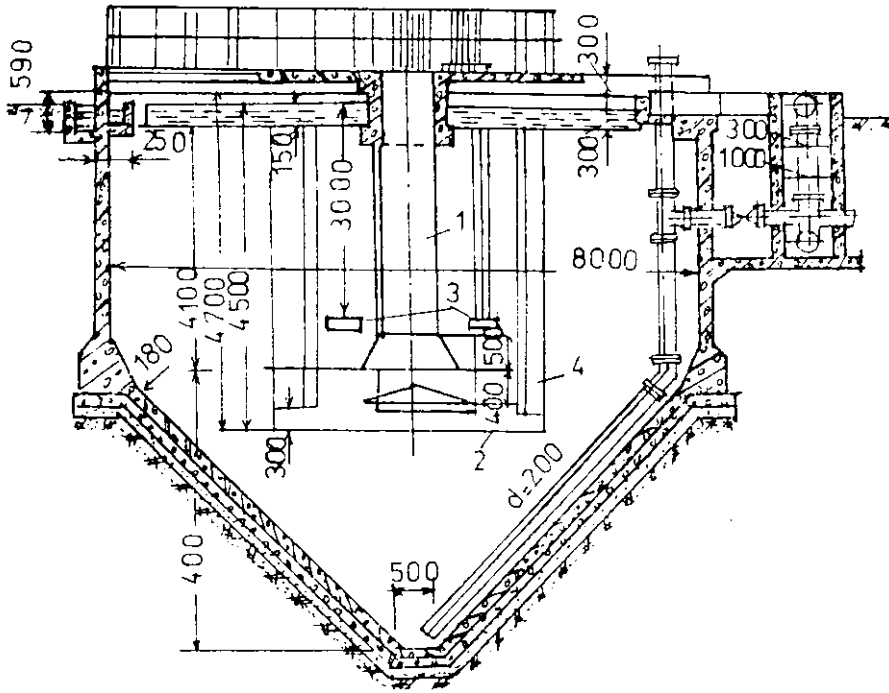
Khi làm thoáng diễn ra quá trình keo tụ các tạp chất không hòa tan kích thước nhỏ và trọng lượng xấp xỉ trọng lượng riêng của nước thải. Kết quả là làm thay đổi độ lớn thủy lực và tăng nhanh quá trình lắng cặn.

Làm thoáng đơn giản cho hiệu suất lắng tăng lên 7 - 8%, thời gian làm thoáng lấy 10 - 20 phút, lượng không khí cần cấp $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ nước thải. Đông tụ sinh học cho hiệu suất tăng lên cao hơn, bởi vì ngoài các quá trình hóa lý xảy ra, khi đông tụ sinh học một phần chất hòa tan dễ bị oxy hóa cũng được oxy hóa và khoáng hóa.

Khi thiết kế và xây dựng các bể làm thoáng sơ bộ cần lưu ý tới điều kiện tái sinh bùn hoạt tính. Dung tích ngăn tái sinh lấy bằng 0,25 - 0,3 dung tích tổng cộng của bể lắng làm thoáng. Liều lượng tối ưu của bùn hoạt tính dao động trong khoảng 100 - 400 mg/l.

Hình 4.29 giới thiệu bể lắng ngang kết hợp với ngăn đông tụ sinh học.

Hình 4.30 giới thiệu bể lắng đứng kết hợp với ngăn đông tụ sinh học.



Hình 4.30. Bể lắng đứng kết hợp với ngăn đông tụ sinh học

Nước thải theo ống trung tâm vào buồng (2). ở đáy có bố trí hệ thống thổi khí (3). Bùn hoạt tính đưa tới bằng ống tự chảy hoặc áp lực. Sau khi làm thoáng, nước thải và bùn hoạt tính đã được khuấy đều dâng lên phần trên của buồng (2), tràn qua túi (4) và cuối cùng vào phần lắng của bể. Hỗn hợp nước và bùn, sau khi qua lớp chất lơ lửng góp về mang thu ra khỏi bể. Buồng trung tâm (2) tính với thời gian nước lưu $t = 20$ phút.

Ngoài ra để tăng cường khả năng lắng các chất không hòa tan cũng có thể dùng bể lắng trong có lớp cặn lơ lửng và bể UASB.

5

XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC TRONG ĐIỀU KIỆN NHÂN TẠO VỚI QUÁ TRÌNH BÙN HOẠT TÍNH

5.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Xử lý sinh học nước thải thực chất là lợi dụng sự sống và hoạt động của các vi sinh vật để thực hiện các dạng phân hủy khác nhau. Sự phân hủy chất hữu cơ thường kèm theo sự thoát khí dưới tác dụng của các enzym do vi khuẩn tiết ra.

Nhiệm vụ của công trình kỹ thuật xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học là tạo điều kiện sống và hoạt động tốt nhất cho các vi sinh vật để phân hủy các chất hữu cơ được nhanh chóng.

5.1.1. Quá trình biến đổi, tăng trưởng và năng lượng cần thiết của các vi sinh hoạt động

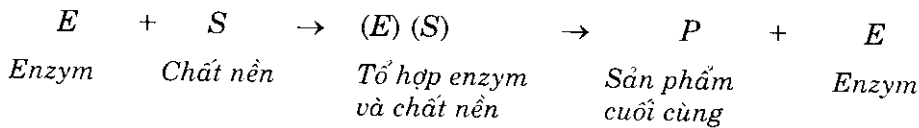
Quá trình biến đổi bao gồm các phản ứng hóa học bên trong tế bào, có hai phản ứng cơ bản trong quá trình biến đổi là phản ứng dị hóa và phản ứng đồng hóa.

- *Phản ứng dị hóa* bẻ gãy các mạch, phân chia các phân tử hữu cơ phức tạp thành các phân tử đơn giản hơn và kèm theo quá trình là sự giải phóng năng lượng.
- *Phản ứng đồng hóa* là hình thành các phân tử phức tạp hơn và đòi hỏi cấp năng lượng. Năng lượng cấp cho phản ứng đồng hóa thường lấy từ năng lượng được giải phóng ra của các phản ứng dị hóa.

■ Vai trò của enzym

Enzym là chất xúc tác hữu cơ do các tế bào sống sinh ra - là các protein hoặc các protein kết hợp với các phân tử vô cơ hoặc hữu cơ có trọng lượng thấp. Như một chất xúc tác, enzym có khả năng làm tăng tốc độ phản ứng hóa học lên gấp nhiều lần nhưng bản chất không bị thay đổi.

Có hai loại enzym: ngoại tế bào và nội tế bào. Enzym ngoại bào là chất do tế bào tiết ra. Khi tế bào cần chất nền hay chất dinh dưỡng mà các chất này không thể tự thấm qua vỏ tế bào được thì enzym sẽ chuyển hóa các chất này thành dạng hợp chất có thể dễ dàng di chuyển vào trong tế bào. Enzym nội bào là chất xúc tác cho các phản ứng đồng hóa bên trong tế bào. Enzym được biết như là một tác nhân phân loại và chuyển hóa chất nền đến sản phẩm cuối cùng với hiệu suất rất cao. Tế bào có thể sản xuất ra các enzym khác nhau ứng với mỗi loại chất nền khác nhau để sử dụng chúng, và có thể minh họa bằng phản ứng sau:



Hoạt động của enzym chịu ảnh hưởng rất nhiều bởi trị số pH, nhiệt độ và nồng độ chất nền. Mỗi enzym có trị số pH và nhiệt độ tối ưu riêng.

■ Vai trò của năng lượng

Cùng với enzym năng lượng cần thiết cho các phản ứng sinh hóa của tế bào. Năng lượng cấp cho tế bào là năng lượng được giải phóng ra từ các phản ứng oxy hóa các chất hữu cơ và vô cơ (các phản ứng dị hóa) hoặc do các phản ứng quang hợp. Năng lượng này được thu nhận và tích trữ trong tế bào bằng các hợp chất hữu cơ nhất định và được dùng để tổng hợp các chất hữu cơ còn lại thành tế bào mới. Khi chất hữu cơ trong nước thải ít dần thì khối lượng tế bào cũng sẽ bị giảm dần do các chất đã được tế bào dùng không được thay thế kịp thời bằng chất mới. Nếu tình trạng này kéo dài liên tục thì tế bào không còn khả năng sinh sản mà chỉ có khả năng đồng hóa các chất hữu cơ đã hấp thụ được để cuối cùng còn lại các tế bào là những chất hữu cơ tương đối ổn định. Quá trình tự giảm sinh khối này gọi là giai đoạn hô hấp nội bào.

■ Vai trò của chất dinh dưỡng

Vi sinh vật tiêu thụ các chất hữu cơ để sống, hoạt động và đòi hỏi một lượng chất dinh dưỡng để phát triển, như các nguyên tố N, S, P, K, Mg, Ca, Cl, Fe, Mn, Mo, Ni, Co, Zn, Cu,... trong đó N, P và K là các nguyên tố chủ yếu, cần được đảm bảo một lượng cần thiết trong xử lý sinh hóa.

Khi thiếu nitơ lâu dài, ngoài việc cản trở quá trình sinh hóa các chất bản hữu cơ, còn tạo ra bùn hoạt tính khó lắng.

Khi thiếu phôtpho dẫn đến sự phát triển vi khuẩn dạng sợi, là nguyên nhân chính làm cho bùn hoạt tính bị “phồng lên”, khó lắng và bị cuốn theo dòng chảy ra khỏi hệ thống xử lý, làm giảm sinh trưởng của bùn hoạt tính và giảm cường độ của quá trình oxy hóa.

Hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng phụ thuộc vào thành phần của nước thải và tỉ lệ giữa chúng được xác định bằng thực nghiệm. Tỉ lệ này thường trong khoảng BOD : N : P = 100 : 5 : 1. Ngoài ra cần một lượng nhỏ các nguyên tố khoáng như canxi, magie, sắt, đồng, kẽm, mangan. Các chất này thường có đủ trong nước thải sinh hoạt. Khi xử lý nước thải công nghiệp bằng vi sinh, nhiều trường hợp phải bổ sung N, P và khử trước các kim loại nặng gây độc hại đến nồng độ cho phép.

5.1.2. Sự sinh trưởng của vi khuẩn

Vi sinh vật có thể nảy nở thêm nhiều nhờ sinh sản phân đôi, sinh sản giới tính và nảy mầm, nhưng chủ yếu chúng phát triển bằng cách phân đôi. Thời gian cần để phân đôi tế bào thường gọi là thời gian sinh sản, có thể dao động từ dưới 20 phút đến hàng ngày. Ví dụ: nếu thời gian sinh sản là 30 phút một vi khuẩn có thể sinh ra $16\ 777\ 216$ vi khuẩn sau thời gian 12 giờ. Vi khuẩn không thể tiếp tục sinh sản đến vô tận bởi vì quá trình sinh sản phụ thuộc vào môi trường. Khi thức ăn cạn kiệt, pH và nhiệt độ thay đổi ra ngoài trị số tối ưu, thì việc sinh sản sẽ ngừng lại.

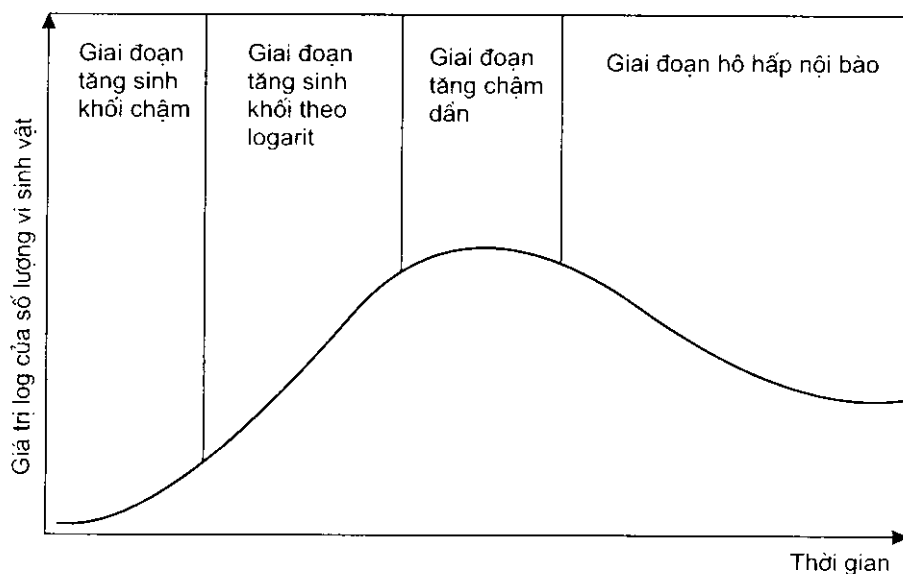
Sự sinh trưởng của vi khuẩn diễn ra theo các giai đoạn sau:

- *Giai đoạn tiềm tàng hay thích nghi:* Trong giai đoạn này tế bào tổng hợp các enzym cần thiết cho sự chuyển hóa của chất nền (chất bản hữu cơ), tốc độ sinh trưởng bằng không.
- *Giai đoạn sinh trưởng theo số mũ:* Xảy ra khi tỉ lệ tái tạo tế bào đạt tới mức tối đa. Trong giai đoạn này, tốc độ sinh trưởng tăng tỉ lệ thuận với mật độ tế bào.
- *Giai đoạn chậm dần:* Do chất nền bị cạn kiệt hoặc do sự tích tụ các sản phẩm ức chế sinh ra trong quá trình chuyển hóa vi khuẩn. Mặc dầu mật độ tế bào tăng nhưng tốc độ sinh trưởng giảm dần.
- *Giai đoạn ổn định:* Khi mật độ tế bào đạt tới trị số cực đại thì sự sinh trưởng sẽ dừng lại kể cả trong trường hợp các tế bào vẫn còn một vài hoạt động chuyển hóa nào đó.

- *Giai đoạn suy giảm* (giai đoạn nội sinh): Mật độ các tế bào giảm xuống vì các tế bào bị chết do các enzym tự tiêu hủy.

5.1.2.1. Sự tăng trưởng sinh khối

Hình 5.1 giới thiệu tổng quát quá trình tăng trưởng của vi sinh vật theo khối lượng.



Hình 5.1. Đường cong biểu diễn các giai đoạn tăng sinh khối trong mẻ nuôi cấy vi khuẩn theo tang logarit

- 1) *Giai đoạn tiềm tàng* (hay giai đoạn tăng trưởng chậm) là giai đoạn vi khuẩn cần thời gian để thích nghi với môi trường dinh dưỡng.
- 2) *Giai đoạn tăng sinh khối theo số mũ* luôn có dư thừa thức ăn chung quanh vi khuẩn, tốc độ trao đổi chất và tăng trưởng của vi khuẩn chỉ phụ thuộc vào khả năng xử lý chất nền của vi khuẩn.
- 3) *Giai đoạn tăng trưởng chậm dần*: Tốc độ tăng sinh khối giảm đi bởi vì sự cạn kiệt dần các chất dinh dưỡng bao quanh.
- 4) *Giai đoạn hô hấp nội bào*: Vi khuẩn buộc phải thực hiện quá trình trao đổi chất bằng chính các chất dinh dưỡng cấp cho tế bào đã bị cạn kiệt. Trong giai đoạn này xảy ra hiện tượng giảm dần sinh khối, khi đó các chất dinh dưỡng còn lại trong các tế bào đã chết khuếch tán ra ngoài để cấp cho các tế bào còn sống.

5.1.2.2. Sự tăng trưởng trong môi trường hỗn hợp

Phần lớn các quá trình xử lý sinh hóa trong môi trường hỗn hợp gồm nhiều chủng loại vi sinh tác động lên môi trường và có tác động tương hỗ với nhau. Mỗi loại vi khuẩn có đường cong sinh trưởng và phát triển riêng. Vị trí và dạng của đường cong tăng trưởng theo thời gian của mỗi loại trong hệ phụ thuộc vào thức ăn, chất dinh dưỡng có sẵn và vào các đặc tính của môi trường như pH, nhiệt độ, điều kiện kị khí hay hiếu khí....Có nhiều loại vi khuẩn đóng vai trò quan trọng trong quá trình ổn định các chất hữu cơ có trong nước thải.

5.1.3 Đặc tính của chất nền và sự loại bỏ chất nền

Chất nền gồm toàn thể các vật phẩm chứa trong nước mà vi khuẩn có thể sử dụng chúng để phát triển.

Các nguyên tố của chất nền có thể phân loại như sau:

- Các nguyên tố chiếm đa số: C, H, O, N;
- Các nguyên tố chiếm thiểu số: P, K, S và Mg;
- Các vitamin và các hoocmôn;
- Các nguyên tố vết hoặc các nguyên tố vi lượng (Cu, Fe, Ni...).

Nhìn chung các nguyên tố của chất nền đều có đủ trong hầu hết mọi loại nước thải. Thường thì photpho và nitơ có thể cần bổ sung thêm. Để một nguồn nước thải có thể xử lý sinh học được nó phải có các đặc tính thích hợp như độ pH, nhiệt độ và không có các sản phẩm độc hại hoặc các sản phẩm ức chế.

Sự ô nhiễm chính trong nước thải cần phải loại trừ là ô nhiễm cacbon hữu cơ mà giá trị đặc trưng là BOD - nhu cầu oxy cho quá trình sinh hóa. Ô nhiễm cacbon hữu cơ là nguồn tạo ra chất cơ bản của khối vi sinh ($C_5H_7NO_2$).

Các nguồn nitơ sử dụng cho các vi sinh bao gồm toàn bộ nitơ hữu cơ và vô cơ. Nitơ được chuyển hóa chủ yếu để tạo ra các protein, các axit nucleic, các polyme của tế bào (chiếm khoảng 12% trọng lượng khô của khối vi sinh nguyên chất). Trong xử lý nước thải, giá trị này thường chiếm khoảng dưới 10%. Trong nước thải người ta phân biệt nitơ ở dạng khử (nitơ hữu cơ, nitơ amôn N - NH_4) và dạng oxy hóa (N - NO_2 , N - NO_3).

Ô nhiễm photphat chiếm tỉ lệ 1,5 - 2% trọng lượng khô của sinh khối, có ở trong nước thải dưới dạng orthophotphat polyphotphat, hoặc photpho hữu cơ.

Phốtphat được hòa trộn chủ yếu trong các axit nucleic các phốtpholipit, các polyme của màng vi khuẩn. Trong một số trường hợp đặc biệt, chúng tập trung trong tế bào, dưới dạng polymeta phốtphat (sự loại phốtphat sinh học...).

Khi xử lý nước thải, chất nền (chất nhiễm bẩn hữu cơ) được giảm xuống. Ban đầu chúng có phản ứng cấp 0. Sau đó, khi nồng độ chất nền giảm thấp dưới một giá trị nào đó thì xuất hiện sự thay đổi cấp phản ứng và tốc độ giảm chất nền dừng lại. Điều đó có nghĩa là ở giai đoạn cuối xử lý nước thải, chất nền còn lại thường khó bị loại bỏ. Giai đoạn đầu xảy ra với hiện tượng hấp thụ sinh học và kết bông phức tạp của các chất keo, tiếp theo đó các vi sinh sử dụng chất hữu cơ để sinh trưởng và hoạt động làm cho chất nền biến mất dần.

5.1.4. Vi khuẩn hiếu khí, vi khuẩn kỵ khí

Loại vi khuẩn ưa hoạt động trong môi trường có oxy ta gọi là vi khuẩn hiếu khí và loại vi khuẩn hoạt động trong môi trường không có oxy ta gọi là vi khuẩn kỵ khí.

Nếu có oxy tham gia vào phản ứng thì sản phẩm thu được là lượng cacbon hữu cơ dưới dạng CO_2 và khối vi sinh. Nếu phản ứng xảy ra khi thiếu oxy khí thì sản phẩm thu được là lượng cacbon hữu cơ dưới dạng CO_2 , khí CH_4 và khối vi sinh.

Nhìn chung tỉ lệ sinh sản của các phôi hiếu khí cao hơn các phôi kỵ khí và quá trình suy giảm các chất có chứa cacbon xảy ra nhanh hơn. Tuy nhiên ở quá trình kỵ khí, bùn sản sinh ra ít hơn.

Có hai giải pháp xử lý với vi khuẩn ở trạng thái lơ lửng và với vi khuẩn ở trạng thái giá thể cố định.

- **Giải pháp với vi khuẩn ở trạng thái lơ lửng (tự do):** Ở đây các vi khuẩn được phát triển một cách phân tán dưới dạng kết bông ngay trong lòng chất lỏng cần xử lý như giải pháp hiếu khí bùn hoạt tính, lọc sinh học trong điều kiện tự nhiên hoặc giải pháp kỵ khí như lọc tiếp xúc ở nền bùn.
- **Giải pháp với vi khuẩn ở trạng thái giá thể cố định:** Sử dụng các vi khuẩn có khả năng sinh sản ra exopolymere cho phép cố định chúng vào các vật giá thể khác nhau để tạo ra một màng sinh học. Cũng giống như vi khuẩn ở trạng thái tự do, vi khuẩn ở trạng thái cố định có thể được dùng cho xử lý hiếu khí và xử lý kỵ khí.

Có một số yếu tố như nồng độ (khô vi sinh, chất nền, oxy), sự xáo trộn, nhiệt độ và thời gian lưu thủy... có thể có những tác động đến động học phản ứng và thậm chí làm cho một số vi khuẩn phát triển trội hơn các vi khuẩn khác.

Trong các giải pháp với vi khuẩn đã nêu ở trên đều có một lượng vi sinh được sinh sản quá mức cần được thu gom, xử lý và sử dụng.

5.1.5. Động học của quá trình xử lý hiếu khí

Để đảm bảo cho quá trình xử lý sinh học diễn ra có hiệu quả thì phải tạo được các điều kiện môi trường như pH, nhiệt độ, chất dinh dưỡng, thời gian... tốt nhất cho hệ vi sinh. Khi các điều kiện trên được đảm bảo thì quá trình xử lý diễn ra như sau:

Tốc độ tăng trưởng tế bào ở cả hai trường hợp nuôi cấy theo từng mẻ hay nuôi cấy trong các bể có dòng chảy liên tục có thể biểu diễn bằng công thức:

$$r_t = \mu_1 X, \quad (5.1)$$

trong đó: r_t - tốc độ tăng trưởng của tế bào vi sinh, $g/m^3 \cdot s$;

μ_1 - tốc độ tăng trưởng riêng (l/thời gian = l/s);

X - nồng độ vi sinh trong bể hay nồng độ bùn hoạt tính, $g/m^3 = mg/l$.

Công thức (5.1) có thể viết dưới dạng:

$$r_t = \frac{dX}{dt} = \mu X. \quad (5.2)$$

5.1.5.1. Chất nền - giới hạn của tăng trưởng

Trong trường hợp nuôi cấy theo mẻ, nếu chất nền và chất dinh dưỡng cần thiết cho sự tăng trưởng chỉ có với số lượng hạn chế thì các chất này sẽ được dùng đến cạn kiệt trước khi quá trình sinh trưởng ngừng lại.

Ở trường hợp nuôi cấy trong bể có dòng chảy liên tục (chất nền và chất dinh dưỡng cấp liên tục) thì ảnh hưởng của việc giảm bớt chất nền và chất dinh dưỡng có thể biểu diễn bằng phương trình do Monod đề xuất.

$$\mu_1 = \mu_m = \frac{S}{K_s + S}, \quad (5.3)$$

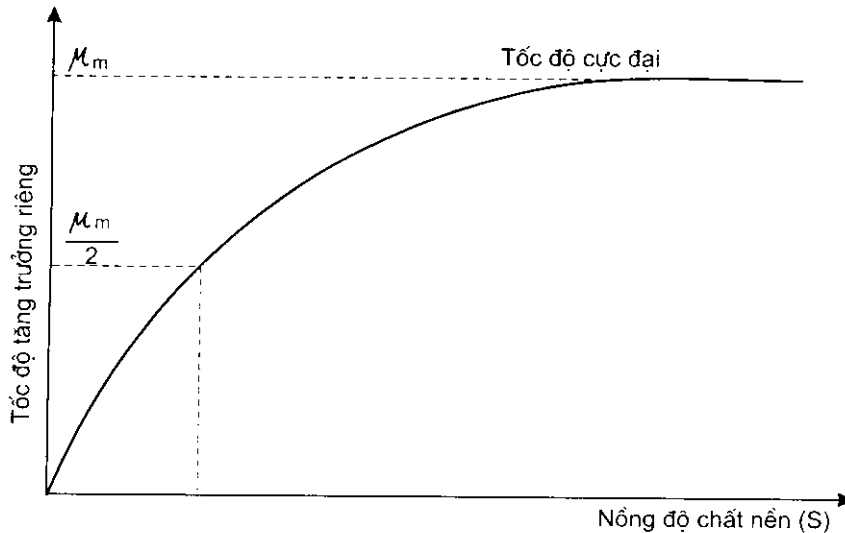
trong đó: μ_1 - tốc độ tăng trưởng của tế bào vi sinh, l/s;

μ_m - tốc độ tăng trưởng riêng cực đại, l/s;

S - nồng độ chất nền trong nước thải ở thời điểm sự tăng trưởng bị hạn chế;

K_s - hằng số bán bão hòa, thể hiện ảnh hưởng của nồng độ chất nền ở thời điểm tốc độ tăng trưởng bằng một nửa tốc độ cực đại, $\text{g/m}^3 = \text{mg/l}$.

Ảnh hưởng của nồng độ chất nền đến tốc độ tăng trưởng riêng thể hiện trên hình 5.2.



Hình 5.2. Ảnh hưởng của sự hạn chế nồng độ chất nền đến tốc độ tăng trưởng riêng

Thay giá trị μ ở phương trình (5.3) vào phương trình (5.1) ta có:

$$r_t = \frac{\mu_m XS}{K_s + S}, \quad (5.4)$$

trong đó: r_t - tốc độ tăng trưởng cực đại của vi sinh.

5.1.5.2. Sự tăng trưởng tế bào và sử dụng chất nền

Nếu như tất cả dinh dưỡng được chuyển hóa thành sinh khối thì tốc độ sử dụng dinh dưỡng sẽ bằng tốc độ sinh sản sinh khối. Nhưng vì trong cả hai trường hợp nuôi cấy theo mẻ và nuôi cấy trong bể có dòng chảy liên tục, một phần chất nền chuyển thành các tế bào mới, một phần được oxy hóa thành chất vô cơ và hữu cơ ổn định cho nên tốc độ sử dụng dinh dưỡng sẽ lớn hơn tốc độ tạo sinh khối. Và do đó có thể thiết lập quan hệ giữa tốc độ tăng trưởng và lượng chất nền được sử dụng theo phương trình sau:

$$r_t = -Y \cdot r_d, \quad (5.5)$$

trong đó: r_t - tốc độ tăng trưởng của tế bào vi sinh, $g/m^3.s$;

Y - hệ số năng suất sử dụng chất nền cực đại, mg/mg (là tỉ số giữa khối lượng tế bào và khối lượng chất nền được tiêu thụ trong một thời gian nhất định ở giai đoạn tăng trưởng logarit);

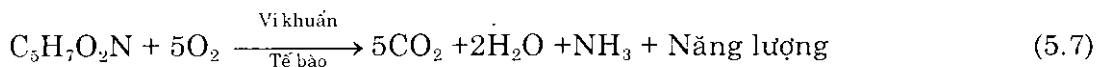
r_d - tốc độ sử dụng chất nền, $g/m^3.s$.

Từ phương trình (5.5) và (5.4) ta rút ra:

$$r_d = \frac{\mu_m XS}{Y(K_s + S)} = \frac{KXS}{K_s + S}; \quad K = \frac{\mu_m}{Y}, \quad (5.6)$$

5.1.5.3. Ảnh hưởng của hô hấp nội bào

Trong các công trình xử lý nước thải không phải tất cả các tế bào vi sinh đều có tuổi lớn như nhau và đều ở trong giai đoạn sinh trưởng logarit mà có một số đang ở giai đoạn chết và giai đoạn sinh trưởng chậm. Khi tính toán tốc độ tăng trưởng của tế bào phải tính toán tổ hợp các hiện tượng này. Để tính toán giả thiết rằng: sự giảm khối lượng các tế bào do chết và tăng trưởng chậm tỉ lệ với nồng độ vi sinh có trong nước thải và gọi là sự giảm khối lượng do phân hủy nội bào. Quá trình hô hấp nội bào có thể biểu diễn bằng phản ứng đơn giản sau:



113 160

1 1,42

Từ phương trình (5.7) có thể thấy: nếu tất cả các tế bào bị oxy hóa hoàn toàn thì lượng COD của các tế bào bằng 1,42 nồng độ của tế bào.

$$r_d \text{ (do phân hủy nội bào)} = -K_d X, \quad (5.8)$$

trong đó: K_d - hệ số phân hủy nội bào (phân rã nội sinh);

X - nồng độ tế bào (nồng độ bùn hoạt tính), g/m^3 .

Kết hợp với quá trình phân hủy nội bào, tốc độ tăng trưởng thực tế của tế bào:

$$r'_t = \frac{\mu_m XS}{(K_s + S)} - K_d X, \quad (5.9)$$

hay
$$r'_t = -Y.r_d - K_d X, \quad (5.9')$$

trong đó: r'_t - tốc độ tăng trưởng thực tế của tế bào vi khuẩn, l/s .

Tốc độ tăng trưởng riêng thực tế là:

$$\mu' = \mu_1 \frac{S}{K_s + S} - K_d \quad (5.10)$$

Hệ số năng suất sử dụng chất nền (hệ số đồng hóa) thực tế là:

$$Y_t = \frac{r'_t}{r_d} \quad (5.11)$$

5.1.5.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Nhiệt độ nước thải có ảnh hưởng rất lớn tới tốc độ của phản ứng sinh hóa trong quá trình xử lý nước thải. Nhiệt độ không chỉ ảnh hưởng đến hoạt động chuyển hóa của vi sinh vật mà còn có tác động lớn đến quá trình hấp thụ khí oxy vào nước thải và quá trình lắng các bông cặn chứa các vi sinh vật ở bể lắng đợt II. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phản ứng sinh hóa trong quá trình xử lý nước thải biểu diễn bởi công thức:

$$r_T = r_{20} \theta^{(T-20)} \quad (5.12)$$

trong đó: r_T - tốc độ tăng trưởng ở nhiệt độ $T^\circ\text{C}$;

r_{20} - tốc tăng trưởng ở 20°C ;

θ - hệ số hoạt động do nhiệt độ, thường dao động từ 1,02 đến 1,09 (trung bình lấy 1,04);

T - nhiệt độ nước đo bằng $^\circ\text{C}$.

5.1.5.5. Ảnh hưởng của kim loại nặng

Sự phân hủy đòi hỏi các điều kiện môi trường khá nghiêm ngặt. Nhiệt độ và độ pH là những yếu tố đóng vai trò quan trọng. Tuy nhiên trong môi trường đó cũng không được chứa những chất độc hại hoặc những chất ức chế các hoạt động của vi sinh.

Các kim loại nặng như đồng, crom, niken, kẽm, thủy ngân, chì và các anion như xyanua, florua, arsenat và bicromat tồn tại trong quá trình phân hủy sẽ gây phản ứng hoặc là giữ nguyên một số enzym, hoặc là phá hủy bản chất làm biến đổi tính chất thấm của tế bào vi sinh... Vi khuẩn có sự nhạy cảm khác nhau đối với các chất độc hại này. Chúng có thể kết bông dưới dạng hợp chất hữu cơ - kim loại không tan mà không làm rối loạn sự sinh trưởng của vi khuẩn. Tuy nhiên cần lưu ý rằng lượng kim loại có trong môi trường không được vượt quá mức cho phép. Khi vượt quá mức cho phép thì chính bản thân một số chất chuyển hóa trở thành chất ức chế các hoạt động vi sinh.

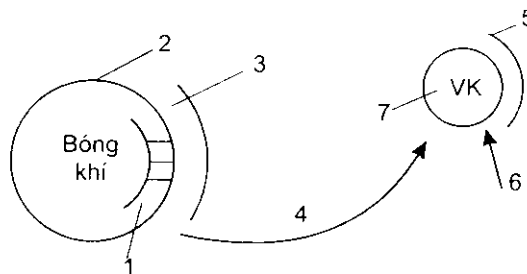
5.1.5.6. Nhu cầu oxy và việc cung cấp oxy

Để oxy hóa các chất hữu cơ, các vi sinh vật cần có oxy và nó chỉ có thể sử dụng oxy hòa tan. Để cung cấp oxy, người ta tiến hành làm thoáng khuếch tán không khí thành các bọt nhỏ phân phối đều trong khối nước thải.

Vì oxy ít hòa tan trong nước nên có thể bỏ qua trở lực khuếch tán của pha khí và tốc độ hấp thụ oxy do trở lực của pha lỏng quyết định. Sơ đồ của sự chuyển dịch oxy từ bọt khí tới tế bào các vi sinh vật được minh họa trên hình 5.3.

Chiều dày của lớp khuếch tán δ , khi chất lỏng vòng bao quanh vật thể có kích thước là L phụ thuộc vào hệ số khuếch tán D , độ nhớt μ_n , khối lượng riêng ρ_n và vận tốc của chất lỏng v_n theo phương trình sau:

$$\delta = D^{1/3} \left(\frac{\mu_n}{\rho_n} \right)^{1/6} \sqrt{\frac{L}{V_n}} \quad (5.13)$$



Hình 5.3. Sơ đồ di chuyển oxy tới vi sinh vật

1 - Lớp khuếch tán biên ở phía pha khí; 2 - Bề mặt phân pha; 3 - Lớp khuếch tán biên ở phía pha lỏng; 4 - Quá trình chuyển oxy từ bóng khí tới vi sinh vật; 5 - Lớp khuếch tán biên ở pha lỏng bao quanh vi sinh vật; 6 - Quá trình chuyển oxy vào trong tế bào; 7 - Vùng phản ứng giữa phân tử oxy với các men (enzym).

Vì các vi sinh vật có kích thước rất nhỏ và chúng chuyển động trong các hệ thống xử lý với vận tốc bằng vận tốc của nước thải nên chiều dày lớp khuếch tán của chất lỏng ở thành các tế bào nhỏ hơn rất nhiều so với chung quanh bọt khí, vì vậy trở lực của nó không đáng kể đối với sự di chuyển của oxy. Mặt khác, cũng cần tính đến điều là bề mặt riêng của các vi sinh vật lớn hơn nhiều so với bề mặt riêng của các bọt khí. Do đó có thể nói quá trình di chuyển oxy từ các bọt khí tới các vi sinh vật được hạn định chủ yếu bởi trở lực khuếch tán của chất lỏng xung quanh bóng khí.

Đối với các khí hòa tan kém, hệ số chuyển khối K_L được lấy bằng hệ số cấp khối β_L .

Do bề mặt tiếp xúc pha giữa không khí và nước thải trong các hệ thống xử lý là không xác định được, vì vậy trong tính toán người ta sử dụng hệ số cấp khối thể tích β_v .

Lượng oxy được hấp thụ có thể tính theo phương trình cấp khối sau:

$$M = \beta_v \cdot V (C^* - C), \quad (5.14)$$

trong đó: M - lượng oxy được hấp thụ, kg/s;

β_v - hệ số cấp khối thể tích, l/s;

V - thể tích nước thải trong hệ thống xử lý, m³;

C^* , C - nồng độ cân bằng và nồng độ oxy ở trong khối chất lỏng, kg/m³.

Biểu thức trên cho thấy, có thể tăng lượng oxy được hấp thụ bằng cách tăng β_v , hoặc tăng động lực của quá trình. Việc thay đổi động lực của quá trình có thể thực hiện bằng tăng hàm lượng oxy trong không khí, giảm nồng độ làm việc hoặc tăng áp suất của quá trình hấp thụ. Song tất cả các giải pháp trên đều không kinh tế hoặc không làm tăng cường độ của quá trình một cách đáng kể. Cách tốt nhất tăng lượng oxy hòa tan trong nước thải là tăng hệ số cấp khối thể tích β_v , vì:

$$\beta_v = \beta_L \cdot a, \quad (5.15)$$

trong đó:

$$a = \frac{6 \varphi_k}{d_{bot}},$$

ở đây: φ_k - hàm lượng khí trong dòng nước thải;

d_{bot} - đường kính của bọt khí.

Rõ ràng bằng cách tăng hàm lượng của bọt khí trong dòng thải và giảm đường kính của bọt khí có thể tăng bề mặt tiếp xúc pha một cách đáng kể.

5.1.5.7. Công thức biến đổi tốc độ sử dụng chất nền

Trong mô tả động học của quá trình xử lý nước thải bằng sinh học rút ra được công thức biểu diễn tốc độ xử lý chất nền bằng khối lượng chất nền giảm đi ở một đơn vị thể tích bể trong một đơn vị thời gian (g/m³s).

$$r_d = \frac{\mu_{\max} X S}{Y (K_s + S)}, \quad (5.16)$$

đặt

$$K = \frac{\mu_{\max}}{Y}; \quad r_d = \frac{K X S}{(K_s + S)}, \quad (5.16')$$

Từ công thức (5.16') ta có:

$$\rho = \frac{r_d}{X} = \frac{KS}{(K_s + S)}, \quad (5.17)$$

trong đó: ρ - là tốc độ sử dụng chất nền tính trên một đơn vị khối lượng (g) bùn hoạt tính, trong một đơn vị thời gian.

5.1.6. Quá trình sinh học trong điều kiện kỵ khí

Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học trong điều kiện kỵ khí là phương pháp lợi dụng quá trình phân hủy các chất hữu cơ, vô cơ trong nước thải khi không có oxy. Thường phương pháp xử lý này được áp dụng để lên men, ổn định cặn và nước thải công nghiệp có nồng độ BOD, COD cao. Gần đây người ta cũng còn sử dụng phổ biến để xử lý nước thải sinh hoạt hoặc hỗn hợp nước thải sinh hoạt và công nghiệp có nồng độ tương tự. Khi nồng độ BOD trong nước thải cao hơn 500 mg/l nên áp dụng quy trình hai bậc. Bậc I xử lý kỵ khí, bậc II xử lý hiếu khí.

Quá trình chuyển hóa chất hữu cơ nhờ vi sinh kỵ khí xảy ra theo ba bước:

Trước tiên nhóm vi sinh tự nhiên có trong nước thải thủy phân các chất hữu cơ phức tạp và lipid thành các chất hữu cơ đơn giản có trọng lượng riêng nhẹ như monosacarit, amino axit để tạo nguồn thức ăn và năng lượng cho vi sinh hoạt động.

Sau đó nhóm vi khuẩn tạo men axit (nhóm axit focmơ) biến đổi các chất hữu cơ đơn giản thành các axit hữu cơ, giai đoạn này gọi là lên men axit.

Cuối cùng nhóm vi khuẩn tạo men mêtan (nhóm metan focmic) chuyển hóa hydro và các axit được tạo thành ở giai đoạn tạo men axit thành khí metan và cacbonic. Vai trò quan trọng của nhóm vi khuẩn metan focmic là tiêu thụ hydro và axit axetic, chúng tăng trưởng rất chậm và quá trình được thực hiện khi khí metan và cacbonic thoát ra.

Để cho quá trình sinh học diễn biến được bình thường cần đảm bảo các điều kiện sau đây:

- Trong nước thải không có oxy hòa tan;
- Hàm lượng của các kim loại nặng không vượt mức quy định;
- Giá trị pH của nước thải từ 6,7 đến 7,4;
- Duy trì độ kiềm khoảng 1000 - 1500 mg/l làm dung dịch đệm để ngăn cản pH giảm xuống dưới 6,2;

- Nhiệt độ của nước thải từ 27 - 38°C;
- Có đủ chất dinh dưỡng theo tỉ lệ COD : N : P là 350 : 5 : 1.

5.2. XỬ LÝ HIẾU KHÍ TRONG BỂ AEROTEN (AEROTANK)

5.2.1. Các mối quan hệ cơ bản để khử carbon hữu cơ

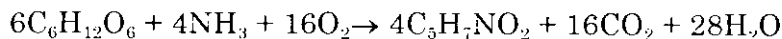
5.2.1.1. Nhu cầu oxy và bùn dư

Trong điều kiện có oxy không khí, các vi khuẩn hiếu khí tiêu thụ các chất hữu cơ:

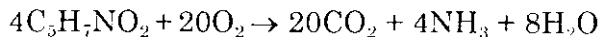
- Một mặt do nhu cầu năng lượng để tồn tại, sinh trưởng (phân chia tế bào, tổng hợp từ các chất sống) và hô hấp nội bào (oxy hóa nội bào);
- Mặt khác, tạo một lượng cơ thể sống và chất trơ dư thừa (bùn dư).

Lấy ví dụ về sự phân hủy gluco. Lúc đầu, nhờ sự hỗ trợ của nitơ có thể đồng hóa gluco thành protein tế bào ($C_5H_7NO_2$). Tiếp theo, protein này phân giải nội bào để cung cấp năng lượng sống. Có thể viết hai phản ứng này theo dạng sơ đồ như sau:

Tổng hợp:



Hô hấp hoặc oxy hóa nội bào:



Hai phản ứng này luôn luôn tồn tại. Phản ứng thứ hai không bao giờ hoàn chỉnh vì nó tương ứng với thời gian lưu của bùn vì thế chiều phản ứng dịch chuyển sang bên phải tùy theo phương thức sử dụng. Phản ứng càng dịch chuyển sang phải thì lượng bùn thừa sinh ra càng nhỏ nhưng lượng oxy tiêu thụ lại càng nhiều.

Trong ví dụ trên, hiện tượng oxy hóa hoàn toàn 6 phân tử gluco cần phải có 36 phân tử oxy. 36 phân tử oxy này tương đương với BOD của 6 phân tử gluco. Trong 36 phân tử oxy có 16 phân tử dùng cho sự tổng hợp và 20 phân tử dùng cho hô hấp nội bào.

Hệ số sử dụng oxy cho quá trình tổng hợp:

$$a_n = \frac{16O_2}{36O_2} = 0,45,$$

Hệ số sử dụng oxy cho quá trình hô hấp hoặc phân hủy nội bào:

$$a_m = \frac{20O_2}{36O_2} = 0.55.$$

Hệ số năng suất tế bào:

$$a_{mn} = \frac{4C_5H_7NO_2}{36O_2} = 0.39.$$

Như vậy để tiêu hủy 1g BOD người ta phải tổng hợp 0.39g vật chất sống.

■ Xác định lượng oxy

- Lượng oxy cần thiết cho nhu cầu tổng hợp vi khuẩn: $a_n \cdot BOD_5$.
- Lượng oxy cần thiết cho nhu cầu hô hấp nội bào: trong quá trình xử lý nước thải không phải toàn bộ vi khuẩn được tổng hợp đều bị oxy hóa nội bào để trở thành CO_2 và H_2O , mà chỉ một phần nào đó mà thôi (phần b_n của chất $4C_5H_7NO_2$). Theo các phản ứng đã ví dụ ở trên thì chỉ có b_n của $20O_2$ cần thiết cho sự oxy hóa các vật chất sống, nghĩa là chỉ có một lượng b'_n :

$$b'_n = \frac{b_n}{4C_5H_7NO_2} \times 20O_2. \quad (5.18)$$

Từ đó tính được lượng oxy cho hô hấp nội bào:

$$b'_n \times \text{khối lượng vật chất sống.}$$

Nhu cầu oxy toàn bộ sẽ là:

$$a_n \times BOD_5 + b'_n \times \text{khối lượng vật chất sống.}$$

■ Lượng bùn dư

Có hai yếu tố gây ra lượng bùn sinh học dư (bùn dư):

- Lượng vi khuẩn sản sinh ở các phản ứng tổng hợp;
- Lượng vi khuẩn bị mất đi ở các phản ứng hô hấp nội bào.

Lượng vi khuẩn sinh ra ở các phản ứng tổng hợp được biểu thị bởi $a_m \cdot BOD$ bị thải ra.

Lượng vi khuẩn mất đi ở phản ứng hô hấp nội bào: $b \times$ lượng MV (MV - chất bay hơi).

Tổng cộng lượng bùn sinh ra: $a_m \times BOD_5 - b \times$ lượng MV.

Lượng bùn sinh ra này được tính bằng kg chất huyền phù/ngày.

Khi xử lý sinh học nước thải đô thị với công suất không lớn, để đánh giá nhanh có thể sử dụng các đại lượng thích hợp sau đây:

$$a_n' = 0,5 \text{ kg/kgBOD}_5,$$

$$b_n' = 0,1 \text{ kg/ngày cho 1 kg MV},$$

$$a_m = 0,6 \text{ kg/kgBOD}_5,$$

$$b = 0,05 \text{ kg/ngày cho 1 kg MV}.$$

5.2.1.2. Các thông số hoạt động của bể aeroten

Trong xử lý nước thải, bể phản ứng sinh hóa được đặc trưng bởi ba thông số cơ bản: *tải trọng trên bùn theo khối lượng và thể tích, khả năng lắng của bùn và độ tuổi của bùn.*

■ Tải trọng theo khối lượng và thể tích

Tải trọng trên bùn theo khối lượng là tỉ số giữa khối lượng chất nhiễm bẩn (lấy tương đương bằng BOD) tính trên một đơn vị khối lượng bùn trong đơn vị thời gian (ngày đêm):

$$C_m = \frac{Q \cdot S_o}{X_t \cdot V}, \quad (5.19)$$

trong đó: Q - lưu lượng trong 1 ngày, $\text{m}^3/\text{ngày}$;

S_o - nồng độ của chất nền, mg/l ;

X_t - nồng độ của bùn, mg/l ;

V - thể tích bể, m^3 .

Khái niệm tải trọng theo khối lượng rất quan trọng, thường áp dụng để xác định lượng bùn hoạt tính:

- *Khả năng lắng*: Tải trọng khối lượng nhỏ sẽ tương ứng với năng suất lắng cao và ngược lại tải trọng khối lượng cao tương ứng với năng suất lắng thấp.
- *Bùn dư*: Với tải trọng khối lượng nhỏ, do sự hạn chế của chất nền, sự hô hấp nội bào sẽ nhiều hơn so với tải trọng lớn. Kết quả là sản sinh ra bùn sinh học kém hơn.
- *Độ ổn định của bùn*: Sự hô hấp nội bào mạnh hơn làm cho các vi khuẩn được khoáng hóa tốt hơn - các giải pháp với tải trọng khối lượng nhỏ sẽ làm cho bùn thừa kém khả năng lên men hơn.

- *Nhu cầu oxy*: Khi tải trọng khối lượng nhỏ sự hô hấp nội bào mạnh đòi hỏi lượng oxy tiêu thụ cao hơn so với lượng oxy tiêu thụ khi tải trọng lớn. Sự tiêu thụ oxy sinh ra là do có sự loại bỏ các chất nhiễm bẩn...

Một khái niệm khác là tải trọng trên bùn theo thể tích - là khối lượng chất nhiễm bẩn hữu cơ (thường tính theo BOD) tính trên một đơn vị thể tích trong một khoảng thời gian xác định (thường là một ngày đêm):

$$C_v = Q \cdot S_o / V, \text{ kg BOD/kg chất huyền phù/ngày đêm.} \quad (5.20)$$

■ Độ tuổi của bùn

Là tỉ số giữa trọng lượng bùn có trong bể và trọng lượng của bùn lấy ra khỏi bể trong một ngày:

$$\theta_c = \frac{X_v V}{a_m \text{BOD}_5 - b X_v V} \quad (5.21)$$

Nếu gọi E là hiệu suất khử của BOD, sau khi giản ước ta có:

$$\theta_c = \frac{1}{a_m \cdot E \cdot C'_m - b} \quad (5.22)$$

Như vậy độ tuổi tỉ lệ nghịch với tải trọng khối lượng. Khái niệm về độ tuổi của bùn cho ta thấy trạng thái sinh lý của các vi khuẩn, xác định sự tồn tại hay không tồn tại các pha có khả năng nitrat hóa.

■ Khả năng lắng của bùn

Ở giai đoạn tăng trưởng cấp số mũ, vi khuẩn bị biến mất trong môi trường nuôi cấy. Vào thời điểm chuyển sang giai đoạn chậm dần, chúng kết lại thành bông có màu nâu nhạt, có thể dài đến vài milimet. Chúng có dạng phân nhánh như cái găng tay, các vi khuẩn xuất hiện thành từng nhóm dạng keo, bông, tồn tại ở giai đoạn chuyển hóa nội sinh. Các vi khuẩn tự do không có liên kết với bông, tùy theo độ tuổi của bùn mà trị số tối thiểu đạt được trong khoảng từ 4 - 9 ngày. Ngoài 9 ngày trở ra, mặc dầu khả năng lắng nói chung vẫn còn tốt, nhưng bắt đầu có sự rã bông do sự giảm kích cỡ bông và do các phần tử nhỏ thoát ra khỏi bông đã tăng lên (bông có đầu hình kim). Ngược lại dưới 4 ngày, các bông có tính hút nước mạnh sẽ lắng kém và lượng vi sinh tự do tăng lên nhanh chóng.

Kết bông vi sinh là một hiện tượng phức tạp được điều khiển bởi trạng thái sinh lý của các tế bào, là một đặc tính của nhiều vi sinh, có liên quan đến sự bài xuất polyme mà trong đó các polysacarit đóng vai trò đặc biệt.

Để đánh giá tính lắng đọng của bùn người ta căn cứ vào chỉ số MONLMAN hay chỉ số bùn - là chỉ tiêu đánh giá khả năng lắng của bùn hoạt tính trong bể lắng đợt II và là chỉ tiêu phản ánh đặc tính và chất lượng của bùn.

Chỉ số thể tích bùn là thể tích do 1 gam bùn khô choán chỗ tính bằng ml sau khi để dung dịch bùn lắng tĩnh 30 phút trong ống lắng hình trụ khắc độ dung tích 100ml. Để xác định chỉ số thể tích của bùn, lấy 1 lít dung dịch bùn tại cửa ra của bể aeroten để lắng 30 phút trong ống lắng thủy tinh hình trụ có khắc độ. Quan sát và đánh dấu mặt phân chia giữa bùn và nước để tính ra thể tích bùn choán chỗ bằng ml. Đồng thời cũng lấy luôn mẫu xác định nồng độ bùn tính theo mg/l. Sau đó xác định chỉ số thể tích bùn theo công thức sau:

$$SVI = \frac{\text{Thể tích bùn đã lắng sau 30 phút (mg/l)} \cdot 1000}{\text{Nồng độ bùn lơ lửng trong dung dịch (mg/l)}} \text{ , ml/g} \quad (5.23)$$

Thông thường chỉ số thể tích bùn dao động từ 50 đến 150. Bùn có chỉ số thể tích càng nhỏ, lắng càng nhanh và càng đặc.

Chỉ số mật độ của bùn SDI là số nghịch đảo của chỉ số thể tích:

$$SDI = \frac{\text{Nồng độ bùn lơ lửng (\%)}}{\text{Thể tích bùn choán chỗ sau 30 phút lắng (\%)}} \times 1000, \quad (5.23')$$

Chỉ số SDI thường dao động từ 1 đến 2,5.

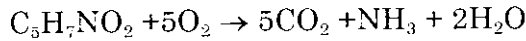
■ Sục khí

Để cung cấp oxy người ta thường tiến hành sục khí sâu trong lòng nước để tạo ra các bọt khí. Kích thước các bọt khí rất quan trọng. Trong thực tế người ta tạo các bọt khí từ hệ thống sục khí bằng vật xốp có đường kính lỗ khoảng 1mm. Các bọt khí nhỏ hơn chỉ có thể đạt được bằng cách dẫn nước đã bão hòa không khí dưới áp suất lớn (phương pháp tuyển nổi).

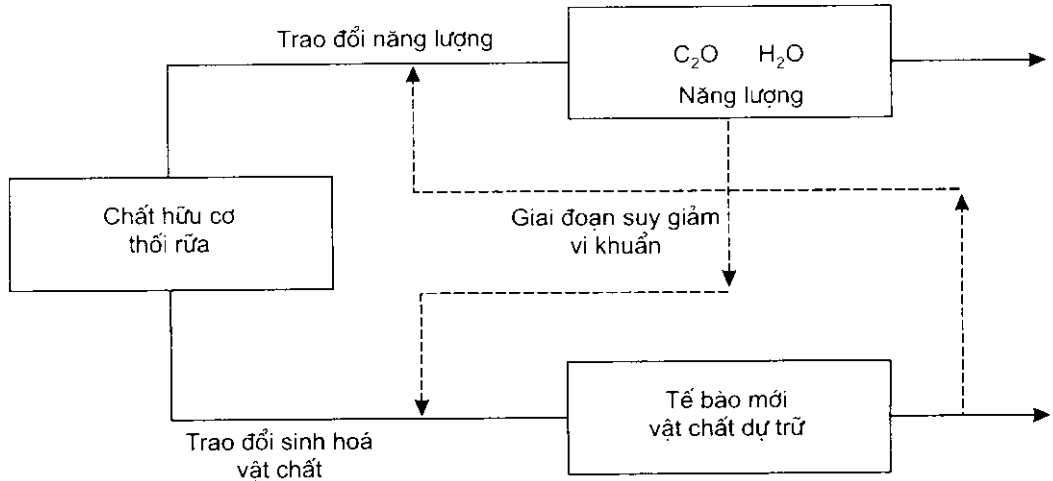
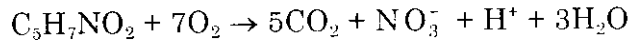
5.2.1.3. Sự ổn định hiếu khí

Sự ổn định hiếu khí là phương pháp dùng để giảm lượng chất hữu cơ của bùn, còn được gọi là "sự tiêu hóa ưa khí". Bằng cách sục khí lâu trong bùn, các vi sinh ưa khí hoạt động từ giai đoạn tổng hợp tế bào cho đến khi chúng thực hiện quá trình tự oxy hóa. Đó chính là sự hô hấp nội sinh ưa khí (xem hình 5.4).

Chất tế bào (biểu thị bởi $C_5H_7NO_2$) được biến đổi theo phương trình:

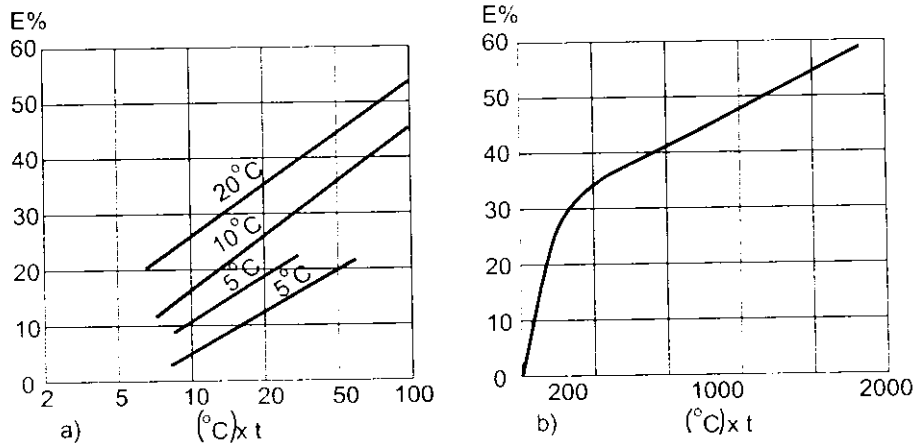


Sau đó amoniac có thể bị oxy hóa, do vậy có thể viết được phương trình tổng quát:



Hình 5.4. Nguyên lý của sự ổn định hiếu khí

Sự ổn định hiếu khí thường được áp dụng nhiều cho bùn hoạt tính. Tuy nhiên cũng có thể được áp dụng cho cặn ở bể lắng sơ cấp hoặc cho màng sinh học do các chất phản ứng và các vi sinh ở trạng thái giá thể cố định tạo ra. Tỷ lệ giảm chất hữu cơ biến động lớn, phụ thuộc vào thời gian ổn định và nhiệt độ của quá trình (xem hình 5.5).



Hình 5.5. Sự biến đổi của tỷ lệ giảm chất hữu cơ E% khi ổn định hiếu khí
a) Thời gian ổn định (ngày); b) Nhiệt độ (°C) x thời gian ổn định (ngày).

Quá trình ổn định hiếu khí thường kéo dài: với bùn hoạt tính 7 - 10 ngày; với hỗn hợp cặn và bùn 10 - 12 ngày. Lượng khí cần cấp tính bình quân $150 - 240 \text{ m}^3/\text{m}^3$ bùn hoạt tính và $240 - 430 \text{ m}^3/\text{m}^3$ hỗn hợp cặn.

Để đánh giá độ ổn định của cặn, người ta dùng các tiêu chuẩn:

- Mức độ hô hấp của bùn: $0,1 \text{ kg O}_2/\text{kg}$ chất hữu cơ trong ngày ở nhiệt độ 20°C .
- Độ giảm trọng lượng: dưới 10% sau 120 h sục khí ở 20°C (trong trường hợp lượng oxy là 2 mg/l).

Cũng có thể đánh giá bằng lượng axit bay hơi được tạo thành và lượng nitơ đã amoniac hóa tính trên 1 g chất hữu cơ được giữ ở trạng thái kị khí.

Ổn định hiếu khí có thể thực hiện ở 2 chế độ: chế độ ấm (tới 50°C) và chế độ nóng (trên 50°C). Ở chế độ nóng, nếu nồng độ chất hữu cơ lớn hơn 30% (tính theo chất không tro) thì quá trình có thể "tự nhiệt" - nghĩa là năng lượng do các phản ứng sinh hóa tạo ra đủ để hâm nóng cặn.

5.2.2. Sơ đồ của quá trình bùn hoạt tính

Khi làm thoáng hỗn hợp nước thải với bùn hoạt tính, thì quá trình xử lý nước thải được thực hiện và số lượng bùn hoạt tính tăng lên do mức tăng sinh khối. Nếu quá trình đó tiếp tục một thời gian đủ lâu, thì sau khi đạt được giá trị tối đa nào đó, khối lượng bùn trong hệ thống giảm dần.

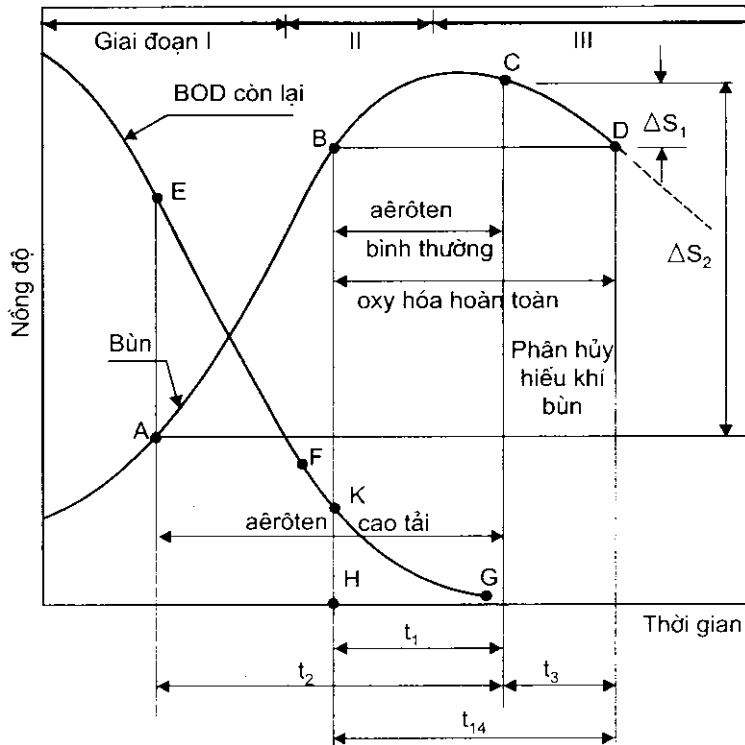
Hình 5.6 giới thiệu các hiện tượng đồng hành trong quá trình bùn hoạt tính nước thải.

Trong phần lớn các trường hợp thì tính chất và nồng độ chất nhiễm bẩn nước thải ở bể aeroten tương ứng với đoạn BC của đường cong thay đổi nồng độ bùn. Tải trọng trên bùn trong trường hợp này là $150 - 400 \text{ mg BOD}$ trên 1 g chất không tro trong ngày. BOD_{20} lúc ban đầu không lớn, bằng tung độ K - H. Để thực hiện quá trình đòi hỏi một thời gian t_1 , còn kết quả xử lý đạt mức tăng bùn là ΔS_1 .

Phần lớn chất nhiễm bẩn được oxy hóa ngay ở thời gian đầu khi thực hiện làm thoáng, thể hiện ở chỗ hàm lượng BOD cao lúc ban đầu, sau đó giảm nhanh tới nhu cầu ở giai đoạn "hô hấp nội bào". Người ta gọi quá trình này là làm thoáng cổ điển hoặc làm thoáng thông thường.

Khi nồng độ các chất nhiễm bẩn nước thải cao (với BOD_{20} lúc ban đầu $L_a > 500 \text{ mg/l}$) thì quá trình được biểu diễn bởi đoạn A - C. Thời gian xử lý

tăng lên tới t_2 ; còn mức tăng của bùn trong hệ thống là ΔS_2 ; tải trọng trên bùn vào khoảng 400 - 1000 mg BOD₂₀ trên 1 g chất không tro trong ngày.



Hình 5.6. Quan hệ giữa mức tăng bùn và độ giảm BOD₂₀

Phụ thuộc vào nồng độ và thời gian lưu bùn trong hệ thống làm thoáng mà BOD sẽ giảm tới một giới hạn xác định, sau đó thì không giảm nữa. Dưới giới hạn đó, tốc độ oxy hóa phụ thuộc vào hàm lượng chất bẩn còn lại. Nhu cầu oxy trên đoạn EF, hoặc là không đổi theo thời gian, hoặc là tăng lên không đáng kể. Dưới điểm F, tốc độ tiêu thụ oxy nhanh chóng giảm xuống và đạt mức hô hấp nội bào.

Nếu thời gian làm thoáng bình thường được kéo dài tới t_3 , thì nồng độ bùn ở cuối quá trình xác định bởi điểm D, nghĩa là hầu như bằng nồng độ lúc ban đầu. Nói cách khác là toàn bộ lượng bùn được tạo thành trong thời gian t_3 đã kịp khoáng hóa. Quá trình này gọi là oxy hóa hoàn toàn ở bể aeroten hoặc làm thoáng kéo dài v.v... Gần đây phương pháp xử lý này được áp dụng rộng rãi. Đối với những trạm công suất nhỏ, nếu bể lắng đợt I thì bùn sẽ được oxy hóa đầy đủ ở bể aeroten và cũng sẽ bỏ qua được công trình xử lý cặn (ngoại trừ các công trình làm khô cặn).

Trên thực tế không thể thực hiện quá trình khoáng hóa hoàn toàn được, nghĩa là không thể đạt $\Delta S = 0$. Bùn hoạt tính có thể oxy hóa đạt 35 - 70% (tính theo khối lượng), phần còn lại gồm: các chất oxy hóa sinh hóa và các vi sinh có sức ì. Phần này đọng lại trong các công trình và được lấy ra sau đó. Đối với bể aeroten làm thoáng kéo dài, tải trọng trên bùn ở mức 100 - 150 mg BOD₂₀/1g chất không tro trong ngày.

Quá trình oxy hóa hoàn toàn có thể xảy ra ở hai giai đoạn:

- 1) Với thời gian t_1 - xử lý nước thải tới mức yêu cầu;
- 2) Với thời gian t_3 - xử lý bùn hoạt tính dư ΔS_1 (sau khi nén), tổng thời gian $t_1 + t_3 = t_4$ là kết quả xử lý chung, tương tự như sơ đồ oxy hóa hoàn toàn nhưng giảm được thể tích công trình vì trong t_3 chỉ oxy hóa đối với bùn hoạt tính. Nồng độ bùn ở đây cao hơn nồng độ bùn ở bể aeroten 3 - 5 lần.

5.2.3. Phân loại aeroten

■ Phân loại theo nguyên tắc làm việc

- *Bể aeroten thông thường*: thời gian làm thoáng t_1 (hình 5.6), áp dụng để xử lý sinh hóa nước thải với công suất lớn.
- *Bể aeroten sức chứa cao*, áp dụng để xử lý nước thải có nồng độ nhiễm bẩn cao BOD₂₀ > 500 mg/l. Tải trọng trên bùn vào khoảng 400 - 1000 mg/g bùn khô không tro trong ngày. Thời gian làm thoáng tương ứng t_2 .
- *Bể aeroten oxy hóa hoàn toàn* còn được gọi là bể aeroten kéo dài thời gian làm thoáng $t_4 = t_1 + t_3$ (hình 5.6). Trong đó t_3 chính là thời gian ổn định hiếu khí bùn cặn.

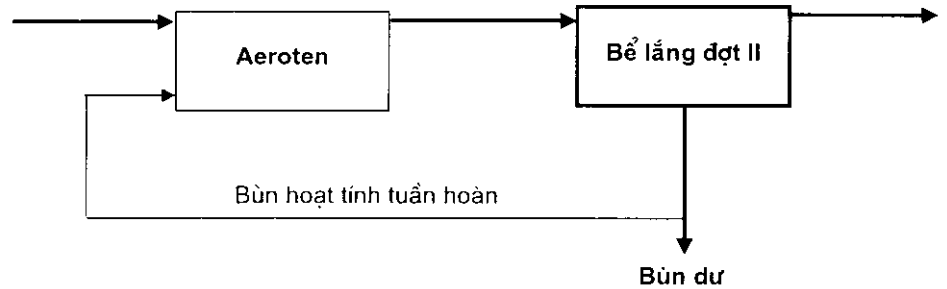
■ Phân theo sơ đồ công nghệ: có aeroten một bậc và aeroten nhiều bậc.

■ Phân theo cấu trúc dòng chảy: căn cứ vào phương pháp đưa nước và bùn hoạt tính vào và ra khỏi bể: bể aeroten - đẩy, bể aeroten - trộn và bể aeroten kết hợp.

■ Phân biệt theo phương pháp làm thoáng: aeroten làm thoáng bằng máy bơm khí nén; aeroten làm thoáng bằng máy khuấy cơ học; và aeroten kết hợp. Ngoài ra, cũng cần kể đến loại aeroten làm thoáng áp lực thấp, tức là không dùng bơm khí nén mà dùng quạt gió.

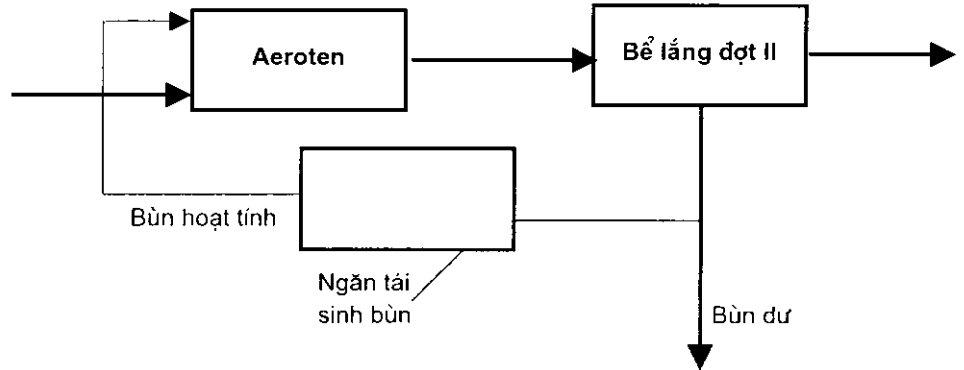
5.2.4. Sơ đồ xử lý nước thải với bể aeroten

Sơ đồ 1. Xử lý hoàn toàn ở bể aeroten một bậc không có ngăn tái sinh bùn hoạt tính. Ưu điểm là thiết bị kỹ thuật và quản lý đơn giản, được áp dụng rộng rãi.



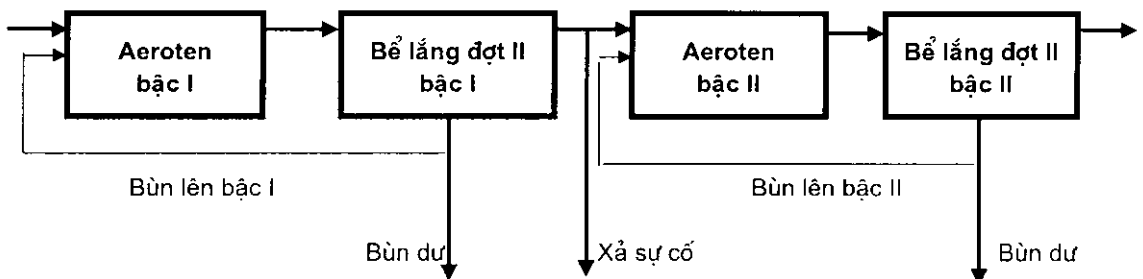
Hình 5.7

Sơ đồ 2: Xử lý hoàn toàn ở bể aeroten một bậc có ngăn tái sinh bùn hoạt tính.



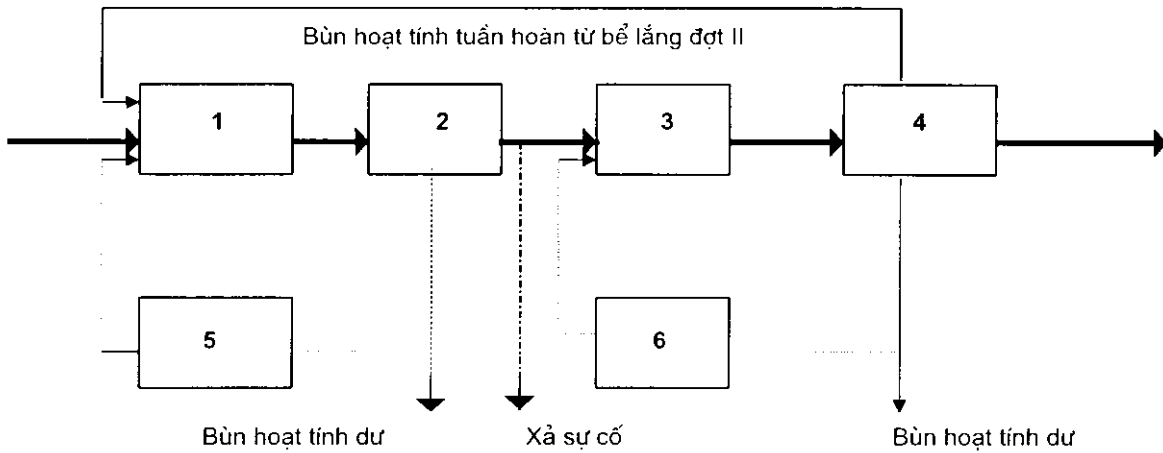
Hình 5.8

Sơ đồ 3: Xử lý nước thải ở bể aeroten - đây hai bậc không có ngăn tái sinh bùn hoạt tính. Bậc II dùng để xử lý thêm.



Hình 5.9

Sơ đồ 4: Xử lý nước thải ở bể aeroten hai bậc có ngăn tái sinh bùn hoạt tính. Ngăn tái sinh ở đây đóng vai trò đảm bảo thêm cho tính an toàn của hệ thống.



Hình 5.10

1- Bể aeroten bậc I; 2 - Bể lắng đợt II bậc I; 3 - Bể aeroten bậc II; 4 - Bể lắng đợt II bậc II;
5 - Ngăn tái sinh bùn hoạt tính bậc I; 6 - Ngăn tái sinh bùn hoạt tính bậc II.

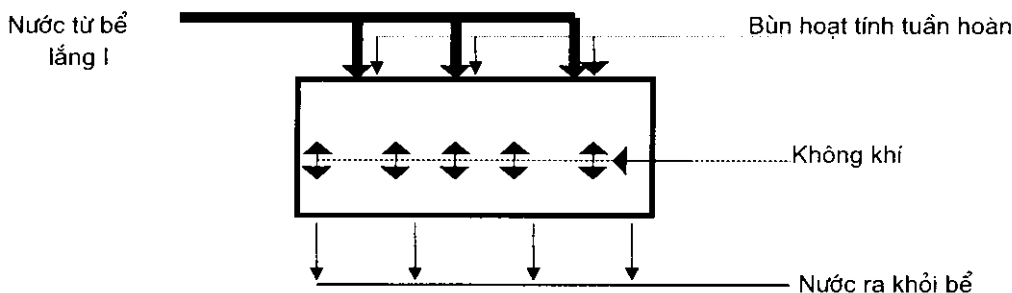
Sơ đồ 5: Xử lý hoàn toàn ở bể aeroten tải trọng cao không có ngăn tái sinh. Sơ đồ này tương tự như sơ đồ 1.

Nước đã qua bể lắng đợt I hoặc chỉ qua song chắn rác, trộn đều với 10 - 20% bùn tuần hoàn, cho vào bể aeroten đã làm thoáng trong khoảng thời gian từ 1 - 3 giờ. Nồng độ bùn hoạt tính trong bể $a < 1000 \text{ mg/l}$. Bằng cách điều chỉnh lượng khí cấp vào và lượng bùn hoạt tính tuần hoàn. Lượng BOD khử được từ 60 đến 65%.

Sơ đồ 6: Xử lý nước thải ở bể aeroten - trộn, aeroten kết hợp đẩy - trộn.

Tăng sức mạnh của bể aeroten có thể đạt được bằng cách làm điều hòa tốc độ tiêu thụ oxy trên cả chiều dài của bể. Để đạt được mục đích đó có thể cho nước thải và bùn vào bể aeroten tại nhiều điểm khác nhau, có hai trường hợp cần quan tâm:

- Trường hợp aeroten trộn: khoảng cách giữa các cửa xả nước và bùn lấy bằng 3 - 4m. Nước đã xử lý thu về máng đối diện.



Hình 5.11

- Trường hợp aeroten đầy - trộn. Nước xả vào bốn vị trí ở nửa đầu của bể. Tại vị trí đầu xả 10% tổng lưu lượng nước, tại vị trí 2 và 3 mỗi nơi 35%, còn tại vị trí 4 xả 20%. Bùn hoạt tính đưa vào tại một điểm đầu bể. Nước đã xử lý thu về máng đặt ở cuối bể.

Loại bể này chủ yếu dùng để xử lý nước thải có nồng độ nhiễm bẩn cao và thành phần tính chất thay đổi thất thường (nước công nghiệp hoặc nước hỗn hợp dân dụng và công nghiệp).

Sơ đồ 7: Xử lý nước thải ở bể aeroten - lắng. Nguyên tắc làm việc tương tự như bể aeroten - trộn, nhưng bể lắng đợt II được hợp khối với bể aeroten. Bùn được tách khỏi nước thải không bằng cách lắng trọng lực, mà thực hiện khi cho nước đi qua lớp chất lơ lửng. Qua quan sát thực tế có thể thấy lượng cặn lơ lửng không tăng thêm khối lượng. Vì đồng thời với quá trình hình thành cặn (vào vùng lắng) thì một lượng cặn tương đương lắng xuống và quay trở lại vùng làm thoáng. Cặn dư có thể lấy bằng máy bơm hoặc bằng áp lực thủy tĩnh.

Sơ đồ bể aeroten - lắng có thể xử lý nước thải ở mức độ hoàn toàn, khả năng oxy hóa của bể theo BOD đạt 286 - 610 g/m³. Tốc độ dòng chảy lấy khoảng 0,5mm/s. Khoảng cách giữa các điểm xả nước lấy bằng hai lần chiều rộng của bể (khoảng 4 - 6 m).

Thời gian lưu có thể xác định theo công thức:

$$t = \frac{15S_0}{T \cdot R} + 2, \text{ giờ}, \quad (5.24)$$

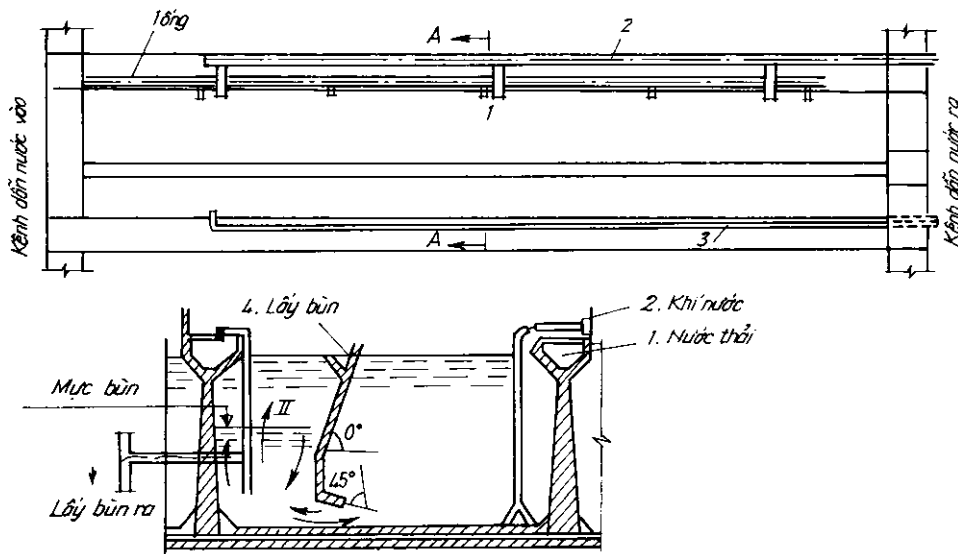
trong đó: S_0 - hàm lượng BOD ban đầu, mg/l;

R - tốc độ oxy hóa, 45 g/m³.h;

T - nhiệt độ trung bình năm của nước thải, °C.

Sơ đồ aeroten - lắng có ưu điểm:

- Cặn có thể lấy bằng máy bơm hoặc bằng áp lực thủy tĩnh;
- Không cần bơm bùn tuần hoàn;
- Xây dựng phần lắng rẻ hơn xây dựng bể lắng;
- Tuy nhiên cũng có khuyết điểm là không điều chỉnh được chế độ công tác của bể khi bể làm việc quá tải và không có bộ phận tái sinh hoạt tính của bùn.



Hình 5.12. Sơ đồ bể aeroten lắng

5.2.5. Xác định hệ số sử dụng thể tích

Trong thực tế xử lý nước thải, khi thiết kế bể aeroten thường chọn kiểu bể có chế độ dòng chảy:

- Làm việc theo mẻ,
- Làm việc liên tục.

Hiệu quả làm sạch của bể aeroten phụ thuộc vào đặc tính thủy lực của bể hay còn gọi là hệ số sử dụng thể tích của bể, phương pháp nạp chất nền vào bể và phương pháp thu hỗn hợp bùn hoạt tính ra khỏi bể, kiểu dáng và đặc trưng thủy lực của các thiết bị làm thoáng, thời gian làm thoáng,... Do đó khi thiết kế cần tính đến những ảnh hưởng này để chọn kiểu dáng và kích thước bể cho phù hợp với yêu cầu xử lý đặt ra.

Sau đây xét một vài trường hợp phổ biến thường gặp trong khi nghiên cứu thiết kế công trình.

1. Bể aeroten làm việc theo mẻ

Bể aeroten làm việc theo mẻ là bể aeroten làm việc không liên tục. Thường người ta cho nước thải vào đây bể với thời gian t_1 , cho ngừng cấp vào để khuấy trộn trong thời gian t_2 , sau đó ngừng khuấy trộn để lắng yên trong thời gian t_3 rồi tháo nước ra với thời gian t_4 .

Trong thời gian t_2 , nếu cường độ khuấy trộn đủ lớn (khuấy trộn hoàn chỉnh), dung tích bể được sử dụng hoàn toàn (tức là sử dụng 100% thể tích bể). Đối với giai đoạn lắng t_3 : vì nồng độ bùn được phân bố đều trong toàn bộ thể tích khi khuấy trộn và lắng, lực trọng trường và lực cản tác dụng lên hạt cận ở mọi điểm trong bể, nên hệ số sử dụng thể tích là 100%.

2. Bể aeroten làm việc liên tục

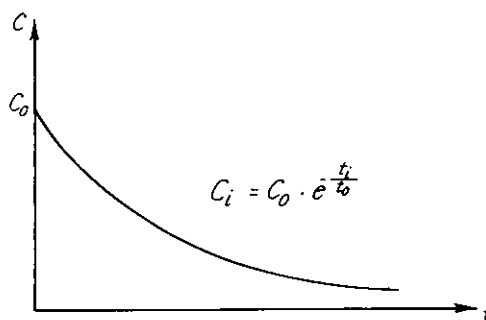
Loại bể này được khuấy trộn hoàn chỉnh bằng thiết bị làm thoáng bề mặt hay bằng dàn ống xương cá, rãnh thấm,...

Để đánh giá mức độ sử dụng thể tích của bể phải tiến hành thí nghiệm đo nồng độ các phân tử chất chỉ thị đi ra khỏi bể theo thời gian. Thí nghiệm tiến hành như sau: đổ nước vào đầy bể, cho X g chất chỉ thị vào bể (chất chỉ thị thường là chất trơ không gây phản ứng hóa học là chất có màu hoặc bùn trơ). Khuấy trộn đều để đạt nồng độ chất chỉ thị trong bể $C_0 = X/V$ (V - thể tích bể), mở van cho lưu lượng nước Q liên tục chảy vào bể và ra khỏi bể, sau một khoảng thời gian $\Delta t = 5 - 10$ phút, lấy mẫu nước để đo nồng độ chất chỉ thị. Ứng với thời điểm $t = 0$ ta có $C = C_0$; $t_1 = \Delta t$, có: $C = C_1$, $t_1 = i \cdot \Delta t$, $C = C_1$.

Từ phương trình cân bằng khối lượng, ta rút ra được:

$$C_i = C_0 \cdot e^{-\frac{t_i \cdot Q}{V}} = C_0 \cdot e^{-\frac{t_i}{t_0}} \quad (5.25)$$

Hình 5.13 giới thiệu đường cong phụ thuộc giữa nồng độ chất chỉ thị với thời gian lưu nước trong bể.



Hình 5.13. Nồng độ chất chỉ thị với thời gian lưu nước

3. Bể aeroten có các ngăn trộn hoàn chỉnh đặt nối tiếp thành dãy

Tại thời điểm t_i , nồng độ chất chỉ thị ở đầu ra có thể xác định theo công thức:

$$C_i = \frac{C_o}{(i-1)!} (n\theta)^{i-1} e^{-(n\theta)}, \quad (5.26)$$

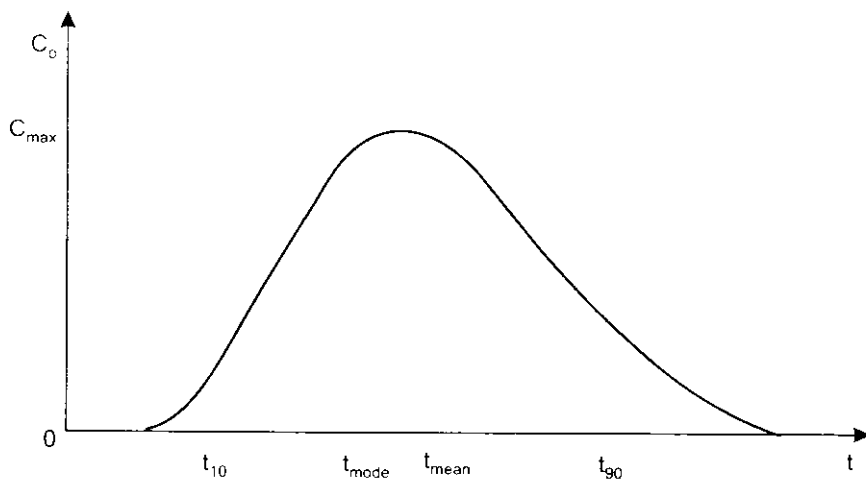
trong đó: C_o - nồng độ chất chỉ thị ở đầu vào, mg/l;

C_i - nồng độ chất chỉ thị ở đầu ra tại thời điểm t_i , mg/l;

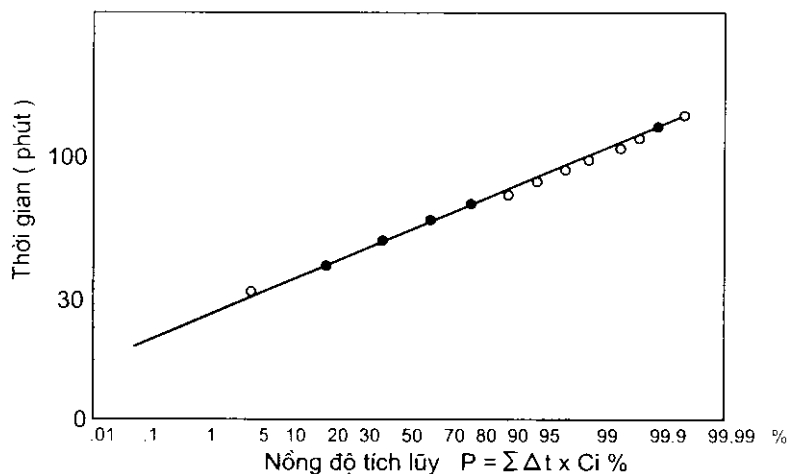
$\theta = t_i/t_o$ với $t_o = V/Q$ và $t_i = i \cdot \Delta t$;

n - số bể trộn nối tiếp trong bể.

Hình 5.14 giới thiệu đồ thị phụ thuộc giữa nồng độ chất chỉ thị ở đầu ra của bể với thời gian lấy mẫu.



Hình 5.14. Quan hệ giữa nồng độ chất chỉ thị tại đầu ra của bể với thời gian lấy mẫu



Hình 5.15. Đồ thị quan hệ giữa thời gian và % khối lượng tích lũy chất chỉ thị

Hiệu quả sử dụng thể tích:

$$E\% = \left(\frac{P_{10}}{P_{90}} \right) \times 100\%, \quad (5.27)$$

trong đó: P_{10} và P_{90} - giá trị thời gian ứng với nồng độ tích lũy đạt 10% và 90% khối lượng chất chỉ thị đã đi qua bể, lấy theo biểu đồ biểu diễn mối quan hệ giữa thời gian và khối lượng tích lũy theo thời gian của chất chỉ thị $P_i = \sum \Delta t \cdot C_i$ trên tọa độ logarit.

Hình 5.15 giới thiệu mối quan hệ giữa giá trị thời gian ứng với % khối lượng tích lũy của chất chỉ thị.

4. Bể aeroten với dòng chảy đều

Tuy không tạo được bể aeroten có dòng chảy đều lý tưởng $C_i = C_0$, $t_i = t_0$, nhưng hiệu quả sử dụng thể tích của các bể aeroten cổ điển và các bể nước chuyển động tĩnh tiến đều đạt rất cao.

5.2.6. Tính toán thiết kế bể aeroten

5.2.6.1. Các chỉ tiêu thiết kế

■ Dung tích bể

Dung tích bể có thể xác định theo một số công thức sau đây:

Xác định dung tích bể theo tỉ số khối lượng chất nền và khối lượng bùn hoạt tính F/M :

$$V = \frac{Q S_o}{X \cdot M} F, \text{ m}^3. \quad (5.28)$$

Xác định dung tích bể theo tốc độ sử dụng chất nền của 1 g bùn hoạt tính trong một đơn vị thời gian (đo bằng ngày hoặc giờ):

$$V = \frac{Q(S_o - S)}{\rho(1 + Z)}, \text{ m}^3. \quad (5.29)$$

Xác định dung tích bể theo tuổi của cặn (thời gian lưu bùn hoạt tính trong hệ thống):

$$V = \frac{\theta_c \cdot Q(S_o - S)Y}{X(1 + k_d \theta_c)}, \text{ m}^3. \quad (5.30)$$

Xác định dung tích bể theo tải trọng chất nền trên một đơn vị thể tích của bể, $\text{kgBOD}_5/\text{m}^3$:

$$V = \frac{Q \cdot S_o}{S_a}, \text{ m}^3. \quad (5.31)$$

Trong các công thức trên:

Q - lưu lượng tính toán nước thải, $\text{m}^3/\text{ngày}$;

S_o - hàm lượng BOD_5 của nước thải, mg/l ;

X - nồng độ bùn hoạt tính (cặn hữu cơ bay hơi), mg/l ;

F/M - tỉ lệ BOD_5 có trong nước thải và bùn hoạt tính, mgBOD_5/mg bùn;

ρ - tốc độ sử dụng chất nền của 1 g bùn hoạt tính trong ngày,

$\text{gBOD}_5/1\text{g}$.bùn ngày,

$$\rho = \frac{\left(\frac{F}{m}\right) E}{100} ; \left(E = \frac{S_o - S}{S_o} \times 100 \right) ;$$

a - nồng độ thực tế của bùn trong bể aeroten, mg/l ;

Z - độ tro của cặn, thường lấy bằng 0,3;

θ_c - tuổi của bùn, ngày;

K_d - hệ số phân hủy nội bào, ngày^{-1} ;

Y - hệ số năng suất sử dụng chất nền cực đại, mg bùn HT/ mg BOD_5 tiêu thụ;

S_a - tải trọng các chất hữu cơ được xử lý trên một đơn vị thể tích của bể xử lý, $\text{kgBOD}_5/1\text{m}^3\text{ngày}$.

Khi thiết kế, nếu không có sẵn các chỉ tiêu rút ra từ mô hình chạy thử, có thể lựa chọn theo bảng 5.1.

■ Tuần hoàn bùn hoạt tính

Mục đích của việc tuần hoàn bùn hoạt tính là để duy trì đủ nồng độ bùn hoạt tính lơ lửng trong bể aeroten đáp ứng với yêu cầu xử lý đã đặt ra.

Lượng bùn tuần hoàn có thể xác định theo phương trình cân bằng khối lượng bùn hoạt tính trong hệ thống:

$$Q_N X_o + Q_r X_t = (Q_N + Q_r) X. \quad (5.32)$$

Trong thực tế nồng độ bùn trong nước thải đưa vào bể X_o là không đáng kể, ta có:

$$\alpha = \frac{Q_t}{Q_V} \approx \frac{X}{X_t - X} \quad (5.33)$$

trong đó: α - tỉ lệ tuần hoàn;

Q_N - lưu lượng nước thải đưa vào bể, m³/h;

Q_t - lưu lượng bùn tuần hoàn, m³/h;

X_t - nồng độ bùn hoạt tính tuần hoàn (bùn sau khi lắng ở bể lắng đợt II), mg/l;

X - nồng độ bùn hoạt tính duy trì ở trong bể aeroten, mg/l;

X_0 - nồng độ bùn hoạt tính trong nước thải đầu vào, mg/l.

Bảng 5.1. Giá trị điển hình của các thông số thiết kế bể aeroten

Loại và chức năng bể aeroten	θ_c (ngày)	F/M (gBOD ₅ /g bùn hoạt tính)	Tải trọng BOD ₅ trên một đơn vị thể tích, S ₀ (kgBOD ₅ /m ³ ngày)	Nồng độ bùn hoạt tính lơ lửng, X (mg/l)	$\theta = V/Q$ (giờ)	$\alpha = Q_r/Q$ tỉ lệ tuần hoàn
Bể có dòng chảy đều	3 - 15	0,2 - 0,6	0,32 - 0,64	1000 - 3000	4 - 8	0,25 - 0,75
Trộn hoàn chỉnh	0,75 - 15	0,2 - 1	0,80 - 1,90	800 - 4000	3 - 5	0,25 - 1,0
Nạp nước thải vào bể theo khoảng cách (aeroten - đáy, trộn)	3 - 15	0,2 - 0,5	0,64 - 0,96	1500 - 3500	3 - 5	0,25 - 0,75
Khử BOD kết hợp nitrat hóa	8 - 20	0,1 - 0,2 (0,02 - 0,15)	0,08 - 0,32	1500 - 3000	6 - 15	0,50 - 1,50
Nitrat hóa bằng bể riêng biệt	15 - 100	0,05 - 0,2 (0,04 - 0,15)	0,048 - 0,140	1500 - 3000	3 - 6	0,50 - 2,0
Làm thoáng kéo dài	20 - 40	0,04 - 0,1	0,08 - 0,24	2000 - 4000	18 - 36	0,50 - 1,50
Mương oxy hóa	15 - 30	0,04 - 0,1	0,08 - 0,24	2000 - 4000	8 - 36	0,50 - 1,50
Xử lý theo mẻ kế tiếp nhau	10 - 30	0,04 - 0,1	0,08 - 0,24	2000 - 5000	12 - 50	-
Làm thoáng kéo dài theo mẻ kế tiếp nhau	12 - 25	0,04 - 0,08	0,08 - 0,24	2000 - 5000	20 - 40	-

■ Bùn dư

Sau khi xử lý qua bể aeroten, bùn hoạt tính được giữ lại ở bể lắng đợt II. Một phần cho tuần hoàn trở lại bể aeroten với mục đích duy trì đủ nồng độ bùn hoạt tính trong bể, một lượng khác dư thừa cần đưa đi xử lý tiếp.

Lượng bùn dư có thể xác định từ phương trình cân bằng khối lượng bùn với tuổi bùn θ_c :

$$\theta_c = \frac{V \cdot X}{Q_{xa} \cdot X_t + Q_{ra} \cdot X_{ra}} \text{ rút ra:}$$

$$Q_{xa} = \frac{V \cdot X - Q_{ra} \cdot X_{ra} \cdot \theta_c}{X_t \cdot \theta_c}, \quad (5.34)$$

trong đó: Q_{xa} - lưu lượng bùn dư xả đi, m³/ngày;

V - thể tích của bể aeroten, m³;

X_t - nồng độ bùn hoạt tính trong dòng tuần hoàn, mg/l;

X - nồng độ bùn hoạt tính trong bể aeroten, mg/l;

X_{ra} - nồng độ bùn hoạt tính trong nước thải sau bể lắng đợt II, mg/l;

Q_{ra} - lưu lượng nước thải ra khỏi bể lắng đợt II, m³/ngày;

θ_c - thời gian lưu bùn trong hệ thống, ngày.

■ Lượng bùn tạo ra hàng ngày

Lượng bùn sản ra hàng ngày phụ thuộc vào đặc tính của nước thải, tuổi của bùn và hệ số phân hủy nội bào,...

Theo tiêu chuẩn ngành, tổng lượng bùn sản ra tính theo công thức:

$$G_{\text{bùn}} = Q[0,8.SS + 0,3S_0]. \text{ kg/ngày.} \quad (5.35)$$

Khi làm thoáng kéo dài $G_{\text{bùn}} = Q(0,7.SS + 0,3S_0)$, kg.ngày.

trong đó: SS - hàm lượng cặn lơ lửng có trong nước thải, mg/l, g/m³;

S_0 - hàm lượng BOD₅ của nước thải, mg/l, g/m³;

Q - lưu lượng nước thải đi xử lý, m³/ngày.

Tương ứng với độ tro của cặn $Z = 0,3$.

■ Thời gian làm thoáng

Thời gian làm thoáng ở ngăn tiếp xúc và ngăn tái sinh xác định theo các công thức (5.39), (5.41), (5.42).

■ Lượng oxy cần thiết

Lượng oxy cần thiết cho quá trình xử lý nước thải bằng sinh học gồm lượng oxy cần để làm sạch BOD, oxy hóa amoni NH₄⁺ thành NO₃⁻, khử NO₃⁻.

$$OC_o = \frac{Q(S_o - S)}{1000 \cdot f} - 1.42 P_x + \frac{4.57 Q(N_o - N)}{1000}, \text{ kg O}_2/\text{ngày}, \quad (5.36)$$

trong đó: OC_o - lượng oxy cần thiết theo điều kiện tiêu chuẩn của phản ứng ở 20°C;

Q - lưu lượng nước thải đầu vào, m³/ngày;

S_o - nồng độ BOD của nước thải đầu vào, g/m³;

S - nồng độ BOD của nước thải đầu ra, g/m³;

f - hệ số chuyển đổi từ BOD₅ sang COD hay BOD₂₀;

$f = \text{BOD}_5/\text{COD}$, thường $f = 0,45 \div 0,68$;

P_x - phần tế bào dư xả theo bùn dư: $P_x = Y_b Q(S_o - S) 10^{-3}$, kg/ngày;

1.42 - hệ số chuyển đổi từ tế bào sang COD;

N_o - tổng hàm lượng nitơ trong nước thải đầu vào, g/m³;

N - tổng hàm lượng nitơ trong nước thải đầu ra, g/m³;

4.57 - hệ số sử dụng oxy khi oxy hóa NH₄⁺ thành NO₃⁻.

Lượng oxy cần thiết trong điều kiện thực tế:

$$OC_t = OC_o \left(\frac{S_{S20}}{\beta C_{Sh} - C_d} \right) \frac{1}{1,024^{(T-20)}} \cdot \frac{1}{\alpha}, \quad (5.37)$$

trong đó: β - hệ số điều chỉnh lực căng bề mặt theo hàm lượng muối, đối với nước thải thường lấy $\beta = 1$;

C_{Sh} - nồng độ oxy bão hòa trong nước sạch ứng với nhiệt độ và cao độ trạm xử lý (mg/l);

C_{S20} - nồng độ oxy bão hòa trong nước sạch ở nhiệt độ 20°C, mg/l;

C_d - nồng độ oxy cần duy trì trong công trình, mg/l.

Khi xử lý nước thải thường lấy bằng $C_d = 1,5 \div 2$ mg/l;

α - hệ số điều chỉnh lượng oxy thâm nhập vào nước thải do ảnh hưởng của hàm lượng cặn, chất hoạt động bề mặt, loại thiết bị làm thoáng, hình dáng và kích thước, có giá trị từ 0,6 đến 0,94.

5.2.6.2. Tính toán bể aeroten theo phương pháp tổng quát [23]

Tính toán bể aeroten bao gồm việc xác định kích thước bể, và các thông số thiết kế đã liệt kê ở điểm 1 mục 5.2.6.

Có nhiều phương pháp tính toán được sử dụng. Sau đây giới thiệu phương pháp tính toán tổng quát. Phương pháp này có thể áp dụng chung cho tất cả các loại bể aeroten. Ngoài ra còn đưa thêm các số liệu để sử dụng cho tính

toán thiết kế công trình với quy mô nhỏ. Nếu muốn tính toán cho công trình quy mô lớn cần phải tham khảo thêm các phương pháp và các thông số khác nữa để xác định cho thỏa đáng.

Thời gian làm thoáng t xác định theo công thức:

$$t = \frac{S_0 - S}{\alpha(1 - Z)\rho}, \quad (5.39)$$

trong đó: S_0, S - BOD₂₀ của nước thải trước và sau khi xử lý, mg/l;

α - hiệu lượng bùn hoạt tính theo chất khô, g/l;

Z - độ tro của bùn, lấy bằng 0,3;

ρ - tốc độ sử dụng chất nền, mg BOD₂₀ tính trên 1 g chất không tro trong giờ.

Thể tích công tác của bể (có thể xác định theo công thức 5.29):

hoặc:
$$W = Q.t, \quad (5.40)$$

trong đó: Q - lưu lượng tính toán nước thải, m³/h.

Nếu hệ số không điều hòa chung $k_c \leq 1,25$, thì lưu lượng tính toán lấy bằng lưu lượng trung bình giờ trong ngày. Còn nếu $k_c > 1,25$, thì lưu lượng tính toán lấy bằng lưu lượng trung bình giờ với chu kỳ làm thoáng tối đa (khi lưu lượng nước là tối đa).

Khi thành lập công thức (5.39) người ta coi phần hoạt tính của bùn là chất không tro. Số lượng tế bào và tính hoạt tính của bùn xác định căn cứ vào các giai đoạn phát triển sinh khối. Chính vì vậy mà có khi có cùng số lượng chất lượng bùn, nhưng tốc độ sử dụng chất nền (tốc độ oxy hóa) lại khác nhau.

Trong công thức (5.39) người ta khẳng định nồng độ bùn càng cao thì tốc độ oxy hóa càng cao. Trong thực tế điều đó có những phức tạp, vì giá trị ρ là hàm của α . Song nồng độ bùn càng đậm đặc, thì thời gian oxy hóa càng ít và thể tích yêu cầu của công trình nhỏ hơn. Nhưng cũng như đã nói ở trên, nồng độ bùn trong hỗn hợp ảnh hưởng tới hiệu suất làm việc của bể lắng II, thông thường không được vượt quá 1,5 - 3 mg/l. Liều lượng bùn lấy với giá trị lớn khi BOD đầu vào lớn. Với $S_0 \leq 100$ mg/l, $\alpha = 1,2$ g/l; $S_0 = 100 \div 150$ mg/l, $\alpha = 1,5$ g/l; $S_0 = 150 \div 200$ mg/l, $\alpha = 1,8$ g/l và $S_0 > 200$ mg/l, $\alpha = 1,8 \div 3,0$ g/l. Ở bể aeroten khoáng hóa bùn triệt để $\alpha = 5$ g/l (xử lý hoàn toàn).

Độ tro của bùn ở bể aeroten lấy bằng 0,3, còn khi khoáng hóa triệt để $\sim 0,35$.

Tốc độ sử dụng chất nền trung bình đối với nước thải đô thị, có thể lấy theo bảng 5.2.

Với S_0 và S nằm giữa các giá trị ở trong bảng thì ρ tính bằng nội suy, đối với aeroten khoáng hóa hoàn toàn thì ρ lấy bằng 4 mg BOD₂₀ tính trên 1 g chất không tro trong giờ.

Giá trị t tính theo công thức (5.39) đúng cho trường hợp nhiệt độ trung bình $T = 15^\circ\text{C}$. Với những nhiệt độ khác giá trị t cần nhân thêm hệ số $15/T$. Thời gian làm thoáng không ít hơn 2 giờ.

Bảng 5.2. Giá trị ρ và BOD₂₀ tính trên 1 g chất không tro trong giờ (đối với bể aeroten - trộn)

S_a (mg/l)	Với S , mg/l					
	15	20	25	30	40	≥ 50
Đối với aeroten không có ngăn tái sinh bùn hoạt tính với $a \leq 1,8$ mg/l						
100	20	22	24	27	35	47
200	22	24	28	32	42	57
Đối với aeroten không có ngăn tái sinh với $a > 1,8$ mg/l và aeroten có ngăn tái sinh bùn hoạt tính						
150	18	21	23	26	33	45
200	20	23	26	29	37	50
300	22	26	30	30	44	60
400	23	28	33	38	53	73
500	24	29	35	41	58	82

Khi thiết kế bể aeroten có ngăn tái sinh, người ta tính riêng các thời gian xử lý nước, t_a , tổng thời gian oxy hóa chất nhiễm bẩn, t_o , và hiệu số giữa chúng - tức là thời gian bùn lưu trong ngăn phục hồi, t_{ts} , giờ.

Tính toán theo công thức:

$$t_a = \frac{2,5}{a_a^{0,5}} \lg \frac{S_a}{S}; \quad (5.41)$$

$$t_o = \frac{S_0 - S}{\alpha a_{ts} (1 - Z) \rho}; \quad (5.42)$$

$$\alpha = \frac{a_a}{a_{ts} - a_a}, \quad (5.43)$$

trong đó: a_a và a_{ts} - liều lượng bùn tương ứng ở bể aeroten (lấy bằng 1,5 g/l) và ngăn tái sinh (lấy bằng 4 g/l);
 α - tỉ lệ giữa bùn tuần hoàn và lưu lượng nước thải.

Thể tích công trình tính theo công thức:

$$W_a = t_a(Q + q); \quad (5.44)$$

$$W_{ts} = t_{ts} \cdot q; \quad (5.45)$$

$$W = W_a + W_{ts}. \quad (5.46)$$

Đối với bể aeroten có ngăn tái sinh, thời gian tính toán nước lưu trong hệ thống là:

$$t = t_a(1 + \alpha) + t_{ts} \cdot \alpha. \quad (5.47)$$

Thời gian đó có thể xác định được từ công thức (5.39) với giá trị liều lượng bùn theo chất khô lấy bằng nồng độ trung bình, a_{tb} , ở trong công trình, nghĩa là:

$$a_{tb} = \frac{a_a W_a + W_{ts} \cdot a_{ts}}{W}, \quad (5.48)$$

Khi thiết kế bể aeroten hai bậc, tính toán được tiến hành theo công thức (5.39), trong đó ở bậc I khử 50% các chất bẩn, ở bậc II khử 50%. Các giá trị ρ lấy theo bảng 5.2.

Lưu lượng đơn vị không khí để xử lý 1m^3 nước thải D , m^3/m^3 :

$$D = \frac{e(S_o - S)}{k_1 k_2 n_1 n_2 (C_h - C)}, \text{m}^3, \quad (5.49)$$

trong đó: e - lượng oxy cần thiết, mg O_2 , để giảm 1 mg BOD_{20} (khi xử lý hoàn toàn lấy bằng 1,1mg/mg; khi xử lý không hoàn toàn $\sim 0,9$; và với aeroten khoáng hóa bùn triệt để $\sim 2,2$ mg/mg);

k_1 - hệ số tính đến loại thiết bị làm thoáng, lấy theo bảng 5.3;

k_2 - hệ số phụ thuộc độ ngập thiết bị làm thoáng, lấy theo bảng 5.4;

n_1 - hệ số có tính đến ảnh hưởng của nhiệt độ:

$$n_1 = 1 + 0,02(T - 20),$$

(T - nhiệt độ trung bình của nước thải trong mùa hè);

n_2 - hệ số có tính đến sự thay đổi tốc độ chuyển dời oxy trong hỗn hợp bùn theo tỉ lệ với tốc độ chuyển dời của nó trong nước sạch (hệ số chất lượng nước, phụ thuộc cơ bản vào những việc làm thay đổi sức căng mặt ngoài của nước);

C_h - độ hòa tan oxy, lấy phụ thuộc vào chiều sâu ngập nước của thiết bị làm thoáng:

$$C_h = C_t \frac{10,3 + h}{10,3}, \quad (5.50)$$

ở đây: h - chiều sâu ngập thiết bị làm thoáng:

C_t - độ hòa tan oxy, phụ thuộc vào nhiệt độ và áp suất, mg/l, (lấy theo bảng phụ lục II của giáo trình "Xử lý nước thải",

Nxb. Xây dựng, Hà Nội 1996 của Pgs, Ts. Hoàng Văn Huệ);

C - nồng độ hòa tan tối thiểu oxy trong bể aeroten, $C = 2$ mg/l;

F - diện tích mặt bể.

Bảng 5.3. Giá trị hệ số k_1 và cường độ làm thoáng I_{max}

Các chỉ tiêu	Với t/F							
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1,0
k_1	1,34	1,47	1,68	1,89	1,94	2	2,13	
I_{max} (m ³ /m ² h)	5	10	20	20	40	50	75	

Bảng 5.4. Giá trị k_2 và cường độ làm thoáng I_{min}

Các chỉ tiêu	Với t/F									
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	3	4	5	6
k_2	0,4	0,46	0,6	0,8	0,9	1	2,08	2,52	2,92	3,3
I_{min} (m ³ /m ² .h)	48	42	38	32	28	24	4	3,5	3	2,5

Ghi chú: f - diện tích vùng được làm thoáng, lấy bằng diện tích mà thiết bị phân tán bọt khí chiếm chỗ, khoảng trống giữa những thiết bị đó cũng được coi là vùng làm thoáng;

Dựa vào D và t đã tìm được, xác định cường độ làm thoáng:

$$I = \frac{DH}{t}, \quad (5.51)$$

trong đó: H - chiều sâu của bể.

Nếu cường độ tính theo công thức (5.51) mà lớn hơn I_{max} , thì cần tăng diện tích làm thoáng. Ngược lại nếu nhỏ hơn I_{min} , thì cần tăng lượng không khí và lấy I_{min} theo bảng 5.4.

Mức tăng sinh khối của bùn trong hệ thống làm thoáng có thể xác định theo công thức:

$$G = 0,8.SS + 0,3S_o, \quad (5.52)$$

trong đó: SS - hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải lên bể aeroten, mg/l;

S_o - hàm lượng BOD của nước thải đi xử lý, mg/l.

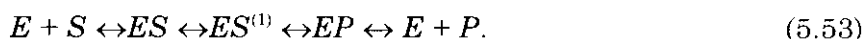
Đối với bể aeroten khoáng hóa bùn triệt để, thì kết quả tính toán theo công thức (5.51) cần bổ sung hệ số 0,7. Còn khi tính toán bể cô đặc bùn và hệ thống bơm, thì mức độ tăng sinh khối thêm 30%, có xét đến chế độ công tác của hệ thống làm thoáng không đồng đều theo các mùa.

Mức tăng sinh khối bùn bằng mức giảm chất nhiễm bẩn bởi quá trình oxy hóa hoàn toàn (quá trình tạo thành CO_2 và H_2O).

5.2.6.3. Phương pháp tính toán bể aeroten trên cơ sở động học phản ứng các men

Tất cả các lý thuyết về quá trình sinh hóa hiện tại đều được xây dựng trên cơ sở quy luật phản ứng men. Sự tạo thành tổ hợp các chất men có ý nghĩa quan trọng trong cơ chế xúc tác men. Ở giai đoạn đầu của quá trình xúc tác giữa chất nền (chất bản hữu cơ) và men xuất hiện liên kết cộng hóa trị hay một loại liên kết nào đó. Ở giai đoạn II, dưới tác động của các men, chất nền phải chịu sự thay đổi và trở nên dễ dàng sử dụng hơn đối với các phản ứng tương ứng. Ở giai đoạn III diễn ra các phản ứng hóa học trên bề mặt các men, và cuối cùng ở giai đoạn IV các sản phẩm được tạo thành của các phản ứng được giải phóng khỏi tổ hợp các sản phẩm men.

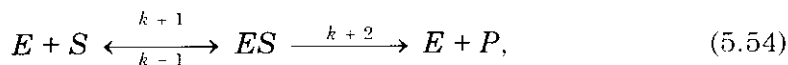
Nếu ký hiệu các men qua E , chất nền S , chất nền hoạt hóa $S^{(1)}$ và sản phẩm của phản ứng P , thì các phản ứng diễn ra theo tuần tự sau:



Đối với nhiều phản ứng, sơ đồ này đã được xác nhận để phân chia trực tiếp các tổ hợp ES , $ES^{(1)}$, và EP .

Ở đây ta hiểu "động học men" là quy luật biến đổi tốc độ phản ứng, phụ thuộc vào thành phần hóa học và điều kiện tác động tương hỗ của các chất xúc tác. "Tác động tương hỗ" là sự ảnh hưởng tương hỗ của các chất xúc tác, nhiệt độ, áp suất các chất ức chế hay kích thích khác, v.v... Ở đây chúng ta chỉ khảo sát ảnh hưởng của nồng độ của chất nền và men.

Giả thiết rằng phản ứng có dạng (5.54):



trong đó: $k + 1, k - 1, k + 2$ - hệ số tốc độ của các phản ứng tương ứng.

Trong trường hợp này, tốc độ chung của phản ứng được xác định bằng nồng độ tổ hợp men - chất nền $[ES]$. Ở giai đoạn tĩnh của quá trình, nếu $[S] \gg [E]$, thì nồng độ $[ES]$ sẽ tồn tại mãi như thế mỗi khi bất đẳng thức chưa thay đổi. Như vậy điều kiện không lưu động của quá trình là:

$$\sum \left(d \frac{[ES]}{dt} \right) = 0.$$

Tốc độ thay đổi nồng độ tổ hợp xác định bởi hệ thức của các tốc độ thuận và nghịch.

$$\sum \left(d \frac{[ES]}{dt} \right) = k + 1 [E] \cdot [S] - k - 1 [ES] - k + 2 [ES]. \quad (5.55)$$

Ký hiệu nồng độ chung của men $[E]_0$. Vì $[E]_0 = [E] + [ES]$, nên:

$$k+1\{[E]_0 - [ES]\}[E] - k - 1[ES] - k+2[ES] = 0 \quad (5.56)$$

và từ đó xác định nồng độ tổ hợp men - chất nền:

$$[ES] = \frac{(k + 1[E]_0 [E])}{(k - 1 + k + 2 + k + 1 [S])}, \quad (5.57)$$

Đặt $\frac{(k - 1 + k + 2)}{k + 1} = k_m$, ta có biểu thức nồng độ không lưu động của tổ hợp men - chất nền:

$$[ES] = \frac{([E]_0 [S])}{(k_m + [S])}. \quad (5.58)$$

Tốc độ phản ứng men tổng quát được xác định bởi sự tạo thành sản phẩm P, tương ứng với công thức (5.54) có thể biểu diễn:

$$v = \left(\frac{d[ES]}{dt} \right) = k + 2[ES]. \quad (5.59)$$

và cùng với biểu thức (5.57) ta có:

$$v = \frac{(k + 2[E]_0 [S])}{(k_m + [S])}, \quad (5.60)$$

Phương trình (5.60) là phương trình động học cơ bản của các phản ứng men đơn giản và được mang tên phương trình Mikhailic - Mentin. Bằng thực nghiệm người ta khẳng định phương trình (5.60) có thể áp dụng cho nhiều

phản ứng men. Mikhailic - Mentin cho rằng, nồng độ tổ hợp $[ES]$ cũng xác định bởi tỉ lệ $\frac{k-1}{k+1}$.

Căn cứ vào phương trình (5.60), thì tốc độ không lưu động của phản ứng men đơn giản phụ thuộc vào nồng độ ban đầu của men. Theo thực nghiệm cho thấy quy luật trên áp dụng được cho các phản ứng men khác nhau về nồng độ và đảm bảo với điều kiện $[E]_0 \ll [S]$. Nếu nồng độ men tăng vượt ra ngoài phạm vi giới hạn đó (hoặc giảm thấp nồng độ chất nền), thì không tồn tại quy luật tuyến tính nữa.

Sự phụ thuộc tốc độ không lưu động của phản ứng men đối với nồng độ chất nền biểu diễn bởi hàm số hypecbol. Với nồng độ chất nền tối đa $[S] \ll k_m$, có thể lấy $i + [S] \approx k_m$, và thành thử:

$$v = \frac{(k + 2[E]_0 [S])}{k_m} \quad (5.61)$$

Như vậy, với nồng độ chất nền là tối đa thì tốc độ phản ứng men gần với quy luật đường thẳng, thay đổi với thay đổi nồng độ chất nền. Khi tăng nồng độ chất nền lên một cách đáng kể $[S] \gg k_m$, có thể tính $k_m + [S] \approx [S]$. Trong trường hợp đó phương trình (5.60) có dạng:

$$v = k + 2[E]_0 \quad (5.62)$$

Do đó, với những nồng độ nào đó của chất nền, tốc độ không lưu động của phản ứng đạt giá trị không đổi, không phụ thuộc vào mức tăng tiếp tục của $[S]$. Tốc độ không đổi của phản ứng men đạt được khi bão hòa chất nền gọi là tốc độ tối đa (V), nghĩa là:

$$V = k_m [E]_0 \quad (5.63)$$

Có thể xác định được các số liệu tính toán của các hệ số k_m , và V bằng nghiên cứu thực nghiệm.

Nếu ở phương trình (5.60), thay tích số $k + 2[E]_0$ bằng V , ta có phương trình Mikhailic - Mentin dưới dạng sau:

$$v = \frac{V[S]}{(k_m + [S])} \quad (5.64)$$

Dễ dàng thấy rằng, khi $V = 0,5$, thì $k_m = [S]$, nghĩa là hệ số k_m bằng nồng độ chất nền.

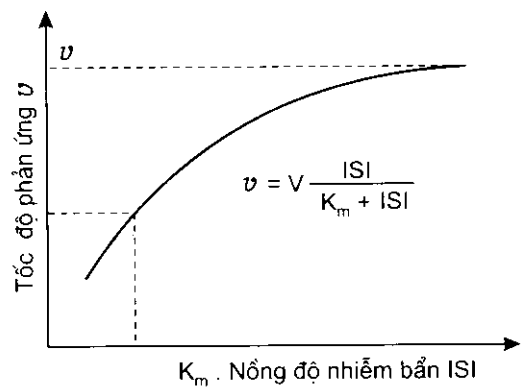
Đồ thị hình 5.20 biểu diễn mối quan hệ giữa nồng độ chất nhiễm bẩn với tốc độ phản ứng theo phương trình Mikhailic - Mentin.

Xác định V và K_m trong biểu thức $v = f(S)$, dưới dạng phương trình (5.64), sẽ gặp phải những khó khăn về kỹ thuật, vì biểu thức phụ thuộc có đặc tính hypebol. Người ta đã đưa ra một số biến đổi phương trình Mikhailic - Mentin về hàm tuyến tính. Được sử dụng rộng rãi hơn cả là phương trình của Lainuver và Bercom:

$$\frac{1}{v} = \left(\frac{k_m}{V} \right) \left(\frac{1}{[S]} \right). \quad (5.65)$$

$$\left(\frac{[S]}{v} \right) = \left(\frac{[S]}{V} \right) + \left(\frac{k_m}{V} \right). \quad (5.66)$$

Khi xử lý các thông số thực nghiệm theo phương trình (5.65), trên trục tung ta đặt các giá trị nghịch đảo của tốc độ không lưu động của phản ứng men, còn trên trục hoành - các giá trị nghịch đảo của nồng độ tương ứng của chất nền. Trong đó nếu phản ứng tuân theo phương trình Mikhailic - Mentin thì sẽ có đường thẳng cắt trục tung một đoạn tương ứng bằng $1/V$, nối tiếp đường thẳng đến điểm cắt trục hoành và lấy trên đó đoạn $1/k_m$.



Hình 5.16. Tốc độ phản ứng men theo phương trình Mikhailic - Mentin

Phương trình Mikhailic - Mentin được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về phản ứng sinh hóa, thậm chí trong nghiên cứu về phản ứng một loại men cụ thể nào đó.

Trong kỹ thuật xử lý nước thải thì từ "chất nền" được hiểu là nồng độ các chất bẩn tính theo BOD, còn từ "nồng độ men" - nồng độ bùn hoạt tính.

Đối với trường hợp xử lý sinh hóa nước thải trong điều kiện tải trọng trên bùn cao, nồng độ các chất hữu cơ cao hơn khả năng tích đọng bùn, thì tốc độ xử lý V đạt giá trị cực đại và quá trình xảy ra không phụ thuộc vào BOD của hỗn hợp bùn và nước thải. Khi các chất nhiễm bẩn thuộc nguồn gốc cacbon trở nên ít, phản ứng sinh hóa chuyển qua vùng bậc I và phụ thuộc trước hết vào nồng độ bùn hoạt tính và sau đó vào nồng độ chất nhiễm bẩn còn lại, nghĩa là vào L_t . Trong giai đoạn hô hấp nội bào, tốc độ phản ứng cũng biểu thị bằng phương trình bậc một tương ứng với nồng độ bùn.

Nếu xử lý nước thải tiến hành ở bể aeroten, thì cũng như đã nói ở trên, với tải trọng chất nhiễm bẩn trên bùn không đổi, tốc độ của quá trình cũng không đổi và nằm trong một vùng động học nào đó. Nếu xử lý nước thải ở trên aeroten - đáy, thì tốc độ phản ứng thay đổi một số lần và có thể biểu thị bởi hệ thống phương trình tổng quát, nhưng với số lượng lớn các hệ số thực nghiệm.

Hiện tại tính toán bể aeroten tiến hành theo chỉ tiêu chung: Tốc độ oxy hóa lấy trung bình cho cả quá trình xử lý có tính đến sự phức tạp của quá trình động học khác nhau, phụ thuộc loại aeroten được chọn, nghĩa là phụ thuộc vào điều kiện khuấy trộn thể tích công trình.

VÍ DỤ: Tính toán thiết kế bể aeroten và bể lắng đợt II để xử lý nước thải công suất $Q = 900\text{m}^3/\text{h}$ ($Q = 21\ 600\ \text{m}^3/\text{ngày}$). BOD_5 của nước thải đầu vào $250\ \text{mg/l}$, nhiệt độ 20°C , BOD_5 đầu ra yêu cầu $20\ \text{mg/l}$ với điều kiện: Độ tro của bùn hoạt tính $Z = 0,2$; nồng độ cặn trong dòng tuần hoàn $C_t = 10\ 000\ \text{g/m}^3$ hay $8000\ \text{g/m}^3$ là cặn bay hơi; nồng độ bùn hoạt tính trong bể $X = 3500\ \text{g/m}^3$, từ đó tính được $C_0 = 3500/0,8 = 4375\ \text{g/m}^3$; thời gian lưu bùn hoạt tính trong bể $\theta_c = 10$ ngày; Cặn lơ lửng đầu ra $\text{SS} = 22\ \text{mg/l}$ chứa 65% cặn hữu cơ phân hủy BOD_{20} ; $\text{BOD}_5 = 0,68\text{BOD}_{20}$; bùn hoạt tính trong nước đầu vào ~ 0 , trong nước thải có đủ N,P.

Giải:

Tính toán bể aeroten:

1) Tính nồng độ BOD_5 hòa tan trong nước đầu ra:

Lượng BOD_5 chứa trong cặn lơ lửng ra khỏi bể lắng:

$$\text{BOD}_5 = 0,65 \times 22 = 14,3\ \text{mg/l}$$

Lượng BOD_5 khi bị oxy hóa hết chuyển thành cặn tăng lên 1,42 lần (1 mg BOD_5 tương đương 1,42 mg O_2):

$$b = 14,3 \times 1,42 = 20,3\ \text{mg/l}$$

Lượng BOD_5 chứa trong cặn lơ lửng đầu ra:

$$c = 20,3 \times 0,68 = 13,8\ \text{mg/l}$$

Lượng BOD_5 hòa tan trong nước ra khỏi bể lắng đợt II:

$$d = 20 - 13,8 = 6,2\ \text{mg/l}$$

2) Tính hiệu quả làm sạch:

Hiệu quả làm sạch theo BOD_5 hòa tan:

$$E_a = \frac{S_0 - S}{S_0} = \frac{250 - 6,2}{250} \times 100\% = 97,5\%$$

3) Tính thể tích của bể aeroten:

Áp dụng công thức (5.31) chương 5:

$$V = \frac{21600 \times 0,5(250 - 6,2) + 10}{3500(1 + 10 \times 0,06)} = 4694\ \text{m}^3$$

trong đó: $\theta_c = 10$ ngày; $X = 3500\ \text{mg/l}$; $Q = 21\ 600\ \text{m}^3/\text{ngày}$; lấy $Y = 0,50\ \text{g/g}$; $S_0 = 250\ \text{mg/l}$; $S = 6,2\ \text{mg/l}$ và $K = 0,06\ \text{ngày}^{-1}$.

4) Tính lưu lượng cặn dư

a- Năng suất sử dụng chất nền:

$$Y_b = \frac{Y}{1 + k_d \theta_c} = \frac{0,5}{1 + 0,06 \times 10} = 0,3125$$

b- Lượng bùn hoạt tính sinh ra do khử BOD₅:

$$P_y = Y_b Q (S_o - S) \cdot 10^{-3} = 0,3125 \times 21600 (250 - 6,2) \times 10^{-3} = 1646 \text{ kg/ngày.}$$

c- Tính lượng cặn lơ lửng sinh ra theo độ tro của cặn:

$$P_{x1} = \frac{1646}{1 - 0,2} = 2057 \text{ kg/ngày}$$

d- Lượng cặn dư hàng ngày phải xả ra

$$P_{x2} = P_{x1} - Q \times 22 \text{ mg/l} \cdot 10^{-3}$$

$$P_{x2} = 2057 - 21600 \times 22 \times 10^{-3} = 1582 \text{ kg/ngày}$$

5) Lượng bùn xả ra hàng ngày:

$$\theta_c = \frac{VX}{Q_m X_t + Q_{ra} X_{ra}} = \frac{4694 \times 3500}{Q_m \times 800 + 21600 \times 22} \rightarrow Q_{xa} = 146 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

6) Xác định hệ số tuần hoàn:

$$(Q + Q_t) X = Q_t C_t,$$

trong đó: $C_t = 8000 \text{ mg/l};$

$$X = 3500 \text{ mg/l};$$

$$Q = 900 \text{ m}^3/\text{h};$$

$$\alpha = \frac{Q_t}{Q} = 0,78.$$

Lượng tuần hoàn $q_t = 0,78 \cdot Q = 0,78 \times 900 = 702 \text{ m}^3/\text{h}.$

7) Xác định thời gian lưu nước trong bể:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{4694}{21600} = 0,217 \text{ ngày} = 5,21 \text{ giờ.}$$

8) Xác định lượng oxy cần thiết

a- Xác định lượng oxy cần thiết trong điều kiện tiêu chuẩn:

$$\theta C_o = \frac{Qx(S_o - S)}{f} - 1,42 P_x = \frac{21600(250 - 6,2)}{0,68} - 1,42 \times 1646 = 5408 \text{ kg O}_2/\text{ngày.}$$

trong đó: $Q = 21600 \text{ m}^3/\text{ngày}; S_o = 250 \text{ mg/l}; S = 6,2 \text{ mg/l}; f = 0,68; P_x = 1646 \text{ kg/ngày.}$

b- Lượng oxy cần thiết trong điều kiện thực ở nhiệt độ 20°C

$$OC_t = OC_o \frac{C_{s20^\circ}}{C_{20} - C_L} = 5408 \times \frac{9,08}{9,08 - 2} = 6936 \text{ kg/ngày,}$$

trong đó: C_s - nồng độ oxy hòa tan trong nước ở 20°C, $C_s = 9,08 \text{ mg/l};$
 C_t - nồng độ oxy duy trì trong bể aeroten, $C_t = 2 \text{ mg/l}.$

9) Kiểm tra chỉ tiêu làm việc của bể aeroten:

a- $\frac{F}{M} = \frac{S_o}{tX} = \frac{250}{0,217 \times 3500} = 0,33 \text{ mg/mg.ngày}$

b- $\rho = \frac{S_o - S}{tX} = \frac{250 - 6,2}{0,217 \times 3500} = 0,321 \text{ g/g.ngày}$

c- Tải trọng thể tích:

$$L = \frac{S_o Q}{V} = \frac{250 \times 21600 \times 10^{-3}}{4694} = 1,15 \text{ kgBOD}_5/\text{m}^3/\text{ngày}$$

10) Tính lượng không khí cần thiết:

a- Áp dụng hệ thống phân phối gió bột khí lớn kiểu bơm airlift với hệ số $\alpha = 0,8$.

Công suất hòa tan oxy: $OC = 5,5 \text{ g O}_2/\text{m}^3$ khí tính đối với 1 m sâu.

Thiết kế bể aeroten sâu 4,0 m. Tổng diện tích mặt bằng bể: $1173,5 \text{ m}^2$. Xây dựng hai bể, diện tích mỗi bể: $1173,5 : 2 = 586,75 \text{ m}^2$. Bể xây dựng hình chữ nhật chiều dài bằng năm lần chiều rộng.

$$5B^2 = 586,75 \rightarrow B = 10,8 \text{ m} \sim 11\text{m.}$$

$$L = 5 \times 11 = 55\text{m.}$$

b- Lượng không khí cần thiết:

$$Q_{khi} = \frac{OC_t}{OC \times h} = \frac{6936 \times 1000}{3,8 \times 5,5} = 332000 \text{ m}^3/\text{ngày.}$$

Trong một bể đặt năm bơm airlift, lưu lượng khí cho mỗi bơm: $1384 \text{ m}^3/\text{h}$.

Đường kính ống bơm airlift:

$$D = 0,00066 \text{ m.}$$

Lưu lượng bơm:

$$Q_b = 0,00066 \cdot Q = 0,00066 \times 1364 = 0,95 > 0,07B \text{ cho phép.}$$

c- Kiểm tra chỉ tiêu cấp khí:

- Lưu lượng cấp cho 1 m^3 nước thải:

$$C = 332000 : 21600 = 15,3 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

- Lưu lượng khí cần để khử 1 kg BOD_5 :

$$q_{k \text{ BOD}_5} = \frac{Q_{khi}}{Q(S_o - S) \cdot 10^{-3}} = 65,7 \text{ m}^3 \text{ khí}/\text{kg BOD}_5 \text{ khử.}$$

5.2.7. Cấu tạo bể aeroten và hệ thống làm thoáng

Tùy thuộc vào phương pháp làm thoáng mà người ta phân biệt bể aeroten:

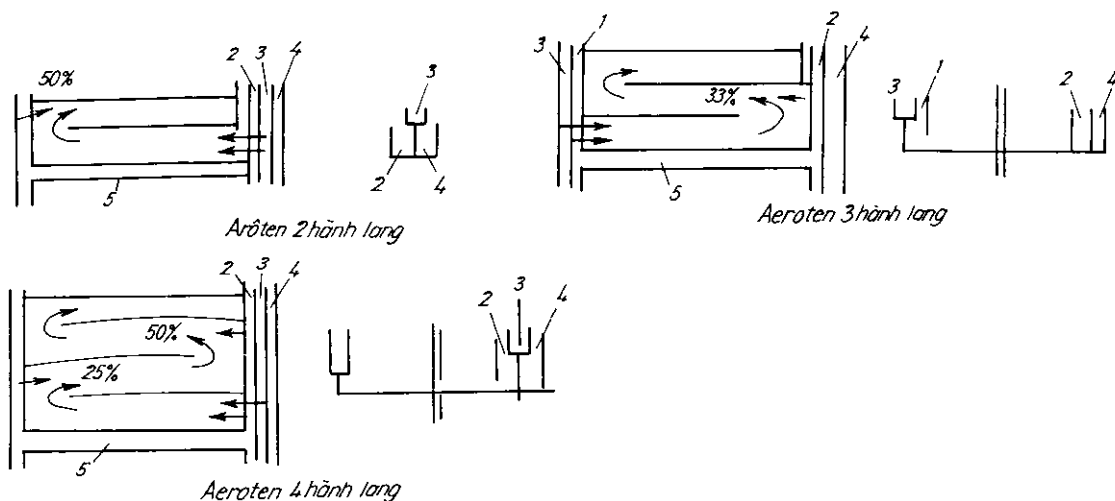
- Làm thoáng bằng khí nén;
- Làm thoáng bề mặt hoặc bằng cơ học;
- Làm thoáng dạng kết hợp khí nén với cơ học.

5.2.7.1. Lựa chọn cấu tạo bể aeroten

Bể aeroten có thể xây bằng gạch, đổ bằng bê tông cốt thép, thường là hình chữ nhật trên mặt bằng gồm một hoặc nhiều ngăn (đơn nguyên). Mỗi ngăn có thể chia làm nhiều hành lang (thường khi công suất xử lý lớn). Giữa các hành lang ngăn cách bằng tường dọc lửng không kéo dài tới tường ngang. Hỗn hợp nước - bùn cho chạy dọc theo các hành lang. Tiết diện ngang của hành lang có thể hình vuông hoặc chữ nhật. Chiều sâu H thường lấy từ 3 - 7 m. Thông thường chiều rộng hành lang lấy $B \leq 2H$ và chiều dài bể không nhỏ hơn $(5 - 10)B$.

Bể aeroten kiểu một hành lang chỉ dùng với các trạm xử lý nhỏ và làm việc theo sơ đồ không tái sinh bùn hoạt tính. Nước thải sau khi lắng ở bể lắng đợt I và bùn hoạt tính tuần hoàn từ bể lắng đợt II cho vào đầu hành lang (máng phân phối nước và bùn nằm ở phía trước bể, máng phân phối nước đặt cao hơn máng phân phối bùn), nước đã xử lý thu ở phía sau bể.

Hình 5.17 trình bày sơ đồ các bể aeroten với 2, 3, 4 hành lang.



Hình 5.17. Sơ đồ các bể aeroten phân ngăn hành lang

- 1 - Máng phân phối nước ở phía trước bể (nước thải sau khi lắng ở bể lắng đợt I);
- 2 - Máng phân phối nước ở phía sau bể (nước thải sau khi lắng ở bể lắng đợt I);
- 3 - Máng dẫn bùn hoạt tính tuần hoàn; 4 - Máng thu nước sau bể aeroten; 5 - Máng nối các máng phân phối nước ở đầu và cuối bể.

Bể aeroten hai hành lang, thường dùng hành lang đầu để tái sinh bùn hoạt tính. Loại bể này dùng để xử lý nước thải với công suất nhỏ và vừa.

Bể aeroten ba hành lang làm việc tiện lợi khi không có ngăn tái sinh bùn hoạt tính hoặc cũng có thể dùng một hoặc hai ngăn đầu để tái sinh bùn hoạt tính. Khi đó dung tích của các ngăn tái sinh bùn hoạt tính lấy bằng 33% hoặc 66% tổng dung tích bể.

Bể aeroten bốn hành lang có nhiều ưu điểm, có thể làm việc với bất kỳ sơ đồ công nghệ nào. Dung tích các ngăn tái sinh bùn hoạt tính có thể chiếm 25 - 75% tổng dung tích bể.

Khi dùng thiết bị cơ khí làm thoáng bề mặt, tốt nhất là thiết kế mỗi bể đặt một thiết bị làm thoáng. (Aeroten khuấy trộn hoàn chỉnh). Khi đặt nhiều thiết bị làm thoáng trong một bể, chọn tỉ số giữa chiều dài trên chiều rộng

bằng số thiết bị đặt trong bể, thiết bị đặt tại tâm mỗi ô vuông. Chiều cao dự trữ của thành bể trên mặt nước lấy từ 0,8 đến 1,2 m.

Trong bể aeroten phải có van tháo cạn và xả bùn. Khi trạm xử lý có nhiều bể hoạt động, phải có thiết bị chia đều nước vào các bể và phải có van, cánh phai tách ly các bể. Trong quá trình hoạt động, trên bề mặt bể aeroten thường có váng bọt, những váng bọt này ngăn cản nước tiếp xúc với không khí, do đó cần có hệ thống vòi phun nước trên mặt bể. Dàn ống phun nước đặt ở phía thành bể có gió thổi dồn bọt lại.

5.2.7.2. Thiết bị làm thoáng bằng khí nén

Để làm thoáng người ta dùng khí nén phân phối đều trong toàn bộ khối nước thải cần xử lý. Việc phân phối đều không khí nén trong khối nước có ý nghĩa to lớn, bởi vì công suất thiết bị làm thoáng, hệ số sử dụng không khí và các chi phí quản lý đều phụ thuộc vào yếu tố này. Ví dụ: năng suất hòa tan vào nước phụ thuộc vào:

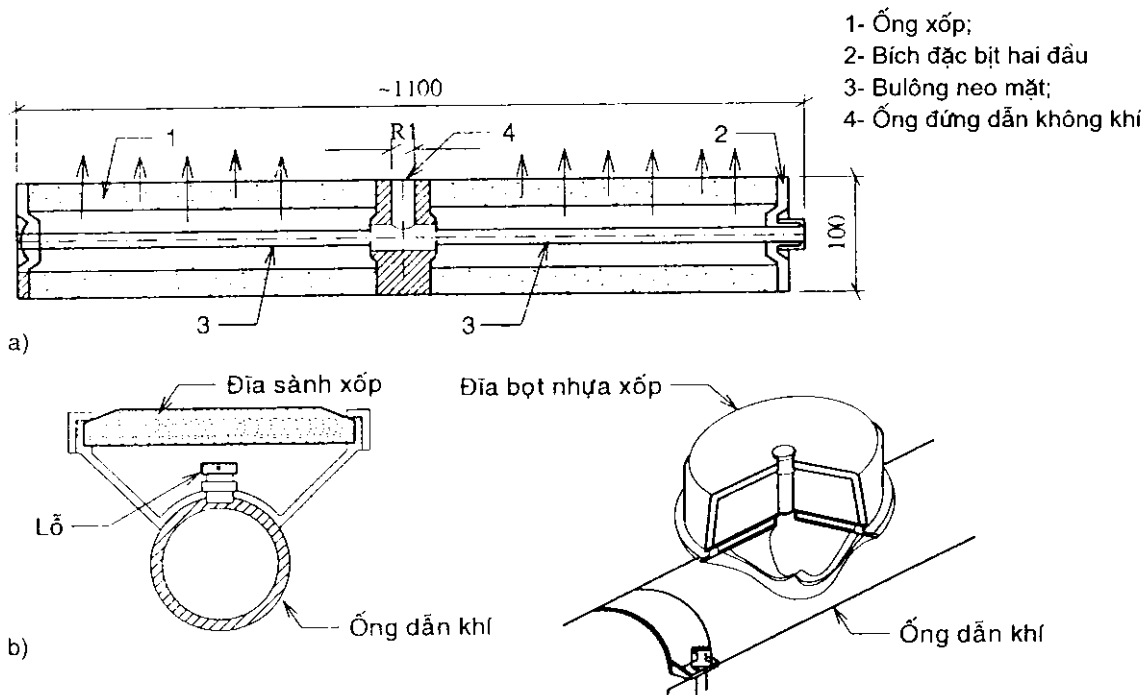
- Kích thước bọt khí.
- Cường độ thổi không khí trên bề mặt của thiết bị phân phối.
- Độ sâu ngập nước của các lỗ thoát khí.
- Vận tốc dâng lên của bọt khí và thời gian lưu trong nước của nó.
- Kích thước và hình dáng bể aeroten.
- Cách bố trí các thiết bị làm thoáng trong bể aeroten.
- Diện tích tiếp xúc giữa bọt khí và nước.

Có thể phân biệt ba loại thiết bị làm thoáng bằng không khí nén: làm thoáng tạo ra bọt khí nhỏ, làm thoáng tạo ra bọt khí vừa và làm thoáng tạo ra bọt khí lớn.

■ Thiết bị làm thoáng tạo ra bọt khí nhỏ

Để phân phối không khí nén người ta dùng dàn ống đục lỗ hoặc rãnh phân phối đáy bằng các tấm xếp (sành xếp, bọt nhựa xếp, rãnh phân phối đáy bằng các tấm xếp, cao su xếp,...). Không khí dẫn theo đường ống chính về dàn ống phân phối có đục lỗ nhỏ (hình 5.18a), chui qua các lỗ nhỏ và dâng lên trong khối nước xử lý.

Qua kinh nghiệm quản lý của nước ngoài cho thấy, thiết bị phân phối dạng dàn ống đục lỗ, sau một thời gian làm việc các lỗ nhỏ dễ bị okelin vít kín và lưu lượng không khí bị giảm xuống, hệ số sử dụng không cao.



Hình 5.18. Thiết bị phân phối bột khí nhỏ

- a) Dạng dàn ống;
- b) Dạng đĩa xốp;
- c) Dạng rãnh nắp đáy bằng tấm xốp.

1- Kênh dẫn nước; 2- Xả nước; 3- Ống phân phối không khí; 4- Ống đứng dẫn không khí; 5- Màng dẫn không khí; 6- Tấm xốp thấm khí.

Dàn ống phân phối có thể ghép lại thành hình xương cá đặt càng sát đáy bể càng tốt để cho bột khí lưu trong nước càng lâu hơn. Dàn ống xương cá có thể đặt dọc theo một phía của bể để tạo thành dòng chuyển động chuyển động xoắn của hỗn hợp nước và bùn (tỉ lệ giữa chiều rộng và chiều sâu lấy vào khoảng 1,5 : 1) hoặc bố trí theo hai thành dọc của bể (khi đó chiều rộng trên chiều dài là 3 : 2). Đôi khi dàn ống xương cá cũng có thể bố trí theo chiều vuông góc với thành dọc của bể, tỉ lệ chiều rộng với chiều sâu trong trường hợp này không hạn chế, khoảng cách giữa các dàn ống xương cá lấy bằng 2 đến 3 lần chiều sâu.

Sử dụng phổ biến nhất là thiết bị phân phối bột khí qua các đĩa xốp và tấm xốp. Không khí dẫn theo đường ống chính tới hệ thống phân phối đặt dưới các đĩa xốp (hình 5.18b) hoặc tới các máng phân phối khí đáy bằng các tấm

xốp thường bố trí dọc theo hành lang của bể aeroten. Những bọt khí phụt qua đĩa xốp, tấm xốp đi vào trong bể tạo cho hỗn hợp nước và bùn một chuyển động vòng xoắn.

Diện tích của các đĩa và tấm xốp chiếm khoảng 10 % diện tích đáy bể.

Mỗi tấm xốp thường có kích thước $0,3 \times 0,3 \times 0,04$ m và chế tạo từ nhiều loại vật liệu khác nhau.

Dùng đĩa, tấm xốp để tạo bọt khí có nhiều ưu điểm hơn là dùng dàn ống xương cá, hệ số sử dụng không khí lớn hơn 1,75 lần, song có khuyết điểm là: các chất bẩn, bụi có trong không khí, gỉ sắt hoặc okelin trong ống thép đen cũng có thể vít kín các lỗ rỗng của đĩa hoặc tấm xốp. Ngoài ra còn có thể có các vi khuẩn phát triển ở bên trong đĩa và tấm xốp.

Để phục hồi các tấm xốp, người ta phải tháo dỡ, cọ rửa tại chỗ bằng bàn chải sắt, hoặc dùng dung dịch clohydric 30%. Tuy nhiên các biện pháp này cũng chỉ phục hồi khả năng làm việc của các tấm, đĩa xốp trong một khoảng thời gian ngắn mà thôi.

Vì vậy khi chọn áp lực và lưu lượng máy bơm khí nén cần tính đến hệ số dự trữ và khả năng nhiễm bẩn của các tấm, đĩa xốp.

■ Thiết bị làm thoáng tạo ra bọt khí vừa

Ở nước ngoài đặc biệt là ở Pháp, trên một số trạm xử lý nước thải, người ta sử dụng thiết bị làm thoáng tạo ra bọt khí vừa. Không khí nén được đưa vào bể aeroten qua ống phân phối hở hoặc đục lỗ $d \leq 5$ mm cắm sâu xuống phía gần sát đáy bể. Khoảng cách giữa các tâm lỗ ≤ 4 lần đường kính lỗ. Mỗi ống dài $0,8 \div 1,0$ m gắn với nhau thành dàn ống xương cá. Vận tốc không khí đi qua ống $v = 10 \div 15$ m/s; vận tốc ra khỏi lỗ $v_{\min} = 5$ m/s; $v_{\max} = 20$ m/s. Có thể dùng ống nhựa PVC, PE hay ống thép không gỉ.

Cách đặt dàn ống tương tự như trong trường hợp thiết bị làm thoáng bọt khí nhỏ.

Các nhân tố ảnh hưởng tới hiệu quả làm việc của hệ thống làm thoáng bao gồm:

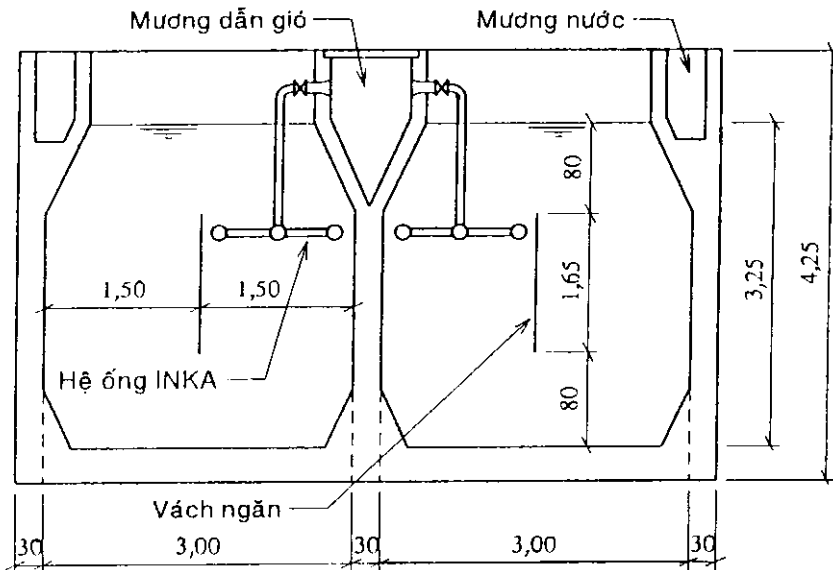
- Chiều sâu ngập nước của lỗ: năng suất hòa tan oxy vào nước tỉ lệ thuận với chiều sâu ngập nước của lỗ thoát khí:

$$OU = O_u \cdot h,$$

trong đó: OU - công suất hòa tan oxy vào nước thải của thiết bị làm thoáng, tính theo gam oxy trên 1 mét khối không khí;

O_u - công suất hòa tan oxy vào nước thải của thiết bị làm thoáng, tính theo gam oxy trên 1 m^3 không khí, nhưng ở độ sâu ngập nước 1,0m (có thể tham khảo bảng phụ lục XV).

- Hệ thống có tổn thất thủy lực nhỏ, đòi hỏi các lỗ đặt trên cùng một mặt phẳng ngang để đảm bảo phân phối đều;
 - Hệ thống không bị tắc trít, không đòi hỏi trình độ quản lý cao, nên áp dụng cho các trạm xử lý công suất nhỏ và vừa;
 - Hệ số giảm năng lượng hòa tan oxy có thể lấy $\alpha = 0,8$.
- **Thiết bị làm thoáng tạo bọt khí cỡ vừa và áp lực thấp** (độ ngập của lỗ thoát khí $\sim 0,8 \text{ m}$ cách mặt nước)



Hình 5.19. Hệ thống làm thoáng INK

Gần đây ở Thụy Điển, người ta dùng một loại thiết bị làm thoáng do viện thiết kế thoát nước INDUSTRIKEMISKA A.B để phân phối không khí vào bể aeroten. Thiết bị bao gồm dàn ống dạng xương cá đục lỗ $d = 2,5 - 4,5 \text{ mm}$ ở phía dưới, đặt ngập 0,8 m cách mặt nước - loại này thường được gọi là thiết bị INK. Dàn ống đặt dọc theo bể, chiếm khoảng 1/2 diện tích mặt bể. Nước thải cho vào bể ở phía đối diện. Giữa 2 phần được ngăn cách bởi bức tường (vách ngăn) lơ lửng, thành trên cách mực nước 0,8 m và thành dưới cách đáy 0,8 m (hình 5.19).

Vì áp lực nén khí không lớn, cho nên sử dụng được máy quạt gió áp lực thấp, nhưng do có vách ngăn lơ lửng mà tạo ra được dòng chảy xoáy dọc theo chiều dài của bể. Bùn hoạt tính được cho vào đầu bể, nên khả năng tái sinh bùn có thể điều chỉnh được bằng cách thay đổi tỉ lệ xả nước vào bể ở cạnh đối diện với dàn ống xương cá.

■ Thiết bị làm thoáng bọt khí lớn

Trong hệ thống phân phối bọt khí lớn, lỗ phân phối có đường kính lớn hơn, từ 5 mm đến 20 mm. Thường có 4 loại thiết bị làm thoáng phân phối bọt khí lớn:

- Khí thoát ra khỏi lỗ đi trực tiếp vào nước;
- Khí thoát ra khỏi lỗ kéo theo lượng nước tuần hoàn theo ống đứng dâng lên. Các ống đứng đặt cách đều trên diện tích đáy bể;
- Khí thoát ra từ dàn ống khoan lỗ đặt trong ống đứng, ống đứng làm việc như một bơm airlift tuần hoàn bọt khí và nước thải;
- Ejector thu khí.

Hình 5.20 giới thiệu các loại thiết bị làm thoáng bọt khí lớn. Các thiết bị hình 5.20a,b bố trí theo khoảng cách đều nhau trên toàn diện tích bể. Thiết bị airlift có thể đặt theo đường tâm chia đôi chiều rộng bể. Số thiết bị trong bể bằng bội số của chiều dài chia cho chiều rộng. Thiết bị ejector đặt theo chiều dọc bể và số thiết bị trong bể chọn theo lưu lượng của thiết bị sao cho nước phun ra tới thành bể đối diện (thường với vận tốc nước phun ≥ 30 mm/s).

Hệ ống không bị tắc nghẽn do cặn lắng đọng, việc quản lý đơn giản, hiệu quả. Hệ số giảm công suất do bùn lơ lửng và các chất hoạt tính bề mặt $\alpha = 0,8$.

Công suất hòa tan oxy của thiết bị làm thoáng phân phối bọt khí lớn có thể tham khảo bảng 5.5.

Bảng 5.5. Công suất hòa tan của oxy vào nước của thiết bị tạo bọt khí lớn

Điều kiện	Điều kiện tối ưu		Điều kiện trung bình	
	$Ou = gO_2/m^3.m$	$OE = kgO_2/kW$	$Ou = gO_2/m^3.m$	$OE = kgO_2/kW$
Nước sạch 20°C Nước thải 20°C $\alpha = 0,8$	Phân phối khí trực tiếp vào nước			
	6	1,2	5	0,9
	4,5	0,9	4	0,7
Nước sạch 20°C Nước thải 20°C $\alpha = 0,8$	Phân phối khí qua ống đứng, airlift và ejector			
	7,5	1,6	7	1,5
	6,5	1,3	5,5	1

5.2.7.3. Thiết bị làm thoáng bằng cơ khí

Từ lâu người ta đã biết tác dụng của hệ thống làm thoáng cơ khí đối với bể aeroten, nhưng mãi tới những năm gần đây mới được áp dụng rộng rãi.

Thiết bị làm thoáng cơ khí về kết cấu có nhiều loại khác nhau, nhưng cùng có chung một nguyên lý hoạt động.

■ Nguyên lý hoạt động của thiết bị làm thoáng cơ khí

Các thiết bị cơ khí làm thoáng bề mặt khi chuyển động quay xung quanh trục đưa nước từ chiều sâu của bể lên bề mặt bể, tạo thành các màng mỏng và giọt nhỏ tiếp xúc với không khí rồi rơi xuống mặt nước trong bể. Các bọt khí được hút lên phía dưới bể do chuyển động xoay tuần hoàn của nước làm tăng thời gian và diện tích tiếp xúc giữa khí và nước. Ngoài chuyển động tuần hoàn theo chiều đứng, nước trong bể còn chuyển động xoay quanh trục của thiết bị theo chiều ngang. Tổng hợp các chuyển động làm cho bề mặt tiếp xúc giữa khí và nước luôn được thay đổi với cường độ mạnh làm tăng hiệu quả oxy hòa tan vào nước. Như vậy, khi các thiết bị làm thoáng quay, tạo ra các vùng áp lực thấp để không khí xâm nhập vào nước.

■ Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả hòa tan oxy

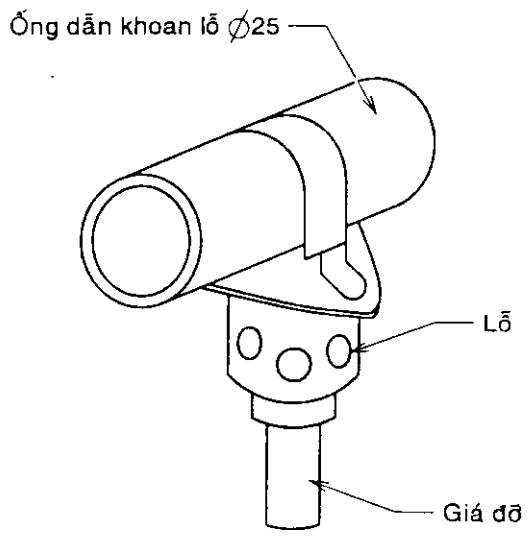
Các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ hòa tan oxy gồm:

- Công suất bơm nước của thiết bị hay cường độ tuần hoàn trong bể aeroten.
- Kích thước hình học của bể aeroten.
- Đường kính của thiết bị.
- Chiều sâu ngập nước của thiết bị.
- Tốc độ tiếp tuyến của thiết bị.
- Ảnh hưởng của các chất hoạt động bề mặt và hàm lượng cặn.

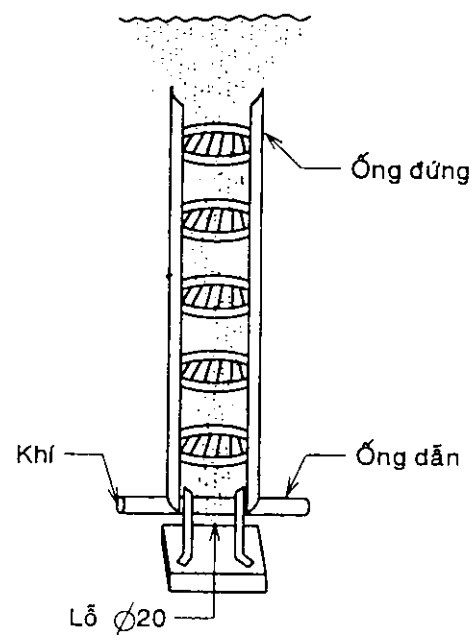
■ Phân loại thiết bị làm thoáng cơ khí

Các thiết bị làm thoáng cơ khí có thể phân biệt thành:

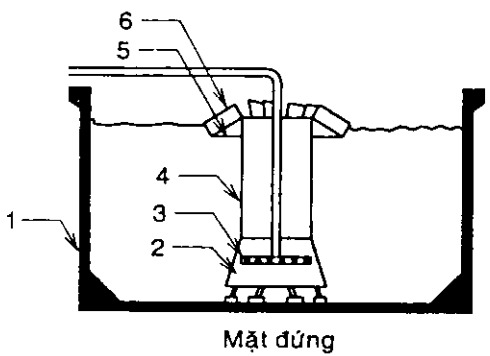
- Theo hiệu ứng: loại xâm nhập sâu, loại xâm nhập bề mặt.
- Theo mặt phẳng đặt trục quay của máy khuấy: loại nằm ngang, loại đứng.
- Theo cấu tạo: loại hình nón, loại đĩa, loại trụ, loại bánh xe, loại turbin và loại xoắn ốc.
- Loại thiết bị cơ khí làm thoáng xâm nhập bề mặt được sử dụng rất rộng rãi. Đặc điểm của loại này là đặt ngập trong nước thải ở độ sâu không đáng kể và rôto liên quan trực tiếp với không khí ngoài trời. Loại này có thể bao gồm các loại kết cấu sau: "Simplex", Simcar, loại đĩa, loại lưới chải, loại rulô, loại turbin và v.v... Sau đây là một số loại thiết bị cơ khí làm thoáng xâm nhập bề mặt thường dùng.



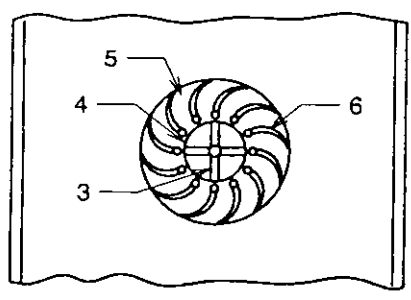
1. Phân phối khí trực tiếp vào nước



2. Phân phối khí theo ống đứng có tuần hoàn nước



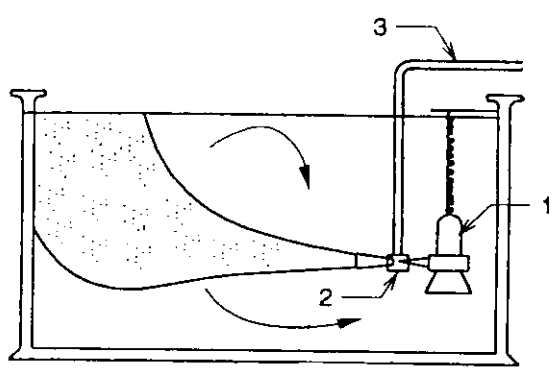
Mặt đứng



Mặt bằng

3. Làm thoáng kiểu bơm airlift

- 1. Bể
- 2. Côn loe
- 3. Dàn ống khoan lỗ Ø20
- 4. Ống đứng
- 5. Nón hướng dòng
- 6. Tấm hướng dòng gắn trên nón



4. Bơm chìm lắp ejector thu khí trộn vào nước

- 1. Bơm chìm
- 2. Ejector
- 3. Ống thu khí

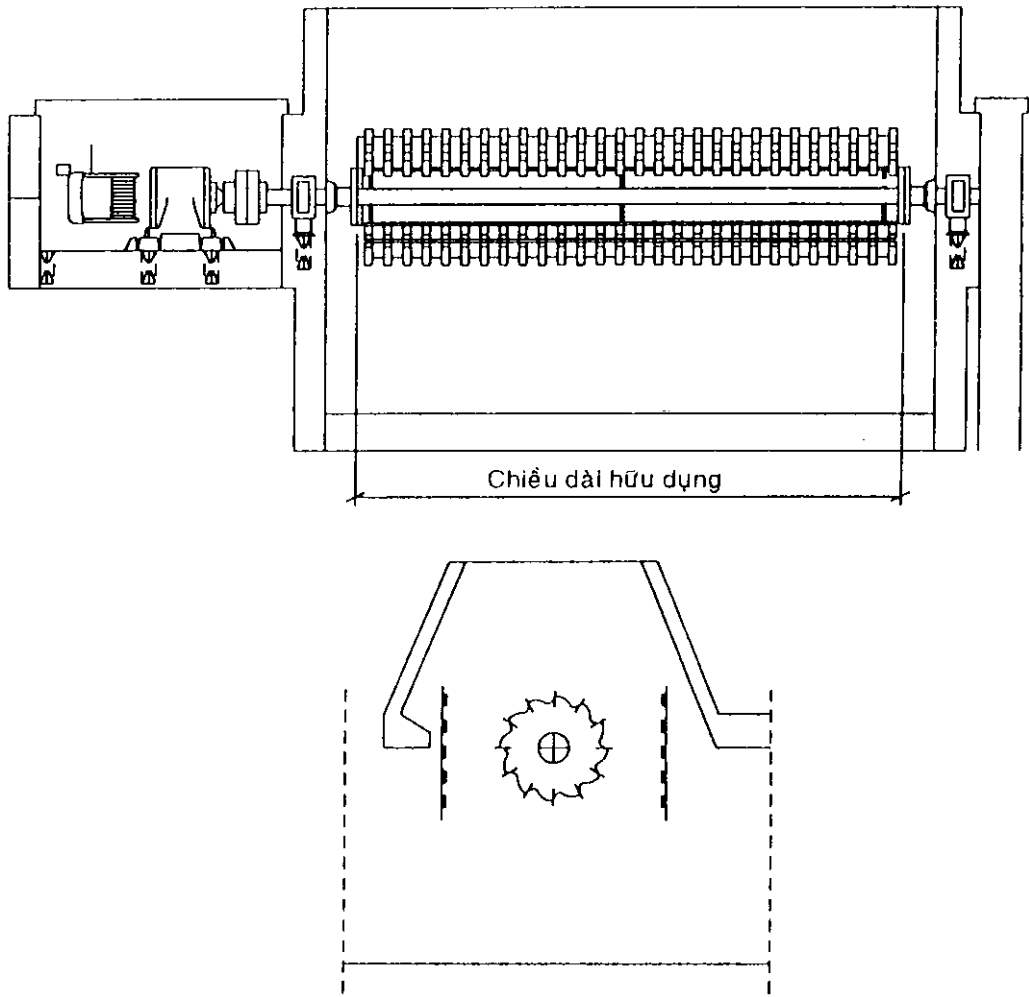
Hình 5.20. Các thiết bị làm thoáng bọt khí lớn

■ Thiết bị làm thoáng kiểu rulô

Phân biệt hai kiểu thiết bị làm thoáng: rulô kiểu lồng chim và rulô kiểu tấm phẳng.

• Rulô kiểu lồng chim

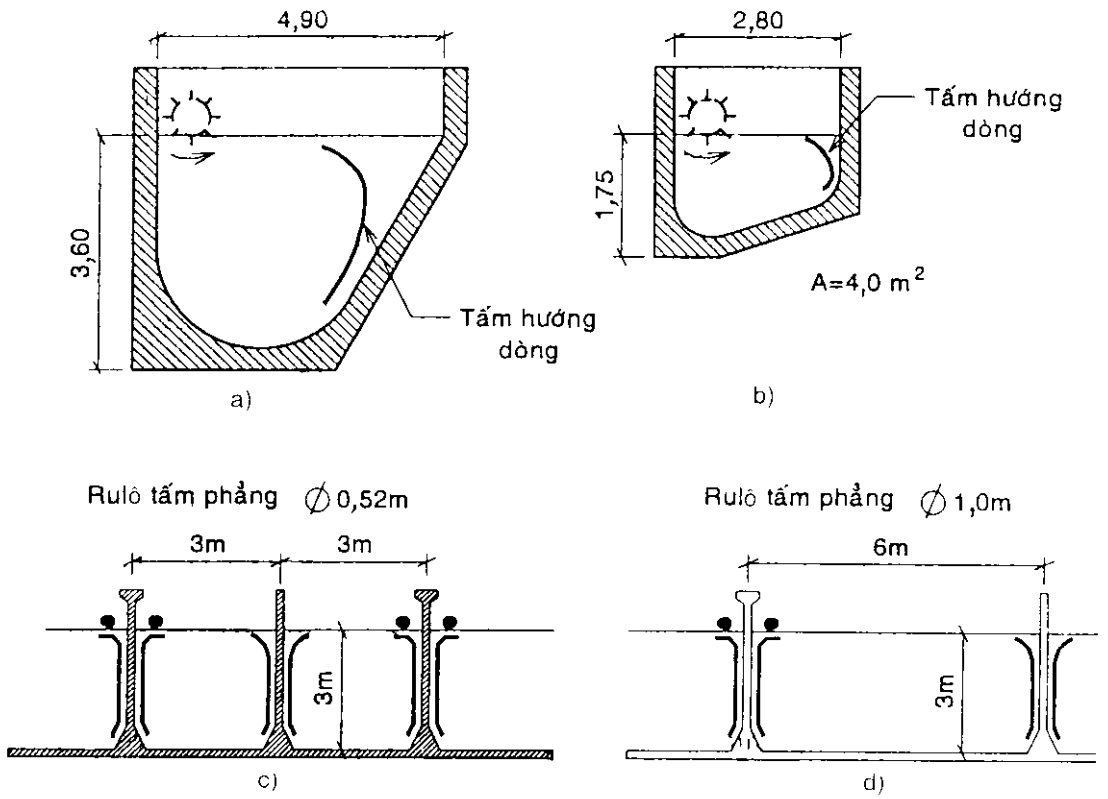
Gồm hai đĩa bằng thép hàn vào hai đầu của trục chuyển động nằm ngang ở trung tâm đĩa. Vành ngoài của đĩa hàn 12 thanh hình chữ T song song với trục chuyển động ở tâm đĩa. Trên thanh chữ T gắn tấm thép phẳng dài 12 cm, rộng 5 cm, cách nhau 5 cm, đường kính ngoài 0,7 m, chiều dài rulô từ 3 đến 5 m (xem hình 5.21).



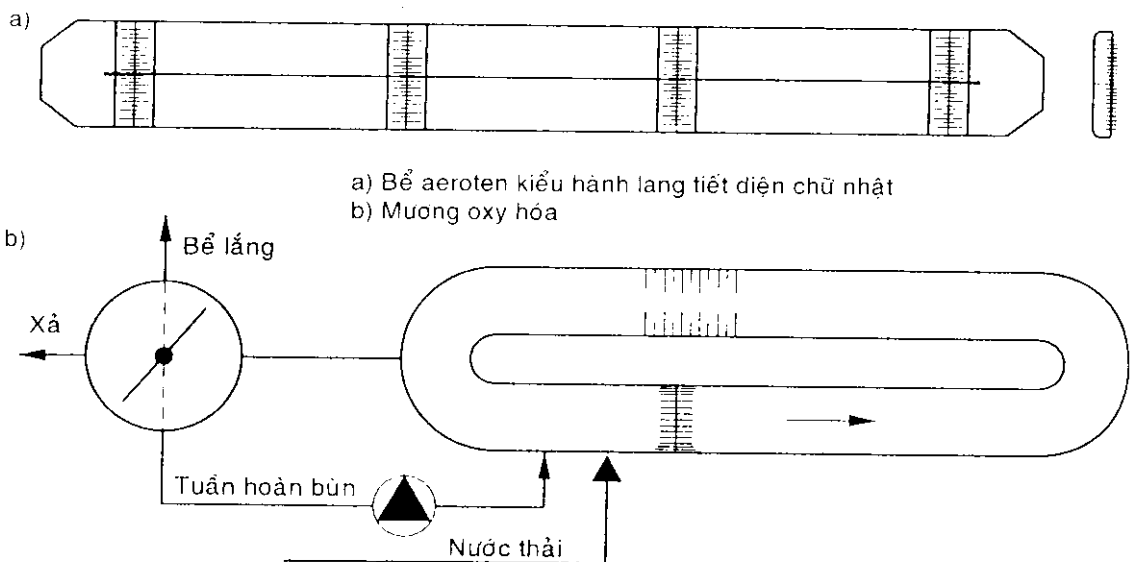
Hình 5.21. Thiết bị làm thoáng rulô kiểu lồng chim

• Rulô kiểu tấm phẳng

Gồm trục chuyển động, trên chu vi hàn các tấm thép phẳng rộng 5 cm cách nhau 5 cm tạo thành bàn chải tròn đường kính 0,5 - 1 m, dài 2,5 - 9 m.



Hình 5.22. Đặt thiết bị làm thoáng dọc theo chiều nước chảy



Hình 5.23. Đặt thiết bị làm thoáng vuông góc với chiều nước chảy

Thiết bị làm thoáng kiểu rulô có thể đặt sát tường dọc ở một phía của bể. Mặt cắt ngang của bể có thể hình chữ nhật hoặc hình bán nguyệt. Trong bể người ta thường đặt các tấm hướng dòng (hình 5.22). Thiết bị quay tạo cho nước một chuyển động xoắn ốc vuông góc với hướng dòng chảy nên cường độ khuấy trộn được đẩy mạnh và ép các bọt khí đi xuống đáy bể. Chiều sâu của bể thường hạn chế ở mức $h \leq 3.5$ m. Khi dùng rulô kiểu tấm phẳng, chiều rộng của bể có thể tăng lên gấp đôi chiều sâu.

Đối với bể aeroten cấu tạo các hành lang và mương oxy hóa tuần hoàn, cấu tạo mặt cắt ngang thường là hình thang thì các thiết bị làm thoáng rulô kiểu tấm phẳng được đặt vuông góc với chiều chuyển động của nước ở trong bể (hình 5.23).

■ Công suất hòa tan oxy của thiết bị

Công suất hòa tan oxy vào nước có thể xác định theo công thức:

$$OC = K_r \cdot V_i^\beta \cdot h_i, \text{ gO}_2/\text{s}, \quad (5.67)$$

trong đó: K_r - hằng số phụ thuộc vào kết cấu của thiết bị và kích thước bể:

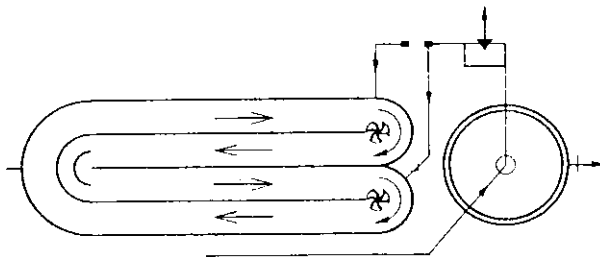
β - hệ số mũ, có thể lấy $\beta = 2.6$;

h_i - độ sâu ngập nước, lấy trong khoảng $0.04 \leq h_i \leq 0.3$ m.

■ Thiết bị làm thoáng kiểu turbin

Thiết bị làm thoáng kiểu turbin lắp đặt trên bề mặt bể và chuyển động quay chung quanh trục đứng. Khi làm việc thiết bị tạo ra dòng tuần hoàn chiều đứng do turbin bơm nước từ chiều sâu của bể lên bề mặt và chuyển động xoay ngang theo chiều quay của turbin. Loại thiết bị này thường lắp đặt ở tâm bể có mặt bằng hình vuông, hình tròn hoặc hình chữ nhật với chiều dài bể bằng bội số của chiều rộng. Thiết bị cũng có thể được lắp đặt trong các bể có cấu tạo hành lang theo kiểu mương oxy hóa (hình 5.24).

Kích thước của turbin thường có đường kính 0.4 - 4.5 m.



Hình 5.24. Mương oxy hóa với thiết bị làm thoáng kiểu turbin

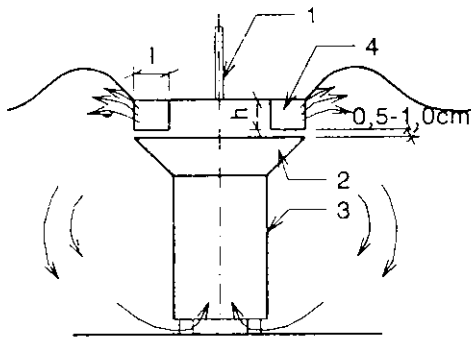
■ Turbin dạng đĩa cánh phẳng

Turbin dạng đĩa cánh phẳng gồm đĩa kim loại, phía dưới hàn các cánh quạt tấm phẳng theo chiều bán kính của đĩa (hình 5.25). Khi chuyển động quay chung quanh trục đứng, cánh quạt đưa nước từ tâm ra chu vi. ở giữa đĩa tạo thành chân không hút nước từ dưới lên.

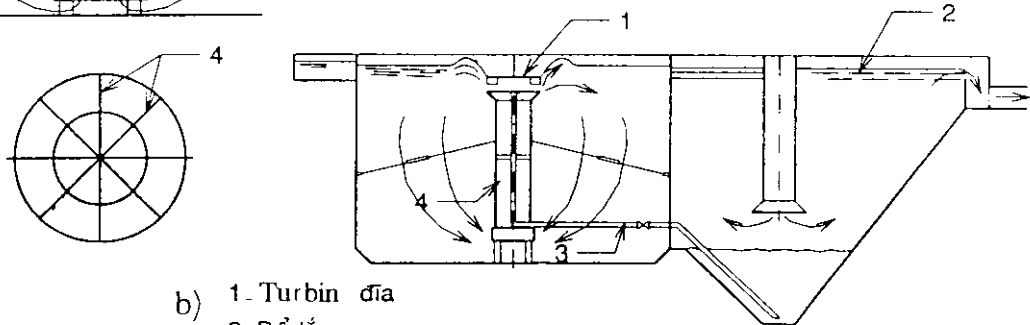
Bảng 5.6

Đường kính của turbin (m)	Vòng quay		Số cánh quạt	Kích thước cánh quạt (cm)		Công suất hữu ích (kW)	Công suất hòa tan oxy (kgO ₂ /ngày)
	Vòng/phút	Tốc độ tiếp tuyến (m/s)		Chiều cao (cm)	Chiều dài (cm)		
0,5	133	3,50	6	14	17	1,2	80
0,7	95	3,50	8	14	20	2,4	170
1,0	67	3,50	12	13	21	3,4	230
1,5	48	3,75	16	14	25	7,5	550
2,0	38	3,95	18	15	30	11,8	800
2,5	22	4,25	18	18	37	18,1	1250
3,0	27	4,50	24	17	35	26,5	1860
3,5	24	4,60	24	18	40	38,5	2600
4,0	22	4,76	24	20	47	52,5	3500
4,5	21	4,95	24	22	52	75,0	4900

Bảng 5.6 giới thiệu đặc tính kỹ thuật của turbin dạng đĩa cánh phẳng do bộ môn Cấp thoát nước trường Đại học Xây dựng Moxkva đề xuất.



- a) 1- Trục quay
2- Côn loe
3- Ống ổn định dòng
4- Cánh quạt tấm phẳng

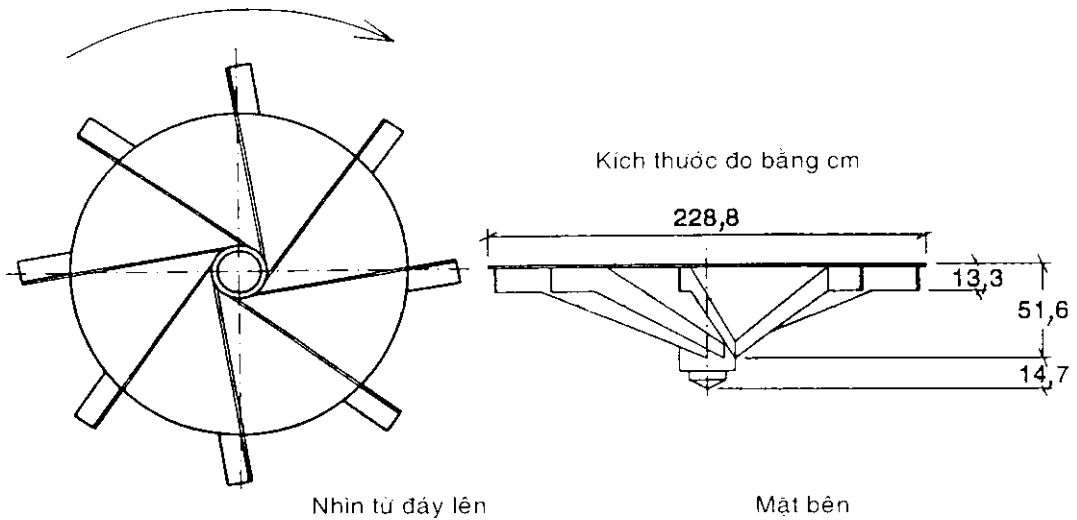


- b) 1- Turbin đĩa
2- Bể lắng
3- Ống dẫn bùn tuần hoàn
4- Ống dẫn ổn định dòng

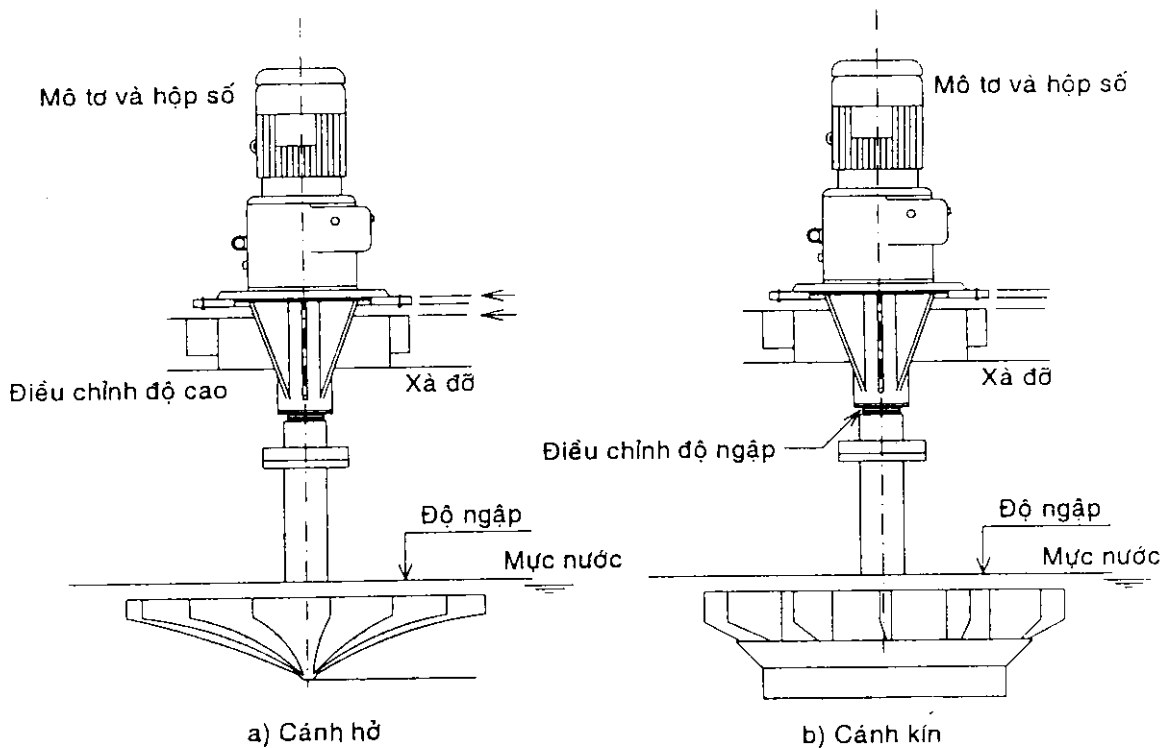
Hình 5.25. Sơ đồ cấu tạo và lắp đặt turbin làm thoáng dạng đĩa

■ Turbin nón ngược cánh phẳng

Turbin gồm lõi nón ngược, bên ngoài hàn cánh phẳng hình chữ nhật từ tâm chóp nón đến đáy nón. Cánh có tiết diện chữ nhật nằm ngang (hình 5.26).



Hình 5.26. Turbin hình nón ngược cánh phẳng



Hình 5.27. Turbin hình nón ngược cánh cong

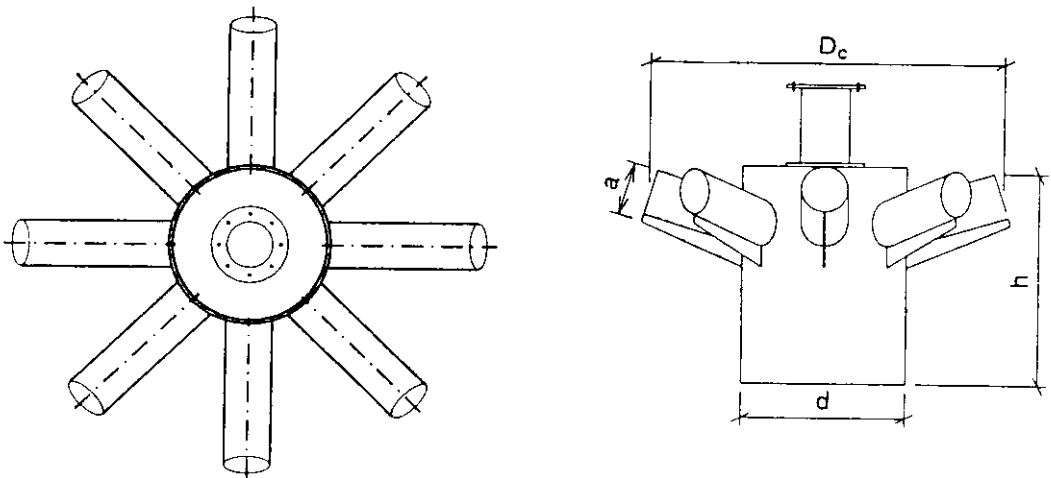
Turbin lắp đặt trong bể hình vuông chiều rộng lớn hơn 2 - 4 lần chiều sâu (chiều sâu lấy không lớn hơn 5 m), đặt ngập trong nước với độ sâu khoảng từ 50 đến 100mm (tính từ mặt nước đến mặt trên đáy nón). Đường kính turbin 0,4 - 3,6 m, công suất hòa tan oxy từ 1 đến 180 kgO_2/h .

■ Turbin nón ngược cánh cong

Turbin hình nón ngược cánh cong giới thiệu trên hình 5.27, gồm lõi hình nón ngược, bên ngoài hàn cánh cong hướng từ tâm nón đến đáy. Để tăng cường lưu lượng tuần hoàn, phần dưới của cánh turbin người ta lồng côn thép hình nón cụt.

■ Turbin dạng ống phun

Turbin dạng ống phun gồm ống dẫn gắn với trục quay thẳng đứng. Trên ống dẫn hàn các ống phun nước có độ dốc 15° hướng từ tâm ra chung quanh (hình 5.28). Dưới đáy các ống phun nước hàn các tấm thép phẳng hình tam giác. Turbin đặt ngập trong nước đến mép dưới của ống phun.



Hình 5.28. Turbin dạng ống phun

Turbin dạng ống phun có đường kính 1,0 - 3,6 m, công suất hòa tan oxy vào nước từ 6 đến 250 kgO_2/h . Kích thước bể tối ưu theo tỉ lệ chiều rộng trên chiều sâu trên đường kính ngoài là 3:1:0,6 đến 4:1:0,67.

Vận tốc tiếp tuyến của đầu ống phun lấy vào khoảng 3,5 - 5 m/s.

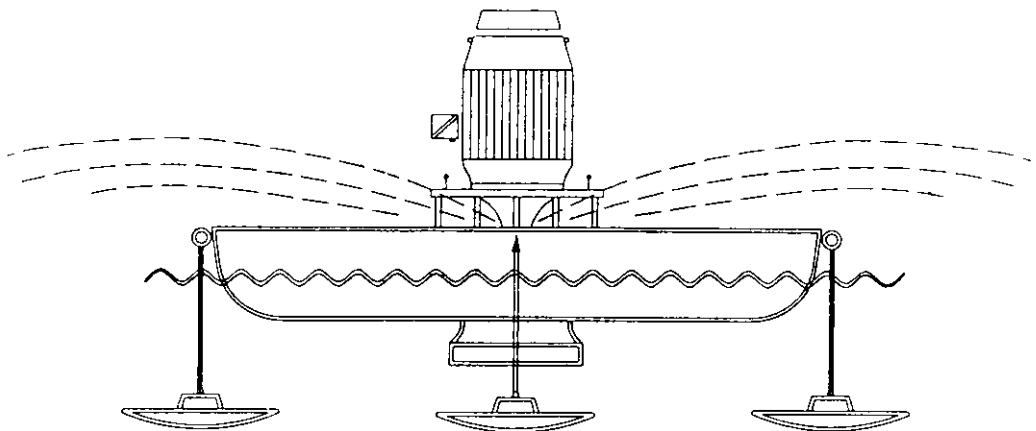
Kích thước bể aeroten khi sử dụng thiết bị làm thoáng loại turbin dạng ống phun và công suất hòa tan oxy của thiết bị có thể tham khảo bảng 5.7.

Bảng 5.7. Công suất hòa tan oxy và kích thước bể aeroten

Kích thước turbin (mm)					Công suất hòa tan oxy (gO_2/s)	Kích thước bể		
D_n	D	h	Ống phun			Rộng (m)	Sâu (m)	Thể tích (m ³)
			Số lượng	Đường kính				
1000	350	500	6	133,0	1,9	5 - 6,2	1,5 - 2,0	37,5 - 76,5
1150	400	550	6	139,7	2,6	5,8 - 7,1	1,5 - 2,2	50,0 - 110,0
1350	470	650	6	159,0	4,9	6,8 - 8,4	1,6 - 2,6	73,0 - 185,0
1600	500	800	8	139,7	7,2	8,0 - 10,0	1,9 - 3,0	122,0 - 300,0
1900	620	850	8	159,0	12,0	9,5 - 11,8	2,2 - 3,6	198,0 - 500,0
2250	770	1100	8	193,7	19,4	11,3 - 14	2,5 - 4,2	320,0 - 825,0
2650	900	1300	8	216,0	35,0	13,3 - 16,4	3,0 - 4,8	530,0 - 1290,0
3100	1000	1500	10	216,0	49,0	15,5 - 19,2	3,5 - 5,0	840,0 - 1930,0
3600	1200	1800	10	219,1	70,0	18 - 22,5	4,0 - 5,2	1295,0 - 2600,0

■ Turbin đặt trên phao nổi

Turbin đặt trên phao nổi gồm cánh bơm có tốc độ quay lớn gắn với trục quay thẳng đứng của động cơ, phía dưới có đoạn ống hút. Toàn bộ thiết bị đặt trên phao nổi hình tròn làm bằng thép không gỉ hoặc bằng composit có sợi thủy tinh tăng cường. Khi làm việc bơm hút nước từ dưới đáy dọc theo trục có tám hướng hình dòng xoắn ốc làm tung nước ra xung quanh (hình 5.29). Đường kính phao từ 1 đến 3,5 m. Công suất hòa tan oxy khoảng 7 - 9 kgO_2/h phụ thuộc vào kích thước của turbin (bảng 5.8).



Hình 5.29. Turbin tốc độ lớn đặt trên phao

Bảng 5.8. Công suất hòa tan oxy của turbin

Đường kính phao (m)	Công suất điện (kW)	Số vòng quay (vòng/phút)	Công suất hòa tan oxy OC (gO ₂ /s)	Hiệu suất điện OE (mgO ₂ /W)
1,68	4,5	1200	1,9	0,44
1,98	17,0	1200	7,2	0,42
3,32	40,0	900	17,2	0,43

■ Công suất hòa tan oxy

Công suất hòa tan oxy của các thiết bị làm thoáng bề mặt kiểu turbin trục đứng có thể xác định theo công thức:

$$OC = K_c(1 + K_1 \cdot h_i) D^2 v^3 \cdot gO_2/s. \quad (5.68)$$

trong đó: K_c - hệ số phụ thuộc vào kích thước bể và cấu tạo của turbin, thường dao động 0,014 - 0,028;

K_1 - hệ số tính đến chiều sâu ngập nước của turbin, lấy khoảng 1,9 ÷ 3,3;

D - đường kính của turbin, m;

v - vận tốc tiếp tuyến của mép ngoài cánh turbin, m/s;

h_i - độ sâu ngập nước của turbin, m.

5.2.7.4. Năng lượng cần thiết để khuấy trộn

Khi làm thoáng không những phải đảm bảo lượng oxy hòa tan cần thiết cho quá trình xử lý nước thải mà còn phải cung cấp năng lượng đủ để khuấy trộn hỗn hợp bùn và nước thải không cho lắng xuống đáy bể.

Đối với thiết bị làm thoáng bề mặt, năng lượng cần thiết để khuấy trộn có thể kiểm tra theo bảng 5.9.

Bảng 5.9. Năng lượng cần thiết để khuấy trộn hỗn hợp nước bùn khi đặt thiết bị làm thoáng bề mặt kiểu turbin

Công suất turbin (kW)	Kích thước bể aeroten	
	Chiều cao (m)	Chiều rộng (m)
7,5	3 - 3,7	9,0 - 12,0
15	3,7 - 4,2	10,5 - 15,2
22,5	4 - 4,6	12,0 - 18,0
30	4 - 5,2	13,7 - 20,0
37,5	4,2 - 5,5	14,0 - 22,0
55	5 - 6,0	17,5 - 28,0
75	5 - 6,2	18,0 - 27,0

Đối với thiết bị làm thoáng bằng khí nén, năng lượng cần thiết phải đảm bảo sục khí với cường độ:

- Đối với thiết bị dàn ống xương cá bố trí dọc hoặc ngang bể: $\geq 1800 \text{ m}^3 \text{ khí/h}$ tính trên 1000 m^3 nước thải hay $1,8 \text{ m}^3 \text{ khí/h/1m}^3$ nước thải.
- Đối với đĩa phân phối hoặc ống đứng đặt đều theo diện tích bể: $1 \text{ m}^3 \text{ khí/h/1m}^3$ nước thải.

5.2.8. Mương oxy hóa

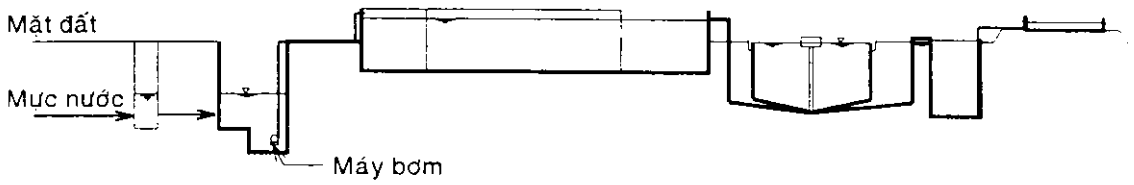
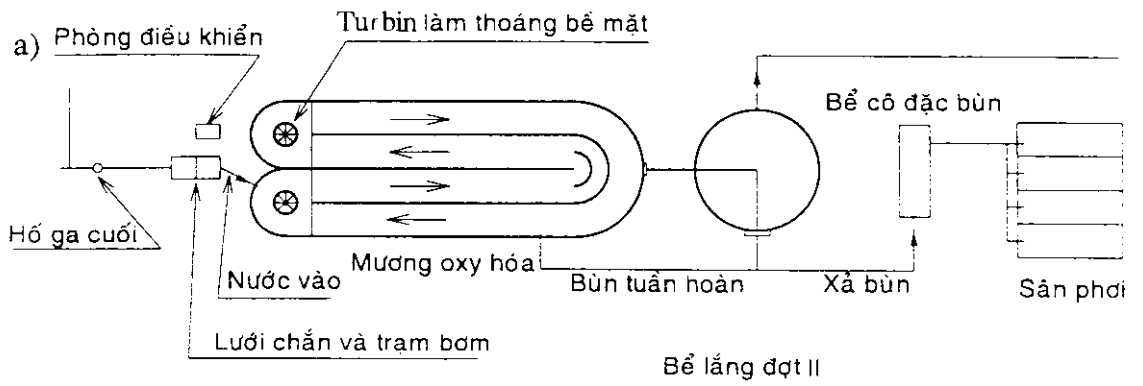
Trong những năm gần đây người ta sử dụng rộng rãi mương oxy hóa để xử lý nước thải. Có thể nói mương oxy hóa là dạng cải tiến của bể aeroten khuấy trộn hoàn chỉnh, làm thoáng kéo dài với bùn hoạt tính lơ lửng chuyển động tuần hoàn trong mương.

Do mương oxy hóa có hiệu quả xử lý BOD₅, nitơ, photpho cao, quản lý đơn giản, ít bị ảnh hưởng khi có sự thay đổi về thành phần và lưu lượng nước thải đầu vào, nên thường được áp dụng để xử lý nước thải có biên độ dao động lớn về chất lượng và lưu lượng giữa các giờ trong ngày.

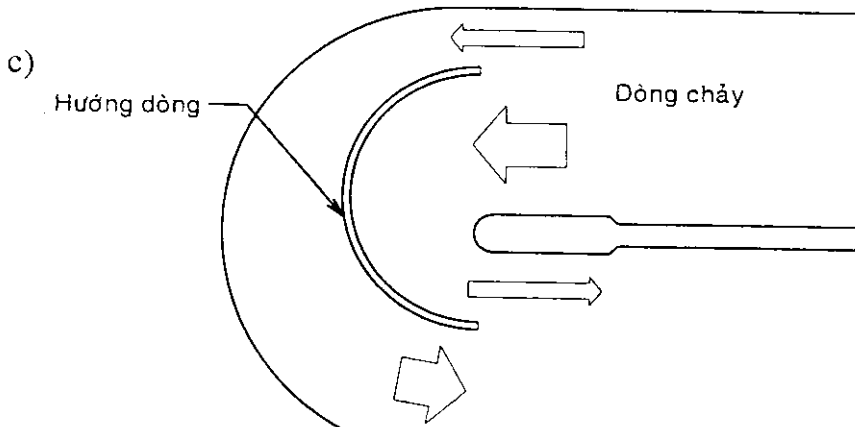
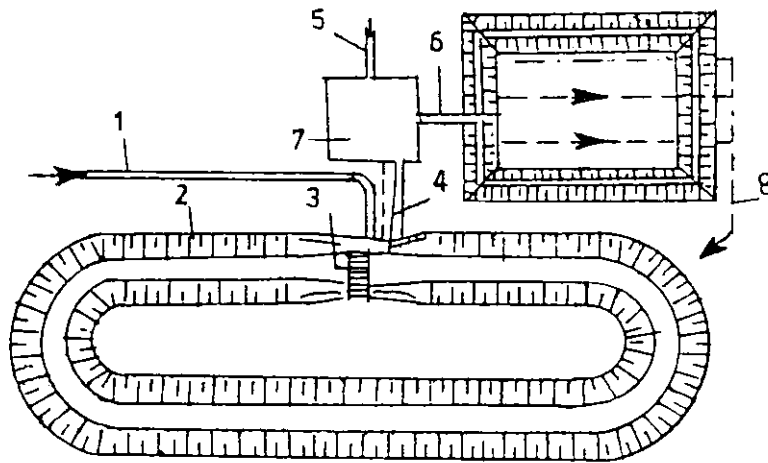
5.2.8.1. Cấu tạo mương oxy hóa

Bảng 5.10. Một số kích thước cơ bản của mương oxy hóa (MO)

Công suất (m ³ /ng)	Nồng độ nhiễm bẩn của nước thải (mg/l)	Tổng chiều dài của MOT (m)	Diện tích mặt cắt của mương (m ²)	Kích thước của máy khuấy		Số vòng quay/phút	Số lượng máy khuấy
				Chiều dài (m)	Đường kính (mm)		
100	150	34	2,5	2,5	900	60	1
	250	56	2,5				
	400	88	2,5				
200	150	68	2,5	2,5	900	60	1
	250	110	2,5				
	400	178	2,5				
400	150	71	4,25	2,5	900	60	1
	250	130	4,25				1
	400	210	4,25				2
700	150	138	4,25	2,5	900	80	1
	250	230	4,25				2
	400	366	4,25				4
1400	150	275	4,25	2,5	900	80	1
	250	450	4,25				2
	400	735	4,25				4



b)



Hình 5.30. Sơ đồ mương oxy hóa

a) Kết cấu bằng BTCT; b) Mương bằng đất; c) Sơ đồ lắp đặt đường hướng dòng.

Mương oxy hóa thường có dạng hình chữ nhật hoặc hình chữ nhật kết hợp với hình tròn, xây bằng bê tông cốt thép hoặc bằng đất, mặt trong ốp đá, láng xi măng, nhựa đường... (hình 5.30). Mặt cắt ngang của mương có thể là hình chữ nhật (mương bê tông cốt thép), hình thang (mương xây bằng đất, mặt trong ốp đá,...), độ dốc mái taluy tùy thuộc vào loại đất. Chiều sâu H của mương lấy tùy thuộc vào công suất bơm của thiết bị làm thoáng để đảm bảo trộn đều bọt khí và tạo vận tốc tuần hoàn chảy trong mương $V \geq 0,25 \div 0,3$ m/s, có thể lấy $H = 1 \div 4$ m. Chiều rộng trung bình của mương từ 2 đến 6 m. Tại khu vực hai đầu mương khi dòng chảy đổi chiều, tốc độ nước chảy nhanh ở phía ngoài và chậm ở phía trong làm cho bùn lắng lại, giảm hiệu suất xử lý, do đó phải xây dựng các tường hướng dòng tại hai đầu mương để tăng tốc độ nước chảy ở phía trong lên (xem hình 5.30c).

Một số kích thước cơ bản của mương oxy hóa có thể tham khảo ở bảng 5.10.

5.2.8.2. Tính toán mương oxy hóa

Tính toán mương oxy hóa cũng có thể sử dụng các công thức tính toán như đối với bể aeroten:

- Tỉ số $\frac{F}{M}$ (kgBOD₅/kg bùn hoạt tính ngày), lấy khoảng 0,04 - 0,1.
- Nồng độ bùn hoạt tính X (mg/l), lấy khoảng 2000 - 5000.
- Hệ số tuần hoàn bùn $\alpha = \frac{Q_1}{Q}$, lấy khoảng 1 - 2.
- Thời gian lưu nước trong mương $t = \frac{V}{Q}$, lấy khoảng 24 - 36 giờ.
- Thời gian lưu bùn θ_c (ngày), lấy khoảng 15 - 20.
- Tốc độ nitrat hóa ρ_N (mg(N)/mg bùn ngày), lấy khoảng 0,2 - 0,8.
- Tốc độ khử nitrat ρ_{DN} (mg(NO₃)/mg bùn ngày ở 20°C), lấy khoảng 0,1 - 0,4.
- Vận tốc của dòng chảy hỗn hợp nước thải bùn trong mương, dao động trong khoảng $v \geq 0,25 \div 0,3$ m/s.

Thể tích mương oxy hóa là tổng thể tích của vùng hiếu khí khử BOD₅ và oxy hóa NH₄⁺ thành NO₃⁻ (V_1) và thể tích của vùng kỵ khí khử NO₃⁻ thành khí N₂ (V_2).

- Thể tích vùng hiếu khí (V_1) chọn trị số lớn nhất trong hai trị số sau:

$$V_{BOD_5} = \frac{QS_o}{\left(\frac{F}{M}\right)X}; \quad (5.69)$$

$$V_{NO_3} = \frac{m(N)Q}{\rho_{DN} \cdot X}. \quad (5.70)$$

- Thể tích vùng kỵ khí khử NO_3^- (V_2):

$$V_2 = \frac{n(NO_3^-)Q}{\rho_{DN} X}, \quad (5.71)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải cần xử lý, $m^3/\text{ngày}$;

F/M - tỉ số hàm lượng BOD_5 /bùn hoạt tính trong ngày;

ρ_N - tốc độ oxy hóa NH_4^+ thành NO_3^- ;

X_N - nồng độ bùn hoạt tính đối với vi khuẩn oxy hóa NH_4^+ ,

$$X_N = X \cdot f_N, \text{ mg/l};$$

X - nồng độ bùn hoạt tính, mg/l ;

ρ_{DN} - tốc độ khử NO_3^- thành N_2 , $mg NO_3^-/mg$ bùn hoạt tính;

(N) - tổng hàm lượng nitơ trong nước thải, mg/l ;

(NO_3^-) - hàm lượng NO_3^- , mg/l ;

m - tỉ lệ khử NH_4^+ thành NO_3^- ;

n - tỉ lệ khử NO_3^- thành khí N_2 .

- Lưu lượng nước cần xử lý tính với lưu lượng ngày lớn nhất $Q_{\max \text{ ngày}}$.
- Lượng bùn sản ra hàng ngày $G = Q(0,6SS + 0,3BOD_5)$ do thời gian làm thoáng kéo dài, bùn lưu trữ lâu trong mương oxy hóa nên bùn tháo ra từ bể lắng đợt II tương đối ổn định có thể đưa trực tiếp ra sân phơi bùn hoặc đưa đi làm khô bằng cơ học.
- Bể lắng đợt II được thiết kế với các chỉ tiêu:
 - Tải trọng bề mặt: 8 - 12 m^3 nước xử lý trên m^3 bể lắng trong ngày;
 - Chiều sâu bể lắng: 3 - 4 m;
 - Thời gian lắng: 6 - 12 giờ;
 - Tải trọng máng thu: 25 - 30 m^3/m dài của máng trong ngày.

VÍ DỤ: Tính toán dung tích mương oxy hóa để xử lý nước thải:

- *Đầu vào:* Công suất $Q_{\max \text{ ngày}} = 400 m^3/\text{ngày}$

$pH = 7,2$; $T = 20^\circ C$; $BOD_{5 \max} = 450 mg/l$; $BOD_{5 \min} = 200 mg/l$;

Tổng hàm lượng nitơ TKN = 72 mg/l; Phốtpho P = 10 mg/l; Hàm lượng cặn lơ lửng SS = 150 mg/l;

- Đầu ra: BOD₅ = 20 mg/l; SS = 20 mg/l; NH₄⁺ = 0,5 mg/l; NO₃ = 14 mg/l.

Giải:

1) Xác định dung tích bể ương oxy hóa cần thiết để khử BOD₅:

$$V_1 = \frac{Q S_o}{\left(\frac{F}{M}\right) X} = \frac{325Q}{0,1 \times 3500} = 0,928Q,$$

trong đó: $S_o = \frac{450 + 200}{2} = 325 \text{ mg/l},$

$X = 3500 \text{ mg/l}$ (bảng 7.1)

$\frac{F}{M} = 0,1$ (bảng 7.1)

2) Xác định dung tích bể ương oxy hóa cần thiết để nitrat hóa:

$$V_2 = \frac{Q(N_o - N)}{\rho_N \cdot X_N} = \frac{Q(72 - 0,5)}{0,756 \times 315} = 0,3Q,$$

trong đó: $N_o = 72 \text{ mg/l}$ (số liệu đầu ra);

$N = 0,5 \text{ mg/l}$ (số liệu đầu ra).

$$\rho_N = \frac{K(N)}{K_N + N} = \frac{1,18 \times 0,5}{0,28 + 0,5} = 0,756,$$

trong đó: $K = \frac{\mu_N}{Y_N} = \frac{0,19}{0,16} = 1,18$

$Y_N = 0,16$

$$\mu_N = \mu_{\max} \left(\frac{N_o}{K_N + N_o} \right) \left(\frac{DO}{K_{O_2} + DO} \right) = 0,45 \left(\frac{71,5}{0,28 + 72} \right) \left(\frac{1,0}{1,3 + 1,0} \right) = 0,19$$

$X_N = f_N X$

$X = 3500 \text{ mg/l}$

$$f_N = \frac{0,16(N_o - N)}{0,6(S_o - S) + 0,16(N_o - N)} = \frac{0,16 \times (72 - 0,5)}{0,6 \times (325 - 7,4) + (72 - 0,5)} = 0,09$$

$X_N = 0,09 \times 3500 = 315 \text{ mg/l}$

$$V_2 = \frac{(NO_3 - NO_{3ra})Q}{\rho_{DN} \cdot X} = \frac{Q(72 - 0,5)}{0,756 \times 315} = 0,3Q$$

Chọn dung tích vùng làm thoáng V₁ để xây dựng bể ương vi khí khuẩn hết BOD₅ theo yêu cầu (V₁ = 0,928Q) thì toàn bộ NH₄⁺ sẽ được oxy hóa thành NO₃ (V₂ = 0,3Q).

3) Xác định vùng thể tích anoxic của bể ương để khử NO₃ thành N₂:

$NO_3 = 71,5 \text{ mg/l}$

$NO_{3ra} = 14 \text{ mg/l}$

$\rho_{DN} = 0,1$

$X = 3500 \text{ mg/l}$

$$V_3 = \frac{(71,5 - 14)Q}{0,1 \times 3500} = 0,165Q$$

Tổng dung tích bể ương oxy hóa:

$$V = V_1 + V_3 = 0,928Q + 0,165Q = 1,093Q \text{ m}^3$$

Thời gian lưu nước trong mương oxy hoá:

$$T = \frac{1,093Q}{Q} = 1,093 \text{ ngày hay } 26,23 \text{ giờ nằm trong khoảng } 24 - 36 \text{ giờ.}$$

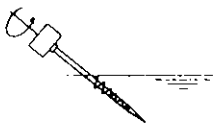
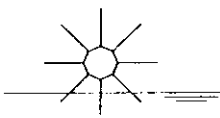
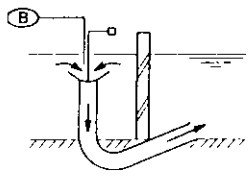
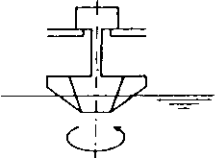
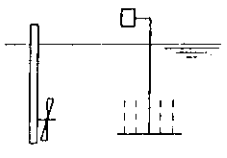
5.2.8.3. Thiết bị làm thoáng

Thiết bị làm thoáng đặt trong mương oxy hóa nhằm ba mục đích: xáo trộn hỗn hợp nước bùn, tạo dòng chảy trong mương và cung cấp oxy cho quá trình sinh hóa. Lượng oxy cần cung cấp dao động trong khoảng:

- Để khử BOD: 1,2 - 1,4 kgO₂/1kgBOD₅
- Để khử nitơ: 4,75 kgO₂/1kg nitơ.

Trong xử lý nước thải sinh hoạt, lượng oxy tổng cộng cần cho các nhu cầu oxy hóa để khử BOD và nitơ vào khoảng 1,8 - 2,2 kg O₂ tính theo 1 kg BOD₅. Trên cơ sở phân tích số liệu về thành phần chất lượng nước, tính toán công suất oxy của các thiết bị làm thoáng và lựa chọn.

Thiết bị làm thoáng chọn ít nhất là hai chiếc và đặt trong mương oxy hóa theo năm kiểu sau đây (xem hình 5.31).

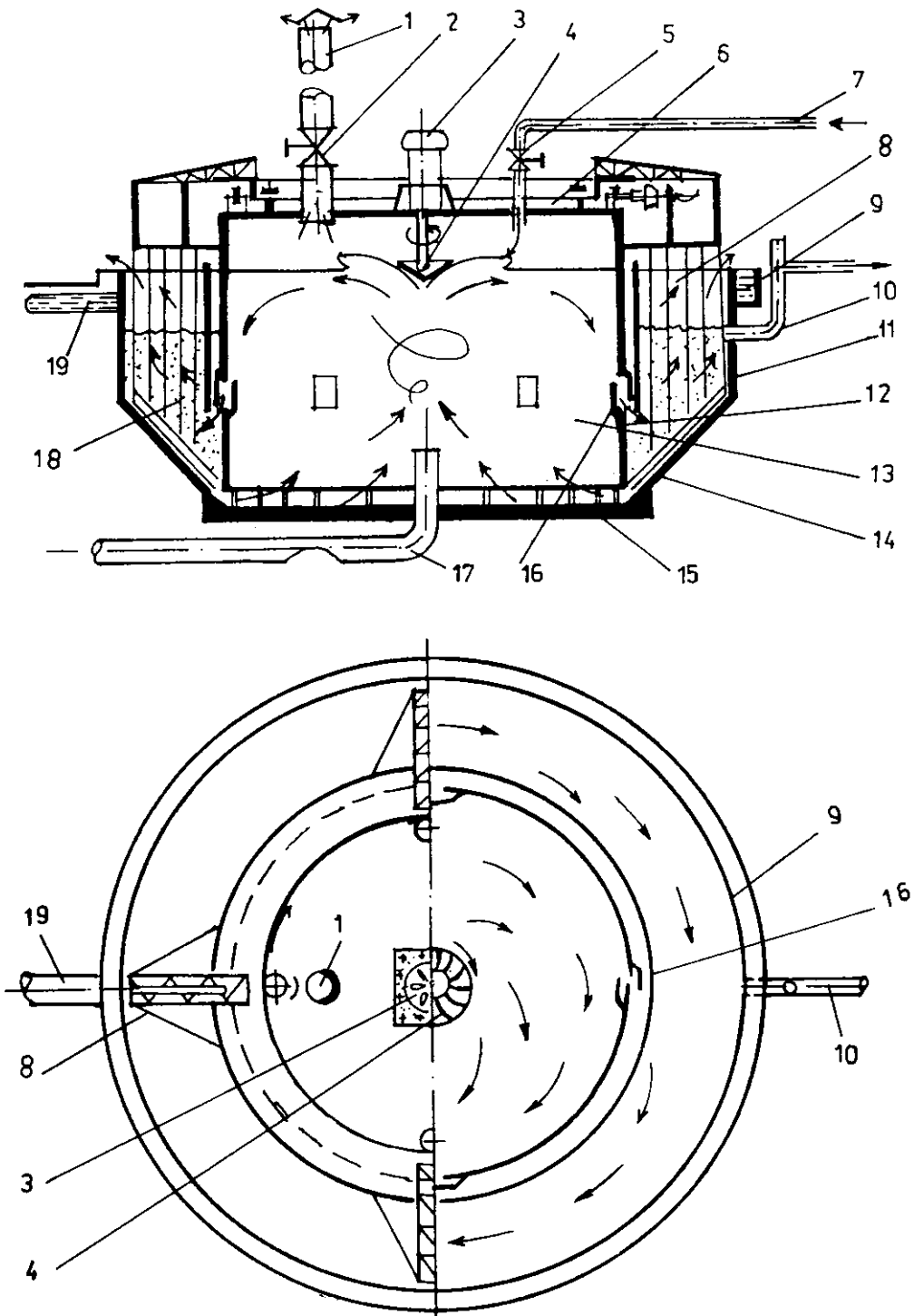
		Turbin chân vịt đặt xiên 30° - 45°	
Rulô trục ngang		Bơm air-lift hoặc bơm nước và bơm khí nén đồng thời	
Turbin trục đứng		Dàn khí nén và chân vịt bơm nước đặt ngáp, vuông góc với trục mương	

Hình 5.31. Sơ đồ lắp đặt thiết bị làm thoáng trong MOT

5.2.9. Oxyten

Oxyten là công trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học tăng cường với việc sử dụng oxy kỹ thuật và bùn hoạt tính đậm đặc.

Hình 5.32 giới thiệu một kiểu bể oxyten.



Hình 5.32. Bể oxyten

1 - Ống thông hơi; 2 và 5 - Các van khóa; 3 - Động cơ điện; 4 - Thiết bị làm thoáng kiểu turbin; 6 - Mái che; 7 - Ống dẫn cấp oxy kỹ thuật; 8 - Song chắn; 9 - Máng thu; 10 - Ống dùng để tháo bùn dư; 11 - Bể chứa tròn; 12 - Tường ngăn; 13 - Vùng làm thoáng; 14 - Cái nạo; 15 - Cửa để bùn tuần hoàn từ vùng lắng sang vùng làm thoáng; 16 - Cửa sổ để nước bùn từ vùng làm thoáng trào qua vùng lắng; 17 - Ống dẫn nước thải vào vùng làm thoáng (vào bể); 18 - Vùng lắng; 19 - Ống xả nước đã xử lý.

Oxyten thiết kế dạng bể chứa có mặt bằng hình tròn, bên trong có tường hình trụ phân chia bể thành vùng lắng và vùng làm thoáng, vùng làm thoáng được đậy kín. Ở khoảng giữa của tường hình trụ làm cửa sổ để nước bùn từ vùng làm thoáng có thể trào vào vùng lắng, ở phía dưới tường làm cửa sổ để tạo sự tuần hoàn của bùn từ vùng lắng sang vùng làm thoáng.

Vùng làm thoáng có nắp đậy kín, ở phía trên đặt động cơ điện của thiết bị làm thoáng kiểu turbin và ống dẫn cấp oxy kỹ thuật.

Trong vùng lắng lắp đặt thiết bị khuấy trộn kiểu song chắn đứng với kích thước $d = 30 \div 50$ mm, khoảng cách giữa các thanh song chắn khoảng 300 mm. Phía dưới song chắn treo cái nảo hình cầu. Phần lắng làm việc với lớp bùn lơ lửng có ống tháo để điều chỉnh mức độ bùn.

Nguyên lý làm việc của oxyten như sau: nước thải dẫn theo ống trung tâm (17) vào vùng làm thoáng (13). Dưới tác dụng của áp lực thủy động do turbin (4) tạo ra, hỗn hợp nước thải và bùn hoạt tính đã bão hòa oxy trào qua cửa sổ (16) ở lưng chùng bức tường ngăn của bể vào vùng lắng (18). Do có các song chắn hướng dòng mà hỗn hợp nước bùn chuyển dịch dần theo chu vi của vùng lắng, ở đây bùn được tách khỏi nước và được giữ lại ở trạng thái lơ lửng. Nước trong dâng lên qua lớp bùn lơ lửng trào vào máng thu (9) đặt ở chung quanh bể và xả theo ống dẫn (19) đi ra ngoài. Khi lượng cặn lơ lửng tích lũy nhiều thêm, chúng sẽ mịn lại và lắng xuống đáy của vùng lắng chui qua cửa sổ (15) thâm nhập vào vùng làm thoáng nhờ dòng chảy của nước thải đi vào bể tạo nên vòng tuần hoàn của bùn hoạt tính.

Bể oxyten thường được trang bị hệ thống cấp oxy kỹ thuật tự động theo yêu cầu tiêu thụ để thực hiện quá trình sinh hóa nước thải. Hệ thống này tự động đảm bảo nồng độ oxy hòa tan trong hỗn hợp nước bùn khi có sự dao động về thành phần tính chất và lưu lượng nước thải đầu vào.

Trong vùng làm thoáng luôn giữ nồng độ oxy hòa tan cao đặc biệt ở lớp nước trên cùng. Do lượng oxy hòa tan tới mức độ bão hòa, nên trong hỗn hợp nước bùn khi đã sang vùng lắng vẫn tiếp tục oxy hóa chất hữu cơ còn lại.

Các chỉ tiêu công nghệ biểu thị tính ưu việt của bể oxyten là: nồng độ oxy hòa tan khoảng 10 - 12 mg/l (trong các bể aeroten thông thường khoảng 2 - 4mg/l); liều lượng bùn 6 - 8 mg/l (trong các bể aeroten 2,5 - 3mg/l); thời gian làm thoáng tính cả thời gian nước lưu ở vùng lắng 2,5 - 3 giờ (trong các bể aeroten

lớn hơn 5 - 6 lần); chi phí xây dựng ít hơn 1,5 - 2 lần và chi phí quản lý ít hơn 2,5 - 3 lần so với các bể aeroten (các số liệu lấy theo tài liệu tiếng Nga).

Bể oxyten thường được áp dụng ở những nơi có thể cung ứng oxy kỹ thuật hoặc ở gần nhà máy sản xuất cao su tổng hợp, nhà máy hóa chất, hóa dầu, hóa than....

Tính toán bể oxyten có thể tiến hành theo công thức:

$$t = \frac{S_0 - S}{\rho C_b k_b}, \quad (5.72)$$

trong đó: t - thời gian làm thoáng (thời gian lưu nước bùn ở trong bể), h;

S_0 - BOD của nước thải đầu vào, mg/l;

S - BOD của nước thải đầu ra, mg/l;

ρ - tốc độ oxy hóa, mg/g.h;

C_b - nồng độ của bùn theo chất không tro, g/l;

k_b - hệ số tính đến ảnh hưởng của nồng độ bùn hoạt tính lên cường độ oxy hóa, có thể tham khảo bảng 5.11.

Bảng 5.11. Giá trị của hệ số k_b

Nồng độ bùn (g/l)	1	2	3	5	8	10	15
Hệ số k_b	1,8	1,3	1	0,7	0,5	0,4	0,3

Tốc độ oxy hóa có thể xác định theo mức độ xử lý và nồng độ oxy hòa tan:

$$\rho = \frac{V_{\max} [O_2] S}{[O_2] S + k'_{02} + k'_2 [O_2]}, \quad (5.73)$$

ở đây: $[O_2]$ - nồng độ oxy hòa tan ở trong hỗn hợp nước bùn;

V_{\max} , k'_{02} , k'_2 - giá trị của các thống số động học, xác định bằng thực nghiệm

Khối lượng oxy cần thiết thường lấy bằng mức giảm BOD₂₀ với hệ số 1,2.

Tính toán thiết bị làm thoáng tiến hành theo phương pháp tính toán chung có tính đến áp lực cục bộ của oxy ở pha hơi.

5.2.10. Giếng trục sâu (Deep shaft) xử lý nước thải

Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học với quá trình bùn hoạt tính áp dụng ngày càng hiệu quả. Tuy nhiên, còn tồn tại một số khuyết điểm khó khắc phục như: diện tích công trình lớn, thời gian lưu nước lâu, hiệu quả

chưa cao,... Phương pháp xử lý dùng giếng trục sâu (Deep shaft) do làm thay đổi cấu trúc của bể aeroten làm việc theo trục ngang thành làm việc theo trục đứng và khắc phục được một số khuyết điểm của aeroten thông thường.

5.2.10.1. Nguyên lý hoạt động của giếng trục sâu

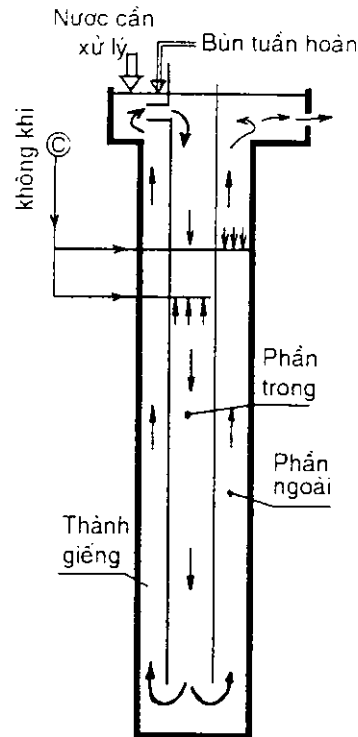
Để tạo ra giếng trục sâu, người ta phải khoan vào lòng đất một lỗ thẳng đứng sâu từ 50 - 150 m với đường kính từ 1 đến 6 m và được phân thành hai phần trong và ngoài bằng vách ống (xem hình 5.33).

Nước thải và bùn hoạt tính đưa vào phía trên của giếng và chuyển động đi xuống dọc theo thân bể ở phần trong, khi xuống đến đáy hỗn hợp nước - bùn đổi hướng đi lên theo phần ngoài của giếng. Hỗn hợp nước thải và bùn hoạt tính chuyển động lên xuống ở trong giếng là nhờ việc sục gió.

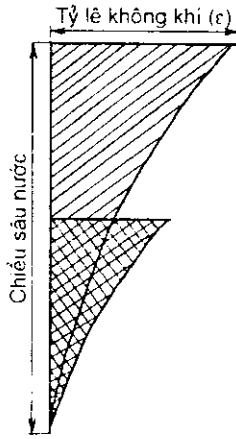
Trước tiên người ta bơm không khí vào phần ngoài của bể ở một độ sâu nhất định (10 - 30 m) để tạo hiệu ứng nâng của không khí và nhờ vậy sẽ bắt đầu quá trình vận chuyển của dòng chảy nước - bùn. Sau đó không khí được bơm vào phần trong (hướng dòng đi xuống) ở độ sâu thấp hơn so với vị trí bơm vào phần ngoài để tạo dựng và duy trì hoạt động bình thường. Cùng lúc đó lượng không khí bơm vào phần ngoài được giảm xuống từ từ. Nhờ vào sự khác biệt về tỉ lệ trọng không khí giữa hai phần hướng lên trên và hướng xuống dưới (xem đồ thị hình 5.34) mà sự lưu thông tuần hoàn của dòng chảy được duy trì.

Thông thường người ta duy trì dòng chảy tuần hoàn này khi tốc độ của dòng chảy đã đạt tới 1 - 2 m/s. Vì nếu để tốc độ dòng chảy đạt giá trị lớn hơn, các bọt khí sẽ xuất hiện và phát triển mạnh làm xáo trộn dòng tuần hoàn.

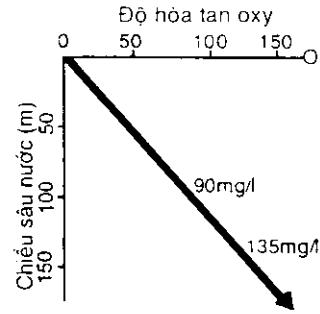
Theo lý thuyết của Henry về mối liên hệ giữa áp lực nước và độ oxy hòa tan vào nước thì: áp lực càng cao, độ hòa tan oxy càng lớn (xem đồ thị hình 5.35).



Hình 5.33



Hình 5.34

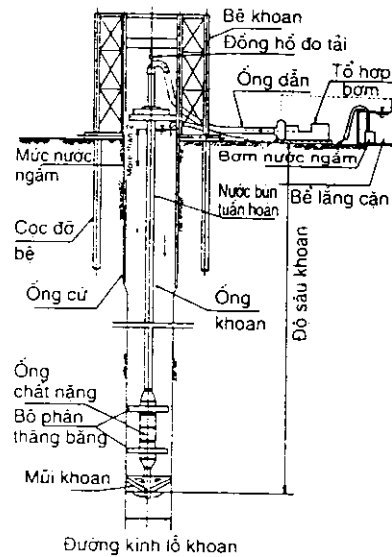


Hình 5.35

Ở độ sâu 100 m, áp suất nước 10 kG/cm², độ hòa tan oxy là 135 mg/l. Vì giếng có độ sâu từ 50 đến 150 m nên tạo ra được điều kiện lý tưởng cho oxy hòa tan vào nước thải.

5.2.10.2. Phương pháp xây dựng

Như vậy, khác với phương pháp xử lý sinh học truyền thống, để tạo điều kiện cho oxy hòa tan, người ta không dùng bể áp lực hay tháp lọc mà khoan một lỗ thẳng đứng vào lòng đất. Việc này được thực hiện nhờ vào phương pháp khoan giếng sâu đường kính lớn (thường dùng những thiết bị khoan quay đặc biệt). Trong quá trình khoan, người ta bổ sung nước tĩnh để tránh hiện tượng sụt thành giếng (xem hình 5.36). Thành và đáy giếng khoan được kê bằng các ống thép, còn khu vực xung quanh giếng được đổ bê tông.



Hình 5.36

5.2.10.3. Ưu điểm của công nghệ xử lý nước thải bằng giếng trục sâu

Từ nguyên tắc cấu tạo và hoạt động đã nói ở trên, chúng ta có thể thấy phương pháp xử lý nước thải bằng giếng trục sâu có những ưu điểm sau:

- Tiết kiệm diện tích: Tổng diện tích cần thiết cho phương pháp xử lý giếng trục sâu bằng 1/8 - 1/6 tổng diện tích cần thiết đối với phương pháp xử lý sinh học bằng bùn hoạt tính thông thường. Và vì nước thải luân chuyển theo chiều đứng, nên giếng trục sâu chiếm một diện tích vào khoảng 1/20 diện tích dùng để lắp đặt bể aeroten. Hơn nữa, vì hiệu quả xử lý cao nên có thể bỏ được bể lắng sơ bộ.
- Tiết kiệm năng lượng: So với phương pháp bùn hoạt tính tiêu chuẩn thì tỉ lệ sử dụng oxy cao hơn 5 - 9 lần, lượng không khí cung cấp chỉ bằng 1/8 - 1/6. Nhờ vậy mà chi phí vận hành sục khí giảm được 1/2 (xem bảng 5.13).
- Lượng bùn tạo ra ít: Với phương pháp xử lý giếng trục sâu, điều kiện hiếu khí được mở rộng sâu vào khu trung tâm của khối nước bùn và lượng oxy luôn được cung cấp đầy đủ nên các vi sinh vật hoạt động có hiệu quả hơn so với phương pháp bùn hoạt tính tiêu chuẩn. Kết quả là lượng bùn tạo ra ít hơn.
- Hiệu quả xử lý nước thải nồng độ cao: Độ sâu ngập nước ở phương pháp bùn hoạt tính tiêu chuẩn nhỏ hơn 5 m, tỉ lệ sử dụng oxy trên dưới 10%, nên không thể duy trì mật độ oxy cần thiết trong trường hợp xử lý nước thải nồng độ cao. Còn phương pháp xử lý giếng trục sâu có tỉ lệ sử dụng oxy lên tới 50 - 90%, hiệu quả xử lý gấp 5 - 9 lần so với phương pháp bùn hoạt tính tiêu chuẩn, nên có thể duy trì mật độ chất lơ lửng ở mức độ cao và tạo được điều kiện cho vi sinh vật hoạt động tích cực cả trong những trường hợp xử lý nước thải nồng độ cao.

Bảng 5.14 giới thiệu bảng so sánh về sự chuyển hóa oxy.

- Vận hành: Cho dù thiết bị ngừng làm việc 10 ngày thì cũng chỉ mất khoảng 1 ngày để vận hành lại.

Bảng 5.13. Bảng so sánh về năng lượng sử dụng

Công suất nước thải (m ³ /ngày)	Năng lượng yêu cầu (kW)	
	Phương pháp giếng trục sâu	Phương pháp bùn hoạt tính tiêu chuẩn
10 000	37	66
50 000	150	330
100 000	250	500

Bảng 5.15 giới thiệu các chỉ tiêu tổng thể so sánh phương pháp xử lý giếng trục sâu với những phương pháp xử lý truyền thống.

Bảng 5.14. So sánh về sự chuyển hóa oxy

	Phương pháp xử lý giếng trục sâu	Phương pháp làm thoáng bằng oxy kỹ thuật	Phương pháp bùn hoạt tính tiêu chuẩn
- Công suất hòa tan oxy (kgO_2/m^3)	3,00	0,15 - 0,3	0,05 - 0,1
- Hiệu suất năng lượng sử dụng (kgO_2/kW)	6,00	1,0	1,0 - 1,5
- Tỷ lệ sử dụng oxy (%)	50 - 90	50 - 90	5 - 15

Bảng 5.15. Bảng so sánh các chỉ tiêu giữa các phương pháp xử lý sinh học

Chỉ số so sánh	Phương pháp xử lý giếng trục sâu	Phương pháp bùn hoạt tính	Phương pháp oxy hóa tiếp xúc
Thời gian lưu nước thải	1,0	7,0	6,5
Tải BOD - SS ($\text{kg}/\text{kg}.\text{ngày}$)	0,98	0,2	-
Tải thể tích COD ($\text{kg}/\text{m}^3.\text{ngày}$)	4,8	0,7	0,75
Nồng độ SS (mg/l)	4500 - 6000	2500 - 4000	-
Tỷ lệ bùn tuần hoàn (%)	100 - 150	50 - 150	-
Tỷ lệ sử dụng oxy	50 - 90	5 - 15	5 - 15
Lượng bùn dư tạo ra (kg/kgBOD)	0,2 - 0,5	0,5 - 0,6	0,2 - 0,6
Diện tích lấp đặt (ha)	1,0	1,4	1,3

5.2.10.4. Khả năng áp dụng để xử lý các loại nước thải

Do có những ưu điểm nổi bật như đã nêu ở trên mà phương pháp xử lý này được ưa chuộng ở một số nước trên thế giới. Nhiều nhà máy hóa chất, thực phẩm, giấy,... đã và đang áp dụng phương pháp này để xử lý các dạng nước thải khác nhau.

■ Xử lý nước thải đô thị (xem bảng 5.16)

Đặc điểm chính:

- Giếng khoan: đường kính: 1,0m; độ sâu: 100m; dung tích: 78 m³.
- Bể chính: 1,5m × 6,0m × 3,5m; dung tích 26 m³.

- Tháp tách khí: đường kính: 1,0m; chiều cao: 13,2m; dung tích: 7,8 m³.
- Máy nén khí: 37kW × 1cái.

Bảng 5.16. Khả năng xử lý nước thải đô thị

Loại nước cần xử lý Lượng nước dự kiến	Nước thải đô thị, 2400 m ³ /ngày	
	Chất lượng nước thải	Chất lượng nước đã xử lý
pH	6 - 8	6 - 8
SS (mg/l)	400	30
BOD (mg/l)	300	20

■ **Xử lý nước thải nhà máy hóa chất (xem bảng 5.17)**

Bảng 5.17. Điều kiện và kết quả xử lý

Loại nước cần xử lý Lượng nước dự kiến	Nước thải đô thị, 1500m ³ /ngày	
	Chất lượng nước thải	Chất lượng nước đã xử lý
pH	9,19	7,51
BOD (mg/l)	2040	30
COD _{Mn} (mg/l)	546	35
TOD (mg/l)	480	30

Điều kiện xử lý:

- Tải trọng thể tích BOD: 8,4 kg/m³ngày.
- Thời gian lưu nước: 5 - 6 giờ.

Đặc điểm chính:

- Giếng khoan: đường kính 2,0m; chiều sâu: 80 m; dung tích 250 m³.
- Bể chính: 4m × 7m × 3,5m; dung tích: 100 m³.
- Máy nén: 65 kW × 2 cái.

■ **Xử lý nước thải nhà máy giấy (xem bảng 5.18)**

Điều kiện xử lý:

- Tải trọng thể tích BOD: 3,7 kg/m³ngày.
- Thời gian lưu nước: 1 giờ.

Bảng 5.18. Khả năng và kết quả xử lý

Các chỉ số nước thải	Nước thải	Nước thải đã xử lý	Tỉ lệ khử trung bình
Lưu lượng (m ³ /ngày)	18 000 - 23000	-	-
Nhiệt độ nước °C	10 - 29	11 - 20	-
pH	5,8 - 6,8	6 - 7	-
BOD (mg/l)	100 - 215	< 10	> 90%
COD _{Mn} (mg/l)	120 - 260	21 - 37	> 80%
SS (mg/l)	19 - 60	10 - 18	-
Độ trong (cm)	< 30	> 50	-

Đặc điểm chính:

- Giếng khoan: đường kính: 2,8 m; chiều sâu 100 m; dung tích 615 m³.
- Bể chính: 6m × 12m × 3m; dung tích: 126 m³.
- Tháp tách khí: đường kính: 3,8 m; chiều cao: 10 m; dung tích: 11,3 m³.
- Máy nén khí: 75 kW × 2 cái.

■ **Xử lý nước thải nhà máy thực phẩm (xem bảng 5.19)**

Bảng 5.19. Điều kiện và kết quả xử lý

Loại nước cần xử lý Lượng nước xử lý	Nước thải công nghiệp thực phẩm, 1500 m ³ /ngày	
	Chất lượng nước thải	Chất lượng nước đã xử lý
pH	4 - 12	5,8 - 8,6
BOD (mg/l)	1500	-
COD _{Mn} (mg/l)	1000	< 40
SS (mg/l)	200	< 40

Điều kiện xử lý:

- Giếng khoan: đường kính: 2,4 m; chiều sâu: 100 m; dung tích: 452m³.
- Bể chính: 6m × 8m × 3,5m; dung tích: 68 m³.
- Tháp tách khí: đường kính 1,0 m; chiều cao: 13,2 m; dung tích: 7.8 m³.
- Máy nén khí: 90 kW × 1 cái và thêm 1 cái dự phòng.

5.2.10.5. Khả năng áp dụng vào điều kiện Việt Nam

Hiện nay Việt Nam có 61 tỉnh thành và trên 610 đô thị lớn bé khác nhau, trong đó phần lớn các đô thị chưa có hệ thống thoát nước. Tổng chiều dài cống thoát nước trong cả nước khoảng 1000 km, bình quân đối với các đô thị có trang bị hệ thống thoát nước khoảng 0,1 - 0,2 m/người, rất thấp so với bình quân ở các nước khác (~ 2m/người). Một số khu công nghiệp, khu chế xuất, các nhà máy xí nghiệp... có hệ thống thoát nước, nhưng hầu hết đã xuống cấp hoặc ở tình trạng không hoạt động hoặc hoạt động không hiệu quả. Hiện tượng nước thải từ các đô thị, công sở, bệnh viện và xí nghiệp công nghiệp không được xử lý xả bừa bãi vào nguồn tiếp nhận là rất phổ biến, gây ô nhiễm môi trường sinh thái. Nhìn chung, hệ thống thoát nước tại các đô thị nước ta còn thiếu và không đồng bộ, ít được duy tu, bảo dưỡng, xây dựng chấp vá nên không đáp ứng được yêu cầu phát triển thoát nước hiện tại và trong tương lai.

Hiện nay chúng ta đang thực hiện một số dự án về thoát nước và vệ sinh môi trường. Trước mắt, khắc phục các yếu kém trong quản lý, duy tu và bảo dưỡng chống xuống cấp hệ thống, nhưng về lâu dài là áp dụng các công nghệ và kỹ thuật tiên tiến nhằm giảm thiểu ô nhiễm và bảo vệ môi trường.

Công nghệ xử lý nước thải bằng giếng trục sâu có nhiều ưu điểm so với các công nghệ xử lý truyền thống, nó có thể áp dụng đối với điều kiện đô thị nước ta khi đất đai dành cho xử lý nước thải trở nên khan hiếm, môi trường đòi hỏi phải được bảo vệ để phát triển bền vững... Tuy nhiên, việc ứng dụng một công nghệ vào điều kiện mới cần phải có nhiều nghiên cứu và áp dụng thử mới có thể khẳng định được tính khả thi và hiệu quả của nó.

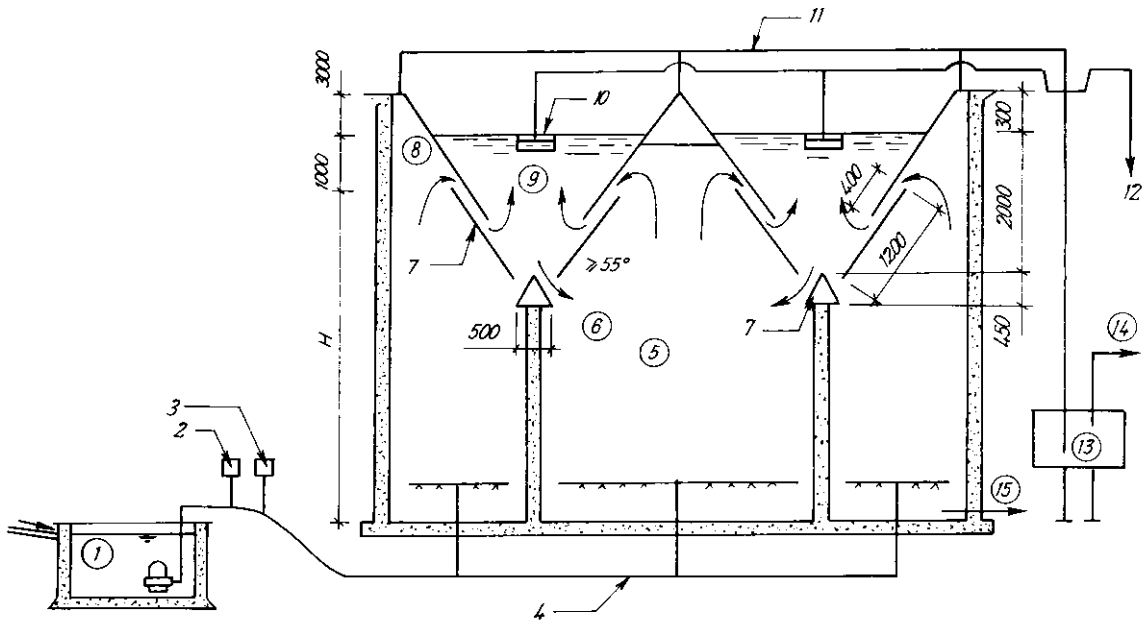
5.3. XỬ LÝ KỊ KHÍ QUA LỚP CẶN LỖ LỬNG TRONG BỂ UASB (UFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET)

5.3.1. Cấu tạo và quy trình hoạt động

Sơ đồ cấu tạo của bể UASB giới thiệu ở hình 5.37. Bể có thể xây bằng gạch hoặc bằng bê tông cốt thép, thường có mặt bằng hình chữ nhật. Để tách khí khỏi nước thải, trong bể gá thêm tấm phẳng đặt nghiêng so với phương ngang $\geq 35^\circ$. Thể tích ngăn lắng tính theo thời gian lưu nước ≥ 1 giờ. Tổng chiều cao ngăn lắng khoảng 2 m, chiều cao phần lắng ≥ 1 m.

Nước thải sau khi điều chỉnh pH theo ống dẫn vào hệ thống phân phối đều trên diện tích đáy bể. Nước thải từ dưới lên với vận tốc $v = 0,6 \div 0,9$ m/h. Hỗn

hợp bùn kị khí trong bể hấp thụ chất hữu cơ hòa tan trong nước thải, phân hủy và chuyển hóa chúng thành khí (khoảng 70 - 80% metan, 20 - 30% cacbonic) và nước. Các hạt bùn cặn bám vào các bọt khí được sinh ra nổi lên bề mặt làm xáo trộn và gây ra dòng tuần hoàn cục bộ trong lớp cặn lơ lửng. Khi hạt cặn nổi lên và phải tấp chấn (7) bị vỡ ra, khí thoát lên trên, cặn rơi xuống dưới. Hỗn hợp bùn nước đã tách hết khí qua cửa (8) vào ngăn lắng. Hạt cặn trong ngăn lắng tách bùn lắng xuống đáy qua cửa (6) và tuần hoàn lại vùng phản ứng kị khí. Nước trong thu vào máng (10), theo ống (12) dẫn sang bể xử lý hiếu khí (xử lý đợt II). Khí biogas được dẫn ống (11) thu về thùng chứa (13), rồi theo ống dẫn khí đốt (14) đi ra ngoài.



Hình 5.37. Sơ đồ cấu tạo bể phản ứng kị khí UASB

- 1- Bể điều hòa lưu lượng và trạm bơm nước thải; 2- Bộ phận đo và điều chỉnh độ pH;
- 3- Định lượng chất dinh dưỡng N, P nếu cần; 4- Ống dẫn và dàn ống phân phối đều nước thải trong bể; 5- Vùng phản ứng kị khí; 6- Cửa tuần hoàn trở lại cặn; 7- Tấm chắn khí; 8- Cửa dẫn hỗn hợp bùn nước sau khi đã tách khí đi vào ngăn lắng;
- 9- Vùng lắng cặn; 10- Máng thu nước; 11- Ống dẫn hỗn hợp khí metan; 12- Ống dẫn nước sang bể xử lý hiếu khí (xử lý đợt II); 13- Thùng chứa khí; 14- Ống dẫn khí đốt;
- 15- Ống xả bùn dư.

Bùn trong bể được hình thành hai vùng rõ rệt: ở chiều cao khoảng 1/4 tính từ đáy lên, lớp bùn hình thành do các hạt cặn keo tụ có nồng độ 5 - 7 %; phía trên lớp này là lớp bùn lơ lửng có nồng độ 1000 - 3000 mg/l gồm các bông cặn chuyển động giữa lớp bùn đáy và bùn tuần hoàn từ ngăn lắng rơi xuống. Bùn trong bể là sinh khối đóng vai trò quyết định trong việc phân hủy www.vietnam.vn

hóa chất hữu cơ. Nồng độ cao của bùn hoạt tính trong bể cho phép bể làm việc với tải trọng chất hữu cơ cao.

Để hình thành khối bùn hoạt tính đủ nồng độ, làm việc có hiệu quả đòi hỏi thời gian vận hành khởi động từ 3 đến 4 tháng. Nếu cấy vi khuẩn tạo axit và vi khuẩn tạo metan trước với nồng độ thích hợp và vận hành với chế độ thủy lực $\leq 1/2$ công suất thiết kế, thời gian khởi động có thể rút xuống còn 2 - 3 tuần.

Lượng cặn dư bằng 0.15 - 0,2% lượng COD, tức bằng một nửa cặn được sinh ra so với khi xử lý hiếu khí. Cặn dư định kỳ xả ra ngoài và có thể tiếp tục đưa đi làm khô.

5.3.2. Chỉ tiêu thiết kế

Khi thiết kế bể phản ứng kỵ khí UASB và bể lọc kỵ khí có thể tham khảo số liệu cho trong bảng 5.20 để chọn thông số thiết kế thích hợp.

Bảng 5.20. Số liệu thống kê quản lý kỹ thuật bể UASB và bể lọc kỵ khí

Nguồn nước thải	Hàm lượng COD đầu vào (mg/l)	Thời gian lưu nước trong bể (giờ)	Tải trọng COD (kg COD/m ³ ngày)	Hiệu quả khử COD (%)
- Nước thải sinh hoạt	500 - 800 [*]	4 - 10	4 - 10	70 - 75
- NT nhà máy rượu, men rượu	20 000	5 - 10	14 - 15	60
- NT XN chế biến bột khoai tây	4500 - 7000	5 - 10	8 - 9	75 - 80
- NT XN chế biến sữa	3000 - 3400	5 - 10	12	80
- NT nhà máy hóa chất hữu cơ tổng hợp	18 000	5 - 10	7 - 9	90
- NT XN chế biến rau và hoa quả	8300	5 - 10	18	55
- NT nhà máy giấy các loại	7700	5 - 10	12	80
- NT XN chế biến hải sản	2300 - 3000	5 - 10	8 - 10	75 - 80

6

XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC TRONG ĐIỀU KIỆN NHÂN TẠO VỚI QUÁ TRÌNH MÀNG SINH HỌC

6.1. SỰ SINH TRƯỞNG DÍNH BÁM BẰNG MÀNG SINH HỌC

Phần lớn các vi sinh vật có khả năng xâm chiếm bề mặt của một vật rắn (vật liệu lọc) với các hợp chất hữu cơ, muối khoáng và oxy. Việc dính bám được thực hiện nhờ một chất phụ trợ và keo động vật có gốc từ exopolymers polyme do các vi khuẩn sinh ra. Việc xâm chiếm bề mặt lúc đầu được thực hiện ở một số điểm và từ những điểm này màng sinh học tiếp tục phát triển cho đến khi toàn bộ bề mặt vật rắn được bao phủ một lớp đơn bào. Từ đó các tế bào mới sinh ra và bao phủ lên lớp ban đầu. Trên bề mặt của lớp màng nhầy này chủ yếu chứa các vi khuẩn. Chất hữu cơ trong nước thải thì được các vi khuẩn sử dụng để thực hiện phân hủy tạo CO_2 và H_2O .

Oxy và các thức ăn đồng hóa được nước thải vận chuyển và khuếch tán qua bề dày lớp màng sinh học cho tới chừng nào các đám tế bào ở sâu nhất không được tiếp xúc với oxy và thức ăn đồng hóa trực tiếp nữa. Sau một thời gian nhất định xuất hiện sự phân tầng với lớp hiếu khí chồng lên lớp kỵ khí. Ở lớp hiếu khí có sự khuếch tán oxy, lớp kỵ khí ở sâu hơn không có oxy. Lớp màng sinh học không được tiếp xúc với oxy bị phân hủy kỵ khí tạo thành H_2S , amoniac, axit hữu cơ.... Những sản phẩm này lại được các vi khuẩn hiếu khí oxy hóa để tạo thành H_2SO_4 , HNO_3 , và $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

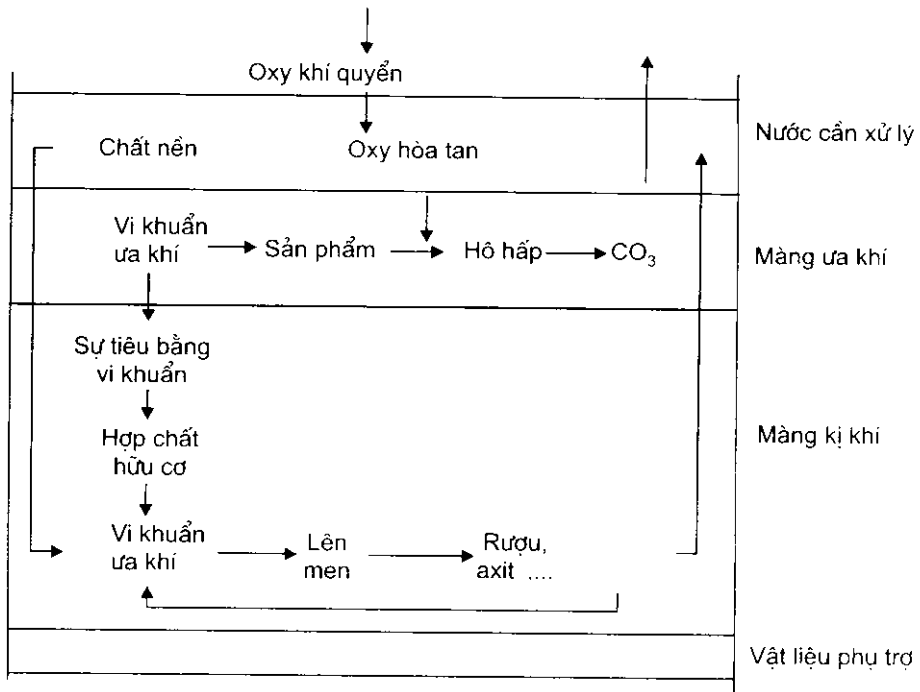
Khi chất nền không còn khuếch tán tới nữa, các vi sinh có trong lớp ưa khí sẽ bị chết và tự tiêu đi. Do vậy xuất hiện những khoảng trống tế bào cho những vi sinh ưa khí hoặc kỵ khí khác. Khi chất nền thực sự cạn kiệt, việc tiêu hủy các tế bào còn lại làm cho màng sinh học bị tách rời từng vùng ra khỏi bề mặt. Bề mặt này lại sẵn sàng tiếp nhận các vi sinh mới. Sự phân tách màng vi sinh học được tạo ra và thúc đẩy bởi dòng nước chảy qua bề mặt.

Dù cho vật liệu lọc sử dụng là loại gì thì sinh trưởng dính bám của màng vi sinh đều hoạt động theo cùng một nguyên tắc như đã nói ở trên. Trong các

công trình áp dụng để xử lý nước thải, việc làm thoáng thường bằng cách tự nhiên. Thoáng gió cưỡng bức với dòng chảy ngược chiều ít được sử dụng.

Các phản ứng làm sạch bằng màng sinh học được minh họa ở hình 6.1.

Sự sinh trưởng dính bám thường được thực hiện trên các công trình lọc sinh học, bể lọc sinh học (bể biophin).



Hình 6.1. Diễn biến của quá trình xử lý bằng vi sinh dính bám

6.2. XỬ LÝ HIẾU KHÍ TRÊN BỂ BIOPHIN

6.2.1. Phân loại bể biophin

Bể lọc sinh học (hay còn gọi là bể biophin) thường được phân biệt làm thành hai loại:

- Bể biophin với lớp vật liệu lọc không ngập trong nước
- Bể biophin với lớp vật liệu lọc ngập trong nước

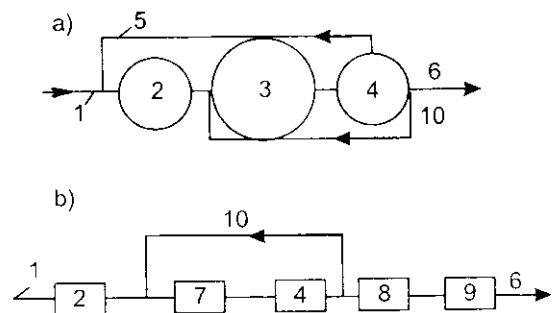
Đối với bể biophin với lớp vật liệu lọc không ngập trong nước, có thể phân biệt theo:

- 1) Theo mức độ xử lý: bể biophin xử lý hoàn toàn và không hoàn toàn. Bể biophin nhỏ giọt dùng để xử lý hoàn toàn, còn bể biophin cao tải có thể xử lý hoàn toàn hoặc không hoàn toàn.

- 2) *Theo biện pháp làm thoáng*: biophin làm thoáng tự nhiên và bể biophin làm thoáng cưỡng bức.
- 3) *Theo chế độ làm việc*: bể biophin làm việc liên tục và bể biophin làm việc gián đoạn có hay không có tuần hoàn nước. Nếu nồng độ nhiễm bẩn của nước thải không lớn và với khối lượng đủ để có thể tự làm sạch thì việc tuần hoàn là không cần thiết. Trong những trường hợp ngược lại thì tùy theo nồng độ của nước thải mà nên hoặc bắt buộc phải tuần hoàn.
- 4) *Theo công nghệ*: bể biophin một hay hai bậc.

Sơ đồ công nghệ bể biophin một bậc có hay không có tuần hoàn nước giới thiệu ở hình 6.2a, còn sơ đồ công nghệ biophin hai bậc có tuần hoàn giới thiệu ở hình 6.2b.

Biophin hai bậc thường được áp dụng trong điều kiện khí hậu không thuận lợi, khi không có điều kiện tăng chiều cao công tác của bể và khi cần nâng cao hiệu suất xử lý.



Hình 6.2. Sơ đồ công nghệ của bể biophin

- a) Bể biophin một bậc; b) Bể biophin hai bậc
 1 - Nước thải lên bể; 2 - Bể lắng đợt I; 3 - Bể biophin;
 4 - Bể lắng đợt II; 5 - Bùn từ bể lắng đợt II; 6 - Xả nước đã được xử lý; 7 và 8 - Bể biophin, tương ứng bậc I và bậc II; 9 - Bể lắng đợt III; 10 - nước tuần hoàn.

- 5) *Theo khả năng chuyển tải*: bể biophin nhỏ giọt (thấp tải) và bể biophin cao tải.
- 6) *Theo đặc điểm cấu tạo của vật liệu lọc*: bể biophin chất liệu khối và bể biophin chất liệu bản.

■ Biophin chất liệu khối có thể phân biệt

- Biophin nhỏ giọt có kích thước vật liệu lọc 40 - 80 mm và chiều cao công tác 1 - 2m;
- Biophin cao tải có kích thước vật liệu lọc 60 - 80 m và chiều cao công tác 2 - 4m;
- Biophin có chiều cao lớn (thấp lọc), chiều cao công tác 8 - 16m;

■ Biophin chất bản có thể phân biệt

- Biophin với chất liệu lọc dạng rắn: vòng ống hay các cấu tạo khác. Vật liệu có thể là sành, chất dẻo, kim loại. Tùy thuộc vào loại vật liệu mà khối lượng vào khoảng 100 - 600 kg/m³, độ rỗng 70 - 90%, chiều cao công tác 1 - 6m.
- Biophin với chất liệu lọc rắn ở dạng lưới hoặc khối đặc được ghép lại từ những tấm, bản phẳng. Các khối đặc có thể làm bằng chất dẻo và cũng có thể là fibroximăng. Khối lượng chất dẻo 40 - 100 kg/m³, độ rỗng 90 - 97%, chiều cao 2 - 16m. Khối lượng của fibroximăng 200 - 250kg/m³, độ rỗng 80 - 90%, chiều cao công tác 2 - 6m.
- Biophin vật liệu mềm và rulô (cuộn) làm bằng lưới thép, màng chất dẻo hoặc vải tổng hợp được cố định trên khung hay dưới dạng cuộn. Khối lượng 5 - 60 kg/m³, độ rỗng 94 - 99%, chiều cao cấp phối 3 - 8m.

Đối với bể biophin chất liệu bản cũng cần kể đến loại đĩa quay sinh học - là một bể chứa đầy nước có đáy hình lõm. Dọc theo bờ ở chỗ cao hơn mực nước một ít có đặt trực gắn các đĩa bằng chất dẻo, ximăng amiang hoặc kim loại với đường kính 0,3 - 0,6m. Khoảng cách giữa các đĩa 10 - 20mm, tốc độ quay của trục đĩa 1 - 40 v/ph.

Bể biophin chất liệu mềm và rulô thường chỉ sử dụng khi lưu lượng nước thải tới 10 000 m³/ng, còn biophin chất liệu rắn ở dạng khối áp dụng khi $q < 50\,000$ m³/ng, đĩa quay sinh học $q < 500$ m³/ng.

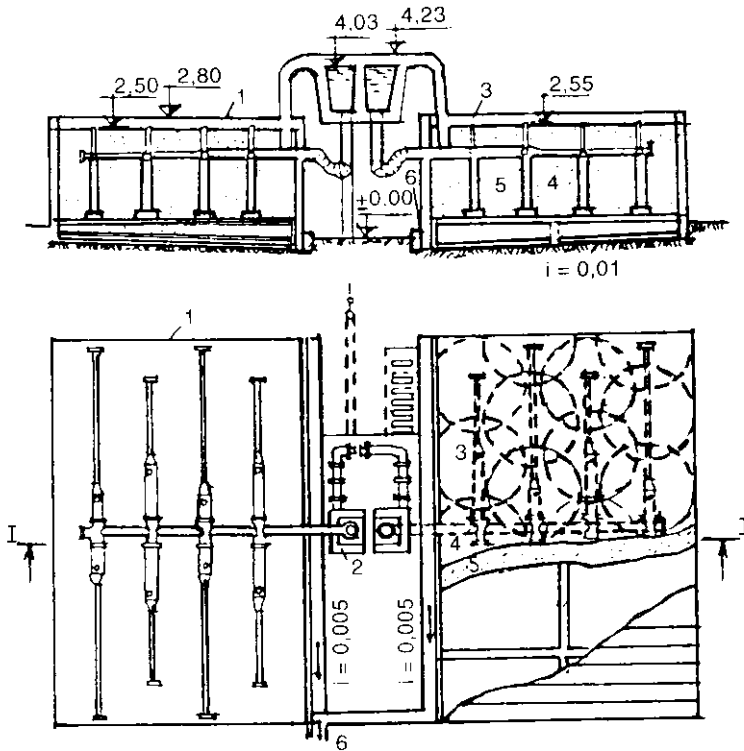
6.2.2. Bể biophin với lớp vật liệu lọc không ngập trong nước

6.2.2.1. Bể biophin nhỏ giọt

Bể biophin nhỏ giọt dùng để xử lý sinh học nước thải hoàn toàn với hàm lượng nước sau xử lý đạt tới 15 mg/l, thường xây dựng với dạng tròn, chữ nhật có tường đặc và đáy kép. Đáy trên là tấm đan đỡ lớp vật liệu lọc, đáy dưới liên khối không thấm nước. Chiều cao giữa hai lớp đáy khoảng 0,4 - 0,6m, độ dốc hướng về máng thu $i \geq 0,01$. Độ dốc theo chiều dọc của máng thu lấy theo kết cấu, nhưng không được nhỏ hơn 0,005. Tường bể làm cao hơn lớp vật liệu lọc 0,5m. Hình 6.3 giới thiệu sơ đồ cấu tạo bể biophin nhỏ giọt dạng chữ nhật.

Đặc điểm riêng của bể biophin nhỏ giọt là kích thước của hạt vật liệu lọc không lớn hơn 25 - 30 mm và tải trọng tưới nước (tải trọng thủy lực) trong ngày không lớn, khoảng 0,5 - 1,0 m³/(m³.VLL), hiệu suất xử lý cao, có thể đạt tới 90% (theo BOD) hay thậm chí còn cao hơn nữa.

Bể biophin nhỏ giọt thường được sử dụng trong trường hợp lưu lượng nước thải không lớn, từ 20 đến 1000 m³/ngày.



Hình 6.3. Bể biophin nhỏ giọt có thùng định lượng phân phối nước thải lên bể

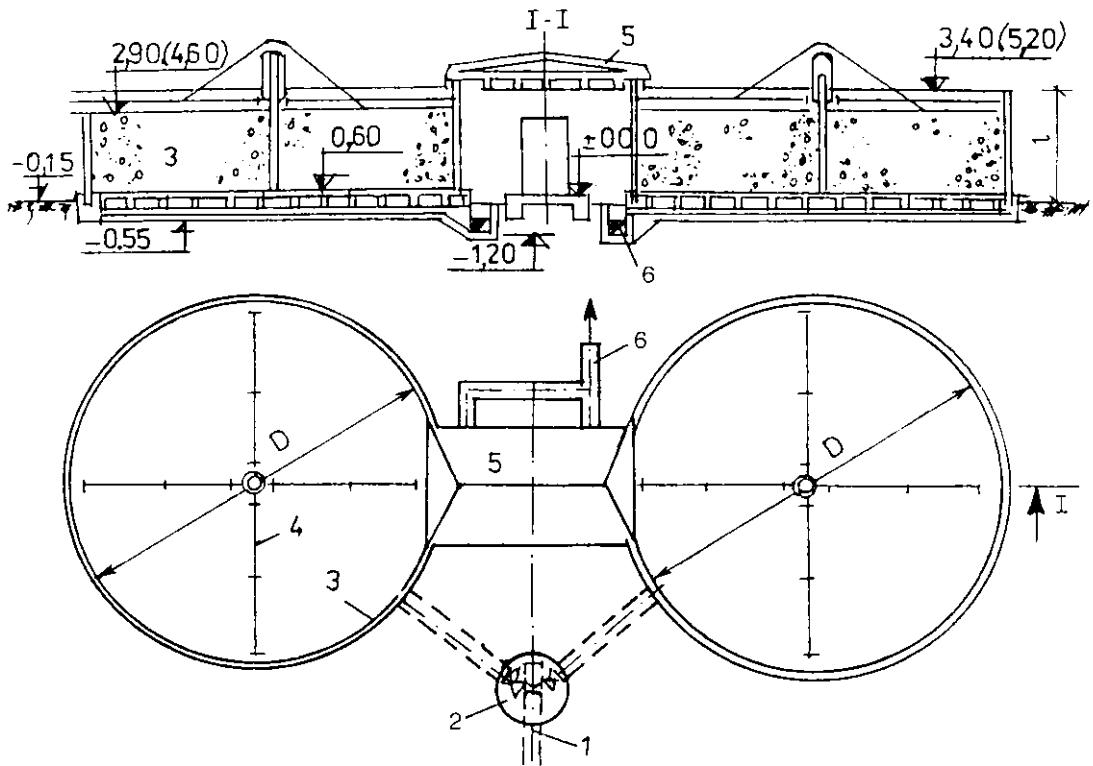
- 1- Bể biophin; 2- Thùng điều lượng; 3- Vòi phun; 4- Ống phân phối;
5- Vật liệu lọc; 6- Mương xả nước.

6.2.2.2. Bể biophin cao tải

Bể biophin cao tải khác với bể biophin nhỏ giọt ở chỗ nó có chiều cao công tác và tải trọng thủy lực cao hơn. Ví dụ, nếu tải trọng thủy lực lên bể biophin nhỏ giọt là 0,5 - 1,0 m³/(m³.VLL.ngày), thì tải trọng thủy lực lên bể biophin cao tải là 10 - 30 m³/(m³.VLL.ngày).

Làm thoáng cho bể biophin cao tải thường bằng nhân tạo. Vì khe hở giữa các hạt vật liệu lọc của bể biophin cao tải lớn (kích thước VLL 40 - 60 mm), do đó việc trao đổi không khí xảy ra trong thân bể biophin cao tải với cường độ cao. Nhờ tốc độ lọc lớn và sự trao đổi không khí nhanh mà quá trình oxy hóa chất hữu cơ xảy ra ở đây với tốc độ cao. Bể biophin cao tải có thể dùng để xử lý nước thải với mức độ hoàn toàn hoặc từng phần với công suất $q \leq 50000$ m³/ngày.

Hình 6.4 giới thiệu sơ đồ cấu tạo bể biophin cao tải.



Hình 6.4. Bể biophin cao tải

- 1- Dẫn nước vào giếng phân phối; 2- Giếng phân phối nước vào các bể biophin;
 3- Bể biophin; 4- Hệ thống dàn quay thủy lực để phân phối nước;
 5- Trạm bơm khí nén; 6- Hệ thống thu nước sau lọc.

Để bể biophin cao tải làm việc bình thường thì phải:

- Thường xuyên thau rửa bể để các màng vi sinh không làm trít kín khe hở giữa các hạt vật liệu lọc.
- Xử lý sơ bộ nước thải trước khi đưa lên bể biophin.
- Đảm bảo nồng độ nước thải không vượt quá 150 - 200 mg/l theo BOD. Nếu cao hơn mức này thì cần phải pha loãng nước thải bằng nước nguồn hoặc nước thải đã qua xử lý sinh học.

Tùy theo mức độ yêu cầu xử lý nước thải mà bể biophin cao tải có thể xây dựng với sơ đồ công nghệ một bậc hay hai bậc (xem hình 6.2). Sơ đồ bể biophin một bậc thường dùng để xử lý nước thải bằng sinh học không hoàn toàn. Sơ đồ công nghệ bể biophin hai bậc áp dụng trong những trường hợp khi mức độ yêu cầu xử lý đòi hỏi cao mà sơ đồ một bậc không thực hiện được. Trong đó ở bậc một sẽ giữ lại và oxy hóa những chất hữu cơ dễ bị oxy hóa, còn

ở bậc hai oxy hóa nốt những chất bản hữu cơ còn lại để đạt hiệu quả xử lý yêu cầu. Ví dụ, BOD₂₀ của nước thải đã qua xử lý ở bậc hai đạt tới 10 - 15 mg/l. Tuy nhiên cũng có thể đạt được hiệu quả xử lý đó bằng cách tăng thời gian lưu nước trong bể biophin ở sơ đồ công nghệ một bậc.

Chiều cao cấp phối vật liệu ở trong bể biophin cao tải thường lấy bằng 2 - 4 m.

6.2.2.3. Tính toán bể biophin

Yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả xử lý của bể biophin là nhiệt độ nước thải, nhiệt độ không khí, tính chất của nước thải, loại vật liệu lọc và phương pháp làm thoáng.

Tính toán bể biophin bao gồm việc xác định khối lượng dung tích vật liệu lọc, kích thước của các bộ phận: thiết bị phân phối nước thải lên mặt lớp VLL, hệ thống thu và dẫn nước sau lọc ra khỏi bể,...

■ Tính toán bể biophin nhỏ giọt

Tính toán bể biophin nhỏ giọt thường dựa vào công suất oxy hóa, tức là lượng oxy biểu thị bằng g BOD trong ngày tính trên 1 m³ VLL.

Công suất oxy hóa của bể biophin phụ thuộc vào nhiệt độ nước thải, nhiệt độ không khí, mức độ nhiễm bẩn, loại VLL, phương pháp làm thoáng,.... có thể lấy như sau:

<i>Nhiệt độ trung bình năm của không khí</i>	<i>Công suất oxy hóa (CO) (g/m³.ngày)</i>
$6 < t_{kk} < 10^{\circ}\text{C}$	CO = 250
$t_{kk} \geq 10^{\circ}\text{C}$	CO = 300
$t_{kk} \neq 10^{\circ}\text{C}$	CO = 300 × (t _{kk} /10°C)

Thể tích vật liệu lọc tính cho 1 m³ nước thải trong ngày, xác định theo công thức:

$$W_1 = \frac{S_o - S}{CO}, \quad (6.1)$$

trong đó: S_o - hàm lượng BOD của nước thải đầu vào, mg/l;

S - hàm lượng BOD của nước thải đầu ra, mg/l;

CO - công suất oxy hóa, g/m³ VLL.ngày.

Tải trọng thủy lực cho phép - lượng nước thải xử lý trong ngày tính trên 1 m³ VLL:

$$q = \frac{CO}{S_o - S} \quad (6.2)$$

Tải trọng thủy lực cho phép lấy phụ thuộc vào hàm lượng BOD, có thể tham khảo bảng 6.1.

Bảng 6.1

Nhiệt độ trung bình năm của không khí (°C)	Công suất oxy hòa (CO) (g/m ³ VLL)	q _o , (m ³ /m ³ VLL.ngày)	
		Khi BOD ₂₀ = 200 (mg/l)	Khi BOD ₂₀ = 300 (mg/l)
6° - 10°C	250	1,25	0,83
≥ 10°C	300	1,5	1,0

Thể tích yêu cầu của lớp vật liệu lọc:

$$W = W_1 \cdot Q = \frac{Q}{q_o} \quad (6.3)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải, m³/ngày;

W_1 - thể tích của vật liệu lọc tính cho 1 m³ nước thải trong ngày;

q_o - tải trọng thủy lực, m³/(m³VLL.ngày).

Diện tích bề mặt của bể biophin:

$$F = \frac{W}{H} \quad (6.4)$$

trong đó: W - thể tích vật liệu lọc, m³;

H - chiều cao làm việc của bể biophin, m.

Số lượng bể biophin nhỏ giọt lấy trong khoảng 2 - 8 cái.

Bể biophin nhỏ giọt có thể tính toán theo phương pháp của bộ môn Thoát nước trường ĐHXD Moxkva. Trình tự tính toán theo phương pháp như sau:

Xác định hệ số k :

$$k = \frac{S_o}{S} \quad (6.5)$$

trong đó: S_o - hàm lượng BOD₂₀ của nước thải đầu vào, mg/l;

S - hàm lượng BOD₂₀ của nước thải đầu ra, mg/l.

Căn cứ vào nhiệt độ trung bình nước thải T về mùa đông và giá trị k đã tính, xác định chiều cao của bể H và tải trọng thủy lực q theo bảng 6.2.

Bảng 6.2

Tải trọng thủy lực $q(m^3/m^3.ng)$	Giá trị k khi nhiệt độ của nước thải T			
	8°C	10°C	12°C	14°C
1	8/11,6 ^(*)	9,8/12,6	10,7/13,6	11,4/13,8
1,5	5,9/10,2	7,0/10,9	8,2/11,7	10,0/12,8
2	4,9/8,2	5,7/10,0	6,6/10,7	8,0/11,5
2,5	4,3/6,9	4,9/8,3	5,6/10,1	6,7/10,7
3	3,8/6,0	4,4/7,1	5,0/8,6	5,9/10,2

Ghi chú: (*) - Trước gạch chéo là giá trị k đối với bể có chiều cao $H = 1,5$ m, còn sau gạch chéo là giá trị k đối với bể có chiều cao $H = 2,0$ m.

Nếu giá trị k tính được vượt quá giá trị k cho trong bảng 6.2 thì phải thiết kế hệ thống tuần hoàn nước. Việc tính toán hệ thống tuần hoàn nước tiến hành tương tự như khi tính toán đối với bể biophin cao tải.

Căn cứ vào công suất nước thải cần xử lý Q ($m^3/ngày$) và tải trọng thủy lực q ($m^3/m^3VLL.ngày$), xác định tổng diện tích bề mặt của bể biophin.

$$F = \frac{Q}{q} \tag{6.6}$$

■ **Tính toán bể biophin cao tải**

Có nhiều phương pháp tính toán. Sau đây giới thiệu một vài phương pháp tính toán đơn giản thường dùng.

• **Phương pháp I**

Dựa theo BOD_{20} của nước thải đã xử lý S , xác định BOD_{20} của nước thải hoặc hỗn hợp nước thải với nước tuần hoàn S_{hh} :

$$S_{hh} = k.S, \tag{6.7}$$

trong đó: hệ số k lấy theo bảng 6.3.

Dựa vào nồng độ BOD_{20} của hỗn hợp nước thải và nước tuần hoàn và BOD_{20} của nước thải lúc ban đầu L_a , xác định hệ số tuần hoàn:

$$n = \frac{S_o - S_{hh}}{S_{hh} - S}, \tag{6.7}$$

trong đó: S_o - BOD_{20} của nước thải đầu vào, mg/l;

S_{hh} - BOD_{20} của hỗn hợp nước thải với nước tuần hoàn, mg/l;

S - BOD_{20} của nước thải đầu ra, mg/l.

(ở đây n có thể xác định bằng tỉ số giữa lưu lượng nước tuần hoàn dùng để pha loãng và lưu lượng nước thải).

Bảng 6.3

Nhiệt độ trung bình nước thải trong mùa đông (°C)	Giá trị k khi chiều cao làm việc của bể				
	2 m	2,5m	3m	3,5m	4m
8 - 10°C	2,5	3,3	4,4	5,7	7,5
10 - 14°C	3,3	4,4	5,7	7,5	9,6
≥ 14°C	4,4	5,7	7,5	9,6	12

Tổng diện tích của bể biophin:

$$F = \frac{Q(n+1) S_{hh}}{N} \quad (6.8)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải, m³/ngày;

N - tải trọng theo BOD₂₀ tính trên 1m² diện tích mặt bể biophin trong thời gian ngày, lấy căn cứ vào nhiệt độ trung bình năm của không khí: lấy bằng 3000 g/m² khi nhiệt độ $t > 6^\circ\text{C}$.

Thể tích tổng cộng của vật liệu lọc:

$$W = F.H, \quad (6.9)$$

trong đó: H - chiều cao làm việc của bể, m

Tải trọng thủy lực q (m³/(m²VLL.ngày) - lượng nước tưới lên 1m² bề mặt bể trong ngày có thể xác định theo công thức sau:

$$q = \frac{N}{S_{hh}} \quad (6.10)$$

Như vậy, công thức (6.8) có thể viết lại như sau:

$$F = \frac{Q(n+1)}{q} \quad (6.11)$$

Giá trị q dao động trong khoảng 10 - 30 m³/(m².ngày). Nếu trong tính toán, giá trị $q < 10$ thì cần tăng tỉ lệ tuần hoàn và giảm chiều cao của bể.

Chiều cao của bể biophin chọn tùy thuộc vào điều kiện địa hình và mức độ xử lý cần thiết nước thải, cụ thể lấy như sau:

Khi $S = 25 \div 30 \text{ mg/l}$ thì $H = 2,0 \text{ m}$;

Khi $S \leq 20 \text{ mg/l}$ thì $H \leq 3,0 \text{ m}$;

Khi $S \leq 15 \text{ mg/l}$ thì $H \leq 4,0 \text{ m}$;

Phương pháp này có nhược điểm là do chiều cao của bể lựa chọn chênh lệch nhau 0,5 m (lấy từ 2 đến 4 m) cho nên không thể đánh giá kỹ càng chế độ công tác của bể biophin và không thể tính toán với mức độ xử lý bất kỳ được.

- *Tính toán bể biophin với vật liệu lọc là đá, than cục*

(Kích thước VLL thường là 60 - 100 mm, chiều cao lớp VLL 0,9 - 2,5 m)

Từ kinh nghiệm thực tế, người ta rút ra được công thức thực nghiệm xác định hiệu quả khử BOD của bể lọc sinh học khi có tuần hoàn nước như sau:

$$E = \frac{100}{1 + 0,4433 \sqrt{\frac{W}{VF}}}, \quad (6.12)$$

trong đó: W - tải trọng BOD của bể biophin tính trong ngày, kg/ngày;

V - thể tích vật liệu lọc, m^3 ;

F - thông số tuần hoàn nước ,

$$F = \frac{1 + n}{\left(1 + \frac{n}{10}\right)^2}, \quad (6.13)$$

ở đây: n - hệ số tuần hoàn, $n = Q_T/Q$;

Q_T - lưu lượng tuần hoàn, m^3/h ;

Q - lưu lượng nước thải đầu vào, m^3/h .

Thông số tuần hoàn F chỉ giá trị trung bình của hàm lượng hữu cơ đi qua bể biophin. Tỷ số n/d cho thấy tải trọng chất hữu cơ trong bể giảm do tăng lưu lượng tuần hoàn.

Khi thiết kế bể biophin làm việc nối tiếp (xem hình 6.2b). Hiệu quả xử lý của bể biophin bậc hai xác định theo công thức:

$$E_2 = \frac{100}{1 + \frac{0,4433}{1 - E_1} \sqrt{\frac{W'}{VF}}}, \quad (6.14)$$

trong đó: E_2 - hiệu quả xử lý BOD của bể biophin thứ hai và bể lắng đợt III khi có tuần hoàn nước, %;
 E_1 - hiệu quả xử lý của bể lắng đợt II, %;
 W' - tải trọng BOD trong bể biophin bậc hai, kg/ngày.

- *Tính toán tháp biophin (tháp lọc) với lớp vật liệu lọc là tấm nhựa gấp nếp, cầu nhựa (chiều cao lớp VLL 4 - 9m)*

Tải trọng chất hữu cơ BOD₅ cho phép trên 1 m² bề mặt lớp VLL khi hàm lượng BOD₅ ban đầu (đầu vào) ≤ 300 mg/l xác định theo công thức:

$$C_o = \frac{P \cdot H \cdot K_T}{\eta}, \quad (6.14)$$

trong đó: H - chiều cao lớp vật liệu lọc trong bể, m;
 P - độ rỗng của lớp vật liệu lọc, %;
 K_T - hằng số nhiệt độ,

$$K_T = K_{20} \times 1,047^{T-20} = 0,2 \times 1,047^{T-20} \quad (6.14')$$

T°C	15	16	17	18	19	20
K _T	0,158	0,166	0,174	0,183	0,19	0,2

η - hệ số phụ thuộc vào hàm lượng BOD₅ của nước thải đã được xử lý (đầu ra) lấy theo bảng 6.4.

Bảng 6.4. Giá trị của hệ số η

Hàm lượng BOD ₅ đầu ra (mg/l)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
η	3,3	2,6	2,25	2	1,75	1,6	1,45	1,3	1,2

Tải trọng thủy lực cho phép tính bằng m³ nước thải trên 1m³ thể tích vật liệu lọc:

$$q_o = \frac{C_o \cdot F_a}{S_o}, \quad (6.15)$$

trong đó: C_o - tải trọng BOD₅ cho phép trên 1 m² diện tích bề mặt vật liệu lọc, g BOD₅/(m².ngày);

F_a - diện tích bề mặt lớp vật liệu lọc trong một đơn vị thể tích vật liệu, m²/m³VLL;

S_o - hàm lượng BOD₅ trong nước thải đầu vào, mg/l.

Thể tích cần thiết của khối vật liệu lọc:

$$W = \frac{Q}{q_0}, \quad (6.16)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải đầu vào, $m^3/\text{ngày}$;
 q_0 - tải trọng thủy lực, $m^3/m^2.\text{ngày}$.

6.2.3. Việc thoáng gió và cấu tạo của bể biophin

Để bể biophin làm việc được bình thường cần phải đảm bảo thoáng gió trong toàn bộ lớp vật liệu lọc. Bên cạnh đó thoáng gió còn có tác dụng loại khỏi bể biophin các khí như CO_2 được tạo thành trong quá trình xử lý.

Thoáng gió có thể bằng tự nhiên hoặc bằng nhân tạo. Khi thoáng gió tự nhiên không khí chuyển động ở trong bể là nhờ có sự chênh lệch nhiệt độ ở trong và ngoài bể. Nếu nhiệt độ của nước thải lớn hơn nhiệt độ của không khí thì không khí sẽ thoát từ dưới đáy bể qua lớp vật liệu lọc đi lên. Ngược lại nếu nhiệt độ của nước thải nhỏ hơn nhiệt độ của không khí thì không khí sẽ xâm nhập qua bề mặt lớp vật liệu lọc theo nước thải xuống đáy bể. Còn nếu nhiệt độ của nước thải và không khí bằng nhau thì hầu như bể biophin không được thoáng gió.

Cường độ thoáng gió phụ thuộc vào chiều cao và cỡ hạt của vật liệu lọc.

Thoáng gió nhân tạo là dùng máy quạt gió thổi vào khoảng trống ở đáy bể, từ đó không khí theo thân bể đi lên.

Xác định rằng lượng oxy sử dụng trong bể biophin và trong các công trình sinh học thường không quá 7 - 8%, lượng không khí cần thiết có thể xác định theo công thức:

$$W_{kk} = \frac{S_0}{21}, \quad m^3/(m^3 \text{ nước thải}.\text{ngày}), \quad (6.17)$$

trong đó: W_{kk} - lượng không khí cần thiết, $m^3/(m^3.\text{ngày})$;
 S_0 - hàm lượng BOD_{20} của nước thải, $g/m^3.\text{ngày}$;
 21 - tỉ lệ oxy trong không khí, %.

Nhiệt độ trong bể không được nhỏ hơn $6^\circ C$ vì khi đó quá trình oxy hóa không thực hiện được.

Hình 6.3 và 6.4 trình bày cấu tạo của bể biophin nhỏ giọt và bể biophin cao tải. Nói chung cấu tạo của bể biophin bao gồm các bộ phận: tường bể, sàn đỡ vật liệu lọc, hệ thống thu nước đáy bể, hệ thống phân phối và tưới nước lên bể và vật liệu lọc.

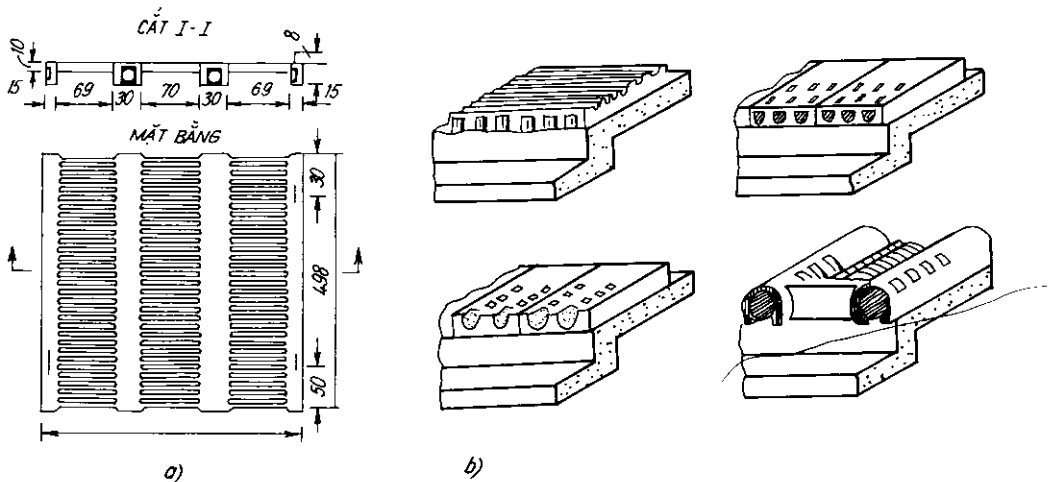
Bể có thể dạng vuông, tròn hay chữ nhật tùy thuộc vào điều kiện phân phối nước, kết cấu bể và vật liệu xây dựng.

■ Thành bể

Có thể làm bằng gạch, đá, bê tông cốt thép. Gạch đá chỉ áp dụng đối với những bể nhỏ. Khi thoáng gió tự nhiên thì thành bể có thể chứa các lỗ để không khí lùa vào. Khi thoáng gió nhân tạo thì thành bể xây đặc. Chiều cao của thành bể gồm ba phần: chiều cao lớp vật liệu lọc, xác định theo tính toán; chiều cao phần trên lớp vật liệu lọc, thường lấy bằng $\sim 0,5$ m để nước không tung tóe ra ngoài; chiều cao khoảng trống giữa đáy bể không thấm nước và sàn đỡ vật liệu lọc, thường lấy bằng $0,5 - 1,0$ m, phụ thuộc vào cấu trúc tấm đan và kích thước bể.

■ Tấm đan đỡ vật liệu lọc

Tấm đan đỡ phải có lỗ để nước và không khí đi qua, thường làm bằng những tấm đan bê tông cốt thép có đục lỗ (hình 6.5).



Hình 6.5. Các kiểu tấm đan đỡ vật liệu lọc

- a) Đan đỡ bằng bê tông cốt thép;
b) Tấm đỡ có ống thu nước bằng sành hoặc bằng bê tông

■ Đáy bể và hệ thống thu nước

Đáy bể cấu tạo không thấm nước, có độ dốc $0,02$ nghiêng về máng thu nước. Máng thu đặt cách nhau cách cái kia $2,5 - 4$ m. Độ dốc máng thu lấy bằng $0,005 - 0,02$. Nước từ máng thu đổ về máng dẫn, độ dốc máng dẫn $0,003 - 0,005$.

■ **Vật liệu lọc**

Vật liệu lọc có thể là than cốc, đá dăm, đá cuội,... Trong những năm gần đây người ta dùng phổ biến vật liệu lọc chất dẻo và nhiều loại vật liệu xốp khác. Tất cả vật liệu lọc phải được xác định theo cấp phối, lớp dưới cùng ở đáy dày khoảng 0.2 m dùng vật liệu kích thước 60 – 100 mm - gọi là lớp đỡ. Phần còn lại xác định theo bảng 6.5.

Bảng 6.5. Cấp phối vật liệu lọc

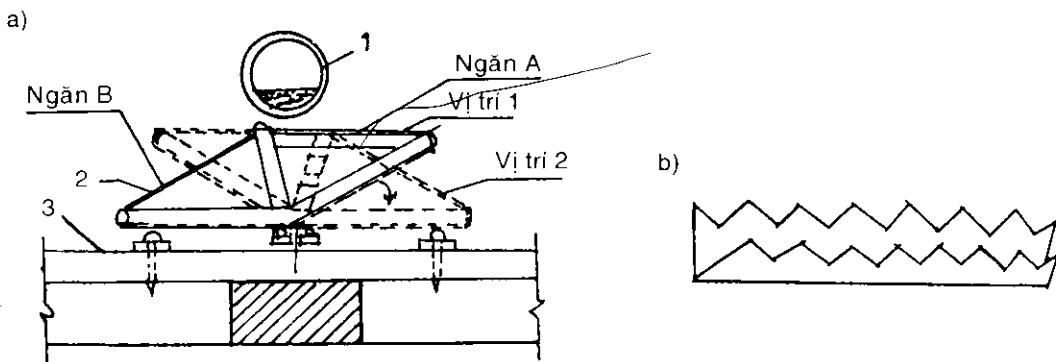
Loại bể biophin	Đường kính tương đương của cấp phối	% trọng lượng vật liệu lọc qua sàng theo kích thước (mm)					
		70	55	40	30	25	20
Sức chứa cao (đá dăm)	40 - 70	0 - 5	40 - 70	95 - 100			
Nhỏ giọt (đá dăm)	25 – 40	-	-	0 - 5	40 - 70	95 - 100	-

6.2.4. Việc phân phối nước lên bể biophin

Hệ thống phân phối nước lên bể chia làm hai loại: *loại cố định* và *loại di động*. Loại cố định thường áp dụng đối với những bể nhỏ.

■ **Loại cố định**

Loại 1: Gồm thùng lật để điều lượng và hệ thống máng đục lỗ hoặc máng răng cưa để phân phối (hình 6.6).



Hình 6.6

a) Thùng lật; b) Máng răng cưa phân phối nước.
 1- Ống dẫn nước vào; 2- Thùng lật; 3- Máng phân phối.

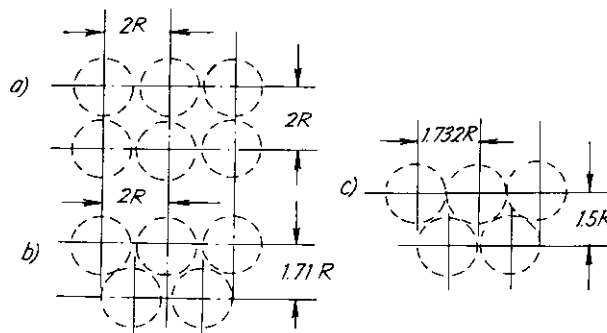
Nước thải từ bể lắng đợt I chảy vào thùng lật, tích lũy đến mức nhất định thì lật xuống đổ vào hệ thống phân phối.

Nguyên lý hoạt động của thùng lật như sau: ban đầu thùng lật ở vị trí (1). Khi tích lũy đầy nước, do trọng lượng bản thân tăng lên, trọng tâm dịch chuyển làm tự động lật thùng xuống, nước đổ vào hệ thống phân phối ở một phía, đồng thời lúc đó nước lại được tích lũy vào ngăn khác, khi đầy lại lật xuống và đổ sang hệ thống bên kia. Cứ như vậy thùng lật hoạt động liên tục.

Hệ thống phân phối bao gồm các ống hay các máng đục lỗ (hoặc các máng răng cưa) cái nọ đặt cách cái kia 0,3m; khoảng cách giữa các lỗ 0,2m.

Phương pháp phân phối này rất đơn giản, nhưng không đảm bảo phân phối đều, do đó chỉ áp dụng cho những bể nhỏ, kích thước mỗi ngăn dưới 50 m².

Loại 2: Gồm thùng điều lượng và hệ thống dàn mưa phân phối có gắn các vòi phun. Muốn nước phun được lên mặt bể cần tạo áp lực ở đầu vòi phun bằng cách nâng cao mực nước ở trong thùng điều lượng lên 1,2 - 1,5 m cao hơn mặt lớp vật liệu lọc. Các vòi phun bố trí theo hình bàn cờ (xem hình 6.7). Khoảng cách giữa các vòi phun lấy bằng $1,732R$ (R - bán kính tưới) và giữa các dãy với nhau lấy bằng $1,5R$. Dàn mưa đặt cao hơn lớp vật liệu lọc khoảng 0,2m.



Hình 6.7. Sơ đồ phân bố vòi phun

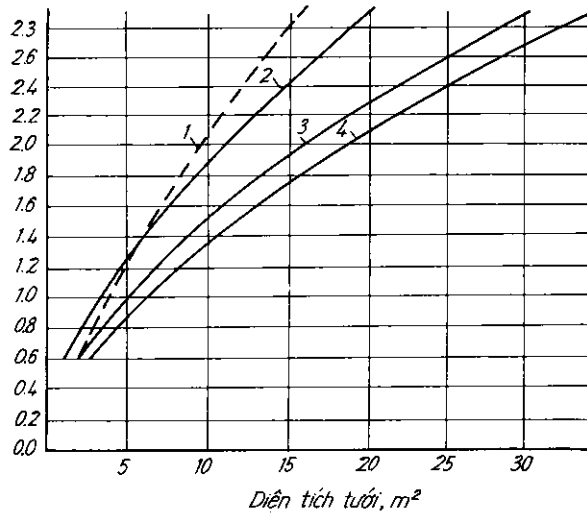
Bán kính và số lượng hoa sen tưới xác định căn cứ vào lưu lượng nước và áp lực yêu cầu. Bán kính R xác định theo công thức:

$$R = \frac{\sqrt{f_t}}{1,61}, \quad (6.18)$$

trong đó: f_t - diện tích tưới của hoa sen, xác định theo đồ thị trên hình 6.8.

Các vòi phun là các vòi đặc biệt được gắn vào đầu các ống đứng cắm trên các ống phân phối. Ống phân phối đặt ngang mặt bể hoặc trong lớp vật

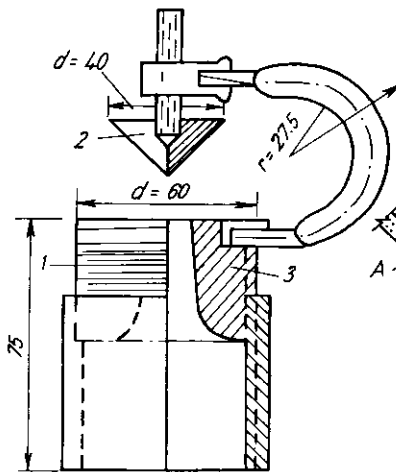
liệu lọc. Đường kính miệng vòi phun thường là 19, 22 và 25 mm. Các vòi phun làm bằng đồng, thép không gỉ hoặc bằng chất dẻo (hình 6.9). Ưu điểm của loại vòi phun này là ở đầu vòi có gắn tấm chắn hình nón đối diện với tia nước nhưng không gây cản trở dòng chảy.



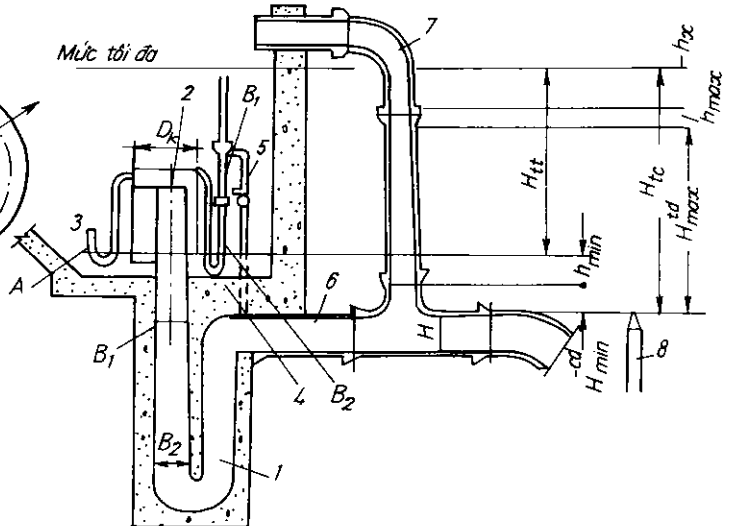
Hình 6.8. Đồ thị dùng để xác định diện tích tưới của hoa sen

1 và 2- Vòi phun đầu vuông, đường kính 22 và 25 mm;

3 và 4- Vòi phun đầu tròn, đường kính 22 và 25 mm.



Hình 6.9



Hình 6.10. Sơ đồ hoạt động của thùng định lượng

Hình 6.10 giới thiệu sơ đồ hoạt động của thùng định lượng.

Nguyên lý hoạt động của thùng điều lượng có thể tóm tắt như sau: Lúc đầu nước ở trong thùng nằm ở vị trí áp lực tối thiểu ứng với khuyết dưới (cút

dưới) của ống không khí (3), nước trong ống xiphông (1) ở vị trí ngang với miệng vòi phun (8), và nước ở trong ống điều áp ở mực B_1 - ngang với điểm gắn cốc (chuông) úp ngược.

Khi nước thải chảy vào thùng thì mực nước dâng lên dần, nhưng áp suất ở trong cốc và trong ống xả xiphông (1) vẫn ngang bằng với áp suất khí quyển cho đến chừng nào mực nước ở trong thùng chứa dâng cao lên tới miệng ống không khí. Khi nước dâng cao hơn miệng ống không khí thì không khí trong cốc không thoát ra ngoài được nữa. Mực nước trong thùng càng dâng cao thì áp suất không khí trong cốc cũng dâng cao (do sức nén của nước chiếm chỗ không khí trong cốc). Mực nước trong ống xiphông, trong ống điều áp hạ thấp dần, đồng thời mực nước ở nhánh khác của ống điều áp luôn luôn ở mức ống tràn. Khi nước trong thùng dâng lên tới mức tối đa, thì mực nước ở trong cốc dâng lên tới miệng ống xiphông và ở trong ống điều áp nước hạ tới cút dưới B_2 . Mực nước ở trong ống xiphông lúc này hạ thấp xuống tới vị trí B_2 , áp suất không khí trong cốc, trong ống xiphông và trong ống điều áp bằng áp suất của cột nước h_{dr} . Ngay lúc đó màng điều áp bị phá vỡ, áp suất không khí ở trong cốc bằng áp suất không khí ở bên ngoài và nước chảy vào chiếm chỗ và chảy qua ống phân phối tới vòi phun lên bể.

Quá trình tưới nước lên bể xảy ra cho tới lúc mực nước ở trong thùng hạ xuống tới mức thấp nhất và sau đó quá trình lặp lại.

Để điều chỉnh mực nước cao nhất trong thùng (ứng với cột nước đó xiphông bắt đầu hoạt động), người ta làm phần trên của ống điều áp có thể di động được. Ống nối (5) có thể kéo cao lên hoặc hạ thấp xuống, cho nên có thể thay đổi thời điểm bắt đầu hoạt động của xiphông. Thời điểm đó ứng với lúc mực nước dưới cốc chạm tới mép ống xả (1). Đường kính d của xiphông lấy bằng đường kính ống phân phối. Đường kính trong của cốc $D_c = 2d$.

Mực nước trong thùng điều lượng giảm dần làm cho bán kính tác động của vòi phun cũng giảm. Để phân phối nước được điều hòa trên toàn bộ diện tích tưới, có thể dùng thùng điều lượng sao cho tiết diện ngang của nó (ở những mức khác nhau) tỉ lệ với lưu lượng nước chảy ra khỏi thùng ở từng thời điểm.

Thể tích của thùng điều lượng có thể xác định theo công thức sau:

$$W = 1,1.60.Q_{tb} . t, \quad (6.19)$$

trong đó: 1,1 - hệ số tính đến lượng nước thải còn lại ở trong thùng điều lượng và trong hệ thống phân phối;

Q_{tb} - lưu lượng trung bình của nước thải, m³/ngày;

t - thời gian tích lũy nước, (5 - 15 phút).

Kích thước các phụ tùng của thùng điều lượng lấy phụ thuộc vào đường kính của ống xiphông, có thể tham khảo bảng phụ lục XII.

Để đơn giản hóa công việc tính toán hệ thống phân phối nước, thùng điều lượng và vòi phun có thể sử dụng phương pháp đồ thị.

■ Loại di động

Có nhiều loại hệ thống tưới di động, ví dụ tưới di động trên bánh xe, dàn quay thủy lực,... nhưng được sử dụng rộng rãi nhất là hệ thống tưới dàn quay bằng thủy lực.

Hệ thống tưới bằng dàn quay thủy lực thường áp dụng để phân phối nước lên các bể biophin có kích thước lớn dạng hình tròn.

Cấu tạo của hệ thống gồm hai hoặc bốn ống phân phối đục lỗ về một phía. Các ống này gắn liền với trục trung tâm tạo thành dàn ống (hình 6.11), nước từ ống trung tâm được phân phối về các ống. Dưới tác động của phản lực do dòng chảy qua lỗ tạo nên mà làm cho dàn ống quay tròn và đồng thời tưới nước đều lên lớp vật liệu lọc.

Chiều dài ống phân phối thường làm ngắn hơn bán kính của bể khoảng 100 mm. Ống phân phối được đặt cao hơn mặt lớp vật liệu lọc 0,2 m. Đường kính lỗ hở lấy khoảng 10 - 15mm. Khoảng cách giữa các lỗ giảm dần từ trung tâm ra chung quanh. Tốc độ nước chảy trong ống lấy bằng 0,5 - 1,0 m/s.

Tính toán thủy lực hệ thống dàn tưới nước có thể sử dụng phương pháp của viện AKX của Liên Xô cũ.

Áp lực cần thiết để đảm bảo cho tốc độ đạt yêu cầu khi nước thải chảy qua lỗ hở ở thành ống và khắc phục những tổn thất thủy lực, có thể xác định theo công thức:

$$H_{tb} = \left(\frac{q}{2}\right)^2 \left(\frac{256 \cdot 10^6}{d^4 m^2} - \frac{81 \cdot 10^6}{D_{pp}} + \frac{294 \cdot D_t}{k^2 10^3} \right), \quad (6.20)$$

trong đó: q - lưu lượng tính toán nước thải, l/s;

d - đường kính lỗ hở, mm;

m - đường kính của ống phân phối, mm;

D_t - đường kính tưới, lấy bằng đường kính của bể trừ đi 200 mm;

D_{pp} - đường kính của ống phân phối, mm;

k - môđun lưu lượng, xác định theo công thức:

$$k = \frac{\pi \cdot D_{pp}^2}{4} \cdot C \cdot \sqrt{R}, \quad (6.21)$$

ở đây: C - hệ số xác định theo công thức của Pavlopski;

R - bán kính thủy lực của ống phân phối.

Hệ số k có thể tham khảo bảng 6.6.

Bảng 6.6

D_{pp} (mm)	50	63	75	100	125	150	175	200	250
k (l/s)	6	11,6q	19	43	86,5	134	209	300	560

Số lỗ trong mỗi cánh ống phân phối xác định theo công thức:

$$m = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{80}{D_t}\right)^2}. \quad (6.22)$$

Khoảng cách từ một lỗ hở bất kỳ tới tâm:

$$r_i = R_t \sqrt{\frac{1}{m}}, \quad (6.23)$$

trong đó: R_t - bán kính tưới, m;

i - số thứ tự lỗ hở tính từ trung tâm.

Số vòng quay xác định như sau:

$$n = \frac{348 \cdot 10^6}{4 \cdot m \cdot d^2 \cdot D_t} \cdot q. \quad (6.24)$$

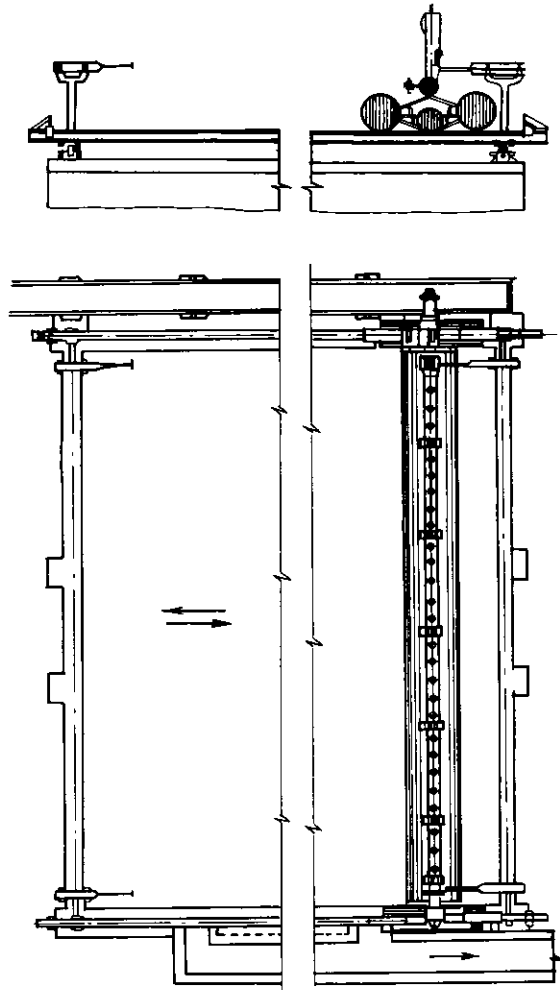
Nhược điểm của hệ thống tưới bằng dàn quay thủy lực là chỉ áp dụng được đối với bể biophin dạng tròn.

Ở một số nước, người ta còn dùng hệ thống tưới đặt trên các giá đỡ với bánh xe di động theo đường ray dọc theo bể (hình 6.11).

Nước dẫn vào máng rồi qua xiphông chảy vào ống phân phối có đục lỗ. Ở phía dưới ống đục lỗ đặt tầng rỗng bên trong, có các cánh tưới gắn ở mặt ngoài.

Từ ống phân phối, nước đổ lên các cánh tưới về một hướng và do trọng tâm của trục thay đổi mà nó tự quay để tưới nước lên bể và nhờ sức phản lực của nước làm cho hệ thống di động.

Ở hai đầu các đường ray gắn các thiết bị tự động chuyển hướng đổ nước lên cánh tưới do đó mà thay đổi hướng di động ngược với lúc ban đầu của hệ thống.



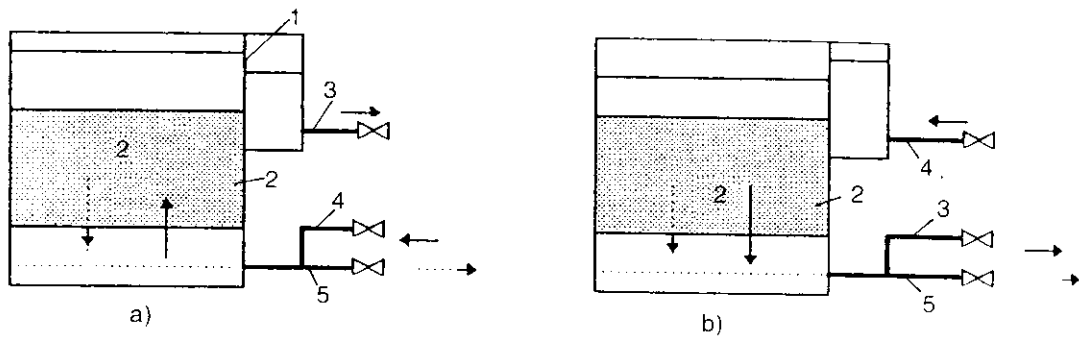
Hình 6.11. Hệ thống tưới di động trên giá đỡ của bánh xe ray

6.2.5. Bể biophin với lớp vật liệu lọc ngập trong nước

6.2.5.1. Cấu tạo và quy trình vận hành

Hiện nay trên thế giới đã có nhiều loại bể lọc với vật liệu lọc ngập trong nước được sử dụng. Ví dụ, ở Tiệp Khắc người ta sử dụng loại bể lọc VELKEZELNOSEKY; ở Liên Xô cũ sử dụng các loại bể lọc nhãn hiệu FPZ với các kiểu khác nhau từ FPZ - 1 đến FPZ - 6, trong đó có cả loại bể lọc hai chiều giống như bể lọc với VLL là cát và antraxit.

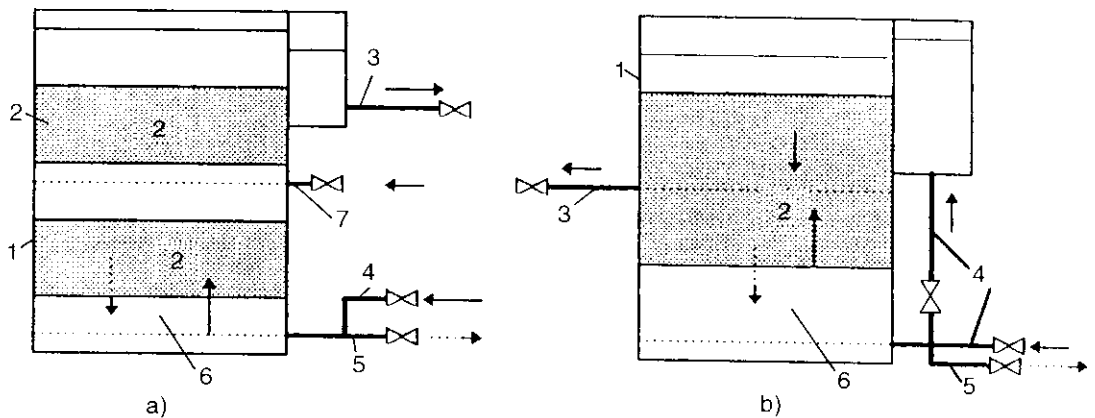
Loại bể lọc FPZ - 1 (xem hình 6.12a) có hướng chuyển động của nước thải từ dưới lên trên, còn nước rửa vật liệu lọc đi từ trên xuống dưới. Loại bể lọc FPZ - 3 (xem hình 6.12b) có hướng chuyển động của nước cần lọc và nước rửa vật liệu lọc đều từ trên xuống dưới.



Hình 6.12. Loại bể lọc FPZ - 1 và FPZ - 3

a) Bể lọc FPZ - 1; b) Bể lọc FPZ - 3

- 1- Thân bể; 2- Vật liệu lọc nổi; 3- Ống thu nước đã lọc;
 4- Ống dẫn nước vào bể lọc; 5- Ống dẫn nước rửa VLL.
 ➔ Hướng chuyển động của nước thải;
 ——— ➔ Hướng chuyển động của nước rửa VLL.



Hình 6.13. Loại bể lọc FPZ - 2 và FPZ - 5

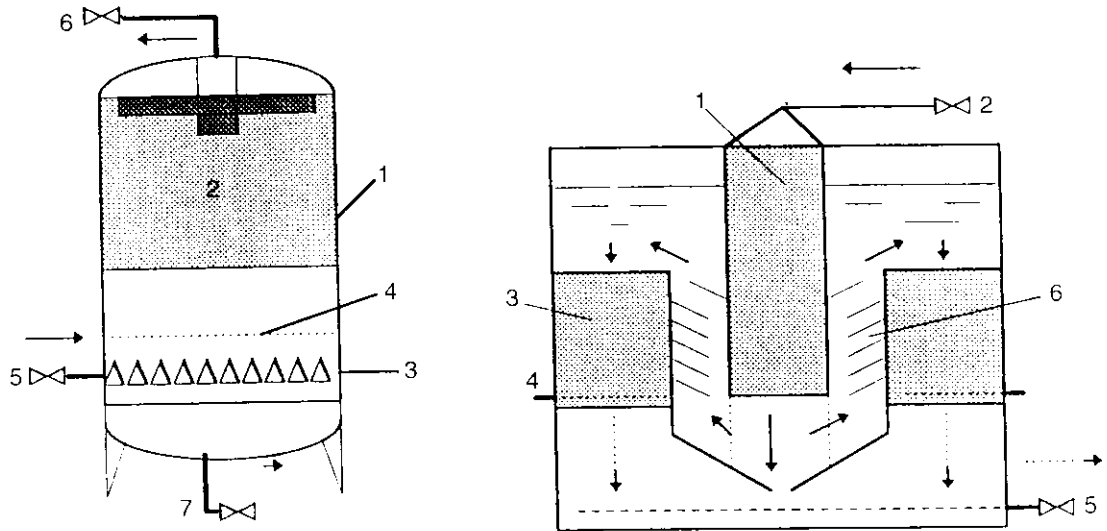
a) Bể lọc FPZ - 2; b) Bể lọc FPZ - 5.

- 1- Thân bể; 2- Vật liệu lọc nổi; 3- Ống thu nước đã lọc; 4- Ống dẫn nước vào bể lọc;
 5- Ống xả nước rửa vật liệu lọc; 6- Hệ thống phân phối và thu nước;
 7- Hệ thống định lượng hóa chất.
 ➔ Hướng chuyển động của nước thải;
 ——— ➔ Hướng chuyển động của nước rửa VLL.

Loại bể lọc FPZ - 2 (xem hình 6.13a) có hai lớp vật liệu lọc. Hướng chuyển động của nước cần lọc đi từ dưới lên và nước rửa vật liệu lọc đi từ trên xuống tương tự như loại bể lọc FPZ - 1. Nhưng sau khi nước thải đi qua lớp vật liệu lọc thứ nhất thì được bổ sung hóa chất. Vì vậy lớp vật liệu lọc thứ nhất đóng vai trò lọc sơ bộ, còn lớp vật liệu lọc thứ hai đóng vai trò lọc tinh. Việc cho hóa chất vào sau khi lọc sơ bộ là nhằm giảm lượng hóa chất cần dùng để keo tụ

nước. Bể lọc loại FPZ - 5 (xem hình 6.13b) làm việc giống như bể lọc hai chiều với vật liệu lọc là cát.

Người ta còn dùng các bể lọc áp lực có dạng hình trụ đứng hoặc nằm ngang nhận hiệu COMPACT - 5 đến COMPACT - 12 (xem hình 6.14).



1- Thân bể; 2- Vật liệu lọc nổi; 3- Khối xyclon; 4- Lưới bằng chất dẻo; 5- Ống dẫn nước vào bể; 6- Ống dẫn nước sau lọc; 7- Ống dẫn nước xả rửa lọc.

1- Lọc sơ bộ; 2- Ống dẫn nước vào bể; 3- Lọc tinh; 4- Ống dẫn nước sau lọc; 5- Ống dẫn nước xả rửa lọc; 6- Khối màng mỏng.

Hình 6.14. Loại bể COMPACT - 2 và COMPACT - 10

Ngoài các loại bể lọc vật liệu lọc nổi có hướng chuyển động từ dưới lên người ta còn sử dụng loại bể lọc vật liệu lọc nổi ngập trong nước có chiều chuyển động từ trên xuống hoặc kết hợp cả trên xuống sau đó lọc từ dưới lên trong cùng một bể.

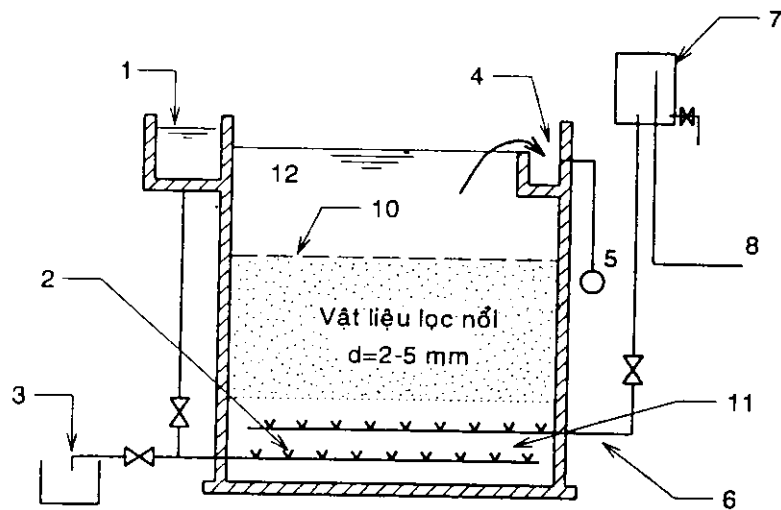
Ở Việt Nam đã áp dụng thành công loại bể lọc vật liệu lọc nổi để xử lý nước cấp đến quy mô 10 000 m³/ngày, với nước thải loại bể lọc này (thường gọi là bể lọc sinh học có lớp vật liệu lọc ngập trong nước thải) đã áp dụng để xử lý nước thải của một số bệnh viện.

Cấu tạo bể lọc sinh học có lớp vật liệu lọc ngập trong nước giới thiệu ở hình 6.15.

Nước đã qua bể lắng đợt I được bơm lên máng phân phối (1), theo ống dẫn (2) phân phối đều trên diện tích đáy bể, nước được trộn đều với không khí cấp từ ngoài vào qua dàn ống phân phối (6). Hỗn hợp khí - nước thải đi cùng chiều từ

dưới lên qua lớp vật liệu lọc. Trong lớp vật liệu lọc xảy ra quá trình khử BOD và chuyển hóa NH_4^+ thành NO_3^- , lớp vật liệu lọc có khả năng giữ lại cặn lơ lửng. Nước trong được thu vào máng (4) theo ống (5) đi ra ngoài.

Nếu muốn khử BOD, NO_3^- và P thì nên sử dụng loại bể lọc sinh học có từ hai lớp trở lên. Ở bậc lọc cuối, dàn phân phối khí đặt ở giữa lớp vật liệu lọc sao cho lớp vật liệu lọc nằm dưới dàn ống phân phối khí có đủ thể tích vùng kỵ khí để khử NO_3^- và P. Độ chênh mực nước giữa các bể lọc sinh học làm việc nối tiếp khoảng 0,5m.



Hình 6.15. Sơ đồ bể lọc sinh học vật liệu lọc nổi

1- Máng phân phối nước thải sau khi qua bể lắng đợt I; 2- Dàn ống khoan lỗ phân phối nước vào và thu nước xả rửa; 3- Ống xả nước rửa lọc; 4- Máng thu nước lọc; 5- Ống dẫn nước đã lọc sang bể lọc đợt II hoặc vào bể tiếp xúc khử trùng nước thải; 6- Ống dẫn và dàn ống phân phối khí; 7- Hộp ngăn nước trở lại máy gió; 8- Ống dẫn gió từ máy nén tới; 9- Hạt vật liệu lọc nổi polystyren (hạt mốp) đường kính 2 - 5 mm, diện tích bề mặt $700 - 800 \text{ m}^2/\text{m}^3\text{VLL}$; 10- Lưới chắn inox, mắt lưới $1,5 \times 1,5 \text{ mm}$ (có thể thay bằng sàn gắn chụp lọc có khe hở $1,5 \text{ mm}$ đặt ngược); 11- Khoảng trống để lớp vật liệu lọc dâng nở khi rửa, thường lấy bằng $1/2$ chiều dày lớp lọc; 12- Chiều cao lớp nước để rửa lọc, thường lấy từ 1,2 đến 2,4 m.

Khi tổn thất trong lớp vật liệu lọc đến 0,5 m thì xả bể lọc bằng cách đóng van nước, van cấp khí và đóng mở van xả rửa ba lần, mỗi lần từ 30 đến 40 giây, cường độ rửa lọc $12 - 14 \text{ l/sm}^2$. Độ dâng nở của vật liệu $c = 40\%$. Quy trình gió nước cùng chiều và đi từ dưới lên cho hiệu quả xử lý cao, tổn thất ít. Khác với quy trình gió nước ngược chiều, nước thải đi từ trên xuống, gió đi từ dưới lên, tổn thất thủy lực qua lớp lọc tăng cao, hiệu quả xử lý không tốt hơn quy trình cùng chiều. Điều này có thể giải thích là khi nước và khí chuyển động cùng

chiều thì có điều kiện để chất bẩn chứa trong nước thải tiếp xúc nhiều hơn với khí.

6.2.5.2. Tính chất của vật liệu lọc nổi

Vật liệu lọc nổi thông thường gọi là polystyrol, ở ta gọi là "xốp".

Các tính chất lý hóa của hạt vật liệu nổi phụ thuộc vào tính chất nguyên liệu và phương pháp sản xuất các hạt. Các hạt vật liệu nổi gồm các lớp cơ sở polyme tạo nên các vách tường kín có hình dạng khác nhau chứa đầy khí. Thể tích các lỗ kín bên trong vào khoảng 96 - 98%.

Các hạt polystyren có độ bền hóa học cao, loại nhãn hiệu PSV và PSV - S còn bền vững dưới tác dụng của axit mạnh (trừ axit nitric) và môi trường khoáng xâm thực. Các hạt có độ bền cao trong nước biển và chỉ bị phá hủy dưới tác dụng của ete, hydrocacbon thơm. Vì vậy các hạt nổi cho phép ứng dụng để lọc sinh học nước thải của đa số các ngành công nghiệp khác nhau thậm chí cả nước thải chứa dầu.

Các hạt vật liệu nổi không bị mục nát, có độ bền cao dưới tác dụng của các loại nấm và các vi sinh vật, có thể áp dụng tốt ở điều kiện nhiệt đới. Vật liệu nổi chỉ bị phủ lớp phù du trong điều kiện ngừng lọc lâu ngày ở ngoài trời nắng.

Các hạt vật liệu nổi có thể tăng độ bào mòn khi xử lý loại nước thải công nghiệp có chứa các vẩy lơ lửng như oxit trong nước thải của xí nghiệp luyện kim. Khi lọc nước thải lẫn dầu và không đủ thời gian rửa lọc bằng nước nóng thì các hạt vật liệu nổi bị vấy dầu làm giảm hiệu suất lọc. Độ trương nở của các hạt vật liệu nổi không quá 2 - 3%.

Tính chất độc hại của hạt vật liệu nổi được xác định bởi số lượng chất hóa dẻo styrol dư thừa. Sự chuyển hóa của styrol tăng tỉ lệ với việc tăng nhiệt độ và số lượng hạt trong thể tích nước. Nồng độ styrol trong nước đã lọc là có hạn, điều đó được giải thích bởi độ hòa tan thấp của styrol trong nước và hàm lượng hạn chế của chất hóa dẻo khi polyme ở dạng polystyrol. Nhìn chung polystyrol không có độc hại khi dùng để xử lý nước thải.

6.2.5.3. Công thức tính toán bề biophin với lớp vật liệu ngập trong nước

Hiệu quả khử BOD và chuyển hóa NH_4^+ , đối với bể lọc vật liệu lọc nổi ngập trong nước thải (với phạm vi áp dụng $\text{BOD}_5 \leq 500 \text{ mg/l}$ và tốc độ lọc $\leq 3 \text{ m/h}$) có thể xác định theo công thức của Viện sĩ Iakolev.

$$E = \frac{S_o}{S} = 10^{\alpha.F + \beta}, \quad (6.25)$$

trong đó: S_o - hàm lượng BOD₅ của nước thải đầu vào, mg/l;

S - hàm lượng cho phép của BOD₅ của nước thải đầu ra, mg/l;

F - chuẩn số tổng hợp:

$$F = H.B^{0,6} \cdot \frac{K_T}{q^{0,4}}, \quad (6.26)$$

ở đây: K_T - hằng số tiêu thụ oxy, phụ thuộc vào nhiệt độ:

$$K_T = 0.2 \times 1,047^{T-20}, \quad (6.27)$$

T - nhiệt độ nước thải, °C;

H - chiều cao lớp vật liệu lọc, m;

B - lưu lượng đơn vị của không khí, m³ không khí/1 m³ nước thải, chọn từ 8 đến 12 m³ không khí/1m³ nước thải;

q - tải trọng thủy lực (m³ nước thải/m² mặt bể trong ngày) chọn từ 20 đến 80 m³/m².ngày;

α và β - hệ số phụ thuộc vào lưu lượng đơn vị của không khí và vào giá trị của chuẩn số tổng hợp F , lấy theo bảng 6.7.

Bảng 6.7. Giá trị của hệ số α và β

Lưu lượng đơn vị của không khí β (m ³ /m ³)	Chuẩn số tổng hợp F	α	β
8	Không lớn hơn 0,662	1,51	0
	Không nhỏ hơn 0,662	0,47	0,69
10	Không lớn hơn 0,85	1,2	0,13
	Không nhỏ hơn 0,85	0,4	0,83
12	Không lớn hơn 1,06	1,1	0,19
	Không nhỏ hơn 1,06	0,2	1,15

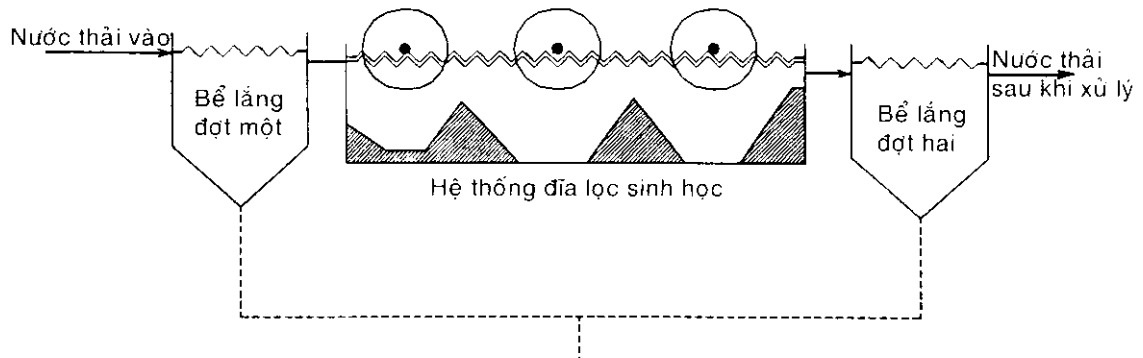
Bể lọc sinh học dùng vật liệu nổi có khả năng giữ được trong khe rỗng các vảy tróc của màng vi sinh vật bám quanh hạt, nên mặc dầu cường độ thổi gió lớn, nhưng hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải ở đầu ra không vượt quá 20 mg/l. Do đó có thể không cần bể lắng đợt II.

6.2.6. Đĩa lọc sinh học

Đĩa lọc sinh học được dùng để xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học theo nguyên lý dính bám. Đĩa lọc là các tấm nhựa, gỗ... hình tròn đường kính 2 - 4 m, dày dưới 10mm ghép với nhau thành khối cách nhau 30 - 40mm. Đĩa lọc được bố trí thành dãy nối tiếp quay đều trong bể chứa nước thải. Sơ đồ bố trí hệ thống đĩa lọc được nêu trên hình 6.16.

Tốc độ quay của đĩa từ 1 đến 2 vòng/phút và đảm bảo dòng chảy rối, không cho bùn cặn lắng lại trong bể nước thải. Trong quá trình quay, phần dưới của đĩa ngập trong nước thải. Quá trình hấp phụ và dính bám các chất hữu cơ dạng hòa tan, keo và vẩy bùn lên màng sinh vật hình thành trước đó, được diễn ra. Khi quay lên phía trên, vi khuẩn sẽ lấy oxy để oxy hóa chất hữu cơ và giải phóng CO₂. Màng sinh vật dày 2 - 4mm, phụ thuộc vận tốc quay của đĩa. Do sinh khối tăng, màng sinh vật bám trên mặt đĩa dày lên dần sau đó tự tách ra khỏi đĩa. Bùn cặn màng sinh vật được lắng lại trong bể lắng đợt II.

Đĩa lọc sinh học được sử dụng rộng rãi để xử lý nước thải sinh hoạt với công suất không hạn chế. Tuy nhiên người ta thường sử dụng hệ thống đĩa lọc sinh học để cho các trạm XLNT công suất dưới 5000 m³/ngày. Đĩa lọc sinh học được tính toán dựa vào tải trọng thủy lực q , m³/m² bề mặt đĩa, ngày và được xác định theo biểu đồ nêu trong hình 6.17 theo nghiên cứu của Mc.Neil, 1978 [33]. Giá trị q thay đổi, phụ thuộc vào BOD của nước thải trước và sau khi xử lý. Đặc tính kỹ thuật của đĩa lọc sinh học được nêu trong bảng 6.8.



Hình 6.16. Sơ đồ hoạt động của hệ thống đĩa lọc sinh học

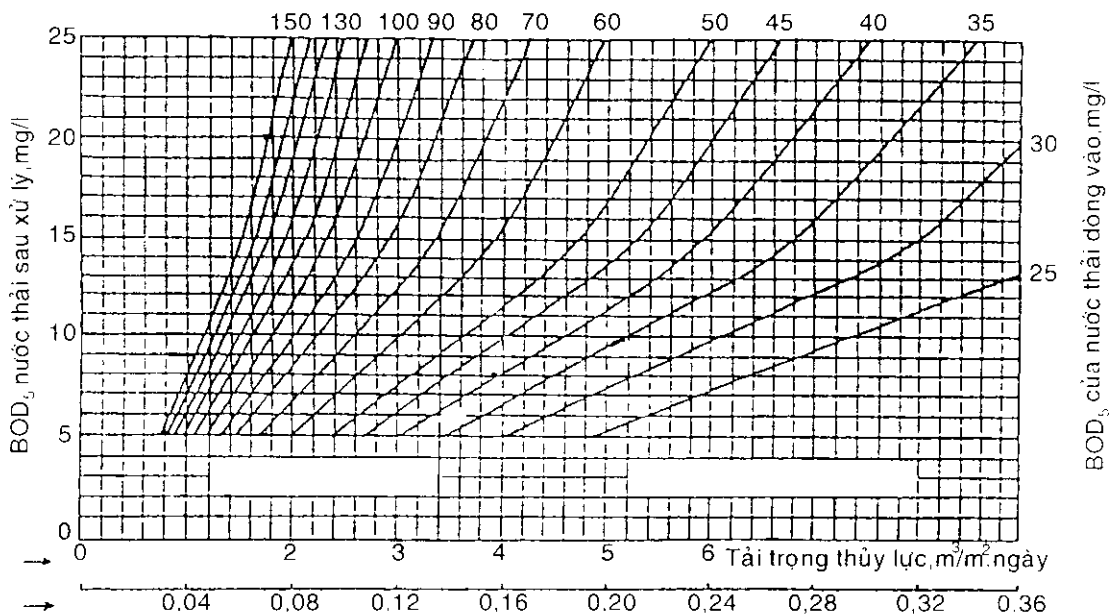
Tổng diện tích bề mặt đĩa lọc A được xác định theo biểu thức sau:

$$A = \frac{Q}{q}, \text{ m}^2, \tag{6.28}$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải, m³/ngày.

Bảng 6.8. Đặc tính kỹ thuật của đĩa lọc sinh học

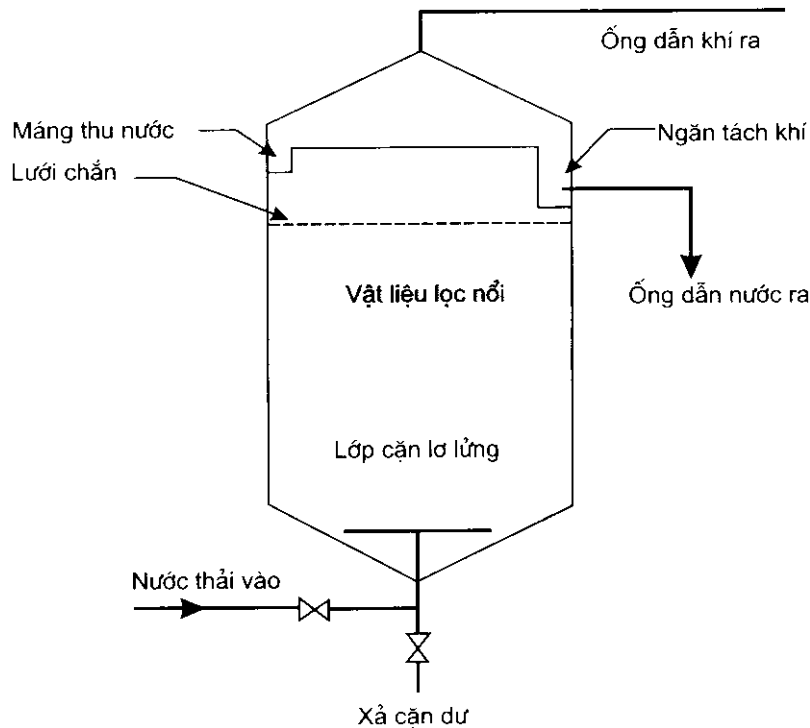
Đặc tính	Giá trị
Tải trọng thủy lực q (m^3/m^2 bề mặt đĩa.ngày)	0,03 - 0,16
Vận tốc quay của đĩa (m/s)	0,3
Tỉ lệ thể tích bể chứa/diện tích bề mặt đĩa (m^3/m^2)	0,005
Phần diện tích đĩa ngập nước (%)	40
Số dãy đĩa	4
Khe hở giữa các đĩa (cm)	2 - 3
Đường kính đĩa (m)	1 - 4

**Hình 6.17.** Biểu đồ xác định tải trọng thủy lực q của đĩa lọc sinh học dùng để XLNT sinh hoạt.

6.3. XỬ LÝ KỊ KHÍ QUA LỚP VẬT LIỆU LỌC NỔI

Bể lọc kị khí cũng đã được áp dụng vào Việt Nam để xử lý nước thải của một số ngành công nghiệp. Công ty Tư vấn CTN số 2 Bộ Xây dựng đã thiết kế và đưa vào vận hành có kết quả bể lọc kị khí vật liệu nổi Polyspiren với đường

kính hạt 3 - 5mm, chiều dày lớp vật liệu 2 m. Sơ đồ cấu tạo giới thiệu ở hình 6.18.



Hình 6.18. Sơ đồ cấu tạo bể lọc kỵ khí

Nước thải đưa vào phân phối đều theo diện tích đáy bể đi lên tiếp xúc với khối bùn lơ lửng ở dưới lớp lọc, một số chất thải được giữ lại ở đây, dòng nước tiếp tục tiếp xúc với lớp vật liệu lọc tạo màng vi sinh dính bám. Chất hữu cơ hòa tan trong nước thải được hấp thụ và phân hủy kỵ khí. Cứ sau thời gian 2 - 3 ngày, khi tổn thất thủy lực tăng lên, cho xả bùn ra khỏi bể một lần. Nước đi qua lớp lọc được tách khí cho chảy vào máng thu và đưa đi tiếp tục xử lý hiếu khí.

7.1. BỂ LẮNG ĐỢT II

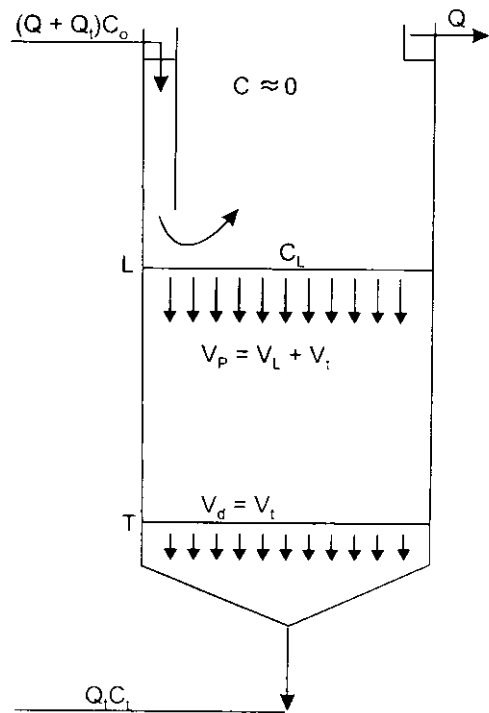
7.1.1. Nhiệm vụ của bể lắng đợt II và công thức tính toán

Bể lắng đợt II có nhiệm vụ chắn giữ các bông bùn hoạt tính đã qua xử lý ở bể aeroten hay màng vi sinh ở bể biophin (bể lọc sinh học) và các thành phần chất không hòa tan chưa được giữ lại ở bể lắng đợt I, là một công trình đơn vị trong dây chuyền xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học.

Nồng độ cặn trong hỗn hợp nước + bùn từ các bể aeroten và biophin sang bể lắng đợt II thường lớn hơn 1000 mg/l. Với nồng độ này các bông cặn tiếp xúc với nhau tạo thành các đám bông cặn và lắng xuống đáy bể trong quá trình xử lý. Tốc độ lắng của các đám bông cặn phụ thuộc vào nồng độ và tính chất của cặn.

Xét sơ đồ nguyên lý làm việc của bể lắng (hình 7.1) ta có:

- Phần trên của bể là vùng lắng trong, nồng độ của cặn còn lại rất nhỏ và có thể coi là bằng không. $C \approx 0$.
- Tại mặt cắt L là mặt phân chia ranh giới giữa hai vùng, vùng lắng trong và vùng lắng cặn.



Hình 7.1. Sơ đồ nguyên lý làm việc của bể lắng đợt II

Vận tốc chuyển động xuống của cặn:

$$v_p = v_L + v_t, \text{ m/h} \quad (7.1)$$

trong đó: v_L - vận tốc lắng của cặn theo trọng lực;

v_t - vận tốc chuyển động xuống do dòng tuần hoàn:

$$v_t = \frac{Q_t}{S}. \quad (7.2)$$

Nồng độ cặn tại mặt cắt L là C_L (g/m^3).

Tại mặt cắt T (sát đáy bể): vận tốc chuyển động đi xuống của cặn tại đáy: $v_d = v_t$. Lưu ý giả thiết hạt cặn không rơi tự do mà chuyển động bằng vận tốc dòng chảy ra.

Nồng độ cặn là C_t .

Không xét lượng cặn xả đi hàng ngày, phương trình cân bằng dòng cặn trong hệ thống được viết như sau:

$$G = (Q + Q_t) C_o = S \cdot C_t \cdot v_p = S \cdot C_t \cdot v_t. \quad (7.3)$$

Từ (7.3) rút ra diện tích mặt cắt ngang của bể lắng:

$$S = \frac{(Q + Q_t) C_o}{C_t \cdot v_t},$$

trong đó: S - diện tích mặt cắt ngang của bể lắng, m^2 ;

G - khối lượng cặn, g/h ;

Q - lưu lượng nước xử lý, m^3/h ;

Q_t - lưu lượng dòng tuần hoàn: $Q_t = \alpha Q$, m^3/h ;

α - hệ số tuần hoàn;

C_t - nồng độ bùn ở đáy bể lắng hay nồng độ bùn trong dòng tuần hoàn, g/h ;

v_t - vận tốc nước chuyển động đi xuống do dòng tuần hoàn tạo ra, m/h .

Trong công thức chưa biết giá trị v_t vì S chưa biết, cho nên phải tiến hành lắng thực nghiệm để tìm ra dòng cặn trên đơn vị diện tích bể theo phương trình cân bằng (7.3):

$$C_L (v_L + v_t) = C_t \cdot v_t. \quad (7.5)$$

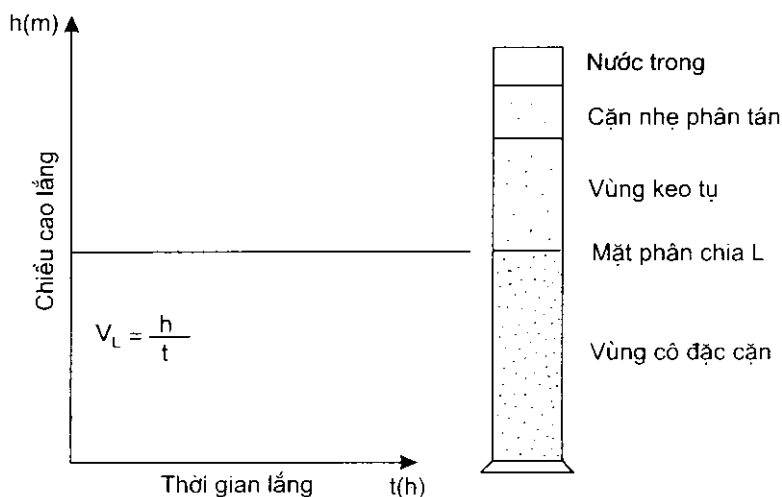
Thí nghiệm tiến hành như ở hình 7.2.

Cho hỗn hợp nước thải + cặn vào ống lắng thủy tinh hình trụ có khác độ, chiều cao mực nước là h .

- 1) Đo chiều cao đã lắng h_i của mặt phân chia L theo thời gian t_i .
- 2) Đo nồng độ cặn tại mặt phân chia $C_{L,i}$ ứng với mỗi thời điểm t_i ;
- 3) Lập bảng tính dòng cặn đã lắng (xem bảng 7.1)

Bảng 7.1

t_i	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
$C_{L,i}$	$C_{L,1}$	$C_{L,2}$	$C_{L,3}$	$C_{L,4}$	$C_{L,5}$
$v_i = \frac{h - h_i}{t_i}$	$v_{L,1}$	$v_{L,2}$	$v_{L,3}$	$v_{L,4}$	$v_{L,5}$
$G_i = C_{L,i} \cdot v_{L,i}$	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5



Hình 7.2. Thí nghiệm tìm vận tốc lắng của mặt phân chia L

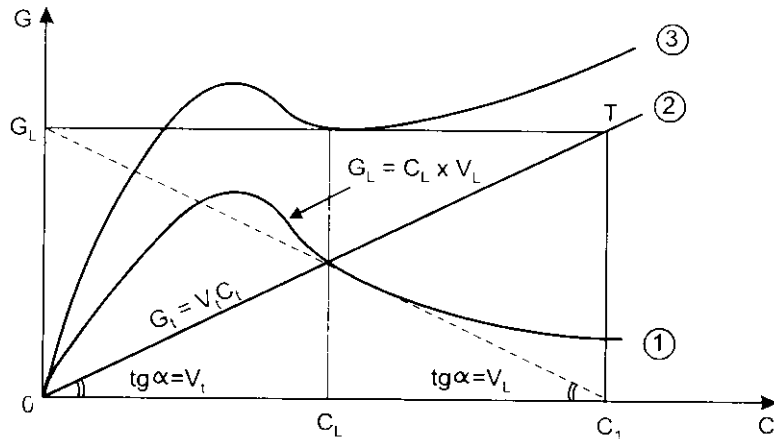
Đem kết quả thực nghiệm lên biểu đồ tọa độ: G_i, C_i (hình 7.3).

Đường cong (2) biểu diễn lượng cặn chuyển động đi xuống do dòng tuần hoàn tạo ra - là đường thẳng bởi vì $\frac{Q_i}{S}$ không đổi.

Đường cong (3) biểu diễn tổng dòng cặn G có trị số cực đại tại C_L . Diện tích bề lắng nhỏ phải đáp ứng thu được dòng cặn cực tiểu G_L này.

Để xác định G_L trên đường (3) vẽ đường tiếp tuyến song song với trục hoành C_i đi qua điểm cực trị C_L và v_L .

Điểm cắt của tiếp tuyến với trục tung G_i cho giá trị của dòng cặn cực tiểu G_L . Điểm cắt của tiếp tuyến với đường (2) tại T cho giá trị C_i . Đường nối C_i và G_L tiếp xúc với đường cong (1) tại L , cho giá trị C_L và v_L .



Hình 7.3. Biểu đồ biểu diễn dòng cặn trong quá trình lắng

1- Đường cong: $G_{Li} = v_{Li} \cdot C_{Li}$; 2- Đường biểu diễn: $G_L = v_L \cdot C_L$;

3- Đường tổng: $G = G_{Li} + G_{Li}$

Đường tiếp tuyến đi qua điểm cực tiểu song song với trục hoành OC, có:

$$\frac{dG}{dC_i} = \frac{d(G_{Li} + G_{Li})}{dC} = 0$$

$$\frac{dG_{Li}}{dC} = v_{Li}; \quad \frac{dG_{Li}}{dC} = v_{Li}$$

$$v_{Li} + v_{Li} = 0, \text{ rút ra } v_{Li} = |v_{Li}| \quad (7.6)$$

tại điểm cực tiểu hay tại mặt phân chia vùng lắng và vùng cô đặc cặn.

Thay giá trị tuyệt đối của $v_{Li} = v_{Li}$ ở công thức (7.6) vào công thức (7.5), rút ra:

$$C_L = \frac{1}{2} C_t. \quad (7.7)$$

Từ công thức (7.4) và (7.7), có:

$$C_L \geq \frac{Q(1 + \alpha)C_o}{C_t \cdot v_L}, \quad (7.8)$$

trong đó: S - diện tích mặt bằng của bể lắng, m^2 ;

Q - lưu lượng nước thải đầu vào, m^3/h ;

α - hệ số tuần hoàn;

C_o - nồng độ bùn hoạt tính trong bể aeroten, g/m^3 ;

C_t - nồng độ bùn hoạt tính trong dòng tuần hoàn, g/m^3 ;

v_L - vận tốc lắng tại mặt phân chia (m/h) phụ thuộc vào nồng độ cặn

C_L và tính chất của cặn, thường phải tiến hành thí nghiệm để xác định.

Trong trường hợp bể xây mới không có điều kiện thí nghiệm, có thể tính vận tốc v_L theo công thức thực nghiệm:

$$v_{Li} = v_{\max} \cdot e^{-kC_{Li} \cdot 10^{-6}}, \quad (7.9)$$

trong đó: $v_{\max} = 7$ m/h;

$k = 600$ đối với cặn có chỉ số thể tích $50 < SVI^* < 150$ thường gặp trong xử lý nước thải sinh hoạt, ($SVI^* =$ chỉ số thể tích bùn).

7.1.2. Cấu tạo bể lắng đợt II và tính toán

Về cấu tạo bể lắng đợt II tương tự như bể lắng đợt I, có thể là các bể lắng đứng, ngang, radian (hướng tâm và ly tâm),... Thông thường đối với những trạm công suất nhỏ người ta dùng bể lắng đứng, còn đối với những trạm công suất trung bình và lớn dùng bể lắng ngang hoặc radian.

- **Bể lắng đứng đợt II:** Về cấu tạo không có gì khác so với bể lắng đợt I, nhưng chiều cao công tác bé hơn.

Tính toán bể lắng đứng là xác định chiều cao, đường kính của bể dựa theo tốc độ dòng chảy và thời gian lưu nước thải trong bể. Tính toán có thể tiến hành theo các công thức đã giới thiệu ở phần (4.5.4) hoặc theo các công thức quen thuộc sau:

$$h = v \cdot t \cdot 3600, \quad (7.10)$$

$$W = \frac{Q \cdot t \cdot k_h}{24}, \quad (7.11)$$

$$F = \frac{W}{h}, \quad (7.12)$$

trong đó: h - chiều cao làm việc của bể, m;

v - tốc độ chuyển động đi lên của dòng chảy, m/s;

W - thể tích công tác của bể, m^3 ;

Q - lưu lượng nước thải đầu vào, $m^3/ngày$;

k_h - hệ số không điều hòa giờ;

F - diện tích hữu ích (không tính phần ống trung tâm), m^2 .

Thời gian lưu nước trong bể (thời gian lắng) và tốc độ dòng chảy chọn phụ thuộc vào chức năng của bể, tức là phụ thuộc vào loại công trình xử lý sinh học trước đó: đối với bể lắng đứng đặt sau bể biophin nhỏ giọt $v \leq 5$ mm/s, $t = 0,75h$; sau bể biophin cao tải và bể aeroten (xử lý sinh học hoàn toàn)

$v \leq 5$ mm/s, $t = 1,5$ h. Còn đối với bể lắng ngang và bể lắng radian đặt sau bể biophin nhỏ giọt $v \leq 5$ mm/s và $t = 0,75$ h; sau bể biophin cao tải và bể aeroten xử lý sinh học hoàn toàn $v \leq 5$ mm/s; $t = 1,5$ h. Khi bể lắng đứng đặt sau bể aeroten xử lý sinh học không hoàn toàn thì chọn $v \leq 0,7$ mm/s, $t = 0,75$ h khi giảm BOD dưới 50%; với $v \leq 0,5$ mm/s; $t = 1,0$ h khi giảm BOD đến 80%. Đối với bể lắng ngang và bể lắng radian đặt sau bể aeroten xử lý sinh học không hoàn toàn lấy tương ứng là: $v \leq 7$ mm/s; $t = 0,75$ h khi giảm BOD dưới 50% và $v \leq 5$ mm/s; $t = 1,0$ h khi giảm BOD đến 80%.

Ống trung tâm xác định với lưu lượng tổng cộng (nước thải + bùn tuần hoàn) và tốc độ dòng chảy $v \leq 30$ mm/s. Còn bể chỉ tính với lưu lượng nước thải vì phần bùn sẽ lắng xuống và lấy đi.

Đáy bể có dạng chóp nón để bùn dễ dàng trượt xuống đáy, độ nghiêng thành bên của đáy không nhỏ hơn $45 - 50^\circ$.

Việc lấy bùn ra khỏi bể dùng ống D200 đặt dưới áp lực thủy tĩnh 0,9 - 1,2 m.

Giữa phần công tác của bể và phần chứa bùn là phần nước trung hòa thường lấy bằng 0,5 m.

Vận tốc hướng đi lên tại mặt phẳng ngang ở đầu dưới ống trung tâm - chỗ thoát nước ra, phải không quá 0,8 - 0,9 m/s.

Thể tích phần chứa bùn, lấy bằng thể tích bùn lắng xuống trong thời gian 2 ngày nếu bể đặt sau biophin và 2 giờ nếu đặt sau aeroten.

- **Bể lắng ngang đợt II:** Hình chữ nhật thường có chiều dài lớn hơn hoặc bằng 5 lần chiều rộng và bằng hoặc lớn hơn 15 lần chiều cao lắng. Hồ thu cặn thường đặt ở đầu bể. Thiết bị cào cặn có thể dùng các tấm gạt chuyển động quanh rulô dạng xích tròn hoặc dùng cầu gạt chạy trên thành bể.
- **Bể lắng ly tâm đợt II:** Có thể bố trí ống đứng dẫn nước thải vào ở trung tâm và thu nước ra bằng máng thu đặt vòng quanh chu vi bể (bể lắng ly tâm) hoặc có thể phân phối vào bằng máng quanh chu vi bể và thu nước ra bằng máng quanh ống đứng đặt ở trung tâm (bể lắng hướng tâm). Bể lắng thường thiết kế với đường kính từ 3 đến 60 m, phổ biến nhất từ 6 đến 40m, và bán kính của bể lấy không vượt quá 5 lần chiều sâu phần hình trụ của bể.

Tính toán bể lắng ngang và bể lắng radian có thể tiến hành theo phương pháp của Orlofski A.A. Giá trị cho trước là B_t - hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải ở đầu ra khỏi bể:

$$B_t = \frac{B_o}{b^{-1,04} \sqrt{B_o t + 1}}, \tag{7.13}$$

trong đó: B_o - hàm lượng bùn hoạt tính (chất lơ lửng) tại đầu vào (sau 5 - 6 phút sau khi lắng). Theo số liệu thực nghiệm $B_o = 1500$ mg/l khi xử lý hoàn toàn và $B_o = 2000$ mg/l khi xử lý không hoàn toàn;
 t - thời gian lắng, phút;
 b - BOD_5 của hỗn hợp nước thải và bùn sau xử lý, mg/l.

Theo điều kiện thực tế của địa phương cũng có thể giả định giá trị B_t để xác định thời gian lắng theo công thức (7.13) hoặc phụ thuộc vào chất lơ lửng còn lại trong nước thải đầu ra, thời gian lắng có thể lấy theo bảng 7.2.

Bảng 7.2. Bảng xác định thời gian lắng phụ thuộc vào hàm lượng chất lơ lửng sau lắng

Thời gian lắng t (h)	Hàm lượng chất lơ lửng trong nước thải sau lắng b (mg/l) khi BOD_5 của nước thải đã qua xử lý (mg/l)					
	15	20	25	50	75	100
0,5	25	31	38	75	96	110
0,75	21	27	33	66	86	100
1,0	18	14	29	59	78	93
1,5	20	20	25	51	70	83

Bể lắng đợt II cũng có thể tính toán theo tải trọng lên mặt thoáng, nhưng kết quả không được chính xác lắm. Tuy nhiên khi thiết kế mở rộng trạm xử lý, tức là đã có sẵn số liệu về tải trọng cho phép thì nó lại thích hợp. Tải trọng tính toán và các chỉ tiêu thiết kế khác có thể tham khảo bảng 7.3.

Bảng 7.3. Tải trọng tính toán và các chỉ tiêu thiết kế bể lắng đợt II

Quy trình xử lý	Tải trọng bề mặt (m^3/m^2 ngày)		Tải trọng bùn (kg/m^2 ngày)		Chiều cao bể (m)
	Ngày trung bình	Ngày cao điểm	Giờ trung bình	Giờ cao điểm	
Sau bể aeroten	16,4 - 32,8	41,0 - 49,2	3,9 - 5,85	9,75	3,7 - 6,1
Sau làm thoáng kéo dài	3,2 - 16,4	24,6 - 32,8	0,98 - 4,85	6,8	3,7 - 6,1
Sau bể lọc sinh học	16,4 - 24,6	41,0 - 49,2	2,95 - 4,85	7,8	3,0 - 4,5
Sau bể khử nitơ	16,4 - 24,6	32,8 - 41,0	2,95 - 4,85	7,8	3,0 - 4,5

Bể lắng đợt II cũng có thể dùng bể lắng tầng mỏng, lắng trong ống tròn, ống hình lục lăng, ống tiết diện vuông đặt nghiêng 60° so với phương nằm ngang, kết hợp lắp đặt ngay trong mương oxy hóa.

7.2. BỂ NÉN BÙN

7.2.1. Nén bùn bằng phương pháp trọng lực

Bùn hoạt tính giữ lại ở bể lắng đợt II có độ ẩm cao (99 - 99,2%). Một phần lớn bùn hoạt tính cho qua ngăn tái sinh và quay lại bể aeroten, phần khác gọi là “bùn dư” thì trước khi đưa lên bể metan, xử lý cơ học hoặc xử lý bằng nhiệt... cho qua bể cô đặc bùn (bể nén bùn) để giảm bớt độ ẩm và thể tích.

Lượng bùn hoạt tính dư phụ thuộc vào hàm lượng các chất lơ lửng và hữu cơ có ở trong nước thải, hiệu suất lắng của bể lắng đợt I, có thể lấy theo bảng 7.4.

Bảng 7.4. Lượng bùn hoạt tính dư

<i>BOD₂₀ của nước thải sau khi qua xử lý</i>	<i>Sinh học hoàn toàn (g/m³)</i>			<i>Sinh học không hoàn toàn (g/m³)</i>		
	15	20	25	50	60	70
Lượng bùn hoạt tính dư (g chất khô trên 1m ³ nước thải)	160	200	220	170	190	210

Nồng độ bùn hoạt tính dư có thể xác định theo công thức của Karpinski A.A

$$X_t = \alpha(SS)_1 - N_{ra} \quad (7.14)$$

Lượng bùn dư xác định theo công thức (5.34) hay:

$$Q_{xã} = X_t (Q - q_t),$$

trong đó: X_t - nồng độ bùn hoạt tính dư, mg/l;

α - hệ số lấy bằng 1,25 - 1,35 (trung bình 1,3) khi xử lý hoàn toàn và 1,0 - 1,2 (trung bình 1,1) khi xử lý không hoàn toàn;

$(SS)_1$ - hàm lượng các chất lơ lửng của nước thải sau lắng đợt I, mg/l;

N_{ra} - hàm lượng chất lơ lửng (bùn hoạt tính) trôi theo nước thải ra khỏi bể lắng đợt II, mg/l;

Q - lưu lượng tính toán nước thải, m³/ngày;

q_t - lưu lượng bùn tuần hoàn, m³/ngày.

Nồng độ bùn hoạt tính dư cũng dao động theo thời gian trong năm (ở các nước ôn đới về mùa hè giảm hơn về mùa đông). Nồng độ tối đa có thể xác định theo công thức:

$$X_{t,\max} = k \cdot X_t, \quad (7.15)$$

trong đó: k - hệ số không điều hòa tháng của bùn hoạt tính, $k = 1,15 - 1,2$.

Cô đặc bùn có thể thực hiện trong các bể nén bùn dạng bể lắng đứng, bể lắng radian hoặc có thể thực hiện ngay trong bể lắng đợt II.

Bể nén bùn đứng làm việc như bể lắng đứng bình thường, áp dụng đối với các trạm xử lý nước có chứa bùn nặng. Dung dịch cặn đi vào buồng phân phối đặt ở tâm bể, cặn lắng xuống và được lấy ra khỏi đáy bể, nước thu bằng máng vòng quanh chu vi bể được đưa trở lại các công trình xử lý nước thải. Trong bể đặt máy gạt cặn để gom cặn ở đáy về hố thu trung tâm. Để tạo ra các khe hở cho nước chuyển động lên bề mặt, trên tay đòn của máy gạt cặn gắn các thanh dọc (bằng gỗ hay bằng thép), khi máy gạt chuyển động quanh trục, hệ thanh dọc này khuấy nhẹ khối cặn, nước trào lên trên làm đặc cặn lại (xem hình 7.4).

Tính toán bể nén bùn dựa theo lưu lượng giờ tối đa của bùn hoạt tính dư:

$$q_{\max} = \frac{X_{t,\max} \cdot Q}{24 \cdot N_t}, \quad \text{m}^3/\text{h}, \quad (7.16)$$

trong đó: $X_{t,\max}$ - nồng độ bùn hoạt tính dư tối đa, g/m^3 ;

Q - lưu lượng nước thải đi xử lý, $\text{m}^3/\text{ngày}$;

N_t - nồng độ bùn hoạt tính dư sau khi nén, g/m^3 .

Chiều cao phần lắng của bể nén bùn đứng:

$$h = 3,6 \cdot v \cdot t, \quad (7.17)$$

trong đó: v - tốc độ của nước bùn, mm/s ;

t - thời gian nén bùn, h.

Các trị số hàm lượng bùn hoạt tính, thời gian nén, tốc độ chuyển động của nước bùn có thể tham khảo bảng 7.5.

Diện tích mặt thoáng của bể:

$$F_b = \frac{q_x}{3,6 \cdot v}, \quad \text{m}^2, \quad (7.18)$$

trong đó: q_x - lượng nước tối đa được tách ra trong quá trình nén bùn, m^3/h ;

$$q_x = X_{t,\max} \frac{P_1 - P_2}{100 - P_2}, \quad (7.19)$$

ở đây: P_1 - độ ẩm ban đầu của bùn hoạt tính, $P_1 = 99,2\%$;

P_2 - độ ẩm sau khi nén bùn hoạt tính, $P_2 = 98\%$ khi xử lý nước thải hoàn toàn bằng sinh học; $P_2 = 95\%$ khi xử lý nước thải không hoàn toàn bằng sinh học.

Bảng 7.5. Các giá trị hàm lượng bùn hoạt tính, thời gian nén cặn và tốc độ nước bùn

Đặc tính của bùn hoạt tính dư	Độ ẩm của bùn sau khi nén (%)		Thời gian nén bùn (h)		Tốc độ nước bùn trong vùng lắng của bể nén bùn đứng (mm/s)
	Loại bể nén bùn				
	Đứng	Ly tâm	Đứng	Ly tâm	
- Bùn hoạt tính từ bể aeroten khi xử lý nước thải bằng sinh học hoàn toàn	-	97	-	5 - 8	-
- Hỗn hợp bùn từ bể aeroten với nồng độ 2 - 3 g/l	98	97	10-12	9 - 11	$\leq 0,1$
- Bùn từ bể lắng đợt II với nồng độ 5 - 6 g/l	98	97	16	12 - 15	$\leq 0,1$
- Cũng như trên nhưng với nồng độ 7 - 8 g/l	98	97	3	3	$\leq 0,2$
- Hỗn hợp bùn từ bể aeroten khi xử lý nước thải bằng sinh học không hoàn toàn với nồng độ 1,5 - 2,5 g/l	95	95			

Diện tích tiết diện của ống trung tâm:

$$f_{tr} = \frac{q_{\max}}{3600 \cdot v_{tb}}, \quad (7.20)$$

trong đó: v_{tb} - tốc độ của dòng chảy nước bùn ở trong ống trung tâm, thường lấy bằng 0,1 m/s.

Tổng diện tích của bể nén bùn:

$$F = F_b + f_{tr}. \quad (7.21)$$

Đường kính của bể:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi n}}. \quad (7.22)$$

(n - số lượng bể cô đặc)

Dung tích phân chứa bùn của bể thường tính với thời gian lưu bùn 8 giờ.

Chiều cao toàn phần:

$$H = h + h_b + h_{th} + h_u + h_{th} . \quad (7.23)$$

trong đó: h - chiều cao phân lắng, m:

h_b - chiều cao phân bùn, m:

h_{th} - chiều cao phần trung hòa, $h_{th} = 0,3 \div 0,5$ m:

h_u - khoảng cách giữa ống trung tâm và tấn chắn hướng dòng,

$h_u = 0,25 - 0,5$ m:

h_{th} - chiều cao thành bể trên mực nước bùn, lấy bằng 0,3m.

Trong trường hợp xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hoàn toàn thì bể nén bùn nên làm theo kiểu bể lắng ly tâm. Diện tích mặt thoáng của bể nén bùn radian xác định theo công thức:

$$F = \frac{q_{\max}}{q_o} , \quad (7.24)$$

trong đó: q_{\max} - theo công thức (7.16):

q_o - tải trọng tính trên diện tích mặt thoáng của bể lấy phụ thuộc vào hàm lượng ban đầu của bùn hoạt tính. Khi $C = 2 \div 3$ g/l,

$q_o = 0,5 \text{ m}^3/(\text{m}_2 \cdot \text{h})$; khi $C = 5 \div 8$ g/l, $q_o = 0,3 \text{ m}^3/(\text{m}_2 \cdot \text{h})$.

Đường kính của bể nén bùn ly tâm xác định theo công thức (7.22).

Chiều cao vùng công tác của bể:

$$H = q_o \cdot t, \quad (7.25)$$

trong đó: t - thời gian nén bùn ($t = 5 \div 8$ giờ khi $C = 2 - 3$ g/l; $t = 10$ giờ

khi $C = 5 \div 8$ g/l).

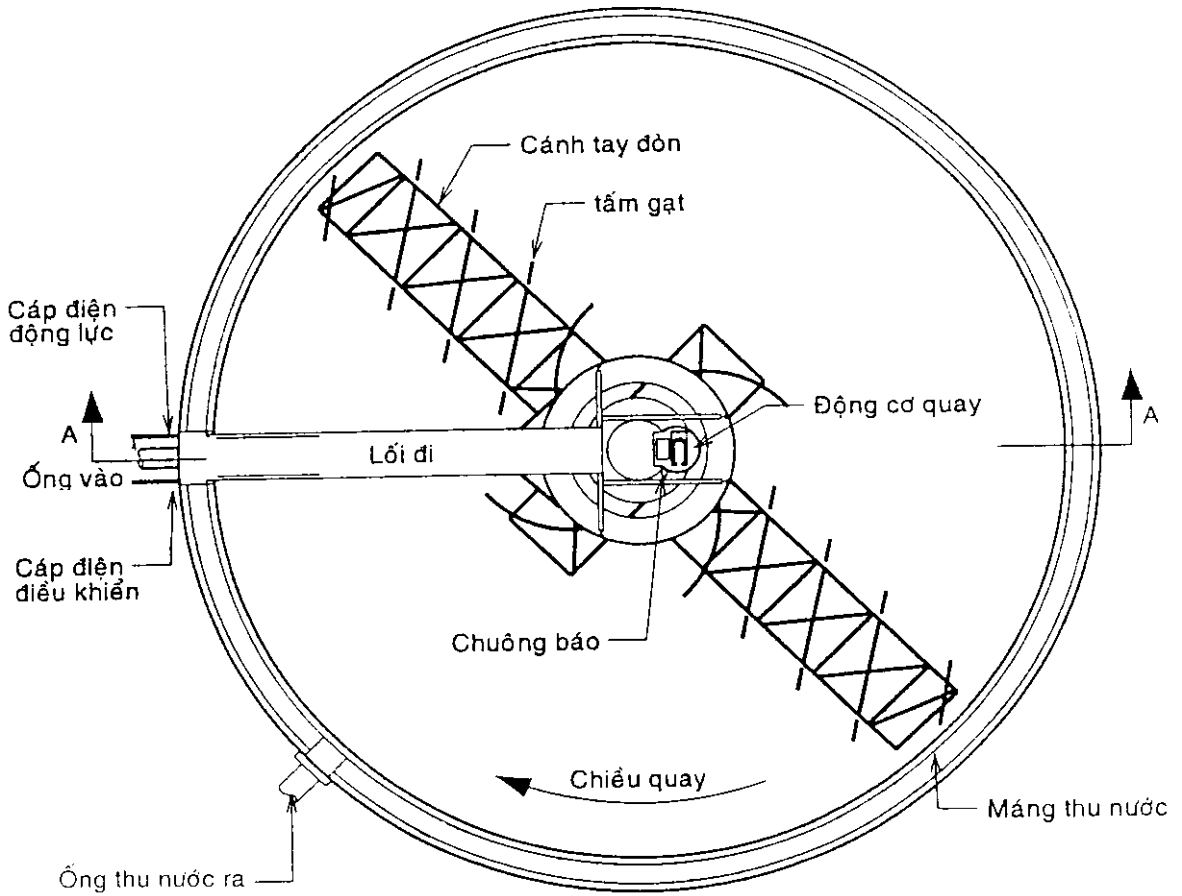
Chiều cao toàn phần:

$$H_{tp} = H + h_1 + h_{th} . \quad (7.26)$$

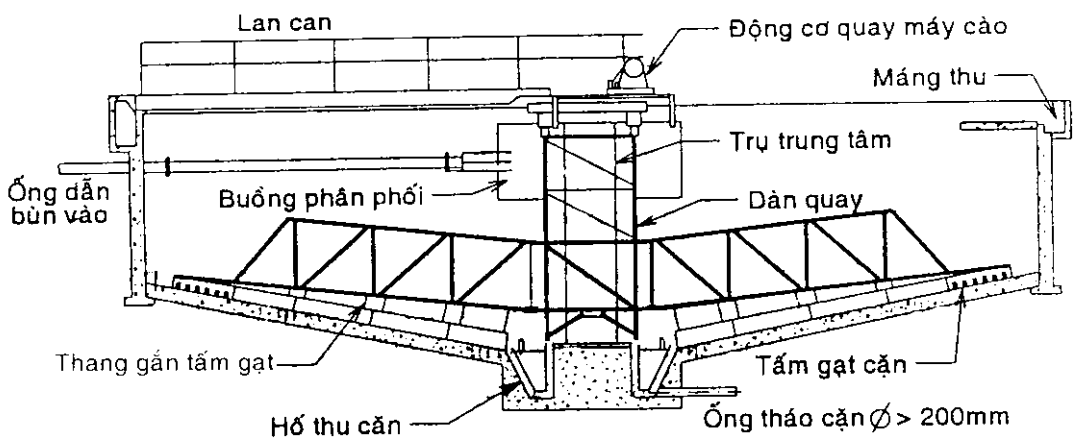
trong đó: h_1 - chiều cao, $h_1 = 0,3$ m khi dùng máy gạt bùn và $h_1 = 0,7$ m khi dùng vòi hút.

Bùn đã nén chặt lấy ra liên tục. Tốc độ quay của máy gạt bùn lấy bằng 0,75 - 4 vòng/phút, và khi dùng hệ thống vòi hút, máy gạt quay với tốc độ 1 vòng/ phút.

Độ dốc đáy bể, khi dùng vòi hút $i = 0,003$ (từ trung tâm ra chung quanh thành bể), khi dùng máy gạt $i = 0,001$ (từ thành bể tới hố thu trung tâm).



a) Mặt bằng



b) Mặt cắt A - A

Hình 7.4. Sơ đồ bể nén bùn đứng bằng trọng lực

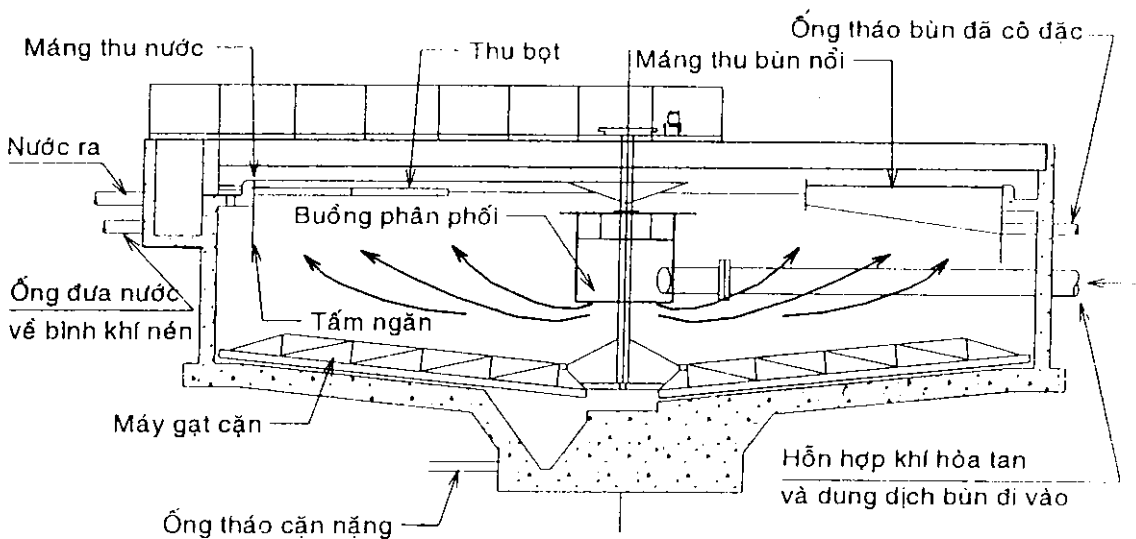
7.2.2. Nén bùn bằng phương pháp tuyển nổi

Người ta lợi dụng khả năng hòa tan của không khí vào nước bùn bằng nén hỗn hợp khí nước ở áp lực cao và khi giảm áp lực xuống bằng áp lực khí quyển, khí hòa tan tách ra khỏi nước dưới dạng các bọt nhỏ li ti dính bám vào các hạt bông cặn, khi nổi lên các bọt khí này kéo theo các hạt bông cặn.

Lý thuyết cơ sở của phương pháp tuyển nổi giới thiệu ở mục 9.1 chương 9.

Bể nén bùn bằng tuyển nổi có tải trọng bề mặt lớn hơn và nồng độ bùn cao hơn đối với bể nén bùn bằng trọng lực. tuy nhiên lượng chất lơ lửng trong nước bùn ra khỏi bể nén cặn còn rất cao lên tới 300 - 1500 mg/l. Do đó loại bể này còn chưa được áp dụng rộng rãi.

Hình 7.5 giới thiệu sơ đồ cấu tạo và nguyên tắc làm việc của bể nén bùn bằng tuyển nổi.



Hình 7.5. Sơ đồ bể nén bùn bằng tuyển nổi

Khi thiết kế bể nén bùn bằng tuyển nổi, cần xem xét và tính toán các thông số sau:

- 1) Áp lực nén cần thiết để hòa tan khí vào nước tuần hoàn;
- 2) Tỷ số giữa lưu lượng nước tuần hoàn và lưu lượng dung dịch cặn cần cô đặc do lượng khí hòa tan và số lượng cặn cần cô đặc quyết định;
- 3) Nồng độ và lưu lượng bùn cặn cần nén chặt;
- 4) Thời gian lưu nước bùn trong bể, thường lấy từ 20 đến 40 phút;

- 5) Tỷ số lượng không khí hòa tan và lượng bùn cần nén chặt, lấy từ 0.006 đến 0.06 m³ không khí cho 1 m³ bùn;
- 6) Diện tích mặt cắt ngang của bể xác định theo vận tốc đi lên của bùn từ 8 đến 160 l/m².phút, tùy thuộc vào nồng độ và tính chất của bùn hoặc xác định theo tải trọng bùn trên đơn vị diện tích bể kg/m².ngày (xem bảng 7.6).
- 7) Nước tuần hoàn để hòa tan khí nén lấy sau bể lắng đợt II.

Bảng 7.6. Tải trọng bề mặt tính trên 1 m² diện tích bể nén bùn bằng tuyến nổi

<i>Loại bùn cần nén chặt</i>	<i>Tải trọng bề mặt của bể nén bùn bằng tuyến nổi (kg/m².ngày)</i>
Bùn hoạt tính dư	49
Cặn tươi + bùn hoạt tính dư sau bể aeroten	68 - 146
Cặn tươi + bùn sau bể biophin (màng vi sinh)	68 - 98
Cặn tươi	96 - 146

8

XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC TRONG ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN

8.1. CÁC HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC KẾT HỢP TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI VÀ Bùn CẶN TRONG NƯỚC THẢI

Nước thải sinh hoạt chứa lượng lớn các chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng cần thiết cho cây trồng, vật nuôi... Thành phần chính của nước thải sinh hoạt được nêu trong bảng 8.1 sau đây.

Bảng 8.1. Thành phần chính của nước thải sinh hoạt và nguyên tắc xử lý, sử dụng lại

Thành phần	Tải lượng (kg/người.năm)	Trong đó (%)		
		Nước xám	Nước tiểu	Nước phân
Nitơ	4 - 5	3	87	10
Phốtpho	0,75	10	50	40
Kali	1,8	34	54	12
COD	30	41	12	47
Nguyên tắc xử lý và tái sử dụng		Xử lý sau đó tái sử dụng hoặc xả vào nguồn nước	Xử lý và làm phân bón trực tiếp cho cây	Xử lý, sản xuất khí sinh học và cung cấp chất dinh dưỡng bổ sung cho đất

Tỉ lệ các nguyên tố dinh dưỡng trong nước thải sinh hoạt được nêu trong bảng 8.2. Trong nước thải tỉ lệ N : P : K là 5 : 1 : 2, trong lúc đó trong phân chuồng là 2 : 1 : 2,4.

Trong nước thải đô thị, hàm lượng tổng nitơ thông thường từ 20 đến trên 100 mg/l, phụ thuộc vào tiêu chuẩn dùng nước, loại nước thải, đặc điểm công trình công cộng... Nitơ ban đầu chủ yếu tồn tại dưới dạng nitơ hữu cơ, nitơ amôn và nitơ nitrat. Tỉ lệ hàm lượng các dạng nitơ này quyết định thứ tự ưu tiên xử lý nước thải trong đất.

Bảng 8.2. Tỷ lệ nguyên tố dinh dưỡng trong nước thải sinh hoạt và trong phân bón

Dạng phân bón	Hàm lượng (g/l hoặc g/kg)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Nước thải khi tiêu chuẩn thoát nước là 150 l/ng.ngày	0,087	0,014	0,030	0,12
Phân chuồng	5	2,5	6,3	-

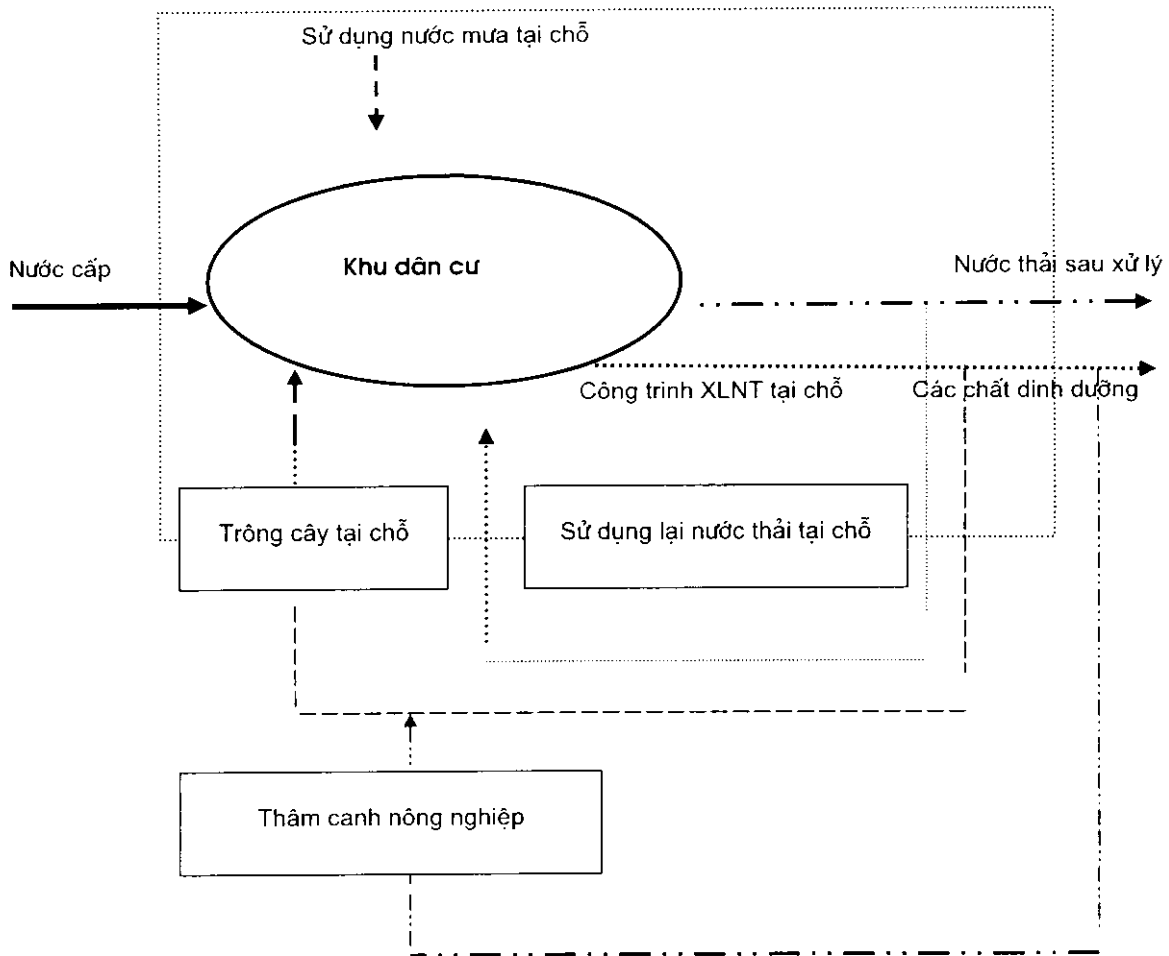
Hàm lượng photpho tổng cộng trong nước thải sinh hoạt và nước thải đô thị cũng dao động lớn, từ 5 đến 50 mg/l. Trong quá trình xử lý sơ bộ nước thải và vận chuyển nước thải vào đất, photpho hữu cơ sẽ bị chuyển hóa sinh học thành photphat. Trong môi trường đất kiềm tính, photphat sẽ kết hợp với ion canxi tạo thành canxi photphat. Và ngược lại, trong môi trường axit, photphat sẽ tác dụng với oxit sắt hoặc oxit nhôm để tạo thành các hợp phần không hòa tan.

Phần lớn nitơ và hầu hết kali tồn tại ở trạng thái hòa tan và cây trồng dễ hấp thụ. Photpho thường bị lắng đọng trong bùn cặn.

Như vậy, nước thải sinh hoạt chứa hàm lượng lớn nitơ, photpho, kali... là những chất cần thiết cho cây trồng. Vì vậy xu thế sử dụng nước thải để tưới cây và bùn cặn của nó làm phân bón ngày càng tăng. Hiện nay, người ta thường có các quan điểm phân chia hệ thống thoát nước phân tán quy mô nhỏ và vừa ra các loại: hệ thống thoát nước không tái sử dụng nước thải, tái sử dụng một phần nước thải và tái sử dụng hoàn toàn nước thải. Hệ thống thoát nước phân tán có tái sử dụng nước thải (*Decentralised Sanitation and Reuse* - DESAR) được nêu trên hình 8.1.

Nước thải sau khi lắng sơ bộ có thể sử dụng tưới cho cây trồng. Cường độ tưới phụ thuộc vào đặc điểm đất, cây trồng và nồng độ các chất trong nước thải và dao động từ 0,1 đến 0,2 m/năm (1000m³/ha đến 20000m³/năm). Phương pháp tưới là tưới ngập hoặc tưới phun khi dùng nước thải để tưới, sản lượng cây trồng sẽ tăng thêm từ 20 đến 30%.

Quá trình xử lý nước thải sinh hoạt sẽ tạo nên lượng lớn bùn cặn (bằng khoảng 0,5 - 1% thể tích nước thải xử lý). Giá trị phân bón của mỗi loại bùn cặn nước thải được nêu trong bảng 8.3 và hàm lượng các nguyên tố vi lượng được nêu trong bảng 8.4.



Hình 8.1. Sơ đồ hệ thống thoát nước phân tán có tái sử dụng nước thải

Bảng 8.3. Thành phần các chất dinh dưỡng trong các loại bùn cặn nước thải, % trọng lượng khô

Nguyên tố dinh dưỡng	Cặn tươi	Bùn cặn đã lên men	Bùn hoạt tính	Phân chuồng
Nitơ	1,6 - 4,0	1,7 - 6,0	2,4 - 6,5	2,0 - 2,6
Phốtpho	0,6 - 5,2	0,9 - 6,6	2,3 - 8,0	1,6 - 1,3
Kali	0,2 - 0,6	0,2 - 0,5	0,3 - 0,4	1,8 - 1,9

Bùn cặn, nước thải chứa phần lớn các chất hữu cơ, nitơ và phốtpho. Hàm lượng kali tương đối thấp nên người ta thường bổ sung thêm kali để trộn cùng bùn cặn làm phân bón. Ngoài ra hàm lượng CaO trong bùn cặn cao nên nó thích hợp trong việc cải tạo đất chua phèn.

Trong nước thải và bùn cặn của nó có chứa các loại vi khuẩn gây bệnh, trứng giun sán. Nước thải sinh hoạt là môi trường tồn tại của các loại vi sinh vật trong đó có vi khuẩn gây bệnh. Ước tính có khoảng 7000 vi khuẩn *Salmoella*, 6000 - 7000 vi khuẩn *Shigella* và 1000 vi khuẩn *Vibrio cholera* trong 1 lít nước thải. Các loại vi khuẩn *Shigella* và *Vibrio cholera* nhanh chóng bị tiêu diệt trong môi trường nước thải nhưng vi khuẩn *Salmoella* có khả năng tồn tại lâu dài trong đất. Các loại virut cũng xuất hiện nhiều trong nước thải. Ngoài ra trong nước thải sinh hoạt còn có nhiều các loại trứng giun sán như *Ancylostoma*, *Ascaris*, *Trichuris* và *Taenia*... và thường gây ra các hậu quả nghiêm trọng khi sử dụng trực tiếp nước thải để tưới rau, nuôi cá... Trong 1 g bùn cặn chứa từ 5 đến 67 trứng giun sán. Trứng giun sán có thể tồn tại trong đất đến 1.5 năm. Vì vậy nên hạn chế tưới nước thải trong mùa thu hoạch. Đối với các loại rau ăn sống thì không được tưới nước thải.

Với một mức độ nào đó, nước thải đô thị có thể làm tăng hàm lượng kim loại nặng trong đất khi dùng nó để tưới cây. Hàm lượng kim loại nặng trong nước thải các thị trấn và đô thị có sản xuất công nghiệp lớn hơn trong phân bò từ 5 đến 15 lần. Hàm lượng Cd, Zn, Cu, Pb... trong đất tưới nước thải đô thị thường cao hơn trong các mẫu đối chứng tưới nước sông hồ từ 3 đến 20 lần.

Khi tưới nước thải vào đất cũng phải thấy rằng chúng sẽ lấp kín các khe hở, cản trở xâm nhập oxy, tăng độ muối, thêm chất độc... trong đất. Cấu trúc của đất có thể bị thay đổi hoặc bị phá vỡ khi dư thừa natri. Độ hấp thụ natri của đất phụ thuộc vào tỉ lệ RAS của chất thải:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (8.1)$$

Trong đó nồng độ các ion kim loại biểu diễn bằng mg/l.

Bảng 8.4. Hàm lượng kim loại nặng trong các loại phân bón

Nguyên tố	Bùn cặn nước thải	Phân đạm	Phân chuồng
As, mg/kg	2 - 26	2,2 - 120	3 - 25
Cd, mg/kg	2 - 1500	0,05 - 8,5	0,3 - 0,8
Cu, mg/kg	50 - 3300	<1,0	2 - 60
Hg, mg/kg	0,1 - 55	0,3 - 2,9	0,09 - 0,2
Pb, mg/kg	50 - 3000	2 - 37	6,6 - 15
Zn, mg/kg	700 - 49000	1 - 42	15 - 250

Việc tưới các loại nước thải có tỉ lệ RAS xấp xỉ bằng 10 rất dễ gây nguy hiểm cho đất trồng trọt. Vì vậy cần thiết phải có sự lựa chọn nước thải phù hợp, đã có tách kim loại nặng và khử độc khi sử dụng để tưới cho cây trồng.

Một trong những hướng xử lý kết hợp với sử dụng bùn cặn nước thải sinh hoạt là lên men chúng để tạo khí biogas (chủ yếu là khí metan CH_4 , chiếm 50 - 70%). Bùn cặn và sinh khối thực vật thu hồi từ quá trình XLNT trên cánh đồng ngập nước (cánh đồng tưới, cánh đồng lọc), trong hồ sinh vật có khả năng phân hủy để tạo thành biogas. Vật liệu để tạo thành khí biogas thường yêu cầu tỉ lệ C : N = 10 : 30 cho đến 20 : 25. Trong khi đó bùn cặn nước thải sinh hoạt hoặc phân tiêu có C : N = 6 : 10, vì vậy việc bổ sung các loại cỏ, bèo... trong thành phần nguyên liệu các hầm biogas là cần thiết. Nồng độ chất rắn trong nguyên liệu chiếm 10%. Các hầm biogas thường được thiết kế với tải trọng thể tích là 0,5 - 3 kg nguyên liệu khô không tro lm^3 thể tích công tác, một ngày. Khí sinh học thu hồi sau khi khử CO_2 bằng nước vôi có thể sử dụng trực tiếp làm nhiên liệu.

8.2. XỬ LÝ HIẾU KHÍ

8.2.1. Cánh đồng tưới, bãi lọc

Cơ sở của phương pháp này là dựa vào khả năng tự làm sạch của đất và nguồn nước tiếp nhận. Việc xử lý nước thải thực hiện trên các công trình: cánh đồng tưới, bãi lọc, hồ sinh học.

Việc xử lý nước thải trên cánh đồng tưới, bãi lọc được thực hiện do kết quả tổ hợp của các quá trình hóa lý và sinh hóa phức tạp xảy ra ở trong lớp đất bề mặt. Thực chất là khi cho nước thải thấm qua lớp đất bề mặt thì cặn được giữ lại trong các mao quản đất đá, nhờ có oxy và các vi khuẩn hiếu khí có sẵn mà quá trình oxy hóa được diễn ra. Như vậy sự có mặt của oxy không khí trong các mao quản đất đá là điều kiện cần thiết cho quá trình xử lý nước thải. Càng sâu xuống lớp đất phía dưới, lượng oxy càng ít và quá trình oxy hóa giảm dần. Cuối cùng đến độ sâu mà ở đó chỉ diễn ra quá trình khử nitrat. Thực tế cho thấy quá trình xử lý nước thải qua lớp đất bề mặt chỉ diễn ra ở độ sâu tới 1,5 m trở lại. Cho nên cánh đồng tưới, bãi lọc thường xây dựng ở những nơi đất xốp, mực nước ngầm thấp hơn 1,5 m tính từ mặt đất.

Thời gian gần đây, ở nhiều nước trên thế giới dùng phổ biến các khu đất thuộc các trang trại ở ngoại ô đô thị để xử lý nước thải. Việc dùng nước thải đã xử lý sơ bộ để tưới cho cây trồng so với việc dùng nước ao hồ, mùa màng

tăng lên 2 - 3 lần, có khi tăng tới 4 lần, nhất là những khu trồng cỏ tăng lên tới 5 lần. Chính vì vậy khi lựa chọn phương pháp xử lý nước thải và vị trí các công trình xử lý trước tiên phải xét tới khả năng sử dụng nước thải đã xử lý phục vụ cho lợi ích nông nghiệp. Chỉ khi không có khả năng đó người ta mới dùng phương pháp xử lý sinh hóa trong điều kiện nhân tạo.

Như vậy, xây dựng cách đồng tưới với hai mục đích:

- Vệ sinh, tức là xử lý nước thải.
- Kinh tế nông nghiệp, tức là sử dụng nước thải tưới ẩm và sử dụng các chất dinh dưỡng có trong nước thải để bón cho cây trồng.

Để tránh cho đất đai không bị dầu mỡ và các chất lơ lửng bịt kín các mao quản, thì nước thải trước khi đưa lên cánh đồng tới và bãi lọc cần phải được xử lý sơ bộ.

Cánh đồng tưới và bãi lọc là những mảnh đất được san phẳng hoặc tạo dốc không đáng kể và được ngăn cách tạo thành các ô bằng các bờ đất. Nước thải phân bố vào các ô bằng hệ thống mạng lưới phân phối. Hệ thống mạng lưới phân phối bao gồm: mương chính, máng phân phối và hệ thống tưới trong các ô (xem hình 8.2).

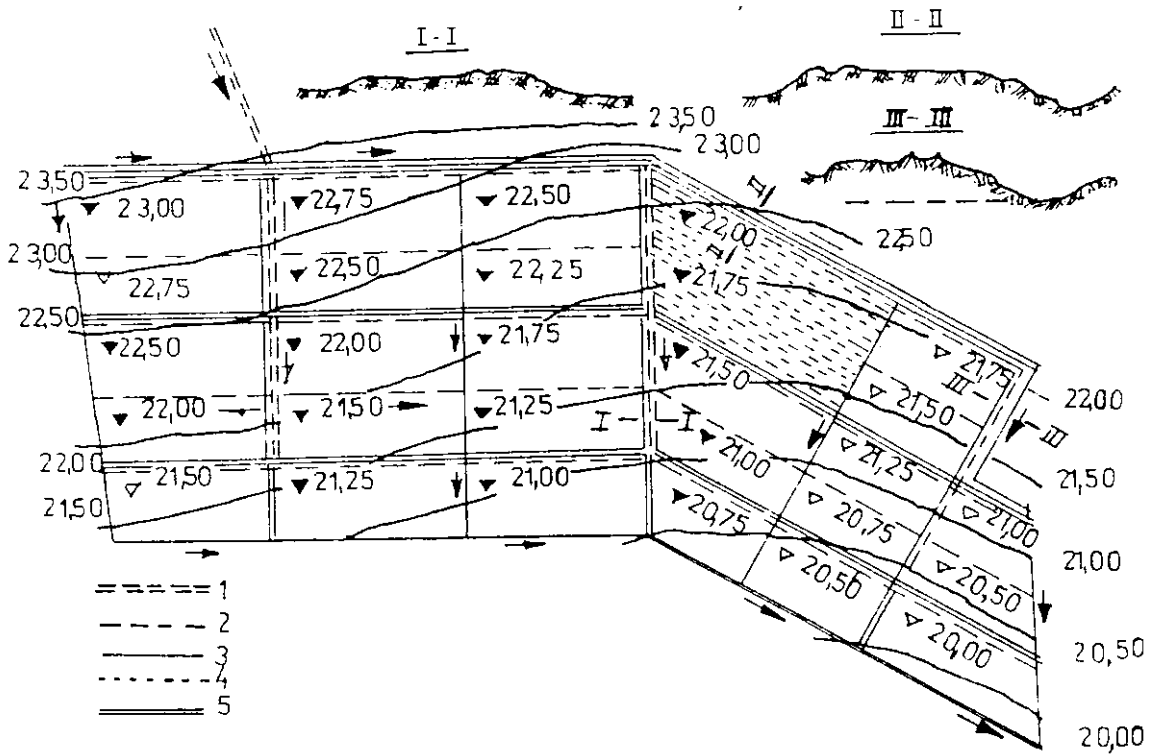
Nếu khu đất chỉ dùng để xử lý nước thải, hoặc chứa nước thải khi cần thiết gọi là bãi lọc.

Cánh đồng tưới và bãi lọc thường xây dựng ở những nơi có độ dốc tự nhiên 0,02 cách xa khu dân cư về cuối hướng gió. Ví dụ, đối với bãi lọc với công suất nước thải 200 - 5000 m³/ngày là 300 m; với $q = 5000 \div 50\,000$ m³/ngày là 500 m; $q > 50\,000$ m³/ngày là 1000 m. Đối với cánh đồng tưới công cộng khoảng cách vệ sinh tương ứng là 200, 400 và 1000 m.

Cánh đồng tưới và bãi lọc nên xây dựng ở những nơi đất cát, á cát,... Tuy nhiên cũng có thể xây dựng ở những nơi á sét, nhưng khi đó tiêu chuẩn tưới không nên lấy lớn quá, tức là chỉ tưới đủ nước mà cây trồng yêu cầu và đất có thể thấm kịp.

Nếu điều kiện vệ sinh môi trường không cho phép nước thấm xuống tầng đất phía dưới được thì cần thu lại và đổ ra sông hồ bằng hệ thống tiêu nước. Hệ thống tiêu nước có thể là mương máng hở xây dựng theo chu vi từng ô và cũng có thể là hệ thống kết hợp: ống ngầm tiêu nước đặt ở dưới các ô ở độ sâu 1,2 - 2 m và các mương máng hở bao quanh.

Kích thước các ô lấy phụ thuộc vào địa hình, tính chất của đất đai và phương pháp canh tác, diện tích mỗi ô không nhỏ hơn 3,0 ha. Đối với cánh đồng tưới công cộng thì diện tích trung bình của ô lấy vào khoảng 5 - 8 ha và tỉ lệ giữa các cạnh 1 : 4 đến 1 : 8. Diện tích các ô của bãi lọc, vì tiêu chuẩn tưới nước lớn nên lấy nhỏ hơn. Riêng đối với các cách đồng và bãi lọc nhỏ, thì kích thước các ô xác định xuất phát từ điều kiện số lượng không nhỏ hơn 3 ô. Để thuận tiện cho công tác cơ giới, chiều dài của ô nên lấy khoảng 300 - 1500 m; chiều rộng lấy căn cứ vào địa hình, mực nước ngầm và biện pháp tưới nhưng không vượt quá 100 - 200 m.



Hình 8.2. Sơ đồ cánh đồng tưới

- 1- Mương chính và máng phân phối; 2 - Máng, rãnh phân phối trong các ô;
- 3 - Mương tiêu nước; 4 - Ống tiêu nước; 5 - Đường đi.

Để xác định diện tích của cánh đồng tưới cần phân biệt các loại tiêu chuẩn tưới sau đây:

- Tiêu chuẩn tưới trung bình ngày - lượng nước thải trung bình ngày tưới trên 1 ha diện tích cánh đồng trong suốt một thời gian nhất định (thường là 1 năm).
- Tiêu chuẩn tưới theo vụ - lượng nước thải tưới cho cây trồng trong suốt thời gian của vụ.

- Tiêu chuẩn tưới một lần - lượng nước tưới một lần.
- Tiêu chuẩn tưới bón - lượng nước cần thiết đối với mỗi loại cây trồng, xuất phát từ khả năng hút nước và nhu cầu về chất dinh dưỡng của mỗi loại cây trồng....

Như vậy tiêu chuẩn tưới chỉ có thể xác định được khi tính đến tất cả các yếu tố khí hậu, thủy văn và kỹ thuật trồng cây. Trong mọi trường hợp thì điều kiện vệ sinh vẫn được xem là chủ đạo.

Từ yêu cầu về phân bón và độ ẩm đối với từng loại cây trồng, người ta xác định tiêu chuẩn tưới và bón (xem phụ lục VIII, IX, X). Những số liệu xác định tiêu chuẩn tưới và bón là những yêu cầu về chất dinh dưỡng của cây trồng và hàm lượng các chất đó có trong nước thải.

Cây trồng chỉ sử dụng một phần chất dinh dưỡng có trong nước thải. Cụ thể là 49% nitơ, 37% photpho và 90% kali. Phần còn lại của các chất đó cùng với nước tiêu thoát khỏi cánh đồng tưới.

Tiêu chuẩn tưới nước đối với bãi lọc lấy căn cứ vào điều kiện khí hậu và đặc tính của đất đai, khi thiết kế có thể tham khảo các tiêu chuẩn tưới của cơ quan nông nghiệp.

Diện tích thực dụng của cánh đồng tưới, bãi lọc xác định theo công thức:

$$F_{td} = \frac{Q}{q_o}, \quad (8.2)$$

trong đó: Q - lưu lượng trung bình ngày của nước thải, m³/ngày;

q_o - tiêu chuẩn tưới nước, lấy theo bảng phụ lục VIII, IX, X.

Tùy thuộc vào điều kiện khí hậu của từng địa phương mà không xả nước thải lên cánh đồng tưới trong thời gian gieo trồng thu hoạch và mưa lũ. Để chứa nước thải trong thời gian đó, trên cánh đồng tưới phải có những ô dự trữ không trồng cây, giống như bãi lọc. Diện tích của các ô dự trữ lấy căn cứ vào tính chất của đất đai và tiêu chuẩn tưới nước. Lượng nước đem xả lên những ô này thường chỉ chiếm một phần lượng nước tưới lên cánh đồng và được đặc trưng bởi hệ số α . Trên cánh đồng tưới nếu có nhiều loại cây trồng khác nhau thì với nhiệt độ >10°C chọn $\alpha = 0,5$.

Như vậy, diện tích dự trữ của cánh đồng tưới có thể xác định theo công thức:

$$F_{dt} = \alpha \frac{Q}{q_{dt}} = \alpha F_{td} \frac{q_o}{q_{dt}}, \quad (8.3)$$

trong đó: q_{dt} - tiêu chuẩn tưới nước lên khu đất dự trữ, có thể tham khảo bảng phụ lục X;

q/q_{dt} - tỉ lệ lấy bằng 0,3 - 0,5.

Để bố trí những công trình phụ trợ cần một diện tích đất khoảng 1 - 2%, bờ chắn và kênh mương tiêu nước khoảng 10 - 15%, đường đi lại khoảng 5 - 10% tổng diện tích thực dụng và dự trữ. Như vậy diện tích phụ trợ chiếm khoảng 15 - 25 % diện tích cánh đồng tưới.

Tổng diện tích của cánh đồng tưới sẽ là:

$$F = F_{td} + F_{dt} + k(F_{td} + F_{dt}), \quad (8.4)$$

trong đó: $k = 0,15 - 0,25$, trong tính toán sơ bộ có thể lấy $k = 0,25$.

Tính toán hệ thống tưới nước tiến hành theo những công thức thủy lực thông thường cho dòng chảy đều. Trong đó tốc độ không lắng đọng lấy bằng: đối với hệ thống mạng lưới tưới trong ô 0,3 m/s, đối với máng dẫn về các ô 0,4 m/s; đối với mương dẫn chính 0,5 - 0,6 m/s. Tốc độ không xói mòn lấy căn cứ vào tính chất của đất và chiều sâu dòng chảy. Khi chiều sâu $h = 1,0\text{m}$, tốc độ không xói mòn lấy bằng: đối với đất bùn 0,15 - 0,2 m/s; đối với đất cát mịn 0,2 - 0,3 m/s; đối với đất cát thô 0,3 - 0,6 m/s; đối với đất á cát và đất á sét 0,5 - 0,7 m/s; và đối với đất sét 0,85 m/s.

Với chiều sâu $h \neq 1,0\text{m}$, tốc độ không xói mòn có thể xác định theo công thức:

$$V = V_o \cdot h^{0,2}, \text{ m/s}, \quad (8.5)$$

trong đó: h - chiều sâu trung bình của dòng chảy, m;

V_o - tốc độ không xói mòn khi chiều sâu dòng chảy $h = 1,0\text{m}$.

Đối với kênh mương có bề mặt gia cố bằng gỗ, tốc độ không xói mòn có thể tăng lên tới 0,8 - 1,8 m/s; gia cố bằng đá dăm: 3,0 m/s; xây bằng gạch, bê tông tới 5 - 6 m/s.

Độ dốc tối thiểu đối với máng, rãnh trong các ô lấy vào khoảng $i = 0,001$ đối với mương máng chính và $i = 0,0005$ đối với mương máng phân phối.

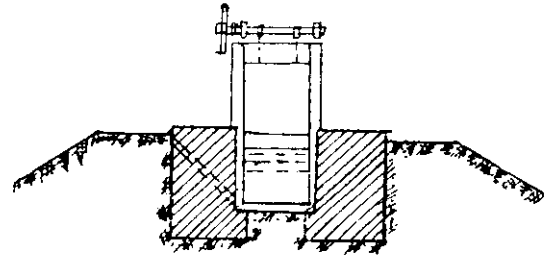
Lưu lượng tính cho mạng tưới ô:

$$q = \frac{mF_{td}}{t} = \frac{mF_{td} \cdot 1000}{t \cdot 3600}, \text{ l/s}, \quad (8.6)$$

trong đó: m - tiêu chuẩn tưới cho loại cây ưa nước nhất, m^3/ha ;

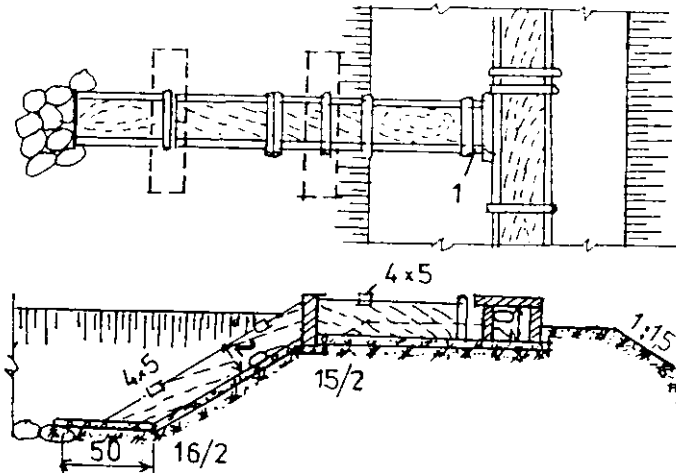
t - thời gian tưới, h.

Để công tác quản lý mạng lưới tưới tiêu được tốt cần xây dựng thêm những công trình phụ trợ khác như cống điều tiết (hình 8.3) cống xả (hình 8.4), giếng chuyển bậc, cầu dẫn nước và diuke.



Hình 8.3. Cống điều tiết nước

Trong những điều kiện nước ngầm bất lợi và đất đai khó thấm nước, cần phải xây dựng hệ thống tiêu nước cho cánh đồng. Hệ thống tiêu nước bao gồm máng rãnh hay ống tiêu nước trong các ô, mương máng tiêu nước và kênh, cống xả.



Hình 8.4. Máng và cửa xả vào các ô

Máng rãnh tiêu nước trong các ô là một thành phần quan trọng - vừa để làm thoáng vừa để tiêu nước, xây dựng khi mực nước ngầm < 1,5 m.

Lượng nước tiêu xác định theo công thức:

$$q_t = \frac{\alpha q_o t}{t}, \text{ m}^3/(\text{ha. ngày}), \quad (8.7)$$

trong đó: q_o - tiêu chuẩn tưới nước, $\text{m}^3/\text{ngày}$;

T - thời gian giữa các lần tưới trong ngày, h;

α - hệ số có tính đến lượng nước bay hơi, thấm xuống đất và cây trồng hút đi, thường lấy bằng 0,5;

t - thời gian tiêu nước từ ô, $t = 0,4 \div 0,5 T$.

Vì nước tiêu không đồng đều theo thời gian, nên để tính toán lưu lượng cực đại cần đưa vào hệ số không điều hòa $n = 1.5$, nghĩa là có:

$$q_{mt} = \frac{\alpha q_o \cdot T \cdot 1000}{86400 \cdot t} \cdot n, \text{ l/s.ha.} \quad (8.8)$$

Lưu lượng q_{mt} gọi là môđun dòng chảy tiêu nước.

Lưu lượng giây tính cho một ống tiêu nước xác định theo công thức:

$$q_1 = q_{mt} \cdot F_1, \quad (8.9)$$

trong đó: F_1 - diện tích phục vụ của một ống tiêu nước, xác định như sau:

$$F_1 = \frac{b \cdot l}{10000}, \text{ ha,} \quad (8.10)$$

ở đây: l - chiều dài ống tiêu nước, m;

b - khoảng cách giữa các ống tiêu nước.

Chiều dài ống tiêu nước xác định theo công thức:

$$l = 629(H - h) \sqrt{\frac{k}{p}}, \quad (8.11)$$

trong đó: H - chiều sâu chôn ống (xem hình 8.5);

h - chiều sâu của lớp đất cần tiêu nước (đối với cánh đồng trồng cỏ

$h = 0.6$ m, cánh đồng trồng rau $h = 1.0$ m);

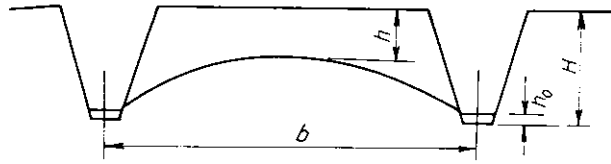
k - hệ số thấm, cm/s, m/ngày, (lấy theo bảng 8.5);

p - chiều cao lớp nước tiêu đi trong ngày:

$$p = \frac{\alpha q_o \cdot T}{t \cdot 1000}. \quad (8.12)$$

Bảng 8.5

Loại đất	Kích thước hạt đất (mm)	Hệ số thấm k	
		cm/s	m/ngày
Cát	1,22 - 0,12	1 - 0,01	864
Á cát	0,12 - 0,076	0,01 - 0,004	8,64 - 3,46
Á sét	0,076 - 0,038	0,004 - 0,001	3,46 - 0,86
Sét thấm nước	0,038	0,001	0,86



Hình 8.5. Sơ đồ tác động của hệ thống tiêu nước

Độ dốc tối thiểu của ống tiêu nước $i_{\min} = 0.002$, tốc độ tự làm sạch 0.2 - 0.25 m/s. Chiều dài của các ống tiêu nước xác định theo công thức (8.11). Căn cứ vào tính chất thấm nước của đất mà khoảng cách giữa các ống có thể lấy sơ bộ như sau: đối với đất á cát 12 - 15 m, đối với đất cát 16 - 25 m, đối với đất á sét 8 - 10 m. Đường kính tối thiểu của ống tiêu nước lấy bằng 75 mm.

Mương máng lộ thiên thường làm với tiết diện hình thang với thành bên độ dốc tự nhiên, ở những nơi đất xấu cần gia cố bằng sỏi đá, lát cỏ....

Ngoài ra cần có biện pháp thoát nước mưa để tránh cho cánh đồng khỏi bị ngập lụt và xói mòn, nhất là trong những trận mưa lớn kéo dài.

Khử trùng khi xả vào nguồn tiếp nhận.

8.2.3. Hồ sinh học hiếu khí

Xử lý nước thải ở hồ sinh học là lợi dụng quá trình tự làm sạch của nguồn tiếp nhận nước thải. Lượng oxy cho quá trình sinh hóa chủ yếu là do không khí xâm nhập qua mặt thoáng hồ và do quá trình quang hợp của thực vật nước.

Hồ sinh học là hồ chứa không lớn lắm dùng để xử lý nước thải bằng sinh học chủ yếu dựa vào quá trình tự làm sạch của hồ. Trong số những công trình xử lý trong điều kiện tự nhiên thì hồ sinh học được sử dụng rộng rãi hơn cả.

Ngoài nhiệm vụ xử lý nước thải, hồ sinh học còn có thể đem lại những lợi ích sau:

- Nuôi trồng thủy sản.
- Nguồn nước để tưới cho cây trồng.
- Điều hòa dòng chảy nước mưa trong hệ thống thoát nước đô thị.

Ở ta, hồ sinh học chiếm vị trí đặc biệt quan trọng trong các biện pháp xử lý nước thải vì có nhiều thuận lợi:

- Không đòi hỏi nhiều vốn đầu tư.

- Bảo trì vận hành đơn giản, không đòi hỏi có người quản lý thường xuyên.
- Hầu hết các đô thị đều có nhiều ao hồ hay khu ruộng trũng có thể sử dụng mà không cần cải tạo xây dựng nhiều.
- Có nhiều điều kiện kết hợp mục đích xử lý nước thải với việc nuôi trồng thủy sản và điều hòa nước mưa.

Căn cứ theo đặc tính tồn tại và tuần hoàn của các vi sinh và sau đó là cơ chế xử lý mà người ta phân biệt ba loại hồ: hồ hiếu khí, hồ kỵ khí, hồ hỗn hợp hiếu - kỵ khí (Facultative).

Đối với loại hồ hiếu khí phân biệt làm hai nhóm: *hồ làm thoáng tự nhiên và hồ làm thoáng nhân tạo.*

Hồ làm thoáng tự nhiên: oxy cung cấp cho quá trình oxy hóa chủ yếu do sự khuếch tán không khí qua mặt nước và quá trình quang hợp của các thực vật nước (rong, tảo, ...). Để đảm bảo cho ánh sáng có thể xuyên qua, chiều sâu của hồ phải bé, lấy vào khoảng 30 - 40 cm. Sức chứa tiêu chuẩn lấy theo chỉ tiêu BOD vào khoảng 250 - 300 kg/(ha.ngày). Thời gian lưu nước trong hồ khoảng 3 - 12 ngày.

Do độ sâu nhỏ, thời gian lưu nước lâu nên diện tích của hồ lớn. Vì thế nó chỉ hợp lý về kinh tế khi kết hợp việc xử lý nước thải với việc nuôi trồng thủy sản cho mục đích chăn nuôi và công nghiệp.

Hồ hiếu khí làm thoáng nhân tạo. Nguồn oxy cung cấp cho quá trình sinh hóa là bằng các thiết bị như bơm khí nén hay máy khuấy cơ học. Vì được tiếp khí nhân tạo nên chiều sâu của hồ có thể từ 2 - 4,5 m. Sức chứa tiêu chuẩn khoảng 400 kg/(ha.ngày). Thời gian nước lưu trong hồ 1 - 3 ngày.

Hồ hiếu khí làm thoáng nhân tạo, do chiều sâu hồ lớn, mặt khác việc làm thoáng cũng khó đảm bảo toàn phần, vì thế một phần lớn của hồ làm việc như hồ hiếu kỵ khí, nghĩa là phần trên hiếu khí phần dưới kỵ khí.

■ Về cấu tạo của hồ

Các loại hồ hiếu khí có thể làm một bậc hoặc nhiều bậc, chiều sâu của các bậc phía sau sâu hơn các bậc phía trước. Thiết bị đưa nước vào hồ phải có cấu tạo thích hợp để phân phối nước điều hòa trên toàn bộ diện tích hồ. Hồ một bậc thường làm với kích thước 0,5 - 7 ha, hồ nhiều bậc thì mỗi bậc 2.25 ha. Tùy theo công suất mà có thể xây dựng làm nhiều hồ.

■ Về khả năng áp dụng hồ sinh học

Hồ sinh học nói chung, đặc biệt là hồ hiếu khí áp dụng ở nước ta tương đối thích hợp, có thể kết hợp dùng làm hồ thả bèo, nuôi cá. Điều đó đem lại hiệu quả kinh tế và tăng cường khả năng xử lý nước thải. Nếu thả bèo trên mặt hồ sẽ làm tăng thêm nguồn oxy cho quá trình quang hợp đồng thời rễ của bèo có nhiều vi sinh vật sẽ thúc đẩy quá trình oxy hóa. Cần lưu ý là không nên thả bèo kín mặt hồ để đảm bảo đủ ánh sáng xuyên qua.

Nước thải trước khi đưa vào hồ tuy đã được xử lý sơ bộ, nhưng hàm lượng các chất bẩn vẫn còn cao, muốn kết hợp nuôi cá thì chỉ nên nuôi trong những bậc 2,3,... hay trong những hồ được pha loãng bằng nước sông với tỉ lệ 1 : 3 đến 1 : 5. Việc lựa chọn cá hay các thủy sản khác nuôi trong các bậc của hồ cần có sự hướng dẫn của các chuyên gia nuôi trồng thủy sản.

8.3. XỬ LÝ KỊ KHÍ

8.3.1. Hồ kị khí

1. Đặc điểm

Dùng để lắng và phân hủy cặn lắng bằng phương pháp sinh hóa tự nhiên dựa trên cơ sở sống và hoạt động của loại vi sinh vật kị khí.

Loại hồ này dùng để xử lý nước thải công nghiệp có độ nhiễm bẩn cao, nước rỉ từ bãi chôn lấp rác thải, ít dùng để xử lý nước thải sinh hoạt, vì nó gây mùi khó chịu. Hồ kị khí phải đặt cách xa nhà ở và các xí nghiệp công nghiệp thực phẩm 1,5 - 2 km.

Để duy trì điều kiện kị khí thì chiều sâu của hồ phải lớn, thường lấy bằng 2,4 - 3,6 m.

2. Tính toán

Cách tính đơn giản nhất là theo kinh nghiệm. Diện tích hồ kị khí lấy bằng 10 - 20% diện tích hồ facultative. Thời gian nước lưu trong mùa hè 1,5 ngày và trong mùa đông không quá 5 ngày. Hiệu quả giảm BOD vào khoảng 65 - 80% trong mùa hè và 45 - 65% trong mùa đông.

3. Đặc điểm cấu tạo hồ

Hồ nên có hai ngăn làm việc và dự phòng để đảm bảo các hoạt động bình thường khi cần thiết phải xả bùn đáy hồ.

Cửa xả nước vào hồ phải đặt chìm, phải đảm bảo việc phân bố cặn lắng đồng đều trong hồ. Nếu diện tích hồ dưới 0,5 ha chỉ cần một cửa xả, còn nếu diện tích hồ lớn hơn 0,5 ha cần bố trí thêm cửa xả.

Cửa tháo nước ra khỏi hồ thiết kế theo kiểu thu nước bề mặt và có tấm ngăn để bùn không thoát ra cùng với nước.

8.3.2. Hồ hỗn hợp hiếu - kỵ khí (facultative)

1. Đặc điểm

Hồ facultative là loại hồ thường gặp trong điều kiện tự nhiên. Phần lớn các ao hồ ở ta là những hồ facultative. Hiện nay, loại hồ này được sử dụng rộng rãi nhất trong các hồ sinh học.

Trong hồ facultative xảy ra hai quá trình song song: quá trình oxy hóa hiếu khí chất nhiễm bẩn hữu cơ và quá trình phân hủy metan cặn lắng.

Theo chiều sâu của hồ có thể phân chia thành ba vùng: lớp nước phía trên có nhiều oxy hòa tan, quá trình oxy hóa xảy ra ở môi trường hiếu khí - là vùng hiếu khí; lớp nước ở giữa là vùng trung gian: lớp nước dưới cùng có ít oxy hòa tan hoặc không có oxy hòa tan, quá trình phân hủy chất hữu cơ xảy ra ở môi trường thiếu oxy - vùng kỵ khí.

Nguồn oxy cần thiết cho quá trình oxy hóa các chất hữu cơ trong nước hồ chủ yếu nhờ quang hợp của rong tảo dưới tác dụng của bức xạ mặt trời và oxy khuếch tán qua mặt nước dưới tác dụng của sóng gió. Hàm lượng oxy hòa tan vào ban ngày lớn hơn nhiều so với vào ban đêm. Do sự xâm nhập của oxy hòa tan chỉ có hiệu quả ở độ sâu 1m, nên nguồn oxy hòa tan chủ yếu chỉ ở lớp nước phía trên.

Quá trình phân hủy kỵ khí lớp bùn ở đáy hồ phụ thuộc vào điều kiện nhiệt độ. Quá trình này làm giảm tải trọng hữu cơ ở trong hồ và sinh ra các sản phẩm lên men. Trong hồ thường hình thành lớp phân cách nhiệt: vùng nước phía trên ấm hơn vùng nước ở phía dưới. Ở giữa là vùng phân cách. Đôi khi vùng này cũng có lợi. Đó là những ngày do sự quang hợp của tảo, tiêu thụ nhiều CO₂ làm cho pH của nước tăng dần lên, có khi tới 9,8 (vượt quá tiêu chuẩn tối ưu của vi khuẩn), khi đó các vi khuẩn ở đáy được che chở bởi vùng phân cách.

Nhìn chung vùng phân cách là không có lợi, bởi trong giai đoạn phân tầng, các loài tảo sẽ tập trung thành một lớp dày ở phía trên vùng phân cách. Tảo

chết làm cho các vi khuẩn thiếu oxy và hồ bị quá tải bởi các chất hữu cơ. Trong trường hợp này thì sự xáo trộn là rất cần thiết để phân tán tránh sự tích tụ.

Các yếu tố tự nhiên ảnh hưởng tới sự xáo trộn là gió và nhiệt độ. Khi gió thổi sẽ gây sóng mặt nước hình thành mạch động lưu tốc và áp lực, các phân tử nước sẽ chuyển dịch từ bề mặt nước vào sâu bên trong tạo nên sự xáo trộn. Hồ có diện tích bề mặt lớn, xáo trộn do gió tốt hơn hồ có diện tích bề mặt bé.

Ban ngày nhiệt độ của lớp nước phía trên cao hơn nhiệt độ của lớp nước phía dưới. Do sự chênh lệch nhiệt độ mà tỉ trọng của nước cũng chênh lệch tạo nên sự đối lưu ở trong hồ theo chiều đứng.

Nếu gió xáo trộn theo hai chiều ngang và đứng thì chênh lệch nhiệt độ tạo nên sự xáo trộn chỉ theo một chiều thẳng đứng. Kết hợp giữa sức gió và sự chênh lệch nhiệt độ tạo nên sự xáo trộn toàn phần.

Chiều sâu của hồ có sự ảnh hưởng lớn tới sự xáo trộn, tới quá trình oxy hóa và phân hủy chất hữu cơ trong nước hồ. Chiều sâu của hồ facultative thường lấy vào khoảng 0.9 - 1.5 m.

2. Tính toán

■ Tính toán theo mô hình động học của quá trình xử lý

Hiệu quả xử lý và thời gian lưu nước trong hồ xác định theo những công thức sau:

$$E = \frac{S}{S_0} = \frac{1}{1 + k_t \cdot t}, \quad (8.13)$$

$$t = \frac{S_0 - S}{k_t \cdot S}. \quad (8.14)$$

trong đó: E - hiệu suất xử lý, %:

S_0 - BOD₅ của nước thải đầu vào, mg/l;

S - BOD₅ của nước thải đầu ra (đã được xử lý), mg/l;

t - thời gian lưu nước ở trong hồ;

k_t - hệ số phụ thuộc vào kiểu hồ (tiếp khí tự nhiên hay nhân tạo), nhiệt độ và tính chất của nước thải (nước thải sinh hoạt hay nước thải công nghiệp,...):

$$k_t = k_{20} = C^{(T - 20)}. \quad (8.15)$$

Đối với nước thải sinh hoạt $0,5 < k_{20} < 1$; đối với nước công nghiệp $0,3 < k_{20} < 2,5$; C - hằng số, đối với hồ tự nhiên 1.035 - 1.074; đối với hồ tiếp khí nhân tạo $C = 1,045$. T - nhiệt độ của nước hồ, °C.

■ **Tính theo tải trọng BOD₅**

Tải trọng BOD₅ của hồ phụ thuộc vào nhiệt độ, có thể xác định theo công thức sau:

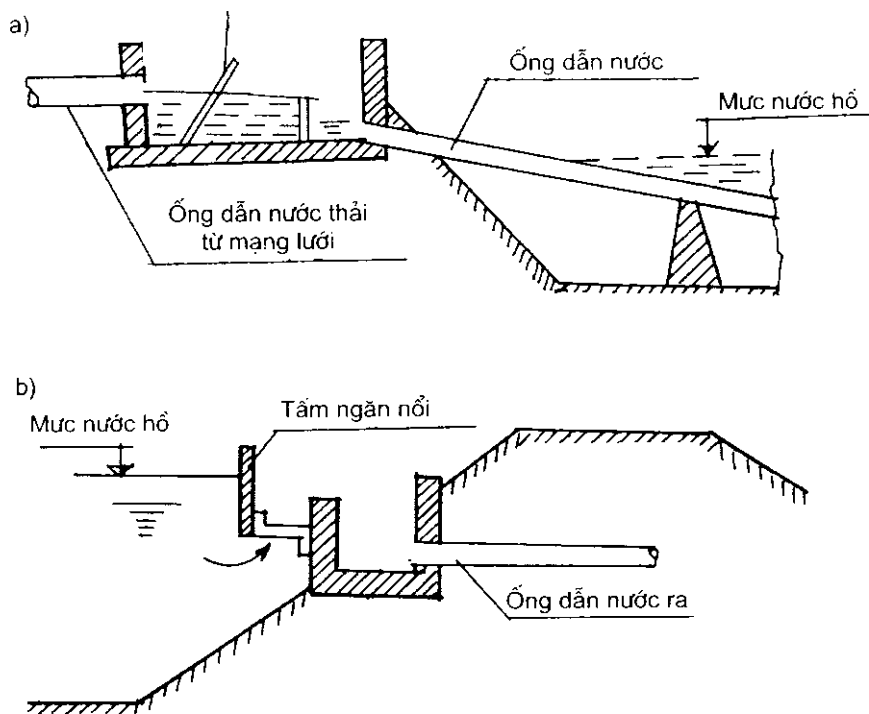
$$BOD_5 = 11,2 \cdot (1,054)^{(1,8T+32)}, \quad (8.16)$$

trong đó: BOD₅ - tải trọng tối đa, (kg/ha.ngày);

T - nhiệt độ trung bình tháng của nước hồ, °C.

3. Đặc điểm về cấu tạo của hồ

Tỉ lệ giữa chiều dài và chiều rộng thường lấy bằng 1 : 1 hoặc 2 : 1. Ở những vùng nhiều gió nên làm hồ có diện tích rộng, còn ở những vùng ít gió nên làm hồ có nhiều ngăn.



Hình 8.6

a) Cửa xả nước vào hồ; b) Cửa tháo nước ra khỏi hồ.

Nếu đất đáy hồ dễ thấm nước thì phải phủ lớp đất sét dày 15 cm để chống thấm nước. Bờ hồ có mái dốc 1 : 1 đến 1,5 : 1 ở phía trong và 2 : 1 đến 2,5 : 1 ở

phía ngoài. Bờ hồ nên trồng cỏ, rộng 30 cm ở phía trên và phía dưới mực nước thiết kế cần gia cố bằng bê tông hoặc đá hộc.

Cấu tạo cửa xả vào hồ và cửa tháo nước ra khỏi hồ làm theo cấu tạo ở hình 8.6.

8.4. SỬ DỤNG NƯỚC THẢI ĐỂ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN VÀ NUÔI CÁ

Nước thải sinh hoạt chứa nhiều chất hữu cơ và nguyên tố dinh dưỡng, là môi trường cho tảo và các loại sinh vật khác phát triển. Theo chu trình dinh dưỡng trong vực nước, nó là nguồn thức ăn cho cá và các loại thủy sản khác.

Tảo và các thực vật nước phát triển trong các hồ sinh vật ổn định hoặc các ao hồ tiếp nhận nước thải không những cung cấp oxy cho các loại vi khuẩn để oxy hóa tiếp tục các chất hữu cơ mà còn tổng hợp nên protein trong sinh khối. Trong hồ, tảo và vi khuẩn quan hệ với nhau qua chu trình O_2 và CO_2 . Theo O.N.Rixuna, trong hồ sinh vật khi oxy hóa khoảng 180 - 280 mg/l chất hữu cơ hòa tan, vi khuẩn tiêu thụ 289 - 347 mg/l chất hữu cơ hòa tan và giải phóng 313 - 473 mg/l CO_2 . Trong lúc đó tảo sẽ tiêu thụ 360 - 558 mg/l CO_2 , giải phóng 322 - 496 mg/l O_2 và tạo nên sinh khối là 200 - 310 mg/l sinh khối giàu protein. Khoảng 50% tổng protein sinh khối của các ao hồ có nguồn gốc từ tảo. Tảo sử dụng năng lượng từ ánh sáng mặt trời, CO_2 và các nguyên tố khoáng khác như N,P,K... để tổng hợp sinh khối. Sản lượng nuôi cấy tảo cao hơn sản lượng trồng hoa màu khác rất nhiều (bảng 8.6). Các loài tảo lục đơn bào như *Chlorella*, *Scenedesmus* hoặc tảo lam đa bào như *Spirulina*.... giàu protein, mỡ, cacbon hydrat và vitamin cùng các chất hoạt tính sinh học khác đang được nuôi trồng rộng rãi trong nước thải sinh hoạt ở Nhật Bản, các nước Trung Á SNG, Áo....

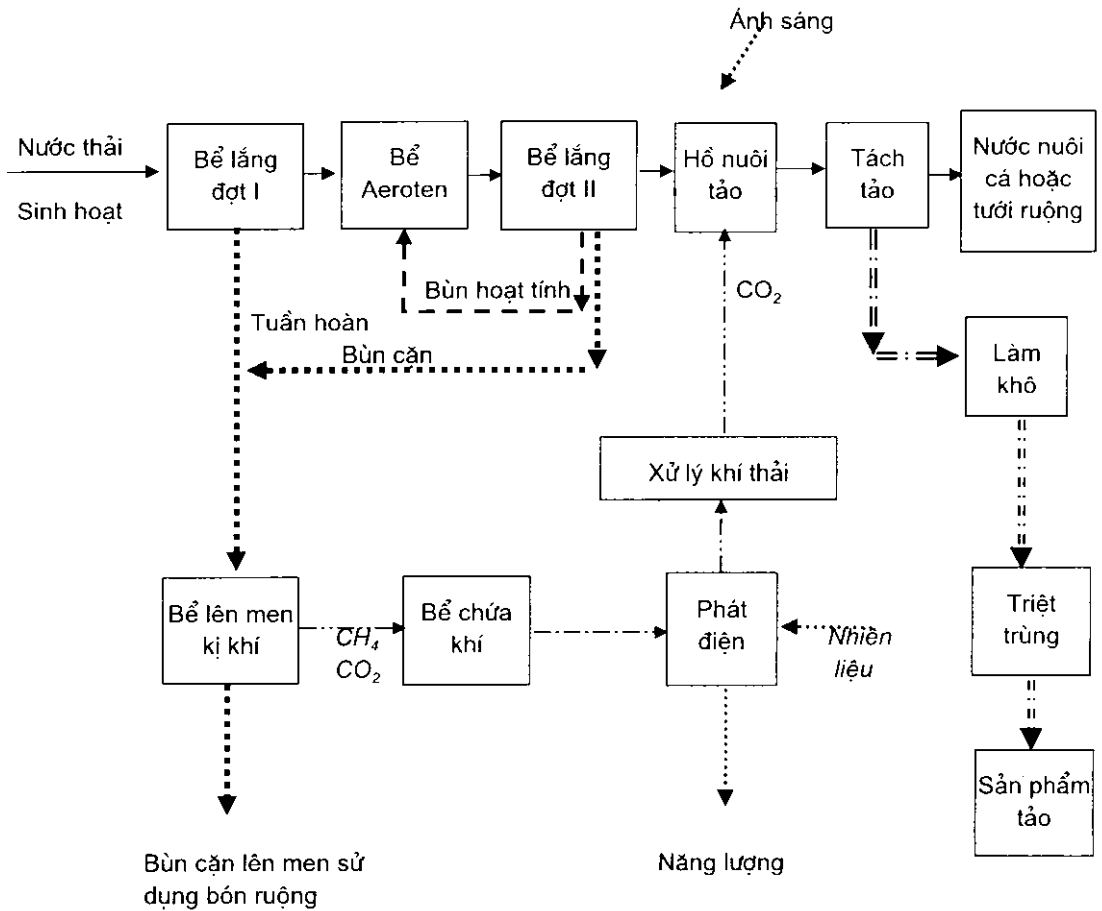
Bảng 8.6. Sản lượng protein của các loại hoa màu khác nhau

Loại hoa màu	Sản lượng protein (kg/ha.năm)
Đậu tương	650
Ngô	270
Lúa mì	150
Lúa	55
Tảo (trong hồ sinh vật)	82.000

Tảo được nuôi trong các bể ngoài trời đường kính đến 20m; sâu từ 1,0 đến 5,0m. Bể nuôi tảo được khuấy trộn thường xuyên và cung cấp thêm CO_2 . Vi trùng gây bệnh trong nước thải có nuôi trồng tảo có thể bị diệt đến 99,9%.

Dịch tảo được thu hồi bằng các phương pháp cơ học để làm dược phẩm, làm thức ăn cho gia súc hoặc bơm vào các ao hồ nuôi cá.

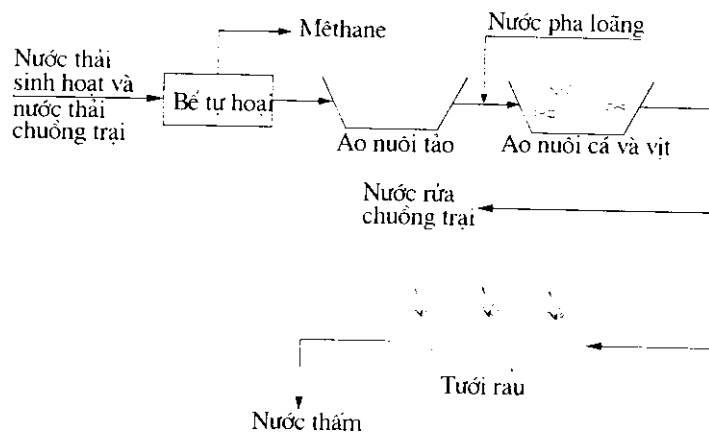
Sơ đồ làm sạch nước thải kết hợp với nuôi cấy, thu hồi tảo của trạm xử lý nước thải quy mô vừa và làm sạch nước thải kết hợp với nuôi tảo, nuôi cá, tưới vườn (hệ sinh thái VAC) được nêu trong các hình 8.7, 8.8 và 8.9.



Hình 8.7. Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải kết hợp với nuôi tảo

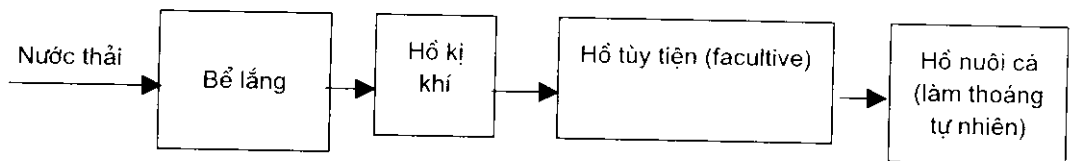
Đối với trạm xử lý nước thải quy mô vừa, bể nuôi tảo phải được cấp thêm CO₂ lấy từ nguồn đốt nhiên liệu và khí sinh học của hệ thống nổi hơi cấp nhiệt (hình 8.7). Việc nuôi trồng tảo ở đây mang tính chất công nghiệp vì sinh khối của nó mang tính sản phẩm cao.

Đối với từng ngôi nhà hoặc cụm ngôi nhà, ao nuôi tảo là một trong các nút của hệ sinh thái vườn - ao - chuồng (VAC). Tảo không cần thu hồi mà được sử dụng trực tiếp để làm thức ăn cho các động vật nguyên sinh, cá, vịt. Phần lớn các loại vi khuẩn gây bệnh, các chất hữu cơ có trong nước thải sinh hoạt đã được làm sạch nên nước thải có thể sử dụng để tưới rau hoặc rửa chuồng trại.



Hình 8.8. Sơ đồ hệ thống xử lý kết hợp sử dụng nước thải quy mô nhỏ (hệ sinh thái VAC)

Sử dụng nước thải nuôi cá mang lại hiệu quả kinh tế cao, tuy nhiên lượng oxy đủ, nguồn thức ăn dễ thu nhận và hấp thụ ... là các yếu tố cần thiết để cá phát triển. Vì vậy, cá thường được nuôi ở giai đoạn cuối của hệ thống hồ sinh vật. Các loại cá có sản lượng cao thường được nuôi trong môi trường nước thải là cá trắm, mè, rô phi... Sản lượng cá nuôi ở các vùng nước thải ở nước ta cũng như một số nước khác như Ấn Độ, Thái Lan, Philipin... / 38 / dao động từ 1.0 đến 3 tấn/ha.năm. Sơ đồ hệ thống hồ sinh vật xử lý nước thải kết hợp nuôi cá nêu trong hình 8.8.



Hình 8.9. Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải bằng hồ sinh vật kết hợp nuôi cá

Yêu cầu cơ bản đối với việc nuôi cá bằng nước thải là đảm bảo chế độ oxy. Cá chép phát triển trong nguồn nước có hàm lượng oxy hòa tan lớn hơn 4 mg/l; còn cá hồi đòi hỏi lượng oxy trên 6 mg/l. Tuy nhiên hàm lượng oxy hòa tan phụ thuộc vào tải lượng BOD trong hồ. Trong điều kiện nhiệt đới tải lượng này không lớn hơn 1gBOD/m².ngày. Giá trị pH của nước thải nuôi cá nằm trong khoảng từ 7 đến 8. Thông thường ao hồ nuôi cá có thời gian lưu nước từ 3 đến 10 ngày và độ sâu từ 0.5 đến 0.8m. Với việc nuôi cá trong bậc cuối cùng của hệ thống hồ sinh vật ba bậc nguy cơ ô nhiễm vi khuẩn gây bệnh trong cá giảm hẳn theo Marais, 1974 / 38/. số lượng fecal coliform có thể giảm xuống dưới 1000 coli/100ml trong hồ sinh vật bậc ba đáp ứng yêu cầu cho phép với nguồn nước nuôi cá theo quy định của tổ chức y tế thế giới. Khi sử dụng hồ tự nhiên hoặc hồ đô thị để nuôi cá cần phải biết được hoạt động như một công trình xử lý hay nguồn tiếp nhận nước thải.

9

XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA LÝ

9.1. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP TUYỂN NỔI

Phương pháp tuyển nổi thường được sử dụng để tách các tạp chất rắn tan hoặc không tan hoặc lỏng có tỉ trọng nhỏ hơn tỉ trọng của chất lỏng làm nền. Nếu sự khác nhau về tỉ trọng đủ để tách, gọi là tuyển nổi tự nhiên. Còn nếu có sử dụng các phương tiện ngoài để cải thiện việc tách các hạt có khả năng nổi gọi là tuyển nổi trợ giúp, ví dụ như lợi dụng khả năng liên kết của hạt với các bọt khí để tăng tốc độ nổi.

Trong xử lý nước thải tuyển nổi thường được sử dụng để khử các chất lơ lửng và nén bùn cặn. Ưu điểm của phương pháp này so với phương pháp lắng là có thể khử được hoàn toàn các hạt nhỏ nhẹ, lắng chậm trong một thời gian ngắn. Khi các hạt đã nổi lên bề mặt, chúng có thể được thu gom bằng bộ phận vớt bọt.

Quá trình tuyển nổi nước thải được thực hiện bằng cách sục khí vào nước thải. Các bọt khí đó dính kết với các hạt và khi lực nổi của tập hợp các bóng khí và hạt đủ lớn sẽ cùng nhau nổi lên bề mặt, sau đó tập hợp lại thành lớp bọt chứa hàm lượng cao các hạt tạp chất.

Khả năng tạo thành tổ hợp tuyển nổi của các hạt - bọt khí, vận tốc của quá trình, độ bền vững của mối dính kết và thời gian tồn tại của tổ hợp trên phụ thuộc vào bản chất của hạt, tính chất tác dụng tương hỗ của các tác nhân với bề mặt hạt và khả năng thấm ướt của bề mặt hạt....

Năng lượng tạo thành tổ hợp bọt khí - hạt bằng:

$$A = \sigma (1.\cos\theta) , \quad (9.1)$$

trong đó: σ - sức căng bề mặt của nước:

θ - góc tạo bởi giữa đường tiếp tuyến với bề mặt bọt khí và bề mặt của hạt rắn (góc biên thấm ướt).

Xác suất dính kết của hạt với bọt khí phụ thuộc vào độ thấm ướt của hạt đặc trưng bởi góc θ . Góc biên thấm ướt càng lớn thì xác suất kết dính càng cao và độ bền vững của mối kết dính trên bề mặt càng lớn.

Trong tuyển nổi, việc ổn định kích thước bọt khí có ý nghĩa quan trọng. Để đạt mục đích này đôi khi người ta bổ sung thêm vào nước các chất tạo bọt có tác dụng làm giảm năng lượng bề mặt phân chia pha.

Điều kiện để tách các hạt trong quá trình tuyển nổi là tỉ số giữa lượng pha khí và pha rắn $G_k/G_r = 0,01 \div 0,1$. Tỉ số G_k/G_r được xác định theo công thức:

$$\frac{G_k}{G_r} = \frac{1,3b(f.P - 1)Q_1}{C_r \cdot Q}, \quad (9.2)$$

trong đó: G_k/G_r - tỉ số giữa lượng không khí và lượng hạt rắn,
ml không khí/mg chất rắn;

f - độ bão hòa của không khí trong nước ở áp suất P , thường bằng
0,5 - 0,8 mg/l;

b - độ bão hòa của không khí trong nước ở áp suất khí quyển, ml/l;

P - áp suất tuyệt đối khi nước được bão hòa không khí, at;

Q_1 - lưu lượng nước bão hòa không khí, m³/h;

Q - lưu lượng nước thải, m³/h;

C_r - nồng độ chất rắn trong nước thải, mg/l;

1,3 - trọng lượng tính theo mg của một ml không khí;

1 - hằng số tính đến hệ thống làm việc ở điều kiện khí quyển.

Như vậy trong trường hợp tất cả dòng nước thải được bão hòa không khí và quá trình tuyển nổi không có tuần hoàn, thì:

$$\frac{G_k}{G_r} = \frac{1,3.b.(f.p - 1)}{C_r}, \quad (9.3)$$

còn trong trường hợp chỉ có dòng tuần được bão hòa không khí, tỉ số đó được tính toán theo công thức:

$$\frac{G_k}{G_r} = \frac{1,3.b.(f.P - 1)R}{C_r \cdot Q}, \quad (9.4)$$

trong đó: R - lưu lượng dòng tuần hoàn, m³/h.

Tốc độ nổi của các bọt khí có thể xác định bằng phương trình STOCK:

$$V = \frac{g}{18\eta} (\rho_1 - \rho_k) \cdot d^2, \quad (9.5)$$

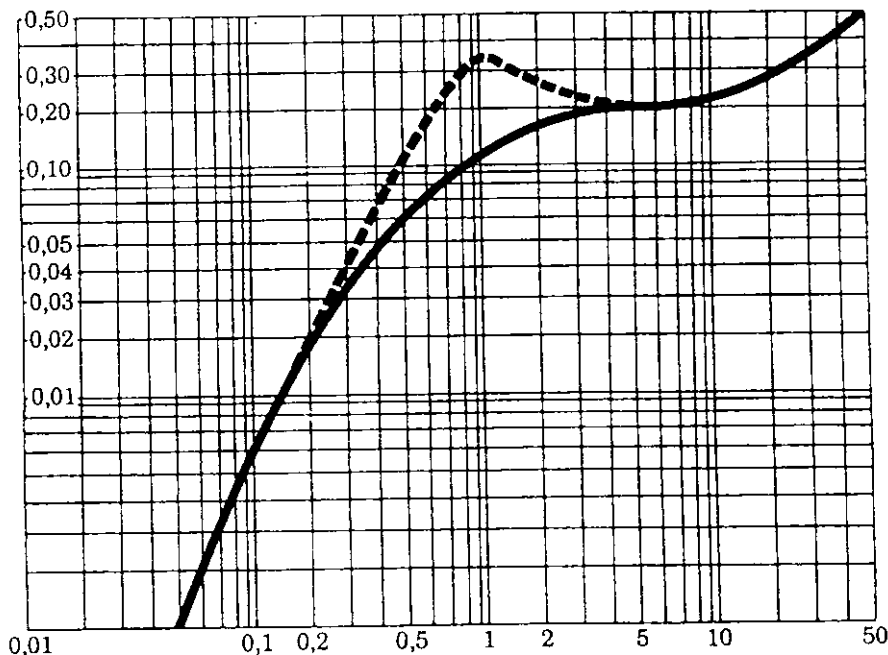
trong đó: d - đường kính bọt khí;
 ρ_k - tỉ trọng của không khí;
 ρ_l - tỉ trọng của nước thải;
 η - độ nhớt động học.

Rõ ràng tốc độ nổi của bọt khí phụ thuộc rất lớn vào kích thước của bọt khí. Hình 9.1 giới thiệu đồ thị phụ thuộc tốc độ nổi của bọt khí phụ thuộc vào đường kính của chúng. Các bọt khí 50 micron có tốc độ nổi khoảng 6 m/h, trong khi đó các bọt khí vài mm có tốc độ nổi lớn hơn 100 lần.

Thể tích khí tối thiểu cần để làm nổi một hạt khối lượng S cho bởi quan hệ:

$$\frac{V_g}{S} = \frac{\rho_s - \rho_g}{\rho_l - \rho_g} \times \frac{1}{\rho_g}, \quad (9.6)$$

trong đó: V_g - thể tích khí tối thiểu;
 S - khối lượng của hạt;
 ρ_s - tỉ trọng của hạt rắn móc bọt khí;
 ρ_g - tỉ trọng của khí;
 ρ_l - tỉ trọng của nước thải.



Hình 9.1. Tốc độ nổi của bọt khí trong nước
 Trục tung: tốc độ; Trục hoành: kích thước của hạt (mm)

Hiệu suất của quá trình tách các hạt bằng tuyển nổi xác định theo công thức sau:

$$\eta_{tm} = \frac{v_b \cdot T_1}{H_1} \left(1 - e^{-\alpha C_s \cdot v_b T} \right), \quad (9.7)$$

trong đó: T_1 - thời gian lưu nước thải trong công trình :

$$T = T_1 + T_2;$$

ở đây: T_2 - thời gian xử lý nước ở bể tuyển nổi;

H_1 - chiều cao của lớp chất lỏng trong bể tuyển nổi;

α - số va chạm của bọt khí và hạt rắn trên đơn vị quãng đường.

Trong xử lý nước thải, người ta phân biệt các phương pháp tuyển nổi như sau:

- Tuyển nổi phân tán không khí bằng thiết bị cơ học.
- Tuyển nổi phân tán không khí bằng máy bơm khí nén (qua các vòi phun, qua các tấm xốp).
- Tuyển nổi với tách không khí từ nước (tuyển nổi chân không, tuyển nổi không áp, tuyển nổi có áp hoặc bơm hỗn hợp khí nước).
- Tuyển nổi điện, tuyển nổi sinh học và hóa học.

9.1.1. Tuyển nổi phân tán không khí bằng thiết bị cơ học

Các trạm tuyển nổi với phân tán không khí bằng thiết bị cơ học (turbin hướng trục) được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực khai khoáng cũng như trong lĩnh vực xử lý nước thải. Các thiết bị kiểu này cho phép tạo được bọt khí khá nhỏ.

Nguyên tắc hoạt động của máy turbin hướng trục giới thiệu ở hình 9.2. Khi turbin quay nhanh, sau các cánh quạt sẽ tạo ra áp suất chân không, do đó không khí từ khí quyển bên ngoài được hút vào theo ống dẫn rồi phân tán thành những bọt nhỏ trong nước. Phần trên turbin là stato gồm đĩa và cánh hướng dòng. Đĩa có những lỗ để nước tuần hoàn bên trong. Phần dưới của turbin là rôto với các cánh quạt. Khi cánh quạt quay thì hỗn hợp không khí nước được trộn lẫn dạng nhũ tương và bắn ra khỏi stato. Xung quanh stato có lưới chắn để hỗn hợp khí - nước về trạng thái tĩnh. Như vậy trong vùng đó tạo ra vô số dòng xoáy nhỏ làm cất nhỏ các bọt khí.

Phía trên của lưới chắn là vùng tĩnh. Các bọt khí và chất bẩn dính bám vào đó, rồi nổi lên mặt nước. Tốc độ quay của turbin có thể chọn trong khoảng 10 - 15 m/s.

Những thông số tính toán bao gồm: hệ số làm thoáng α (thường lấy bằng 0,35), thời gian lưu nước trong công trình t và đường kính turbin d .

Để động cơ của turbin có công suất không lớn, nên chọn đường kính turbin $d = 600 \div 750\text{mm}$, chiều cao lớp nước 1.5 - 2.0 m (khi turbin làm việc chiều cao này tăng lên khoảng 1.4 lần) và thời gian tuyển nổi trong khoảng 15 - 20 phút.

Loại tuyển nổi phân phối bọt khí bằng turbin nên sử dụng để xử lý nước thải với nồng độ chất rắn không tan cao (trên 2000 - 3000 mg/l) nghĩa là khi tuyển nổi đòi hỏi mức độ bão hòa không khí cao từ 0,1 đến 0,5m³ không khí/1m³ nước thải.

Tính toán công trình tuyển nổi bằng turbin được tiến hành theo thứ tự sau:

Bằng thực nghiệm xác định thời gian tuyển nổi t , tốc độ quay U .

Chiều cao công tác chọn không vượt quá 3,0 m để tránh chiều dài của trục turbin quá lớn.

Ngăn tuyển nổi nên xây dựng theo hình vuông trên mặt bằng với mỗi cạnh:

$$b = 6d, \tag{9.8}$$

trong đó: d - đường kính của turbin, m.

Diện tích mỗi ngăn:

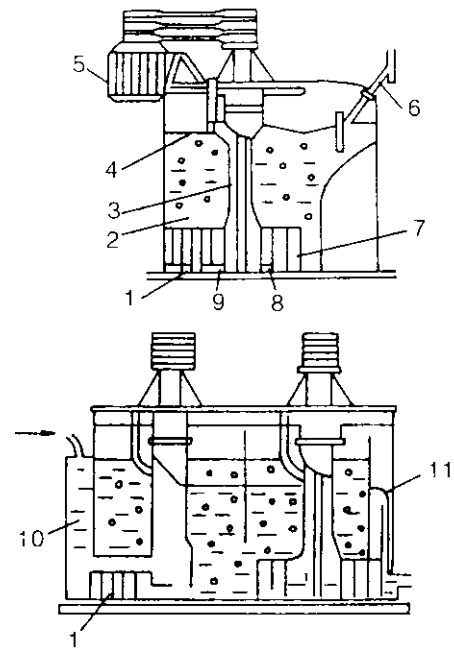
$$f = b^2 = 36d^2, \text{ m}^2, \tag{9.9}$$

Dung tích công tác:

$$W = hf = 36hd^2, \text{ m}, \tag{9.10}$$

trong đó: h - chiều cao công tác của công trình (chiều cao hỗn hợp nước - khí):

$$h = \frac{H_t}{\gamma_{kn}}, \tag{9.11}$$



Hình 9.2. Sơ đồ tuyển nổi bằng turbin hướng trục

- 1- Ngăn tạo chân không; 2- Ngăn tuyển nổi; 3- Trục máy turbin hướng trục; 4- Ống dẫn không khí; 5- Động cơ; 6- Máy hút bọt; 7- Lỗ ở stato để tạo dòng tuần hoàn; 8- Stato; 9- Turbin; 10- Ngăn thu nước; 11- Ngăn xả nước.

ở đây: H_t - mực nước tĩnh trong ngăn tuyến nổi (trước khi tuyến nổi), m:

$$H_t = \varphi \frac{U^2}{2g} \quad (\varphi - \text{hệ số áp lực, đối với các trạm tuyến nổi lấy}$$

bằng 0,2 - 0,3);

γ_{kn} - trọng lượng riêng của hỗn hợp khí - nước ($\gamma_{kn} = 0,6 \gamma_n$, t/m³);

γ_n - trọng lượng riêng của nước thải t/m³.

Số vòng quay của turbin:

$$n = \frac{60.U}{\pi d}, \text{ vòng/phút,} \quad (9.12)$$

Số bể (thiết bị turbin) tuyến nổi cần thiết ở trên trạm:

$$m = \frac{Qt}{24.60W(1-\alpha)}, \quad (9.13)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải, m³/ngày;

α - hệ số làm thoáng $\alpha = 0,35$;

t - thời gian tuyến nổi, phút.

Công suất của động cơ turbin:

$$N = \frac{q_{kn} \cdot \gamma_{kn} H_t}{102\eta}, \text{ kW,} \quad (9.14)$$

trong đó: q_{kn} - lưu lượng giây của hỗn hợp khí - nước:

$$q_{kn} = \frac{Q \cdot 1000}{86400m(1-\alpha)}, \text{ l/s;} \quad (9.15)$$

η - hệ số hữu ích, $\eta = 0,2 - 0,3$.

Khuyết điểm của trạm tuyến nổi phân phối bọt bằng turbin là phải đặt quá nhiều động cơ và turbin để phân tán không khí. Những thiết bị đó đòi hỏi thường xuyên sửa chữa hoặc thay các chi tiết ngập dưới nước thải. Ngoài ra khi sửa chữa sẽ gặp nguy hiểm nếu nước thải chứa các chất độc hại.

9.1.2. Tuyến nổi phân tán không khí bằng máy bơm nén khí (qua các vòi phun, qua các tấm xốp)

9.1.2.1. Tuyến nổi phân tán không khí qua các vòi phun

Thường được sử dụng để xử lý nước thải chứa các tạp chất tan dễ ăn mòn vật liệu chế tạo các thiết bị cơ giới (bơm, turbin) với các chi tiết chuyển động.

Thời gian tuyển nổi có thể lấy khoảng 15 - 20 phút tùy thuộc vào loại nước thải. Dung tích bể xác định theo công thức:

$$W = \frac{Q_{\text{ngày}} \cdot t}{24 \cdot 60(1 - \alpha)}, \text{ m}^3, \quad (9.16)$$

trong đó: α - hệ số làm thoáng, sơ bộ chọn $\alpha = 0,2 - 0,3$;
 t - thời gian tuyển nổi, phút.

Lượng không khí cần thiết:

$$V = I \cdot F, \text{ m}^3/\text{h}, \quad (9.17)$$

trong đó: I - cường độ làm thoáng lấy bằng 15 - 20 $\text{m}^3/\text{m}^2\text{h}$;
 F - diện tích mặt thoáng, m^2 .

Số vòi phun cần thiết xác định theo công thức:

$$n = \frac{V}{3600 \cdot f \cdot s}, \quad (9.18)$$

trong đó: f - diện tích tiết diện của mỗi vòi phun, m^2 ;
 s - tốc độ không khí qua vòi, m/s .

Không khí phân tán vào ngăn tuyển nổi qua các vòi phun đặc biệt gắn trên hệ thống đường ống phân phối đặt cách nhau 250 - 300 mm. Áp suất công tác trước các vòi phun 3 - 5 at, tốc độ không khí qua vòi 100 - 200 m/s .

9.1.2.2. Tuyển nổi phân tán không khí qua tấm xốp, chụp xốp

Tuyển nổi phân tán không khí qua tấm xốp, chụp xốp có ưu điểm so với các biện pháp tuyển nổi khác: cấu tạo các ngăn tuyển nổi giống cấu tạo của aeroten, ít tốn điện năng, không cần thiết bị cơ giới phức tạp, rất có lợi khi xử lý nước thải có tính xâm thực cao.

Khuyết điểm của biện pháp tuyển nổi này là: các lỗ của các tấm xốp, chụp xốp chóng bị tắc làm tăng tổn thất áp lực, khó chọn vật liệu xốp đáp ứng yêu cầu về kích thước các bọt khí. Bởi vì không khí phân tán qua tấm xốp tạo ra các bọt khí nhỏ với tốc độ chậm, nhưng phải đảm bảo khoảng cách giữa các bọt khí để chúng nổi lên mà không dính vào nhau.

Đường kính của các lỗ dưới 3 mm có thể xác định theo công thức:

$$r_2 = K \sqrt[4]{r_1^2 \sigma_{1-2}}, \quad (9.19)$$

trong đó: r_2 - đường kính bọt không khí, cm;
 r_1 - đường kính lỗ ở tấm xốp, cm;

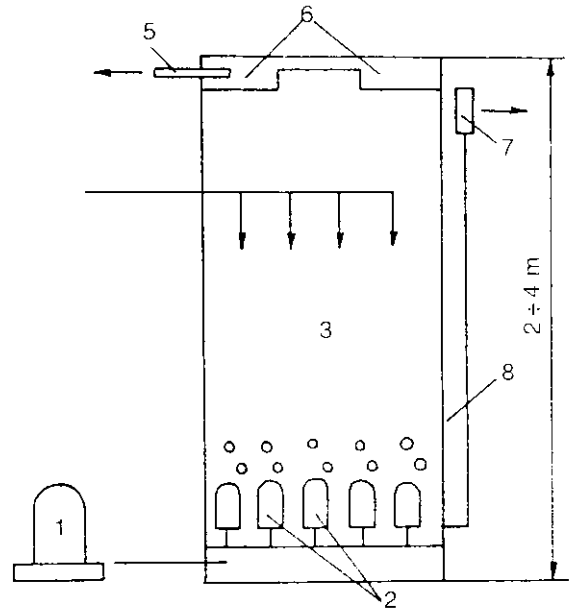
σ_{1-2} - sức căng bề mặt ở biên giới khí - nước, dyn/cm:

K - hệ số thực nghiệm, trong đa số trường hợp $K = 6$.

Lưu lượng không khí tối đa qua các lỗ của tấm xốp đảm bảo cho các bọt không dính kết với nhau có thể xác định theo công thức:

$$Q_{\max} = 104 \cdot r_1^2 \quad (9.20)$$

Hiệu suất tuyển nổi, kích thước ngăn tuyển nổi tùy thuộc vào kích thước các tấm xốp, chụp xốp, áp suất không khí dưới các tấm xốp, chụp xốp, lưu lượng không khí, thời gian tuyển nổi, mực nước trước và khi tuyển nổi,... Theo các số liệu kinh nghiệm xử lý nước thải chứa nhựa và dầu thì kích thước các lỗ phải trong khoảng 4 - 20 mm, áp suất không khí 1 - 2 at. Mực nước công tác trước khi thổi khí 1,5 - 2,0 m. Lưu lượng không khí 40 - 70 m³/m²h hoặc 0,24 - 0,31 m³/m³h. Mực nước trong thời gian thổi khí phụ thuộc vào áp suất không khí mà tăng từ 6% (1 at) đến 56% (2 at).



Hình 9.3. Sơ đồ xử lý tuyển nổi nước thải công suất nhỏ

1- Máy nén khí; 2- Chụp xốp; 3- Ngăn tuyển nổi; 4- Phân phối nước vào; 5- Ống xả bọt chất nổi; 6- Máng tập trung bọt; 7- Thiết bị điều chỉnh mực nước; 8- Ống dẫn nước sạch ra.

Hình 9.3 giới thiệu sơ đồ xử lý tuyển nổi phân tán không khí bằng chụp xốp - gồm với lưu lượng nước thải không lớn. Bể tuyển nổi có dạng hình trụ cao 2 - 4 m. Nước thải vào phía trên và nước sạch ra phía dưới.

Hình 9.4 giới thiệu sơ đồ tuyển nổi phân tán không khí bằng tấm xốp thường áp dụng đối với lưu lượng nước thải lớn.

Hình 9.5 giới thiệu sơ đồ bể tuyển nổi hở phân phối không khí qua tấm xốp hoặc ống đục lỗ, xử lý nước thải chứa các tạp chất hoạt tính bề mặt.

Dung tích công tác của các ngăn tuyển nổi xác định theo công thức sau:

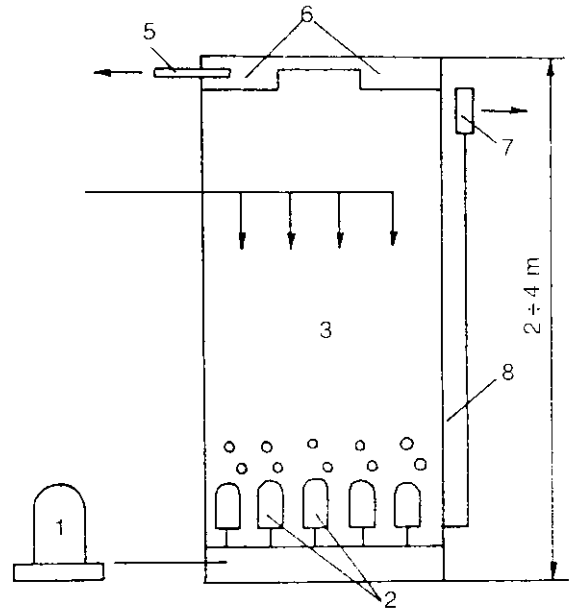
σ_{1-2} - sức căng bề mặt ở biên giới khí - nước, dyn/cm:

K - hệ số thực nghiệm, trong đa số trường hợp $K = 6$.

Lưu lượng không khí tối đa qua các lỗ của tấm xốp đảm bảo cho các bọt không dính kết với nhau có thể xác định theo công thức:

$$Q_{\max} = 104 \cdot r_1^2 \quad (9.20)$$

Hiệu suất tuyển nổi, kích thước ngăn tuyển nổi tùy thuộc vào kích thước các tấm xốp, chụp xốp, áp suất không khí dưới các tấm xốp, chụp xốp, lưu lượng không khí, thời gian tuyển nổi, mực nước trước và khi tuyển nổi,... Theo các số liệu kinh nghiệm xử lý nước thải chứa nhựa và dầu thì kích thước các lỗ phải trong khoảng 4 - 20 mm, áp suất không khí 1 - 2 at. Mực nước công tác trước khi thổi khí 1,5 - 2,0 m. Lưu lượng không khí 40 - 70 m³/m²h hoặc 0,24 - 0,31 m³/m³h. Mực nước trong thời gian thổi khí phụ thuộc vào áp suất không khí mà tăng từ 6% (1 at) đến 56% (2 at).



Hình 9.3. Sơ đồ xử lý tuyển nổi nước thải công suất nhỏ

1- Máy nén khí; 2- Chụp xốp; 3- Ngăn tuyển nổi; 4- Phân phối nước vào; 5- Ống xả bọt chất nổi; 6- Máng tập trung bọt; 7- Thiết bị điều chỉnh mực nước; 8- Ống dẫn nước sạch ra.

Hình 9.3 giới thiệu sơ đồ xử lý tuyển nổi phân tán không khí bằng chụp xốp - gồm với lưu lượng nước thải không lớn. Bể tuyển nổi có dạng hình trụ cao 2 - 4 m. Nước thải vào phía trên và nước sạch ra phía dưới.

Hình 9.4 giới thiệu sơ đồ tuyển nổi phân tán không khí bằng tấm xốp thường áp dụng đối với lưu lượng nước thải lớn.

Hình 9.5 giới thiệu sơ đồ bể tuyển nổi hở phân phối không khí qua tấm xốp hoặc ống đục lỗ, xử lý nước thải chứa các tạp chất hoạt tính bề mặt.

Dung tích công tác của các ngăn tuyển nổi xác định theo công thức sau:

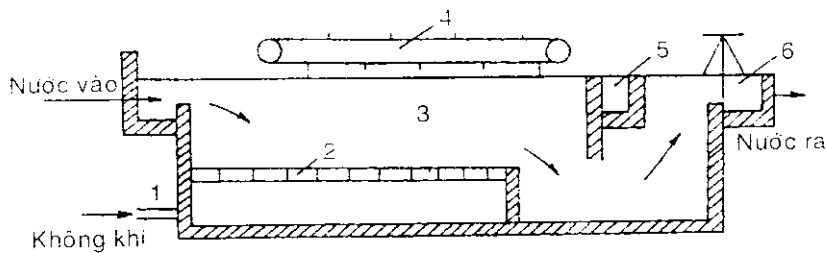
$$W = \frac{Q_{ng} \cdot t}{24.60(1 - \alpha)} \cdot m^3 \quad (9.21)$$

trong đó: t - thời gian tuyến nổi, đối với nước thải các xí nghiệp tẩy nhuộm
 $t = 30 - 45$ phút, các xí nghiệp thuộc da $t = 60$ ph;
 α - hệ số làm thoáng ($\alpha = 0.2 - 0.3$).

Diện tích hữu ích của các ngăn tuyến nổi:

$$F = \frac{W}{H} \cdot m^2 \quad (9.22)$$

(H - chiều cao hữu ích của nước, chọn $H = 2 - 4$ m).



Hình 9.4. Sơ đồ bể xử lý tuyến nổi phân phối không khí qua tấm xốp

- 1- Ống dẫn khí; 2- Các tấm xốp; 3- Ngăn tuyến nổi; 4- Hệ thống gạt bọt;
 5- Màng thu bọt cận; 6- Thiết bị điều chỉnh mực nước ở cửa ra.

Số ngăn tuyến nổi làm việc song song:

$$m = \frac{F}{f} \quad (9.23)$$

(f - diện tích hữu ích của mỗi ngăn, m^2).

Lưu lượng không khí cần thổi vào:

$$Q_{kk} = IF \cdot m^3/h \quad (9.24)$$

(I - cường độ thổi khí, chọn bằng $8 - 12$ $m^3/m^2 \cdot h$).

Áp lực yêu cầu và công suất các máy nén khí xác định như ở bể aeroten.

Chiều sâu của ngăn chứa - khử bọt và ngưng tụ nước được xác định như sau:

Lưu lượng bọt tạo ra khi tuyến nổi xác định theo công thức:

$$Q_h = n \cdot Q_{max} \cdot m^3/h \quad (9.25)$$

trong đó: n - số lượng bọt tạo ra đối với xí nghiệp tẩy nhuộm vải sợi và da

$n = 0.4 - 1.6$; trung bình chọn bằng $1 - 1.2$;

Q_{max} - lưu lượng giờ tối đa của nước thải, m^3/h .

Dung tích bọt tạo ra trong thời gian tuyến nổi:

$$Q_{tn} = Q_b \frac{t}{60} \cdot m^3 \quad (9.26)$$

(t - thời gian tuyến nổi, ph).

Dung tích bọt tính toán:

$$Q_{bt} = Q_{tn} \frac{100 - x}{100} \cdot m^3 \quad (9.27)$$

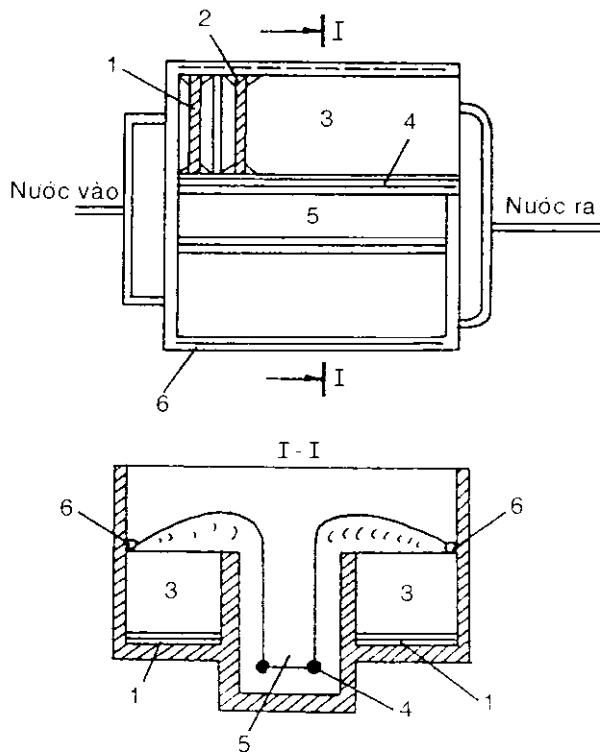
(x - số lượng bọt bị tắt trong thời gian tuyến nổi phụ thuộc vào t khi $t = 15$ ph, $x = 25\%$; $t = 30$ ph, $x = 6 \div 15\%$).

Chiều cao lớp bọt trong ngăn chứa:

$$H_b = \frac{Q_{bt}}{L \cdot B} \cdot m \quad (9.28)$$

trong đó: L - chiều dài ngăn chứa bằng chiều dài ngăn tuyến nổi, m;

B - chiều rộng ngăn chứa bọt, chọn $B = 2 \div 4$ m.



Hình 9.5. Sơ đồ xử lý nước thải chứa chất hoạt tính bề mặt

1- Các tấm xốp; 2- Ống dẫn khí; 3- Ngăn tuyến nổi; 4- Ống dẫn hơi nóng;

5- Ngăn chứa và khử bọt; 6- Ống đục lỗ dẫn khí để khử bọt.

Chiều cao lớp nước ngưng tụ bọt:

$$H_{ng} = \frac{V_{ng}}{L.B}, m \quad (9.29)$$

(V_{ng} - dung tích nước ngưng, chọn bằng 1 - 5% lưu lượng giờ tối đa của nước thải, m³).

Tốc độ bình quân lớp bọt:

$$V = \frac{Q_{btt}}{L.B.t} . 100, \text{ cm/ph} . \quad (9.30)$$

Bọt trong ngăn chứa có thể tự khử bằng nhiều biện pháp khác nhau: dùng vòi hoa sen phun mưa hoặc dùng các ống ruột gà trong đó dẫn hơi nóng.

Nước ngưng từ bọt chiếm 1 - 1,2% lượng nước thải. Nếu tinh khiết tức là chỉ chứa các chất hoạt tính bề mặt có thể đưa về dùng lại trong sản xuất. Nếu chứa nhiều các tạp chất bẩn khác thì dẫn ra sân phơi bùn hoặc cho qua các thiết bị cô bay hơi hoặc lò nung đốt để khử độc.

9.1.3. Tuyển nổi với tách không khí từ nước (tuyển nổi chân không; tuyển nổi không áp; tuyển nổi có áp hoặc bơm hỗn hợp khí nước)

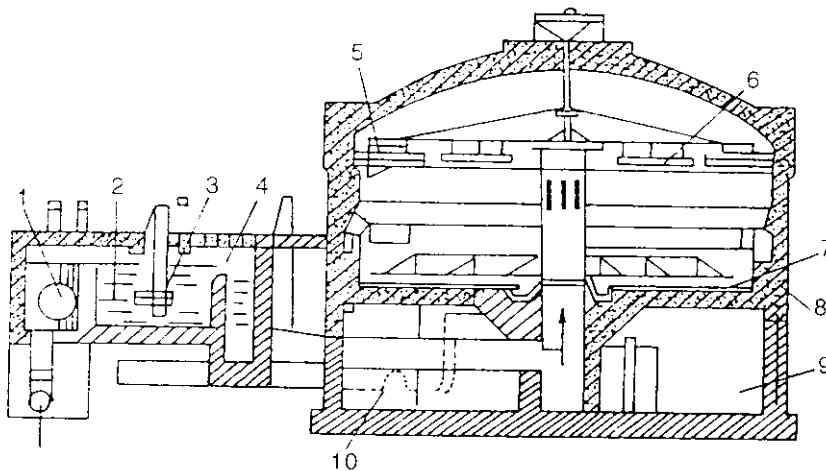
Biện pháp này được sử dụng rộng rãi với nước thải chứa các chất bẩn kích thước nhỏ vì nó cho phép tạo bọt khí rất nhỏ. Thực chất của biện pháp này là tạo ra một dung dịch (nước thải) bão hòa không khí. Sau đó không khí tự tách ra khỏi dung dịch ở dạng các bọt khí cực nhỏ. Khi các bọt khí này nổi lên bề mặt sẽ kéo theo các chất bẩn.

Tuyển nổi với tách không khí từ nước phân biệt thành: tuyển nổi chân không, tuyển nổi không áp, tuyển nổi có áp hoặc bơm hỗn hợp khí - nước.

9.1.3.1. Tuyển nổi chân không

Hình 9.6 giới thiệu sơ đồ tuyển nổi chân không. Hỗn hợp khí nước được bơm vào ngăn làm thoáng và từ đó nước thải dẫn qua ngăn sau để tách không khí chưa kịp hòa tan. Do sự chênh lệch áp suất nên nước được dẫn vào ngăn tuyển nổi. Ở đó nhờ áp suất chân không, không khí (đã được phân tán trong nước dưới áp suất khí quyển) được hình thành ở dạng các bọt cực nhỏ và kéo theo các chất bẩn nổi lên tạo thành lớp bọt bề mặt. Lớp bọt nhờ các thanh gạt gắn ở phía trên, cặn lắng nhờ các thanh gạt gắn ở phía dưới gom lại đẩy vào máng dẫn tới bể chứa. Nước trong qua hệ thống máng tôn đặt ở xung quanh dẫn đi để xử lý tiếp tục.

Áp suất chân không trong ngăn tuyến nổi khoảng 225 - 300 mmHg và được tạo ra ban đầu nhờ bơm chân không. Sau đó bơm này có thể làm việc liên tục hoặc gián đoạn để đẩy lượng khí tách ra trong ngăn tuyến nổi. Để nước trong ngăn tuyến nổi với áp suất chân không có thể tháo ra công trình bên ngoài (với áp suất khí quyển) thì cốt chênh lệch giữa mực nước trong và ngoài phải lớn hơn áp suất chân không bên trong. Chênh lệch đó độ khoảng 8 - 10 m cột nước, còn nếu không đủ thì phải dùng máy bơm để hút nước đi. Thời gian nước lưu trong ngăn tuyến nổi khoảng 20 ph. lưu lượng bề mặt 220 m³/m².ngày.



Hình 9.6. Sơ đồ tuyến nổi chân không

1- Điều chỉnh nước vào; 2- Ngăn làm thoáng tạo bọt; 3- Thiết bị thổi khí; 4- Thiết bị khử khí; 5- Máng thu cặn nổi; 6- Thanh gạt bọt; 7- Thanh gạt cặn lắng; 8- Máng thu nước trong; 9- Ngăn thiết bị kỹ thuật; 10- Ngăn chứa cặn bọt.

Tuyến nổi bằng chân không có những ưu điểm sau:

- Quá trình (tạo bọt khí, dính kết giữa bọt khí và chất bẩn, tốc độ nổi của hỗn hợp bọt khí - chất bẩn) diễn ra ở trạng thái tĩnh nên hiệu suất tuyến nổi cao.
- Tốn ít năng lượng.

Tuy nhiên biện pháp tuyến nổi bằng chân không có những nhược điểm sau:

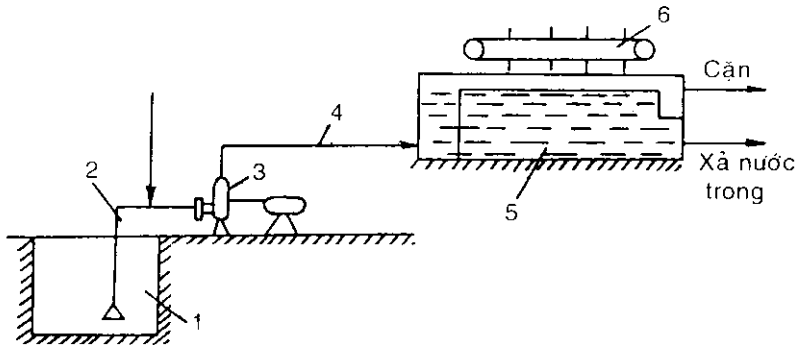
- Mức độ bão hòa các bọt khí ở trong nước thấp, nên sử dụng đối với loại nước thải có nồng độ nhiễm bẩn chất không tan (trên 250 - 300 mg/l);
- Phải xây dựng lắp ráp các thùng chân không kín với các thiết bị gạt cơ giới bên trong. Cấu tạo phức tạp, quản lý gặp nhiều khó khăn nhất là khi sửa chữa bất kỳ chi tiết nào cũng đòi hỏi ngừng làm việc của cả trạm.

- Khi độ chênh lệch mực nước ở trong và ngoài ngăn tuyến nổi không đủ thắng áp suất chân không bên trong thì cần dùng máy bơm để tháo nước.

9.1.3.2. Tuyến nổi không áp lực

Hình 9.7 giới thiệu sơ đồ tuyến nổi không áp lực. Không khí được dẫn vào ống hút máy bơm từ máy nén khí hoặc ejector. Hỗn hợp khí - nước được tạo thành trong máy bơm và được đẩy vào bể hở kiểu bể lắng ngang. Ở đó bọt khí nổi lên bề mặt kéo theo các tạp chất bẩn.

Nhược điểm chủ yếu của biện pháp này là khó điều chỉnh không khí và do đó chế độ công tác của trạm không ổn định. Ví dụ, chỉ cần tăng lưu lượng không khí lên một chút (10%) so với tính toán đã làm chế độ công tác bình thường của máy bơm bị phá hủy. Còn nếu giảm lượng không khí thì lại làm hiệu suất tuyến nổi kém đi rõ rệt.



Hình 9.7. Sơ đồ tuyến nổi không áp lực

- 1- Bể chứa; 2- Ống hút máy bơm; 3- Máy bơm; 4- Ống đẩy máy bơm;
5- Ngăn tuyến nổi; 6- Thanh gạt.

Khuyết điểm nữa của biện pháp không áp lực là bánh xe công tác của máy bơm chỉ tạo được các bọt khí tương đối lớn nên hiệu suất tuyến nổi không cao, không xử lý được các chất tán sắc nhỏ.

9.1.3.3. Tuyến nổi áp lực

Hình 9.8 giới thiệu sơ đồ tuyến nổi áp lực. Nước thải từ bể chứa được bơm hút và đẩy lên thùng áp lực rồi vào ngăn tuyến nổi hở. Không khí cũng được dẫn vào ống hút của máy bơm từ máy nén khí hoặc từ ejector. Khi qua thùng áp lực do áp suất tăng lên không khí hòa tan nhiều hơn ở trong nước thải.

Độ hòa tan của không khí ở trong nước ở thời điểm bão hòa được biểu thị bằng công thức:

$$x = p.b(1 - e^{-kt}), \quad (9.31)$$

trong đó: x - nồng độ khí ở trong nước, mg/l;

b - nồng độ khí ở trong nước ứng với thời điểm bão hòa hoàn toàn (ở nhiệt độ cho trước và áp suất khí quyển), mg/l;

p - áp suất khi thực hiện bão hòa, at;

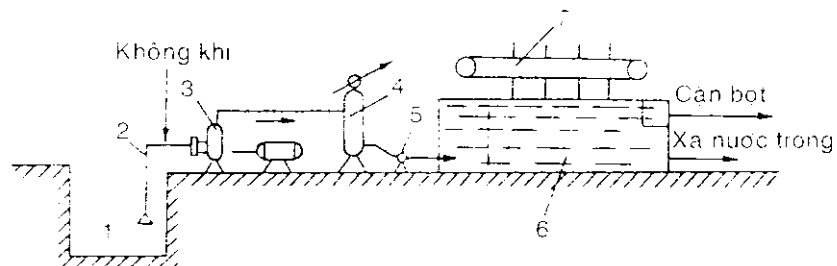
t - thời gian bão hòa, ph;

k - hệ số tỉ lệ hòa tan khí trong nước, 1/ph.

Phương trình (9.31) chỉ đúng khi nước được hoàn toàn bão hòa khí. Trong thực tế, oxy không có trong nước thải vì bị tiêu thụ cho các nhu cầu oxy hóa chất bẩn, còn ngược lại nitơ hoàn toàn bão hòa trong nước thải vì có nhiều thời gian tiếp xúc với không khí trong máng, kênh dẫn và trong phân xưởng.... Khi đó lượng không khí hòa tan trong nước thải được xác định bằng phương trình:

$$x = p.b - (p.b - b_a)e^{-kt}, \quad (9.32)$$

trong đó: b_a - độ hòa tan của nitơ trong nước thải ở nhiệt độ cho trước và áp suất khí quyển, mg/l;



Hình 9.8. Sơ đồ tuyến nổi áp lực

- 1- Bể chứa; 2- Ống hút; 3- Máy bơm; 4- Thùng áp lực;
5- Van điều chỉnh áp lực; 6- Ngăn tuyến nổi; 7- Thanh gạt.

Lượng không khí được tách khỏi nước khi giảm áp suất tới áp suất khí quyển:

$$y = x - b :$$

hay
$$y = (p - 1)b - (pb - b_a)e^{-kt}. \quad (9.33)$$

Trong công thức này, hằng số tốc độ hòa tan không khí ở trong nước thải k có thể xác định bằng thực nghiệm. Với nhiệt độ của nước thải trong khoảng 9 - 30°C thì hằng số tốc độ hòa tan không khí ở trong nước có thể xác định theo công thức:

$$K_T = K_{20} \frac{b_{20}}{b_T}. \quad (9.34)$$

trong đó: K_{20} - hằng số tốc độ hòa tan không khí ở trong nước thải ở nhiệt độ 20°C và áp suất khí quyển;

b_T - độ hòa tan không khí ở nhiệt độ T đang xét và áp suất khí quyển, mg/l;

b_{20} - độ hòa tan không khí vào nước thải ở nhiệt độ 20°C và áp suất khí quyển, mg/l.

Lượng không khí được tách (cần phải tách) từ nước bão hòa (đáp ứng hiệu suất tuyến nổi cần thiết) thường bằng 1 - 5% dung tích của nước thải.

Khi tuyến nổi áp lực thường phải xác định giá trị áp suất tối ưu và thời gian bão hòa không khí t . Thời gian bão hòa thường chọn $t = 0.5 \div 2.0$ ph. Khi chọn bơm và thiết bị, áp suất và thời gian bão hòa có thể xác định theo công thức sau:

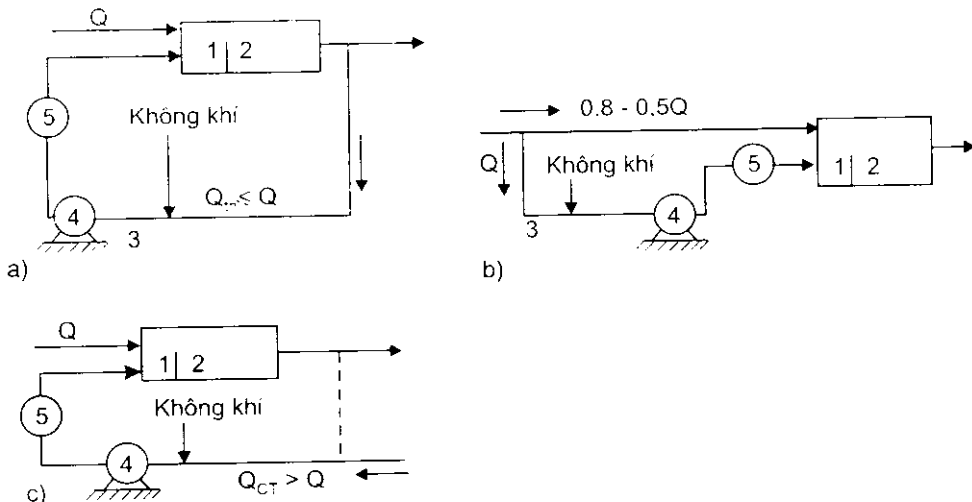
$$p = \frac{y + b \cdot b_a e^{-kt}}{b(1 - e^{-kt})} \quad (9.35)$$

$$t = \frac{\lg(pb - b_a) - \lg[(p - 1)b - y]}{0,434k} \quad (9.36)$$

Dung tích thùng áp lực được tính theo công thức:

$$W_a = Q \cdot t, \quad (9.37)$$

(Q - lưu lượng nước thải, m³/ph.



Hình 9.9. Các sơ đồ tuyến nổi áp lực

a) Với nước tuần hoàn; b) Với bơm nước vào một phần; c) Với nước công tác;

1- Ngăn tiếp nhận; 2- Ngăn tuyến nổi; 3- Ống hút máy bơm; 4- Máy bơm; 5- Thùng áp lực.

Dung tích thùng áp lực được tính với thời gian cần thiết để bão hòa không khí (0,5 - 5 ph). Nếu bơm đặt xa ngăn tuyển nổi (thường đối với các công trình có lưu lượng lớn) thì thời gian cần thiết để bão hòa không khí trong nước có thể thực hiện ngay trong ống dẫn của máy bơm nên có thể đặt thùng áp lực với dung tích nhỏ hơn hoặc không cần lắp đặt thùng áp lực.

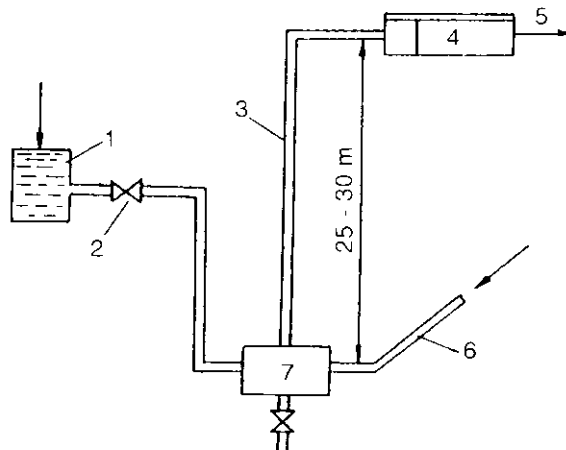
Dung tích ngăn tuyển nổi được xác định với thời gian lưu nước 20 phút. Chiều sâu của ngăn khoảng 1 - 1,5m.

Biện pháp tuyển nổi áp lực có khuyết điểm là phải bơm toàn bộ khối lượng nước thải Q , áp lực của bơm cần phải bằng áp suất khí thực hiện bão hòa. Vì vậy biện pháp này chỉ dùng khi lượng nước thải ít.

Để giảm năng lượng tiêu hao mà vẫn đảm bảo hiệu suất tuyển nổi có thể sử dụng một trong các sơ đồ giới thiệu trên hình 9.9.

9.1.3.4. Tuyển nổi với trạm bơm khí nén

Hình 9.10 giới thiệu sơ đồ trạm tuyển nổi với trạm bơm bằng khí nén. Nước được bão hòa không khí dưới áp lực cao rồi lại tách không khí ra ở môi trường áp lực thấp hơn.



Hình 9.10. Sơ đồ trạm tuyển nổi với bơm bằng khí nén

- 1- Thùng cấp nước; 2- Ống dẫn nước; 3- Ống dẫn hỗn hợp khí nén - nước;
4- Ngăn tuyển nổi; 5- Nước sạch; 6- Ống dẫn khí nén; 7- Vòi phun hòa trộn.

Tuyển nổi với trạm bơm khí nén giảm được năng lượng tiêu hao xuống khoảng 2 - 4 lần so với các loại tuyển nổi áp lực và phân tán khí bằng cơ giới, giảm được chi phí xây dựng trạm.

Tuy nhiên, vị trí của ngăn tuyển nổi đặt cao so với các công trình khác trên trạm.

9.1.4. Tuyển nổi điện, tuyển nổi sinh học và hóa học

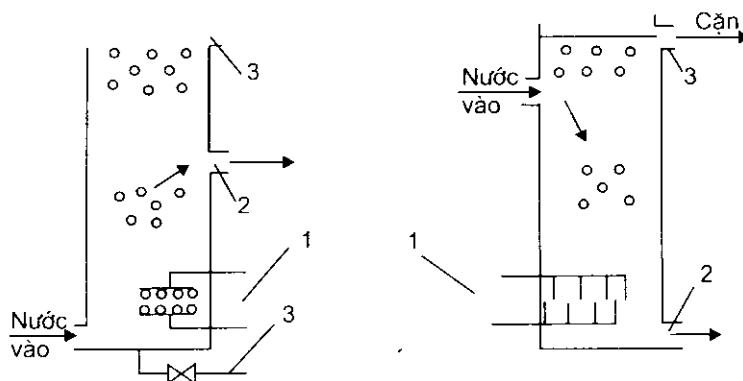
9.1.4.1. Tuyển nổi điện

Khi dòng điện một chiều đi qua nước thải, ở một trong các cực điện (catot) sẽ tạo ra khí hydro. Kết quả nước thải được bão hòa bởi các bọt khí và khi nổi lên kéo theo các chất bẩn không tan tạo thành váng bọt bề mặt. Ngoài ra nếu trong nước thải chứa các chất bẩn khác là các chất điện phân thì khi dòng điện đi qua sẽ làm thay đổi thành phần hóa học và tính chất của nước, trạng thái các chất không tan do có các quá trình điện ly, phân cực, điện chuyển và oxy hóa khử,... diễn ra.

Trong nhiều trường hợp những thay đổi đó có lợi cho quá trình xử lý nước thải và trong những trường hợp khác cần phải điều khiển các quá trình đó để đạt được hiệu suất xử lý theo loại chất bẩn cần khử bỏ.

Khi sử dụng các điện cực tan (sắt hoặc nhôm) thì ở cực anot sẽ diễn ra quá trình hòa tan kim loại. Kết quả sẽ có cation kim loại chuyển vào nước. Cation đó sẽ cùng với nhóm hydroxyl hóa hợp tạo thành hydroxit là những chất keo tụ phổ biến trong thực tế xử lý nước thải. Do đó trong không gian các điện cực sẽ đồng thời diễn ra các quá trình tạo bông keo, tạo bọt khí, và tạo điều kiện để các bọt khí bám vào bông cũng như làm quá trình keo tụ chất bẩn, quá trình hấp phụ, dính kết,... diễn ra mạnh và hiệu suất tuyển nổi cao hơn. Cường độ của các quá trình này phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Thành phần hóa học nước thải.
- Vật liệu các điện cực (tan hoặc không tan).
- Các thông số của dòng điện: điện thế, cường độ, điện trở suất....



Hình 9.11. Sơ đồ tuyển nổi điện một ngăn

a) Xuôi dòng; b) Ngược dòng.

1- Hệ điện cực; 2- Xả nước sạch; 3- Xả cặn.

Hình 9.11 giới thiệu sơ đồ tuyến nổi điện kiểu ngang một ngăn, đối với trạm công suất lớn thì nên dùng kiểu hai ngăn (xem hình 9.12) gồm một ngăn điện cực (ngăn keo tụ) và một ngăn tuyến nổi.

Tính toán gồm: xác định dung tích tổng cộng W , dung tích ngăn keo tụ W_1 , dung tích ngăn tuyến nổi W_2 và các thông số về điện.

Dung tích tổng cộng của trạm:

$$W = W_1 + W_2, \text{ m}^3. \quad (9.38)$$

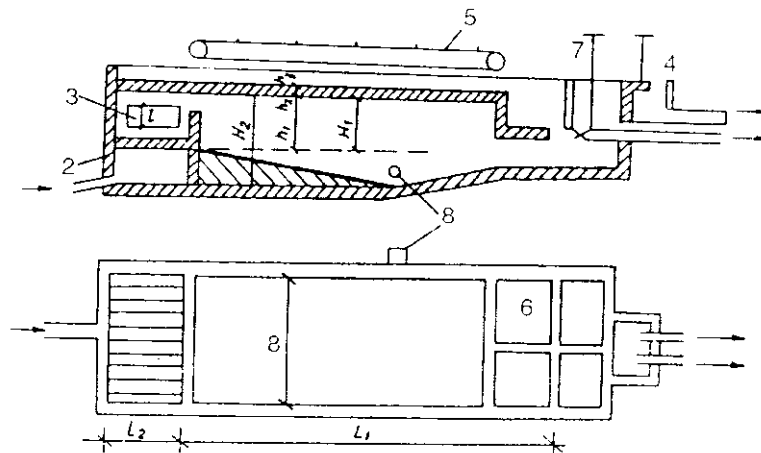
Dung tích ngăn keo tụ phải đủ để đặt các điện cực với công suất cần thiết. Số tấm điện cực cần đặt là:

$$n = \frac{B - 2d + e}{p + e}, \quad (9.39)$$

trong đó: d - khoảng cách từ hai tấm điện cực ngoài cùng tới tường, chọn $d = 100 \text{ mm}$;

e - khoảng cách giữa hai tấm điện cực, $e = 15 \div 20 \text{ mm}$;

p - chiều dày của mỗi tấm điện cực, $p = 6 \div 10 \text{ mm}$.



Hình 9.12. Sơ đồ tuyến nổi điện kiểu ngang

- 1- Ngăn dẫn nước vào; 2- Lưới giảm tốc; 3- Hệ điện cực; 4- Điều chỉnh mực nước;
5- Hệ thống gạt bọt; 6- Ngăn tiếp nhận bọt cặn; 7- Điều chỉnh xả bọt cặn; 8- Xả cặn lắng.

Diện tích mỗi tấm điện cực:

$$f = \frac{S}{n - 1}, \quad (9.40)$$

trong đó: S - diện tích hữu ích của các tấm điện cực, được xác định theo công thức:

$$S = \frac{D \cdot Q}{i}, \text{ m}^2, \quad (9.41)$$

ở đây: D - lượng điện đơn vị. A.h/m³;

Q - lưu lượng tính toán của nước thải. m³/h;

i - cường độ dòng điện ở điện cực. A/m².

Các giá trị D và i được xác định bằng thực nghiệm.

Sau khi xác định được f , chọn chiều cao của mỗi tấm điện cực b (nên chọn $b = h_1 = 1 \div 1,5$ m, bằng chiều cao lớp nước công tác), xác định được chiều dài của nó:

$$l = \frac{f}{b}, \text{ m}. \quad (9.42)$$

Chiều dài ngăn điện cực (keo tụ):

$$L_2 = l + 2d, \text{ m}. \quad (9.43)$$

Dung tích ngăn keo tụ:

$$W_1 = B \cdot H_1 \cdot L_2, \text{ m}^3. \quad (9.44)$$

H_1 - chiều cao công tác của ngăn tuyển nổi:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3, \text{ m}. \quad (9.45)$$

trong đó: h_1 - chiều cao lớp nước công tác. $h_1 = 1 \div 1,5$ m;

h_2 - chiều cao lớp nước bảo vệ. $h_2 = 0,3 \div 0,5$ m;

h_3 - chiều cao lớp bọt cặn. $h_3 = 0,4 \div 0,5$ m.

Dung tích ngăn tuyển nổi:

$$W_2 = Q \cdot t, \text{ m}^3. \quad (9.46)$$

trong đó: t - thời gian tuyển nổi, xác định bằng thực nghiệm:

$$t = 0,3 \div 0,75 \text{ h}.$$

9.1.4.2. Tuyển nổi sinh học và hóa học

Dùng để cô đặc cặn từ bể lắng đợt I. Cặn từ bể lắng đợt I được tập trung vào một bể đặc biệt và đun nóng tới nhiệt độ 35 - 55°C trong vài ngày. Do sinh vật phát triển làm lên men chất bản tạo bọt khí nổi lên, kéo theo cặn cùng nổi lên bề mặt, sau đó gạt vớt lớp bọt. Kết quả cặn giảm được độ ẩm tới 80%.

Bùn hoạt tính dư ở bể lắng đợt II khó tuyển nổi.

Khi cho hóa chất (phèn) vào nước thải, thì song song với các quá trình hóa học, còn tạo ra các bọt khí như CO_2 , O_2 , Cl_2 . Trong những điều kiện nhất định, các bọt khí này nổi lên kéo theo các chất bẩn không tan trong nước thải.

Khi tuyển nổi hóa học thì nước thải cần được xáo trộn với hóa chất ở bể trộn, sau đó cho qua ngăn tuyển nổi. Thời gian lưu nước trong bể trộn không ít hơn 3 - 5 ph để thực hiện các phản ứng và tạo bọt.

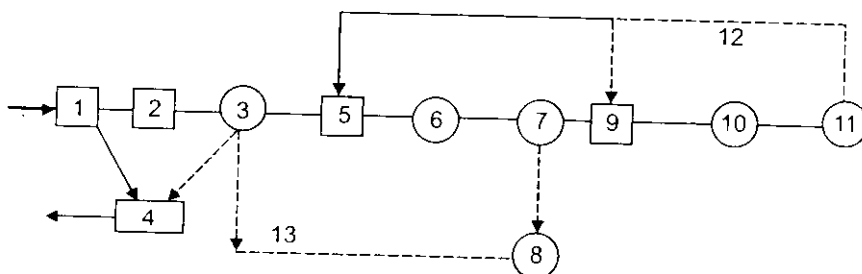
9.1.5. Sơ đồ xử lý nước thải bằng phương pháp tuyển nổi

Phương pháp tuyển nổi được sử dụng phổ biến để xử lý nước thải đô thị và nhiều lĩnh vực công nghiệp như: chế biến dầu, thuộc da, dệt, chế biến thịt...

Tuyển nổi có thể thực hiện ở giai đoạn xử lý sơ bộ trước khi qua giai đoạn xử lý sinh học, hóa học (bể tuyển nổi có thể thay thế bể lắng hoặc trong tổ hợp một sơ đồ đứng trước hoặc sau bể lắng), đồng thời cũng có thể thực hiện ở giai đoạn xử lý triệt để sau khi đã xử lý sinh học.

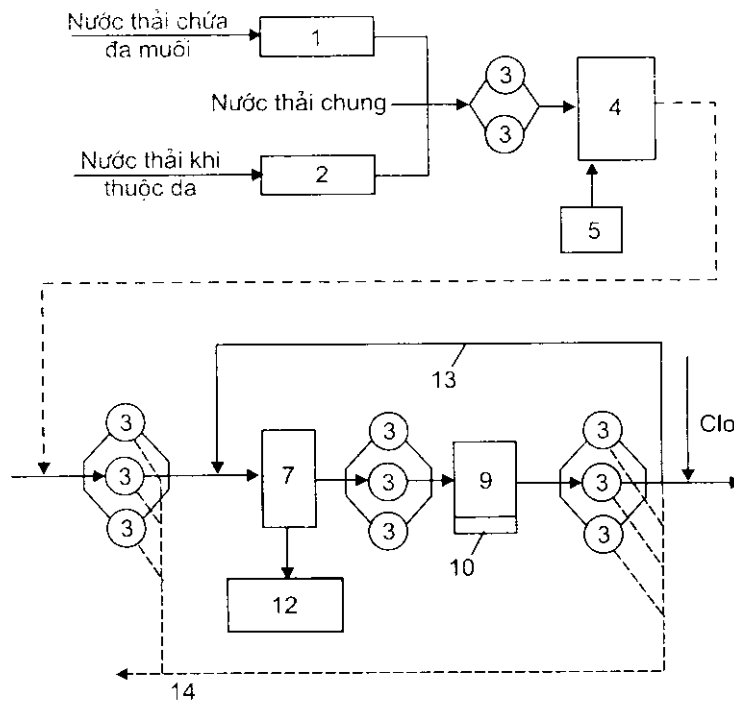
Hình 9.13 giới thiệu sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải đô thị với bể tuyển nổi chân không và bể lọc sinh vật hai cấp. Để tăng hiệu suất tuyển nổi có thể cho thêm chất tuyển nổi với điều kiện không gây ảnh hưởng xấu đối với các công trình xử lý sinh học tiếp theo.

Hình 9.14 giới thiệu sơ đồ công nghệ xử lý nước thải với bể tuyển nổi tại nhà máy thuộc da. Theo kết quả quản lý và nghiên cứu thì hiệu suất công tác của các bể tuyển nổi khá cao: 40 - 50% theo chất lơ lửng, 20 - 25% theo BOD, 75% theo mỡ, 30 - 50% theo chất hoạt tính bề mặt.



Hình 9.13. Sơ đồ trạm xử lý tuyển nổi chân không

1- Song chắn rác; 2- Ngăn bão hòa khí làm thoáng; 3- Ngăn tuyển nổi chân không; 4- Sân phơi cát; 5,9- Trạm bơm; 6- Bể lọc sinh học bậc I; 7, 11- Bể lắng; 8- Lên men cặn; 10- Bể lọc sinh học bậc II; 12- Ống dẫn nước tuần hoàn; 13- Xả cặn.



Hình 9.14. Sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải nhà máy thuộc da

- 1- Bể lắng ngang; 2- Trạm hoàn nguyên crom; 3- Bể lắng cát; 4- Bể điều hòa;
- 5- Trạm phèn; 6, 8, 11- Bể lắng; 7- Bể tuyển nổi; 9- Bể aeroten - trộn; 12- Khử bột;
- 13- Nước tuần hoàn; 14- Cặn ra sân phơi.

9.2. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ

Phương pháp hấp phụ được sử dụng rộng rãi để xử lý nước thải chứa các loại chất bẩn khác nhau. Có thể dùng để xử lý cục bộ khi trong nước thải hàm lượng nhiễm bẩn nhỏ và có thể xử lý triệt để nước thải đã qua xử lý sinh học hoặc qua các phương pháp xử lý khác.

Hiện tượng tăng nồng độ chất tan trên bề mặt phân chia giữa hai pha gọi là hiện tượng hấp phụ. Hấp phụ có thể diễn ra ở bề mặt biên giới giữa hai pha lỏng và khí, giữa pha lỏng và pha rắn. Trong công nghệ xử lý nước thải khi nói về phương pháp hấp phụ tức là nói về quá trình hấp phụ chất bẩn hòa tan ở bề mặt biên giới giữa pha lỏng và pha rắn.

9.2.1. Cơ sở của quá trình hấp phụ

Hấp phụ các chất bẩn hòa tan là kết quả của sự di chuyển phân tử của những chất đó từ nước vào bề mặt chất hấp phụ dưới tác dụng của trường lực bề mặt. Trường lực bề mặt gồm hai dạng:

Quá trình hấp phụ là quá trình thuận nghịch. Nghĩa là sau khi chất bẩn đã bị hấp phụ rồi, có thể di chuyển ngược lại từ bề mặt chất hấp phụ vào dung dịch. Hiện tượng này gọi là khử hấp phụ.

Tốc độ của các quá trình thuận nghịch tỉ lệ với nồng độ chất bẩn trong dung dịch và trên bề mặt của chất hấp phụ.

Như vậy tốc độ của quá trình hấp phụ phụ thuộc vào nồng độ, bản chất và cấu trúc của các chất tan, nhiệt độ của nước, loại và tính chất của các chất hấp phụ.

Trong một đơn vị thời gian, số phân tử bị hấp phụ từ dung dịch lên bề mặt chất hấp phụ bằng số phân tử di chuyển ngược lại từ bề mặt chất hấp phụ vào dung dịch thì nồng độ chất hòa tan trong dung dịch sẽ là một đại lượng không đổi gọi là nồng độ cân bằng.

Quá trình hấp phụ đẳng nhiệt được biểu thị bằng công thức Freundlich:

$$a = KC_{cb}^n, \quad (9.47)$$

trong đó: a - lượng hấp phụ đơn vị, mg chất bẩn/cm³ chất hấp phụ;

C_{cb} - nồng độ cân bằng, mg/l;

K và n - những hệ số thực nghiệm tùy thuộc vào loại chất hấp phụ rắn, đặc tính và nồng độ chất bẩn hòa tan, nhiệt độ môi trường.

Người ta phân biệt hai kiểu hấp phụ: *hấp phụ trong điều kiện tĩnh* và *hấp phụ trong điều kiện động*.

Hấp phụ trong điều kiện tĩnh là không cho sự chuyển dịch tương đối của phân tử nước so với phân tử chất hấp phụ mà chúng cùng chuyển động với nhau. Biện pháp thực hiện là cho chất hấp phụ vào nước và khuấy trộn trong một thời gian đủ để đạt được trạng thái cân bằng nồng độ. Tiếp theo cho lắng hoặc lọc để giữ chất hấp phụ lại và tách nước ra.

Hấp phụ trong điều kiện động là có sự chuyển động tương đối của phân tử nước so với phân tử chất hấp phụ.

Khi nghiên cứu về hấp phụ người ta đưa ra khái niệm *hoạt tính của chất hấp phụ* hay còn gọi là *hấp phụ đơn vị* - được tính bằng mg hay gam chất bẩn bị hấp phụ trên 1 gam hay cm³ chất hấp phụ. Hoạt tính của chất hấp phụ phụ thuộc tỉ lệ với bề mặt và kích thước lỗ rỗng của nó. Như vậy muốn bề mặt chất hấp phụ được sử dụng tối đa thì kích thước của hạt chất bẩn phải tương ứng với kích thước lỗ hổng của chất hấp phụ.

Người ta cũng đưa ra khái niệm hoạt tính với hai kiểu hấp phụ: hoạt tính tĩnh và hoạt tính động. Hoạt tính động bao giờ cũng nhỏ hơn hoạt tính tĩnh.

9.2.2. Chọn chất hấp phụ

Những chất hấp phụ có thể là: than hoạt tính, silicagel, nhựa tổng hợp có khả năng trao đổi ion, cacbon sunfua, than nâu, than bùn, than cốc, đolômit, cao lanh, tro và các dung dịch hấp phụ lỏng. Bông cặn của những chất keo tụ (hydroxit của kim loại) và bùn hoạt tính từ bể aeroten cũng có khả năng hấp phụ.

Để hấp phụ các chất bẩn hữu cơ, đầu tiên phải dùng các vật liệu xốp (than hoạt tính, các chất hữu cơ tổng hợp). Khi trong nước thải chứa hỗn hợp các chất bẩn hòa tan ở dạng phân tử và ở dạng các chất tạo mixen lớn thì nên xử lý bằng bông cặn tươi của những hydroxit của nhôm hoặc sắt.

Than hoạt tính là chất hấp phụ thông dụng nhất. Khi dùng để xử lý nước thải công nghiệp phải có những tính chất đặc biệt khác với các loại than để hấp phụ khí hoặc hơi dung môi. Than hoạt tính phải xốp, có độ rỗng lớn để bề mặt có thể hút được phân tử của các chất bẩn hữu cơ tổng hợp, phải có khả năng chống mài mòn và dễ thấm ướt trong nước. Tùy thuộc vào phương thức sử dụng, than hoạt tính phải có thành phần cấp phối hạt nhất định. Than dùng để xử lý nước thải nên có hoạt tính xúc tác nhỏ nhất đối với các phản ứng oxy hóa, ngưng tụ hoặc không được làm mất giá trị sản phẩm đã thu hồi.

Đặc tính của một số chất hấp phụ giới thiệu ở bảng 9.1.

9.2.3. Kỹ thuật hấp phụ

9.2.3.1. Hấp phụ trong điều kiện tĩnh

Thời gian tiếp xúc giữa nước và chất hấp phụ thường bằng 0,7 - 0,8 thời gian cân bằng tổng cộng và thường phải xác định bằng thực nghiệm. Để xác định thời gian tiếp xúc, phải dựng đồ thị $\Delta C = f(t)$ theo tọa độ vuông góc: trục hoành là thời gian t , trục tung là $\Delta C = C_0 - C$, trong đó C_0 là nồng độ ban đầu của chất bẩn, C là nồng độ của chất bẩn còn lại trong nước sau khoảng thời gian tiếp xúc t .

Thời gian tiếp xúc giới hạn là thời gian kể từ đầu cho tới khi giữa hai giá trị của ΔC gần nhau, không khác nhau lắm (giữa hai giá trị ΔC trong khoảng 1 - 3h), nghĩa là tới khi nồng độ chất bẩn còn lại trong nước hầu như không đổi. Nồng độ này có thể chọn bằng giá trị nồng độ cân bằng.

Như vậy thời gian đạt tới trạng thái cân bằng hoàn toàn t_{gh} phải ứng với $\Delta C_{gh} = C_0 - C_{gh}$ để:

$$\frac{\Delta C_{gh}}{\Delta C_{cb}} = \frac{C_0 - C_{gh}}{C_0 - C_{cb}} = 0,7 \div 0,8. \quad (9.48)$$

Lượng chất hấp phụ cần thiết phải cho vào nước thải để giảm nồng độ chất bẩn từ C_0 tới C_{cb} được xác định từ phương trình cân bằng vật chất sau:

$$m \cdot a + Q \cdot C_{cb} = Q \cdot C_0; \quad (9.49)$$

$$m = \frac{Q(C_0 - C_{cb})}{a}, \quad (9.50)$$

trong đó: m - lượng chất hấp phụ, kg hoặc g/ngày;

a - hấp phụ đơn vị tính, g/1g chất hấp phụ;

Q - lưu lượng nước thải, l/ngày;

C_0 - nồng độ chất bẩn trong nước thải đầu vào, mg/l;

C_{cb} - nồng độ cân bằng của chất bẩn ở trong nước, g/l.

Thay $a = K_{hp} \cdot C_{cb}$ ở phương trình (9.47) ta có:

$$m = \frac{Q(C_0 - C_{cb})}{K_{hp} \cdot C_{cb}}. \quad (9.51)$$

Từ đó ta cũng có thể xác định được C_{cb} (nồng độ chất bẩn còn lại trong nước đầu ra):

$$C_{cb} = \frac{Q \cdot C_0}{Q + K_{hp} \cdot m}. \quad (9.52)$$

Nếu cho chất hấp phụ vào nước với liều lượng không thay đổi ở mỗi lần hấp phụ thì nồng độ cân bằng của chất bẩn trong nước sau lần thứ n sẽ là:

$$C_n = \left(\frac{Q}{Q + K_{hp} \cdot m} \right)^n \cdot C_0. \quad (9.53)$$

Từ phương trình (9.53) ta thấy: Nếu hấp phụ nhiều lần nối tiếp thì sẽ sử dụng được triệt để khả năng hấp phụ của chất rắn và giảm được chi phí chất hấp phụ.

VÍ DỤ: $Q = 5 \text{ m}^3/\text{h}$, $C_0 = 100 \text{ mg/l}$, chất hấp phụ có $K_{hp} = 10\,000$. Xác định nồng độ chất bẩn còn lại trong nước khi xử lý bằng chất hấp phụ với liều lượng 1 g/l theo 1, 2, 4 bậc.

Giải:

1) Hấp phụ một bậc, lượng chất hấp phụ tiêu thụ:

$$m = 0,001 \cdot 5 \cdot 10000 = 5 \text{ kg/h.}$$

Nồng độ chất bẩn còn lại trong nước thải sau một bậc hấp phụ:

$$C_1 = \frac{5000 \cdot 0,1}{5000 + 10000 \cdot 5} = 0,0091 \text{ g/l} = 9,1 \text{ mg/l}$$

2) Hấp phụ hai bậc: $n = 2$, lượng chất hấp phụ cho vào mỗi bậc $52/2 = 2,5$ kg.

Nồng độ còn lại trong nước thải sau bậc hấp phụ thứ hai theo công thức (9.53).

$$C_2 = \left(\frac{5000}{5000 + 10000 \cdot 2,5} \right)^2 \cdot 0,1 = 0,0028 \text{ g/l} = 2,8 \text{ mg/l}$$

3) Hấp phụ qua bốn bậc: $n = 4$:

$$m = 5/4 = 1,25 \text{ kg/h,}$$

$$C_4 = \left(\frac{5000}{5000 + 10000 \cdot 1,25} \right)^4 \cdot 0,1 = 0,00067 \text{ g/l} = 0,67 \text{ mg/l.}$$

Như vậy, nếu chỉ sử dụng một bậc hấp phụ muốn giảm từ $C_0 = 100$ mg/l tới $C = 0,6$ mg/l thì sẽ cần một lượng chất hấp phụ là:

$$m = \frac{5000(0,1 - 0,00067)}{10000 \cdot 0,00067} = 75 \text{ kg/h.}$$

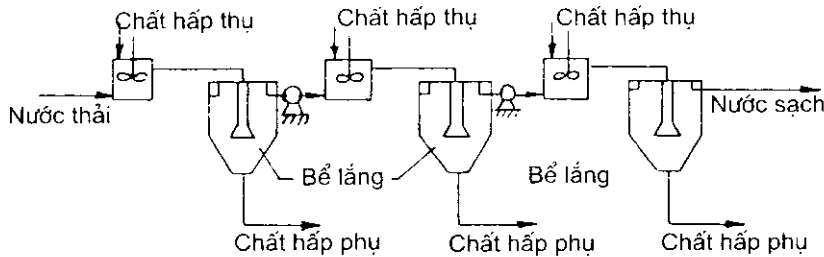
Bảng 9.1

Mác	Thể tích (cm ³ /g)				Bề mặt (m ² /g)		Đường kính (mm)	Mật độ đống (kg/m ³)	Độ bền theo MUC (%)
	Tổng	Mao quản micro	Mao quản trung gian	Mao quản macro	Tổng	Mao quản trung gian			
OY - A	238	0,25	0,27	1,78	805	138	-	-	-
OY - B		0,39	0,21	-	-	138	-	-	-
KAД-nghiên vụn	0,42	0,11	-	-	-	64	-	-	-
AG - 2	0,60	0,30	0,05	0,25	-	33	1,5 - 2	600	65 - 70
AG - 3	0,80-1,06	0,32-0,42	0,12-0,16	0,41-0,52	-	-	1,5-2,8	450	75
AG - 5	0,90-1,06	0,3-0,43	0,17	0,46	-	-	1 - 1,5	450	75
KAД - iot	1	0,34	0,15	0,51	977	110	2 - 5	380 - 450	60
CKT	0,98	0,51	0,2	0,27	-	108	1,5 - 2	420	65
CKT - 3	0,80	0,46	0,09	0,25	-	-	20 - 55	420 - 470	70
AP - 3	0,70	0,33	0,07	0,30	-	48	2,7-5,5	550	65 - 75
	1,5	0,25-0,39	0,08	0,19-0,21	-	50 - 609	1,5	220 - 350	-
	1,2 - 1,45	0,17	0,04	1,23	-	30	0,5-15	230	-

Nếu lượng nước thải ít thì chỉ cần nhiều lần hấp phụ trong một bể phản ứng - hấp phụ, trang bị máy khuấy để giữ cho chất hấp phụ ở trạng thái lơ lửng. Khi đó sau một thời gian t (tức là thời gian cần thiết để đạt trạng thái

cân bằng, cho chất bẩn kịp phân bố trong chất hấp phụ và trong nước) rồi cho lắng để tách ra. Tiếp tục lại cho đợt chất hấp phụ mới vào.

Hình 9.15 giới thiệu sơ đồ hấp phụ nhiều bậc với nối tiếp xuôi dòng.



Hình 9.15. Hấp phụ nhiều bậc và nối tiếp xuôi dòng

Hấp phụ nhiều bậc ngược dòng

Nếu xử lý nước thải bằng phương pháp hấp phụ, trong đó việc phân bố chất bẩn giữa chất hấp phụ và nước theo quy luật phân bố vật chất, thì nồng độ cân bằng C_{cb} sẽ rất nhỏ so với nồng độ ban đầu của chất bẩn trong nước C_0 .

Nếu sau khi đạt được trạng thái cân bằng trong nước, người ta lại tăng nồng độ chất bẩn tới giá trị C cao hơn C_{cb1} thì chất hấp phụ lại tiếp tục thu hồi chất bẩn từ trong nước cho đến khi đạt được nồng độ cân bằng mới $C_{cb2} > C_{cb1}$.

Nếu lại tăng lần thứ ba nồng độ chất bẩn trong nước $C > C_{cb2}$ thì lại được trạng thái cân bằng mới $C_{cb3} > C_{cb2}$.

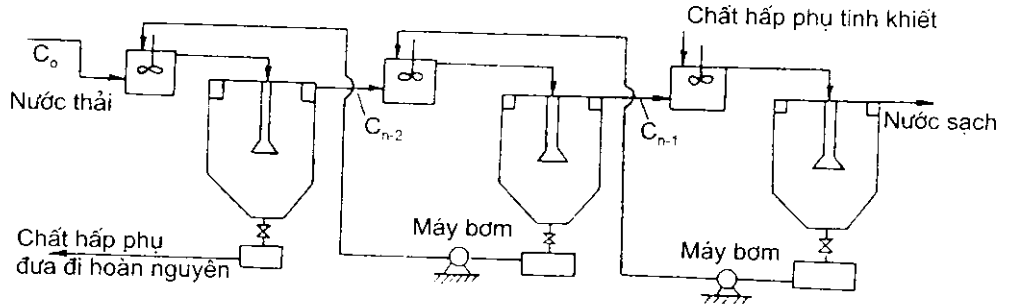
Như vậy cứ mỗi lần tăng nồng độ C thì lại có thêm một lượng chất bẩn bị hấp phụ để đạt tới trạng thái cân bằng mới với nồng độ cân bằng mới lớn hơn. Do đó nếu cứ tăng nồng độ chất bẩn trong nước thải C (miễn là $C < C_0$) thì sẽ có thời điểm mà chất hấp phụ không thể thu hồi thêm được chất bẩn. Trong trường hợp này nồng độ C_0 là nồng độ cân bằng. Độ bão hòa giới hạn của chất hấp phụ trong điều kiện này sẽ là:

$$a_{gh} = K_{hp} \cdot C_0 \tag{9.54}$$

Hiện tượng này được ứng dụng trong các trạm hấp phụ ngược dòng (xem hình 9.16).

Chất hấp phụ tinh khiết được đưa vào bậc cuối cùng - bậc thứ n , còn nước thải thì từ bậc trước chảy tới với nồng độ chất bẩn nhỏ nhất C_{n-1} . Chất hấp phụ đã chứa một ít chất bẩn ở bậc cuối khi tách khỏi nước thải được đưa về bậc trước, ở đó nước chảy vào với nồng độ $C_{n-1} > C_{n-2}$. Quá trình này lặp lại cho tới bậc một, ở đó nước vào với nồng độ ban đầu C_0 .

Trạm hấp phụ theo kiểu ngược dòng tuy có phức tạp về mặt quản lý, song cho phép sử dụng dung tích tối đa của chất hấp phụ. Do đó giảm được lượng chất hấp phụ tiêu thụ. Điều này có ý nghĩa kinh tế đối với các chất hấp phụ hiếm và đắt hoặc không hoàn nguyên được.



Hình 9.16. Hấp phụ nhiều bậc và đưa chất hấp phụ vào theo kiểu ngược dòng

Nồng độ chất bẩn còn lại trong nước thải sau khi ra khỏi bậc n với sơ đồ ngược dòng sẽ là:

$$C_n = \frac{K_{hp} \cdot Q^{m-1}}{(K_{hp} \cdot Q)^{n+1} - 1} \cdot C_o, \quad (9.55)$$

Nhiều khi phải xác định số bậc hấp phụ hoặc lượng chất hấp phụ nếu biết được các thông số khác:

- Khi nối tiếp xuôi dòng:

$$n = \frac{\lg C_o - \lg C_n}{\lg(Q + K_{hp} \cdot m) - \lg Q}, \quad (9.56)$$

$$m = \frac{Q}{K_{hp}} \left(\sqrt[n]{\frac{C_o}{C_n}} - 1 \right) \quad (9.57)$$

- Khi ngược dòng:

$$n = \frac{\lg \left[C_o \left(K_{hp} \frac{m}{Q} - 1 \right) + C_n \right] - \lg C_n}{\lg K_{hp} \frac{m}{Q}} - 1, \quad (9.58)$$

m xác định từ phương trình:

$$\left(\frac{K_{hp}}{Q} \right)^{n+1} \cdot m^{n+1} - \frac{K_{hp} \cdot C_o}{Q \cdot C_o} \cdot m - \left(\frac{C_o}{C_n} - 1 \right) = 0, \quad (9.59)$$

$$\text{hay } a.m^{n+1} - \beta.m - \gamma = 0, \quad (9.60)$$

$$a = \left(\frac{K_{hp}}{Q} \right)^{n+1}, \quad (9.61)$$

$$\beta = \frac{K_{hp}.C_o}{Q.C_n}, \quad (9.62)$$

$$\gamma = \frac{C_o}{C_n} - 1, \quad (9.63)$$

Giá trị m cũng có thể xác định bằng đồ thị dựng theo phương trình:

$$y = a.m^{n+1} - \beta.m - \gamma, \quad (9.64)$$

khi cho $y = 0$.

VÍ DỤ 1: Cho Q, m, K_{hp}, C_o như ví dụ trên. Xác định C_2 và C_4 khi hấp phụ ngược dòng.

Giải:

1) Khi dùng hai bậc hấp phụ:

$$C_2 = \frac{10000. \frac{5}{5000} - 1}{\left(\frac{10000. \frac{5}{5000} \right)^{2-1} - 1} . 0,1 = 0,0009\text{g/l} = 0,9\text{mg/l}$$

2) Khi dùng bốn bậc hấp phụ:

$$C_4 = \frac{10000. \frac{5}{5000} - 1}{\left(\frac{10000. \frac{5}{5000} \right)^{4-1} - 1} . 0,1 = 0,000009\text{g/l} = 0,009\text{mg/l}$$

VÍ DỤ 2: Q, C_o, K_{hp} như trên, $C_n = 1 \text{ mg/l}$. Xác định n khi $m = 2 \text{ kg/h}$ ở mỗi bậc (sơ đồ nối tiếp xuôi dòng). Xác định khi $m = 2 \text{ kg/l}$ chỉ cho chất hấp phụ vào bậc cuối (sơ đồ ngược dòng).

Giải:

$$n = \frac{\lg 0,1 - \lg 0,001}{\lg(5000 + 10000.2) - \lg 5000} = 2,9 \text{ (sơ đồ nối tiếp xuôi dòng).}$$

$$n = \frac{\lg[0,1(10000. \frac{5}{5000} - 1) + 0,001] - \lg 0,001}{\lg 10000. \frac{2}{5000}} - 1 = 3,1 \text{ (chọn } n = 3 \text{ ở sơ đồ ngược dòng).}$$

VÍ DỤ 3: Cho Q, C_o, C_n, K_{hp} như ví dụ 2, $n = 4$. Xác định m ở sơ đồ nối tiếp xuôi dòng và ngược dòng.

Giải:

- Sơ đồ nối tiếp xuôi dòng:

$$m = \frac{5000}{10000} \left(\sqrt[4]{\frac{0,1}{0,001}} - 1 \right) = 1,08 \text{ kg/h}$$

- Ở sơ đồ ngược dòng:

$$\alpha = \left(\frac{10000}{5000} \right)^{1-1} = 32$$

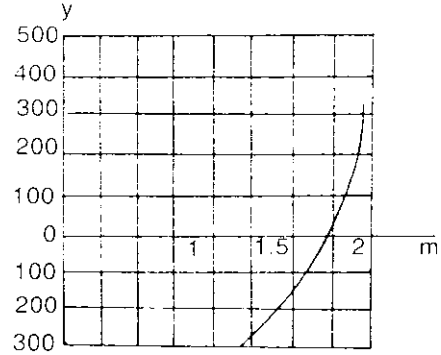
$$\beta = \frac{10000 \cdot 0,1}{5000 \cdot 0,001} = 200;$$

$$\gamma = \frac{0,1}{0,001} - 1 = 99;$$

$$y = \alpha m^{n-1} - \beta m - \gamma = 32m^3 - 200m - 99$$

Theo đồ thị xác định chất hấp phụ theo sơ đồ ngược dòng (hình 9.17) khi

$$y = 0 \rightarrow m = 1,69 \text{ kg/h.}$$



Hình 9.17. Đồ thị xác định lượng chất hấp phụ theo sơ đồ ngược dòng

9.2.3.2. Hấp phụ trong điều kiện động qua lớp vật liệu lọc cố định

Hấp phụ trong điều kiện động là một quá trình diễn ra khi cho nước thải lọc qua lớp vật liệu lọc hấp phụ. Thiết bị để thực hiện quá trình đó gọi là thùng lọc hấp phụ hay còn gọi là tháp hấp phụ.

Có thể hấp phụ trong điều kiện động cũng như trong điều kiện tĩnh, song hấp phụ động có nhiều ưu điểm hơn về công nghệ và quản lý như:

- Cho hiệu suất xử lý tin cậy và ổn định.
- Khi hoàn nguyên không phải đưa vật liệu hấp phụ khỏi bể lọc do đó cho phép dễ dàng tự động hóa và điều khiển từ xa.
- Cho phép sử dụng tối đa dung tích vật liệu hấp phụ khi cho nước chảy qua. Nồng độ chất bẩn giảm từ C_0 ở tiết diện vào tới $C = C_{\min} = 0$ ở tiết diện ra.

Động lực học của quá trình hấp phụ khi lọc nước qua lớp vật liệu hấp phụ như sau:

Khi cho các đợt nước thải đi qua lớp vật liệu lọc, tốc độ hấp phụ chất bẩn trong các phần của vật liệu lọc giảm dần. Qua một thời gian nào đó phần đầu của lớp vật liệu sẽ bão hòa tới trạng thái cân bằng với nồng độ C_0 của nước thải và lớp đó không còn tham gia vào quá trình hấp phụ nữa.

Khi đó nước thải đi qua phần này của lớp vật liệu lọc sẽ không thay đổi về nồng độ. Ở đây kết thúc giai đoạn đầu quá trình hấp phụ chất bẩn trong nước thải.

vệ hay tổn thất thời gian công tác của lớp vật liệu cho tới khi xuất hiện chất bẩn ở nước lọc là τ_0 . Đó là giao điểm giữa đoạn EC với trục τ khi $H = 0$.

$$\text{Do đó} \quad \tau = K.H - \tau_0 \text{ (nếu } H > H_0\text{),} \quad (9.65)$$

τ tỉ lệ với đoạn $H - H_{\min}$.

Khi $\tau = 0$ thì $H = H_{\min}$. Khi đó sự phụ thuộc giữa τ và H theo đoạn EC sẽ là:

$$\tau = K(H - H_{\min}).$$

Như vậy nếu tốc độ hấp phụ lớn vô hạn thì lượng nước thải V_{gh} với nồng độ C_0 đi qua lớp vật liệu lọc với chiều cao H (tính từ đầu đến khi xuất hiện chất bẩn ở nước lọc) là:

$$V_{gh} = W.K.H, \quad (9.66)$$

trong đó: W - tốc độ lọc, m^3/m^2h .

Lượng chất đã được hấp phụ với tốc độ lớn vô hạn sẽ là:

$$M = a_0.S.H, \quad (9.67)$$

trong đó: a_0 - hấp phụ đơn vị tính;

S - diện tích tiết diện của lớp vật liệu lọc.

Ta có thể viết:

$$M = W.S.C_0.\tau, \quad (9.68)$$

ở đây: $W.S.\tau$ - dung tích nước lọc sau thời gian τ .

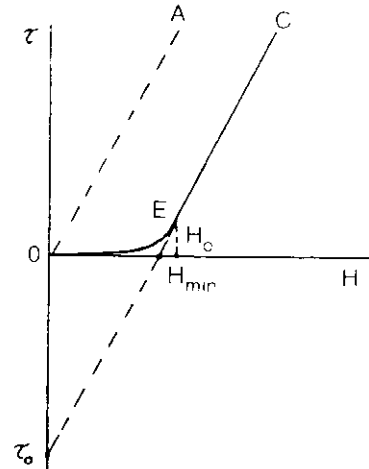
Từ công thức (9.67), (9.68) ta có:

$$a_0.S.H = W.S.C_0.\tau \text{ hay } \tau = \frac{a_0.H}{W.C_0}, \quad (9.69)$$

Cùng với điều kiện tốc độ hấp phụ lớn vô hạn ta lại có: $\tau = K.H$. Do vậy:

$$\tau = \frac{a_0}{W.C_0}.H = K.H \text{ hay } K = \frac{a_0}{W.C_0}. \quad (9.70)$$

Thay giá trị của hệ số tác dụng bảo vệ K ở (9.70) vào (9.65) để xác định thời gian làm việc của lớp lọc trong điều kiện thực tế, tức là với tốc độ hấp phụ hữu hạn:



Hình 9.19. Sự phụ thuộc thời gian tác dụng bảo vệ và chiều cao lớp vật liệu lọc

$$\tau = K.H - \tau_o = \frac{a_o}{W.C_o} . H - \tau_o . \quad (9.71)$$

Trong xử lý nước thải công nghiệp nhiều khi còn cần phải xác định lượng nước lọc qua từ đầu tới khi xuất hiện chất bẩn V_{gh} :

$$V_{gh} = W.S.\tau = \left(\frac{a_o}{W.C_o} H - \tau_o \right) W.S, \quad (9.72)$$

$$V_{gh} = \frac{a_o.S.H}{C_o} - W.S.\tau_o, \quad (9.73)$$

Tích số $K.W = \frac{a_o}{C_o} = B_1$ được gọi là đặc tính động lực học bậc nhất của quá trình. Đó là một hằng số khi nước vào có nhiệt độ không đổi và nồng độ chất bẩn không đổi.

Khi nghiên cứu về khử khí người ta đưa ra công thức xác định $H_{0(2)}$ của tháp hấp phụ nếu đối với trạm thí nghiệm tiêu chuẩn đã xác định được $H_{0(1)}$

$$H_{0(2)} = H_{0(1)} \cdot \frac{d_2 \sqrt{W_2}}{d_1 \sqrt{W_1}}, \quad (9.74)$$

$$\frac{\tau_{0(1)} \sqrt{W_1}}{d_1} = \frac{\tau_{0(2)} \sqrt{W_2}}{d_2} = const = B_2 . \quad (9.75)$$

trong đó: B_2 - gọi là đặc tính động lực học bậc hai của quá trình;

d_1, d_2 - tương ứng là đường kính hạt vật liệu hấp phụ của trạm thí nghiệm tiêu chuẩn và của trạm hấp phụ thực tế.

Tốc độ lọc tùy thuộc vào nồng độ chất bẩn hòa tan trong nước thải và thường dao động trong khoảng từ 2 - 3 đến 5 - 6 m³/m²h. Hợp lý nhất là cho nước lọc từ dưới lên trên tháp, vì như vậy nước sẽ làm đầy một cách đều hòa toàn bộ tiết diện ngang của tháp và để đẩy các bọt không khí hoặc khí lẫn trong lớp vật liệu lọc. Nếu từ nước thải tách ra một lượng khí khá lớn thì trước khi dẫn vào tháp hấp phụ phải cho qua các thiết bị khử khí.

Vật liệu hấp phụ thường có dạng hình cầu hoặc nhiều dạng khác với kích thước từ 1,5 - 2 mm đến 4 - 5 mm. Nếu kích thước nhỏ hơn thì tổn thất áp lực khi lọc sẽ tăng lên nhiều.

Trong tháp, lớp vật liệu hấp phụ được đặt trên một tấm lưới có lỗ. Thường đường kính các lỗ là 5 - 10 mm và cách nhau 10 - 15 mm. Trên tấm lưới là một lớp đỡ bằng đá dăm hoặc sỏi với chiều cao khoảng 400 - 500 mm để giữ

cho vật liệu hấp phụ khởi lọc qua lưới và tạo cho dòng nước phân phối đều theo toàn bộ tiết diện ngang của lớp vật liệu. Lớp vật liệu trên cùng cũng phải được phủ bằng một lớp đá dăm hoặc sỏi theo thứ tự kích thước ngược lại với lớp đá dưới cùng và cũng được ép dưới một tấm lưới để ngăn ngừa không cho hạt vật liệu hấp phụ trôi khỏi tháp theo nước khi tốc độ lọc tăng lên hoặc do các bọt khí tách ra từ nước nổi lên (bọt không khí hoặc khí CO₂).

Điều kiện để sử dụng tháp hấp phụ với lớp vật liệu lọc cố định là trong nước thải hoàn toàn không có tạp chất lơ lửng (đặc biệt là tạp chất khoáng), vì nếu có các tạp chất đó sẽ hình thành một lớp bùn mỏng làm tăng tổn thất áp lực khi lọc và phải một thời gian lâu mới sử dụng được khả năng hấp phụ của vật liệu. Nếu rửa lớp bùn đó sẽ làm nước thải rất bẩn và phải dẫn nước đó đi xử lý lại. Nếu trong nước thải hàm lượng chất lơ lửng vô cơ là 10 - 15 mg/l thì sẽ ảnh hưởng rõ rệt tới sự làm việc của tháp hấp phụ. Vì vậy nếu trong nước hàm lượng chất lơ lửng nằm trong giới hạn cho phép sử dụng lọc cơ học trước (lọc cát áp lực, lọc tiếp xúc) thì sẽ tăng hiệu quả hấp phụ sau đó rất nhiều.

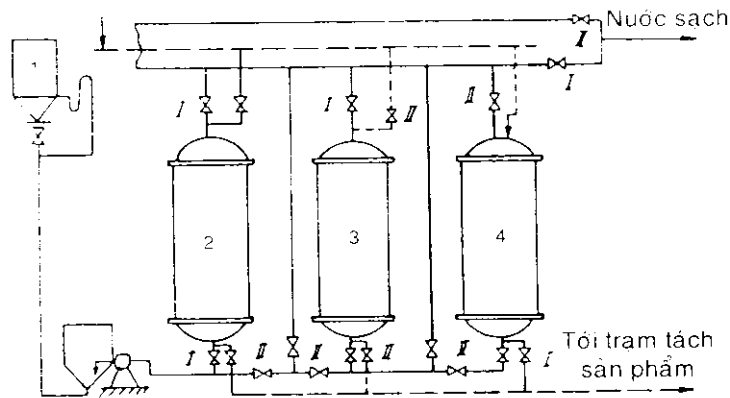
Tháp lọc với lớp than hoạt tính bất động thường được sử dụng khi xử lý phục hồi nước thải các phân xưởng với mục đích thu hồi các sản phẩm quý tính khiết. Sau khi lớp vật liệu hấp phụ bão hòa tức là xuất hiện chất bẩn trong nước lọc thì không cho nước chảy vào nữa, tiếp tục xả hết nước khỏi tháp và tiến hành hoàn nguyên vật liệu hấp phụ.

Để đạt nồng độ các chất bẩn tới giá trị cao nhất khi hoàn nguyên thì trước đó toàn bộ lớp vật liệu hấp phụ phải bão hòa các chất quý tức là phải tới trạng thái cân bằng với nồng độ bằng nồng độ C_0 trong nước vào.

Ở thời điểm xuất hiện chất bẩn trong nước lọc ra khỏi tháp thì không phải toàn bộ chiều cao H lớp vật liệu hấp phụ mà chỉ một khoảng chiều cao H_0 (chiều cao chết) thỏa mãn được yếu tố trên. Vì vậy phải thiết kế sao cho $H \gg H - H_0$ hoặc thiết kế tháp hấp phụ, trong đó chiều cao lớp vật liệu ở mỗi tháp $\frac{H}{2} \geq H - H_0$.

Dùng một khối gồm nhiều tháp hấp phụ sẽ hợp lý hơn dùng một tháp có chiều cao lớn, đặc biệt nếu nồng độ chất bẩn trong nước rất cao và lớp công tác có chiều cao đáng kể. Ngoài ra cũng tiết kiệm được lượng phèn tiêu hao cho hoàn nguyên và tổn thất áp lực khi hoàn nguyên cũng nhỏ hơn. Kết quả tiết kiệm được chi phí cho sửa chữa hàng năm cũng như đại tu các tháp hấp phụ.

Thông thường người ta dùng khối với ba lớp hấp phụ, được lắp đặt với nhau để sao cho hai tháp bất kỳ trong đó làm việc nối tiếp được với nhau, tháp thứ ba ngắt ra để hoàn nguyên (xem hình 9.20).



Hình 9.20. Sơ đồ các tháp lọc hấp phụ

1- Dùng phèn để điều chỉnh pH của nước thải khi dẫn vào tháp;

2,3,4- Tháp chứa than hoạt tính.

I - Van mở; II - Van đóng.

9.2.3.3. Hấp phụ trong điều kiện động lực qua lớp vật liệu lơ lửng

Khi hàm lượng các tạp chất đa phân tán khá cao, vật liệu hấp phụ được dùng với cỡ hạt 0,5 - 1 mm (với hạt lớn hơn thì thời gian đạt trạng thái cân bằng sẽ rất lớn), thì hợp lý nhất là thực hiện hấp phụ với lớp vật liệu lơ lửng. Lớp này được hình thành khi tăng tốc độ dòng chảy nước thải ở trong tháp lọc hoặc dòng khí theo hướng từ dưới lên tới giá trị làm cho các hạt vật liệu chuyển động hỗn loạn và mạnh trong một phạm vi dung tích tính toán mà không làm thay đổi chiều cao của lớp vật liệu đó.

Theo số liệu kinh nghiệm thực tế ở nước ngoài, dùng loại tháp hấp phụ với lớp vật liệu lơ lửng thường cho hiệu suất hấp phụ triệt để hơn là dùng loại tháp hấp phụ với lớp vật liệu cố định.

Điều kiện tối ưu của quá trình hấp phụ chất bản hòa tan với lớp vật liệu lơ lửng là:

- Tỷ lệ H_1/H (độ nở) nhỏ nhất thường lấy bằng $H_1/H = 1,5$, trong đó: H_1 - chiều cao lớp vật liệu lơ lửng (do tốc độ dòng chảy tạo ra); H - chiều cao ban đầu của lớp vật liệu cố định (khi chưa cho nước đi qua);
- Các hạt vật liệu hấp phụ càng đa phân tán và không đồng nhất (lấy trong khoảng 0,25 - 0,75 hoặc 0,25 - 1 mm) thì càng tốt để tốc độ lọc của

nước thải không nhỏ quá (trong khoảng 7 - 10 m³/m² h) khi qua lớp vật liệu lơ lửng;

- Chiều cao lớp vật liệu lơ lửng phải đủ để bù đắp hiện tượng khuếch tán dọc của chất bản hòa tan theo dòng nước.

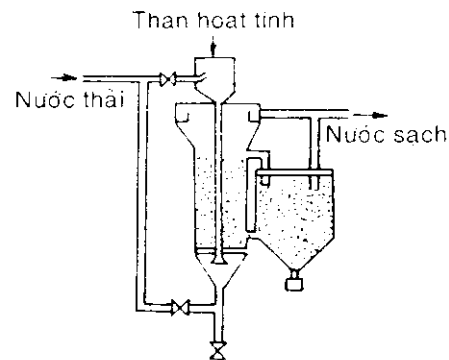
Hiện nay để xử lý nước thải với lớp vật liệu lơ lửng, người ta dùng tháp trụ một tầng (xem hình 9.21) cao chừng 4 m, phần trên của tháp bè ra có đường kính bằng 1,5 - 2 lần đường kính phần chính. Ở đây hàn một máng vòng để thu và dẫn nước sạch ra khỏi tháp. Phần dưới của tháp là đáy hình nón được nối với phần chính bằng mặt bích. Đáy hình nón có góc trung tâm 30 - 60° tùy thuộc đường kính của tháp. Trên đáy hình nón đặt một tấm lưới phân phối có lỗ đường kính 5 - 10 mm cách nhau 10 mm. Trên lưới đổ đầy than hoạt tính cỡ 0,15 - 1mm, trong đó phần lớn là cỡ 0,5 - 0,75 mm, chiều cao lớp than $H = 2,5 \div 2,7$ m.

Nước thải được dẫn vào phía dưới qua thùng lọc với đáy hình nón. Tốc độ nước vào đảm bảo sao cho $H_1/H = 1,5 \div 1,6$.

Nhờ thiết bị định lượng khô tự động, than được dẫn vào phần mở rộng phía trên qua phễu định lượng. Mép trên của phễu cao hơn mép máng vòng thu nước khoảng 150 - 200 mm. Đường kính phễu thu lớn hơn đường kính lỗ dưới ít nhất là 3 lần, chiều dài của phễu 0,5 - 1 m. Than hoạt tính antraxit đáp ứng được phương pháp định lượng này, sẽ dễ tẩm ướt và không nổi lên mặt nước trong phễu.

Vì than hoạt tính được đưa vào liên tục, nên để đảm bảo tỉ lệ H_1/H cũng phải thường xuyên xả than đã bão hòa chất bẩn ra nhờ ống hàn vào thân tháp ngang mức với lớp lơ lửng.

Ngoài loại tháp này ra người ta cũng đã nghiên cứu các phương án của các loại tháp khác áp dụng vào thực tế như: tháp lọc một tầng có buồng trộn, tháp nón một tầng và tháp ba tầng với ống tràn,...



Hình 9.21. Tháp hấp phụ với lớp than hoạt tính lơ lửng

9.2.4. Hoàn nguyên (tái sinh) vật liệu hấp phụ

Tái sinh chất hấp phụ là giai đoạn quan trọng trong quá trình hấp phụ. Các chất bị hấp phụ có thể tách ra khỏi than hoạt tính bằng quá trình rửa nhờ

hơi nước bão hòa hay hơi quá nhiệt hoặc bằng khí trơ nóng. Nhiệt độ của hơi quá nhiệt tái sinh thường vào khoảng 200 - 300°C, áp suất dư 3 - 6 at, còn khí trơ ở nhiệt độ vào khoảng 120 - 140°C.

Lượng hơi tiêu hao cho việc tái sinh bao gồm: hơi tiêu hao cho nước còn lại trong các lỗ hổng của than và trong các khe hở của hạt (sau khi xả nước khỏi tháp) bay hơi; hơi tiêu hao cho việc đun nóng lớp vật liệu tới nhiệt độ đủ cho các chất bẩn bay hơi khỏi lỗ hổng của than và hơi tiêu hao cho việc vận chuyển hơi của chất bẩn từ tháp lọc sang thiết bị trao đổi nhiệt. Lượng hơi toàn phần tiêu hao để chưng 1 kg chất bẩn bay hơi khỏi than hoạt tính nêu ra ở bảng 9.2.

Bảng 9.2. Lượng hơi tiêu hao khi tái sinh than hoạt tính

Chất bẩn	Nhiệt độ sôi (°C)	Nhiệt độ hơi (°C)	Lượng hơi tiêu hao (kg/kg chất bẩn bay hơi)
Cloroform	61,2	110 - 115	10
1,2 - Đicloetan	83,7	110 - 115	10
Nitrobenzen	210,9	200 - 210	100
Nitroclobenzen (para)	242,0	200 - 240	40 - 50
(octo)	245,0		
Triclophenol		240 - 250	40 - 50
Nitrotoluen (para)	237,7	150 - 200	100 - 150
(octo)	222,3		

Để tái sinh than hoạt tính cũng có thể sử dụng phương pháp trích ly bằng các chất hữu cơ có nhiệt độ sôi thấp và dễ chưng bằng hơi nước metanol (CH_3OH); benzen (C_6H_6); toluen ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$); đicloetanol.

Dùng khí trơ nóng để khử hấp phụ thực chất là cho các phân tử chất bẩn bay hơi và đi theo khí trơ, khí sau khi đi qua tháp lọc bị lạnh đi, một lượng chất bẩn sẽ bị ngưng ở thiết bị trao đổi nhiệt. Chẳng hạn sau khi xử lý nước thải chứa axit axetic thì người ta hoàn nguyên bằng khí trơ.

Khi các chất hấp phụ không phải là những sản phẩm quý thì người ta không cần thu hồi, đồng thời với hoàn nguyên than người ta phải khử luôn những chất đó. Do vậy có thể tái sinh than bằng cách biến đổi hóa học thành một

chất khác dễ tách từ chất hấp phụ hơn hoặc phá vỡ cấu trúc của chúng bằng các tác nhân hóa học hoặc bằng phương pháp nhiệt.

Phương pháp nhiệt thường dùng hỗn hợp các khí để đốt than với hơi nước ở nhiệt độ 700 - 800°C trong điều kiện thiếu oxy. Hoàn nguyên bằng phương pháp nhiệt cho hiệu suất cao khi thực hiện quá trình trong lò với lơ lửng. Thời gian hoàn nguyên bằng nhiệt không quá cao 20 - 30 phút.

9.2.5. Sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải bằng phương pháp hấp phụ

Khi chọn sơ đồ công nghệ xử lý nước thải dựa vào các chỉ tiêu sau:

- Giá thành sản phẩm thu hồi;
- Giá thành vật liệu hấp phụ;
- Chi phí tái sinh vật liệu.

Nếu giá thành vật liệu hấp phụ thấp hơn chi phí tái sinh và giá thành sản phẩm thu hồi không thể bù đắp được hiệu số chi phí trên thì không nên tái sinh. Nếu không cần tái sinh thì đơn giản nhất là sử dụng sơ đồ xử lý nước thải với hấp phụ tĩnh (hình 9.15, 9.16). Nếu phải tái sinh có thể sử dụng các sơ đồ sau.

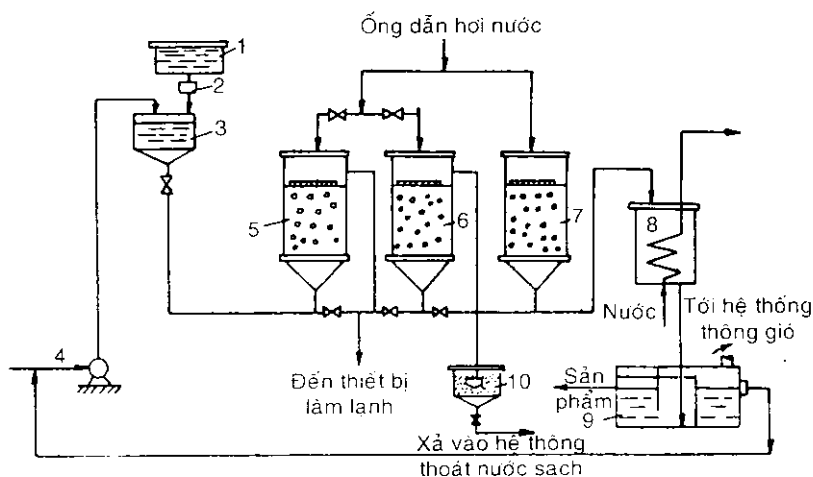
1. Trạm xử lý với tái sinh bằng hơi

Hình 9.22 là sơ đồ với tái sinh bằng hơi nóng. Thiết bị trao đổi nhiệt (làm lạnh) được nối với ống dẫn chung của ba tháp hấp phụ. Nhiệt độ làm cho hơi nước ngưng tụ phải cao hơn nhiệt độ tinh thể hóa của chất bẩn được thu hồi để tránh tắc ống trong bình trao đổi nhiệt.

Khi dùng hơi để tách các chất bẩn khỏi than thì sẽ tạo một lượng khí đáng kể. Chẳng hạn, khi xử lý nước thải chứa các sản phẩm nitơ thì sẽ tạo một lượng khí nitơ oxit cũng bay theo hơi. Vì vậy ở bình chứa nước ngưng tụ phải có ống nối với hệ thống thông gió hoặc nối với hệ thống hút khí đó.

Khi chất bẩn được tách khỏi than và ít tan trong nước thì được tách khỏi nước ngưng bằng phương pháp lắng. Phần nước còn lại cho về hệ thống thoát nước bẩn trước khi cho vào tháp hấp phụ. Phần sản phẩm ở dạng tinh thể, hoặc dầu mỡ tùy thuộc độ tinh khiết của nó có thể sử dụng luôn hoặc đưa đi xử lý thêm để sử dụng.

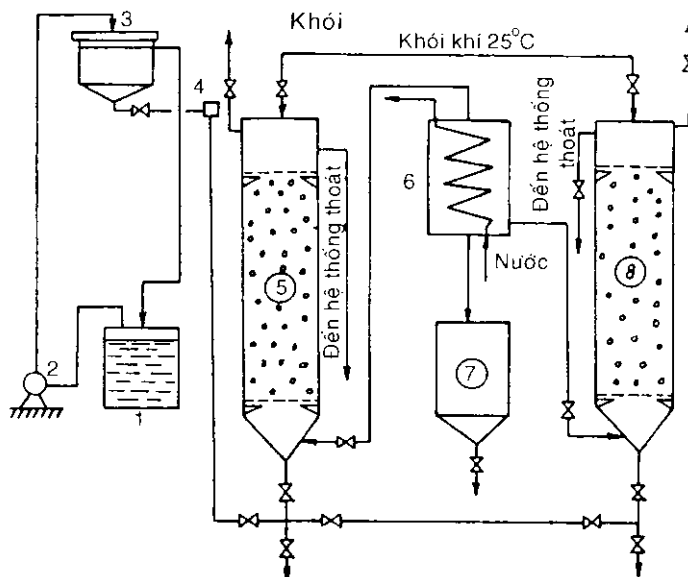
Theo sơ đồ (9.22) có thể thu hồi các sản phẩm như cacbon sunfua, dicloetan, nitrobenzen, nitroclobenzen,... với hiệu suất khá cao.



Hình 9.22. Sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ cục bộ xử lý nước thải chứa các chất dễ bay hơi (tái sinh bằng hơi nước nóng)

1- Thùng chứa phèn để điều chỉnh pH của nước thải; 2- Thùng định lượng; 3- Đai áp lực; 4- Bơm; 5,6- Tháp hấp phụ công tác; 7- Tháp hấp phụ ngắt ra để tái sinh vật liệu bằng hơi nước nóng; 8- Thiết bị làm lạnh; 9- Bình tách nước ngưng; 10- Bể lọc trung hòa nước đã xử lý.

2. Trạm xử lý với tái sinh bằng hỗn hợp hơi nước - khí



Hình 9.23. Sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ cục bộ để xử lý nước thải chứa axit axetic và tái sinh bằng không khí nóng hoặc khói khí

1- Bể chứa nước thải; 2- Máy bơm; 3- Đai nước; 4- Điều chỉnh tốc độ; 5- Tháp hấp phụ chứa than hoạt tính; 6- Thiết bị lạnh; 7- Bình chứa nước ngưng; 8- Tháp lọc hấp phụ để xử lý khí (đã nguội) trước khi xả vào khí quyển.

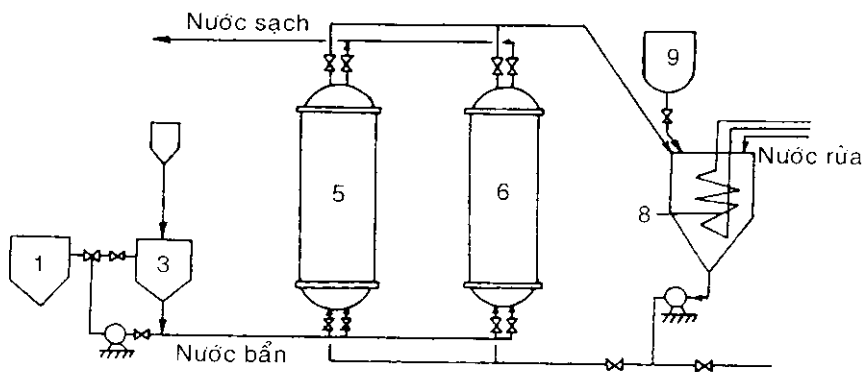
Đối với các chất khó bay hơi cùng với hơi nước bão hòa hoặc các chất có độ hòa tan trong nước cao thì nên dùng không khí hoặc khí trơ và đun nóng lên tới nhiệt độ cao hơn nhiệt độ sôi của chất đó để tái sinh.

Nhiệt độ phân hủy than hoạt tính khoảng 400 - 450°C nên nếu dùng không khí nóng trên 300 - 350°C sẽ không được. Tuy nhiên có thể dùng các loại khí nóng - sản phẩm đốt cháy của khí thiên nhiên. Hình 9.23 là sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ để xử lý nước thải chứa axit axetic.

Nước được axit hóa thêm bằng axit sunfuric cho tới pH = 2 ÷ 3 rồi cho qua tháp lọc than. Khi ngắt ra để tái sinh thì được nối với lò phát nhiệt. Không khí được máy nén khí đẩy qua lò phát nhiệt (tới 300°C) rồi vào tháp hấp phụ. Qua lớp hấp phụ không khí sẽ bão hòa hơi axit axetic, tiếp theo hỗn hợp lại được dẫn qua thiết bị làm nguội để hạ nhiệt độ xuống 20 - 25°C; ở đó 65 - 70% axit axetic sẽ ngưng tụ. Không khí nguội được qua tháp hấp phụ thứ hai chứa than hoạt tính và được làm sạch (khử lượng axit axetic còn lại rồi bay vào khí quyển).

3. Trạm xử lý với tái sinh bằng hóa chất

Khi xử lý nước thải chứa axit hữu cơ (chủ yếu là axit mạch vòng), phenol, các loại amin mạch vòng, một số chất dị vòng không bay hơi theo hơi nước lúc tái sinh nhưng lại tạo nhựa trên mặt than ở nhiệt độ 110 - 120°C. Ngoài ra chúng không bị phân ly và ít hòa tan trong nước nếu pH thích hợp. Do đó để tái sinh người ta thường phối hợp biện pháp chuyển các chất đã hấp phụ sang dạng ion để dễ dàng nhả ra khỏi than.



Hình 9.24. Sơ đồ trạm hấp phụ để xử lý nước thải chứa 2, 4, 5 triclophenol với tái sinh than hoạt tính bằng cách dùng kiềm và nước nóng để rửa nối tiếp

1- Bể lắng; 2- Máy bơm; 3- Thùng hòa trộn; 4- Thiết bị đo; 5- Tháp lọc hấp phụ để xử lý nước; 6- Tháp lọc hấp phụ để tái sinh vật liệu than; 7- Máy bơm kiềm để tái sinh; 8- Nồi đun kiềm - nước rửa; 9. Định lượng kiềm xút (40%).

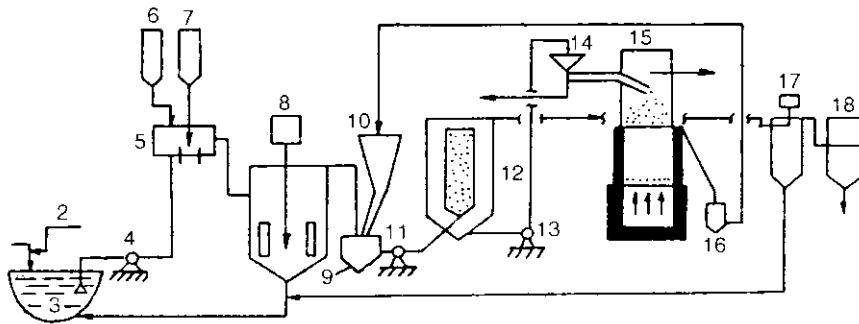
Nếu chất bẩn là phenol thì người ta dùng dung dịch kiềm, nếu là amin thì dùng axit để làm chất keo tụ khi tái sinh (hình 9.24).

Dung dịch phen được dẫn qua thiết bị đun nóng tới 70 - 80°C rồi qua tháp hấp phụ. Tiếp đó tháp lại được rửa thêm hai lần bằng nước nóng. Nước rửa lần đầu đậm đặc sẽ được đưa về chuẩn bị kiềm (hoặc axit). Nước rửa lần hai loãng dùng để rửa lần đầu của đợt tái sinh sau.

4. Trường hợp tái sinh bằng phân hủy

Ở nhiều xí nghiệp nước thải chứa nhiều chất bẩn với hỗn hợp phức tạp. Những sản phẩm sau khi xử lý vừa độc hại lại không sử dụng được. Khi đó người ta dùng phương pháp xử lý kiểu phân hủy.

Hình 9.25 giới thiệu sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ ở xí nghiệp tổng hợp hữu cơ. Trạm xử lý gồm ba công đoạn.



Hình 9.25. Sơ đồ công nghệ trạm hấp phụ với tái sinh bằng phân hủy

1- Nước axit; 2- Nước kiềm; 3- Bể lắng chứa hỗn hợp nước thải; 4- Máy bơm; 5- Bể trộn; 6, 7- Định lượng phen; 8- Bể lắng trong; 9- Trộn nước với than hoạt tính antraxit; 10- Định lượng than hoạt tính; 11- Bơm; 12- Tháp hấp phụ với vật chất lơ lửng; 13- Máy bơm cặn; 14- Máy ép lọc chân không; 15- Lò để tái sinh than hoạt tính; 16- Bể chứa than hoạt tính; 17- Bể lắng trong đợt II; 18- Bể lọc cát.

9.3. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRÍCH LY

9.3.1. Nguyên lý cơ bản

Trong hỗn hợp hai chất lỏng không hòa tan lẫn nhau, bất kỳ một chất thứ ba nào khác sẽ hòa tan trong hai chất lỏng trên (theo độ hòa tan của bản thân) theo quy luật phân bố. Như vậy trong nước thải chứa các chất bẩn, nếu chúng ta đưa vào một dung môi và khuấy đều thì các chất bẩn đó sẽ hòa tan vào dung môi theo đúng quy luật phân bố đã nói và nồng độ chất bẩn trong nước sẽ giảm đi. Tiếp tục tách dung môi ra khỏi nước thì nước thải coi như được làm sạch. Phương pháp tách chất bẩn hòa tan như vậy gọi là phương pháp trích ly.

Hiệu suất xử lý nước thải tùy thuộc vào khả năng phân bố của chất bẩn trong dung môi, giá trị của hệ số phân bố hay khả năng trích ly của dung môi.

1. Sự phân bố đều chất bẩn trong dung môi và trong nước

Khi bổ sung chất dung môi, chất bẩn chứa trong nước thải sẽ hòa tan vào dung môi theo quy luật phân phối cho đến khi đạt trạng thái cân bằng động. Ứng với trạng thái đó có nồng độ cân bằng.

2. Hệ số phân bố K

Tỉ lệ giữa nồng độ chất bẩn trong dung môi và nồng độ chất bẩn trong nước ở trạng thái cân bằng là một đại lượng không đổi và gọi là hệ số phân bố K :

$$K = \frac{C_d}{C}, \quad (9.76)$$

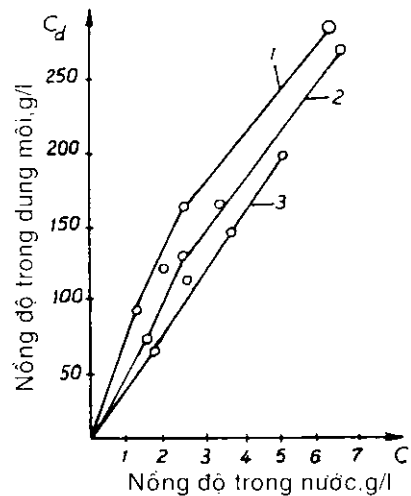
trong đó: C_d - nồng độ chất bẩn trong dung môi (chất trích ly) ở trạng thái cân bằng;

C - nồng độ chất bẩn ở trong nước thải ở trạng thái cân bằng.

Hệ số K phụ thuộc vào nồng độ chất bẩn, nhiệt độ và áp suất. Khi nồng độ thay đổi, mức độ liên kết của các phân tử và hoạt tính của các ion sẽ thay đổi. Đối với các chất bẩn khác nhau cũng như đối với các dung môi khác nhau thì hệ số phân bố cũng khác nhau.

Nhiệt độ thay đổi sẽ ảnh hưởng rất nhiều tới kết quả trích ly. Mối liên hệ giữa nồng độ cân bằng C và C_d đối với mỗi chất hoặc hỗn hợp các chất và dung môi ở nhiệt độ không đổi gọi là trích ly đẳng nhiệt (xem hình 9.26).

Từ đồ thị cho thấy ứng với mỗi nhiệt độ nhất định hệ số phân bố phụ thuộc vào nồng độ cân bằng. Nhưng với cùng nồng độ cân bằng thì hệ số phân bố sẽ giảm khi nhiệt độ tăng lên.



Hình 9.26. Những đường đẳng nhiệt khi trích ly hệ nước - phenol - butylaxetat
1,2,3 - Ứng với các nhiệt độ:
10°C, 40°C, 60°C.

Để xử lý nước thải có thể chọn giá trị của hệ số phân bố K theo bảng 9.3 <http://www.nuoc.com.vn>

Bảng 9.3. Giá trị của hệ số phân bố K

Chất cần trích ly	Dung môi - chất trích ly	K với $C_0 = 5 \text{ g/l}$ ở $t = 25^\circ\text{C}$
Axit axetic CH_3COOH	Cacbon tetraclorea	0,06
	Benzen	0,055
Phenol $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	Cacbon tetraclorea	0,4
	Benzen	2,4
	Tricrezolphôphat	25 - 50
Anilin $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	Butylaxetat	8 - 12
	Benzen	10

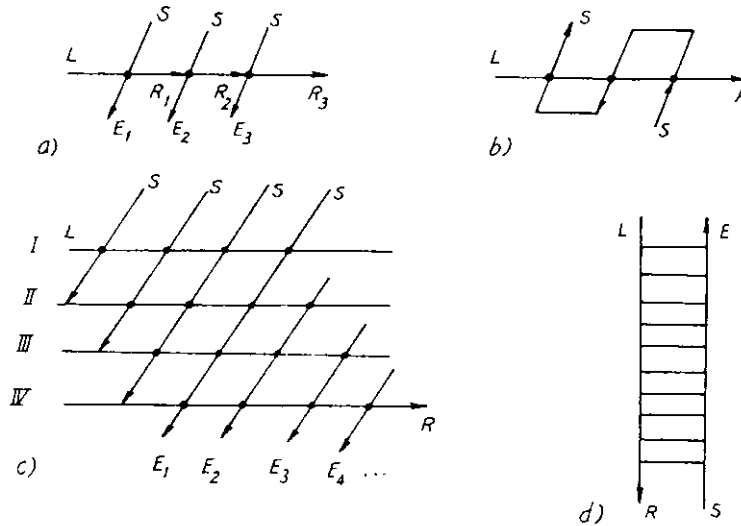
Khả năng trích ly của dung môi thường được đánh giá bằng giá trị của hệ số phân bố K . Hệ số phân bố K lớn tức là nồng độ chất bản trong dung môi nhiều so với trong nước khi đó lượng dung môi yêu cầu ít. Song hệ số phân bố không phải là đại lượng duy nhất về chất lượng dung môi. Ngoài hệ số phân bố K còn cần xét tới các điều kiện đặc trưng cho dung môi như sau:

- Không tan hoặc ít tan trong nước và tỉ trọng phải nhỏ hơn với nước để dễ tách sau đó.
- Dung môi không được tạo phản ứng với chất bản vì các phản ứng sẽ làm thay đổi tính chất cơ bản của dung môi.
- Nhiệt độ sôi của dung môi phải thấp hơn nhiệt độ sôi của các chất bản trích ly để tái sinh dễ dàng và tốn ít nước nóng. Thông thường sau khi trích ly người ta tách chất bản ra khỏi dung môi bằng phương pháp chưng bay hơi, cho nên dung môi phải là chất dễ bay hơi.
- Dung môi phải là chất không ăn mòn đối với vật liệu và thiết bị, không được tạo với không khí thành hỗn hợp dễ nổ, dễ cháy đồng thời phải là chất không độc hại.
- Dung môi có thể tạo thành phức chất với chất bản ở trong nước, chúng không ổn định về hóa học và rất khó tách ra khỏi dung dịch. Trong trường hợp này có thể dùng hỗn hợp các dung môi. Chẳng hạn để tăng hiệu suất trích ly phenol khỏi nước thải, người ta dùng hỗn hợp các dung môi: butylaxetat với rượu butylic, các hợp chất thơm với các loại rượu. Hệ số phân bố của hỗn hợp các dung môi sẽ cao hơn hệ số phân bố của các dung môi riêng biệt.

9.3.2. Kỹ thuật trích ly

9.3.2.1. Các loại sơ đồ trích ly

Để thu hồi các chất bản hữu cơ hòa tan bằng phương pháp trích ly người ta dùng các sơ đồ trình bày trên hình 9.27.



Hình 9.27. Các sơ đồ trích ly

- a) Trích ly bậc với dòng chữ thập; b) Trích ly theo bậc ngược dòng trong điều kiện sản xuất; c) Trích ly theo bậc ngược dòng trong điều kiện phòng thí nghiệm; d) Trích ly ngược dòng;
 L - Nước thải đầu vào; R₁, R₂, R₃ - Nước thải đầu ra ở bậc I, II, III; S - Dung môi mới; E₁, E₂, E₃ - Dung môi sau khi đã dùng ở bậc I, II, III.

Theo sơ đồ bậc nối tiếp với dòng chữ thập, nước sẽ được trích ly một số lần nối tiếp bằng các lượng dung môi mới hoàn toàn (hình 9.27a). Vì tốn nhiều lượng dung môi mới nên trong sản xuất chỉ ứng dụng khi không cần phải tái sinh vật liệu. Tuy nhiên sơ đồ này được ứng dụng nhiều trong phòng thí nghiệm để xác định nồng độ cân bằng khi trích ly các loại phenol riêng biệt bằng các dung môi tinh khiết.

Trích ly theo biện pháp ngược dòng nhiều bậc (hình 9.27b,c) được sử dụng rộng rãi trong điều kiện sản xuất cũng như trong công tác nghiên cứu về phenol trong nước thải. Trong điều kiện sản xuất, một dòng nước được trích ly sẽ được khuấy trộn theo nhiều bậc với dòng dung môi chuyển động ngược chiều (hình 9.27b). Trong điều kiện thí nghiệm, người ta thực hiện trích ly theo biện pháp ngược dòng nhiều bậc bằng các bình phân chia độ theo sơ đồ (hình 9.27c).

Sơ đồ trích ly ngược dòng liên tục (hình 9.27d) được dùng phổ biến hơn cả. Trong quá trình trích ly ngược dòng liên tục thì nước thải và dung môi sẽ chuyển động ngược chiều nhau một cách liên tục. Do ngược dòng cho nên sự chênh lệch giữa nồng độ công tác và nồng độ cân bằng theo chiều cao hoặc chiều dài của thùng trích ly luôn luôn được đảm bảo điều hòa.

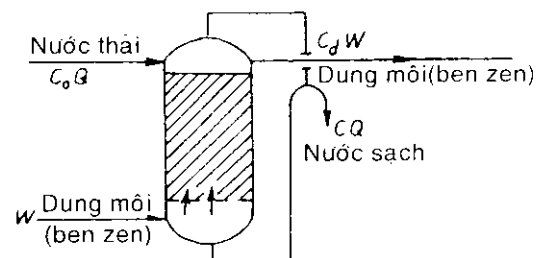
9.3.2.2. Kỹ thuật trích ly trong sản xuất

Kỹ thuật trích ly có thể tiến hành như sau: cho dung môi vào nước thải và trộn đều cho tới khi đạt được trạng thái cân bằng. Tiếp đó cho qua bể lắng. Do sự chênh lệch về trọng lượng riêng nên hỗn hợp sẽ phân ra hai lớp và dễ tách biệt chúng ra bằng phương pháp cơ học.

Nếu trích ly một lần mà không đạt yêu cầu tách chất bẩn khỏi nước thải thì phải trích ly nhiều lần như ở sơ đồ hình 9.29. Theo sơ đồ này người ta thực hiện trích ly bằng phương pháp gián đoạn theo chu kỳ và cho một lượng nước tiếp xúc với một hoặc nhiều đợt dung môi tinh khiết mới.

Trong điều kiện sản xuất, thường cho nước và dung môi chuyển động ngược dòng một cách liên tục (hình 9.28).

Nếu dung môi có tỉ trọng bé hơn tỉ trọng nước thải thì dẫn nước thải theo hướng từ trên xuống và dung môi từ dưới lên. Ngược lại nếu dung môi có tỉ trọng lớn hơn tỉ trọng nước thải thì cho nước chuyển động từ dưới lên, dung môi từ trên xuống. Ở sơ đồ này, nước sạch xả khỏi thùng trích ly qua xiphông để giữ cho mực nước trong thùng cố định.



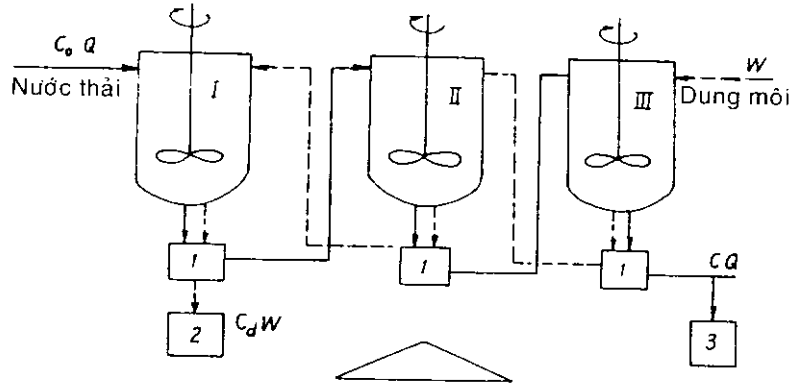
Hình 9.28. Sơ đồ trích ly một bậc hoạt động liên tục

Thùng trích ly là một tháp trụ, trong đó chứa các vòng sứ nhỏ. Các quá trình trích ly - tiếp xúc và tách nước khỏi dung môi đều thực hiện trong tháp này.

Hình 9.29 là sơ đồ trích ly ngược dòng ba bậc hoạt động liên tục. Mỗi thùng trích ly được trang bị các vách ngăn hoặc các máy khuấy cơ học.

Trong công nghệ xử lý nước thải, các dung môi được chia thành hai nhóm theo khả năng hòa tan các chất bẩn trong dung môi: một nhóm để thu hồi một loại chất bẩn hoặc một số nhỏ các chất bẩn cùng loại; một nhóm để thu

hồi phần lớn các tạp chất bẩn trong nước thải. Các dung môi ở nhóm một gọi là những dung môi có tính chọn lọc. Dùng các dung môi này chỉ thu hồi được một hoặc một nhóm nhỏ các tạp chất bẩn.



Hình 9.29. Sơ đồ trích ly ba bậc ngược dòng

1- Bể lắng; 2- Bể tái sinh vật liệu trích ly; 3- Bể chứa nước sạch.

9.3.2.3. Tính toán

Tính toán công trình xử lý nước thải bằng phương pháp trích ly bao gồm việc xác định nồng độ chất bẩn trong nước sau khi trích ly, tỉ số giữa thể tích dung môi và thể tích nước thải (còn gọi là lưu lượng đơn vị), số thùng và kích thước thùng trích ly.

Khi trích ly theo nhiều bậc gián đoạn nồng độ của chất bẩn trong nước sau khi trích ly có thể xác định theo công thức:

$$C_n = \frac{C_0}{(1 + Kb)^n}, \quad (9.77)$$

trong đó: C_0 - nồng độ nước thải đầu vào, g/l;

C_n - nồng độ nước thải đầu ra, g/l;

n - số bậc trích ly;

K - hệ số phân bố;

b - lưu lượng đơn vị của dung môi đối với mỗi bậc trích ly:

$$b = \frac{W}{nQ}, \quad (9.78)$$

ở đây: W - thể tích dung môi tiêu hao cho trích ly, m^3 ;

Q - lượng nước thải cần trích ly, m^3 .

■ Trích ly một bậc

Phương trình cân bằng vật chất của quá trình trích ly một bậc liên tục có thể biểu thị như sau:

$$C_o Q = C Q + C_d W, \quad (9.79)$$

trong đó: C_d - nồng độ chất bẩn trong dung môi, g/l;

C_o - nồng độ nước thải đầu vào, g/l;

Q - lượng nước thải cần trích ly, m³;

W - thể tích dung môi tiêu hao cho trích ly, m³.

Khi xác định chiều cao của các thùng trích ly phải đảm bảo cho chất bẩn bão hòa tối đa trong dung môi với cường độ cho trước. Do đó phía trên thùng (nếu trọng lượng riêng của dung môi nhỏ hơn trọng lượng riêng của nước thải) nồng độ bão hòa của chất bẩn trong dung môi sẽ là:

$$C_d = K C_o. \quad (9.80)$$

Thay giá trị này vào công thức (9.79) và $W = b.Q$ ta có:

$$C = (1 - Kb)C_o. \quad (9.81)$$

Nếu biết nồng độ chất bẩn trong nước thải đầu ra thì b sẽ là đại lượng cần tìm và có thể xác định theo công thức sau:

$$b = \frac{C_o - C}{K C_o}. \quad (9.82)$$

Kích thước thùng trích ly được xác định bằng phương pháp phân tích đồ thị theo kết quả nghiên cứu trích ly trong phòng thí nghiệm đối với từng loại chất bẩn và dung môi cụ thể. Chiều cao H của thùng trích ly phải đủ để đảm bảo bão hòa tối đa chất bẩn trong dung môi và đáp ứng mức độ cần thiết xử lý nước thải. Đường kính D phải đảm bảo được lưu lượng cần thiết.

■ Trích ly nhiều bậc

Nếu có số bậc trích ly là n thì tại một bậc i nào đó ta sẽ có phương trình cân bằng vật chất:

$$C_{(i-1)}Q + C_{d(i+1)}W = C_i Q + C_{d(i)}W. \quad (9.83)$$

Tại mỗi bậc trích ly sẽ đạt được trạng thái cân bằng ($C_d/C = K$) và đặt $W/Q = b$ và $Q + WK = B$. Có thể viết:

$$C_{(i)} = \frac{C_{(i-1)}Q + C_{(i+1)}WK}{B}. \quad (9.84)$$

Đối với n thùng trích ly sẽ có n phương trình. Giải hệ phương trình này sẽ xác định được nồng độ của chất bẩn trong nước thải đầu ra khỏi bình thứ n (bình cuối cùng):

$$C_n = \frac{C_0(bK - 1)}{(bK)^{n+1} - 1} \quad (9.85)$$

Khi đó số bậc trích ly cần để giảm nồng độ chất bẩn từ C_0 xuống $C = C_n$ sẽ là:

$$n = \frac{\lg[C_0(bK - 1) + C_n] - \lg C_n}{\lg(bK)} \quad (9.86)$$

trong đó: bK - hệ số trích ly.

9.3.3. Cấu tạo thiết bị và sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải bằng phương pháp trích ly

9.3.3.1. Các loại thiết bị trích ly dùng để xử lý nước thải

Các thiết bị trích ly có thể phân biệt:

- Theo biện pháp trích ly: hoạt động gián đoạn theo chu kỳ ở trạng thái tĩnh, hoạt động liên tục ở trạng thái động.
- Theo kiểu thiết bị phân tán dung môi: các thiết bị phân tán bất động gồm các vòng đệm, đĩa, vòi phun... và các thiết bị phân tán chuyển động gồm các loại máy khuấy trộn.
- Theo phương pháp tách dung môi khỏi nước sau khi trích ly: tách các pha bằng lực trọng trường và tách bằng lực ly tâm.
- Theo phương pháp tiếp xúc giữa hai pha nước - dung môi: tháp với vòng đệm và không có vòng đệm.

9.3.3.2. Trích ly với lớp vòng tiếp xúc (vòng đệm)

Tháp trích ly với vòng đệm được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp và cho hiệu suất cao khi tỉ số dung tích b cao. Biện pháp này thường áp dụng để khử phenol bằng benzen hoặc dầu than đá với $b = 0.5 \div 1.75$, còn nếu khử phenol trong nước bằng outylaxetat hoặc bằng ete diisopropyl với $b = 0.1 \div 0.25$ sẽ kém hiệu suất.

Nhiều khi giữa các lớp đệm người ta đặt các tấm có lỗ để thường xuyên phân phối lại các pha. Khi đó quá trình chuyển chất sẽ tăng lên do sự hình thành và dính kết nhiều lần các giọt dung môi lại với nhau, nghĩa là bề mặt tiếp xúc giữa các pha liên tiếp được phục hồi. Chiều cao của mỗi lớp đệm thường bằng 2.5 - 3 lần đường kính của tháp. Qua mỗi lớp đệm, dung môi lại được phân

phối lại và quá trình chuyển chất lại tăng lên, mỗi tháp trích ly sẽ gồm nhiều lớp vòng đệm.

Dung môi dẫn vào tháp qua các vòi phun. Chiều cao tháp thường lấy bằng 6m.

9.3.3.3. Tháp trích ly kiểu vòi phun tia

Đối với những tháp phun, mức độ phân tán dung môi nhờ các vòi phun là yếu tố quyết định. Nếu chọn đúng loại vòi phun, kích thước và điều kiện công tác của nó có thể đạt được mức độ phân tán cao với bất kỳ giá trị nào của b .

Ở tháp này bề mặt tiếp xúc giữa các pha được tái sinh là nhờ vào sự chuyển động của các giọt dung môi. Các giọt dung môi do tác động của dòng nước có xu hướng dính vào nhau, càng tiếp xúc chuyển động theo chiều cao thì dung môi càng dính kết với nhau và cách vòi phun một khoảng nào đó thì quá trình trích ly bị chấm dứt.

Có nhiều loại vòi phun với đường kính $d = 0,2\text{mm}; 0,4\text{ mm}; 0,6\text{ mm}, \dots 10\text{ mm}$. Đường kính các giọt dung môi phụ thuộc vào kích thước vòi phun và thường trong khoảng $30 - 100\ \mu\text{m}$.

Vòi phun thường làm bằng thép hợp kim để chống ăn mòn bởi dung môi và nước thải. Đường kính các tháp trích ly với vòi phun có thể lấy bằng $D = 2 \div 2,2\text{m}$, chiều cao $H = 20 \div 25\text{m}$.

9.3.3.4. Tháp trích ly với đĩa rôto quay

Tháp trích ly với đĩa rôto quay là một tháp trụ, theo chiều cao chia thành nhiều ngăn bằng các vách có thể trích ly được các chất bản dạng nhũ tương trong nước thải.

Stato cố định. Ở giữa mỗi vách ngăn theo chiều cao có các đĩa phẳng quay gắn chung vào trục đĩa quay. Khi đĩa quay xuất hiện lực ly tâm nên dung môi sẽ được phân tán ra xung quanh tường tháp không có khả năng tạo thành nhũ tương. Tuy nhiên tại mép các đĩa quay vẫn xuất hiện những lực phân tán cục bộ ảnh hưởng xấu tới hiệu suất công tác của thiết bị trích ly.

Nhờ vách ngăn vòng nên giảm được hiện tượng xáo trộn dọc so với tháp trích ly kiểu vòi phun.

Hiệu suất và khả năng vận chuyển của thiết bị trích ly này tùy thuộc vào kích thước bên trong: đường kính tháp D , đường kính đĩa D_d , đường kính các vòng stato D_s và chiều cao mỗi ngăn h .

Để khử phenol trong nước thải nên chọn:

$$\frac{D_d}{D} = 0,65 \div 0,5; \quad \frac{D_s}{D} = 0,78 \div 0,85; \quad \frac{h}{D} = 0,25.$$

Tốc độ quay của rôto cũng ảnh hưởng tới hiệu suất của thiết bị, trong điều kiện sản xuất nên chọn bằng 3 - 3,5m/s.

Tải trọng (theo nước và dung môi) ở tháp lên tới 1,2 - 1,8 m³/m²h theo tiết diện công tác của nó. Đường kính tháp có thể tới 2m, chiều cao tới 11m, lưu lượng nước tới 120 m³/h. Loại này chỉ sử dụng khi tỉ số dung tích *b* nhỏ, khả năng vận chuyển thấp so với tháp trích ly với lớp đệm và vòi phun.

9.3.3.5. Tháp trích ly kiểu rung

Tháp trích ly kiểu rung tạo ra trong tháp các pha nước - dung môi được phân tán và khuấy trộn nhờ chuyển động thẳng, vòng dọc theo trục tháp. Cường độ rung được đặc trưng bằng tần số dao động *f* và biên độ *a* và được tính bằng tích của hai đại lượng: $I = a.f$ (mm/ph). Bằng cách nhân cường độ rung với diện tích mặt cắt ngang của tháp ta được dung tích rung:

$$\pi O = a/fF, \text{ mm}^3/\text{ph}. \quad (9.87)$$

Theo cường độ rung người ta phân biệt ba chế độ công tác của tháp:

- Chế độ ứng với cường độ xáo trộn yếu bằng 0 - 230 mm/ph, chế độ này ổn định nhưng hiệu suất thấp.
- Chế độ ứng với cường độ cao tới 1500 - 2000 mm/ph tùy thuộc độ nhũ tương của các pha, đường kính các giọt giảm xuống 0,5 - 1,5 mm, hiệu suất đạt cao hơn;
- Chế độ ứng với cường độ rung vượt quá 1500 - 2000 mm/ph xuất hiện các giọt kích thước nhỏ dạng nhũ tương.

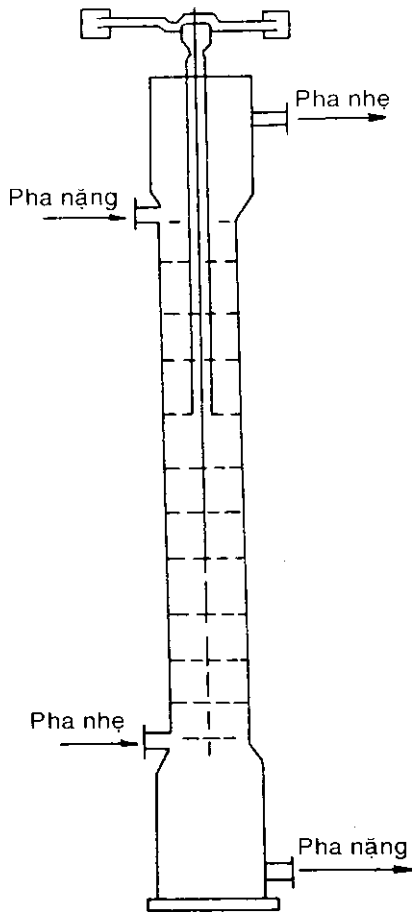
Tháp trích ly kiểu rung có thể có lớp đệm hoặc hoặc là đĩa hoặc là lớp đệm bằng đĩa sàng (hình 9.30). Để đảm bảo chế độ công tác tối ưu, đường kính các tháp trích ly kiểu rung không quá 600 mm, $H = 5m$. Người ta sử dụng các máy truyền động gây rung nhờ khí nén. Biên độ rung của máy rung khí nén phụ thuộc vào áp suất khí nén và thời gian thổi khí của một chu kỳ.

Loại tháp trích ly kiểu ly tâm cũng là loại tiếp xúc liên tục. Trong tháp trích ly kiểu ly tâm, quá trình phân tán, khuấy trộn và phân chia các pha đều nhờ lực ly tâm. Tháp này được dùng để khử phenol trong nước thải của nhà máy khí than bằng benzen. Tải trọng tổng cộng các pha là 60 m³/h với tỉ số dung

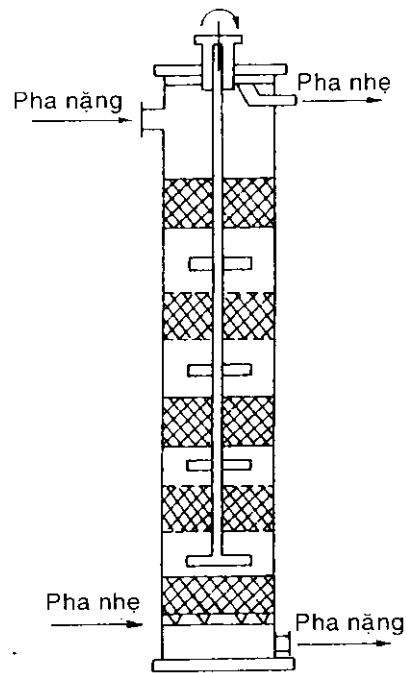
tích các pha benzen - nước là 125 - 150%. Nồng độ phenol đơn nguyên tử trong nước đầu ra khoảng 0,036 g/l với nồng độ nước đầu vào 2,52 g/l. Tháp trích ly kiểu ly tâm rất phức tạp và nhạy cảm với các tạp chất cơ học, nó chỉ nên dùng đối với nước thải chứa nhũ tương nhẹ.

9.3.3.6. Tháp trích ly kiểu lắng - trộn

Tháp trích ly kiểu lắng - trộn được dùng với lưu lượng lớn và số bậc khá cao. Theo cấu tạo, có thể là loại đứng hoặc loại ngang.



Hình 9.30. Tháp trích ly với lớp đệm bằng sàng rung

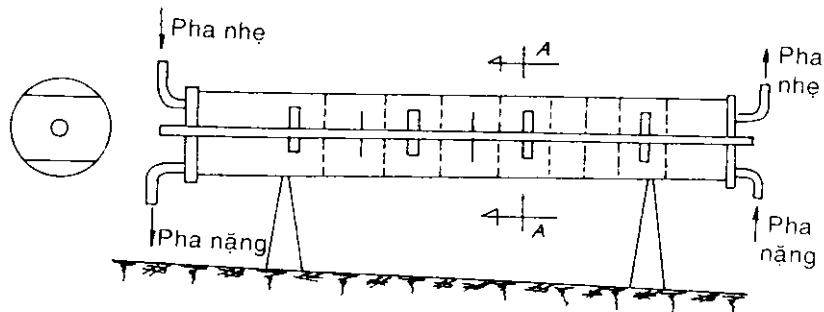


Hình 9.31. Tháp trích ly nhiều ngăn kiểu lắng trộn

Loại tháp đứng làm việc theo nguyên tắc ngược dòng gồm nhiều lớp đệm và các máy khuấy trộn đồng trục. Ở mỗi máy trộn sẽ phân tán và khuấy trộn các pha với nhau, nhũ tương hình thành lại được tách ra ở lớp đệm (hình 9.31).

Các máy trộn có thể là bản lá, hướng trục turbin, đĩa trơn, bơm ejector. Loại tháp trích ly nằm ngang cũng là một hình trụ, các máy trộn cũng cùng chung

một trục ngang. Giữa các máy khuấy trộn có các vách ngăn để ngăn cách với các ngăn tạo lớp (hình 9.32).



Hình 9.32. Tháp trích ly ngang nhiều ngăn với các máy trộn

9.3.3.7. Sơ đồ trạm xử lý nước thải bằng phương pháp trích ly

Trạm xử lý nước thải bằng phương pháp trích ly gồm: công đoạn chuẩn bị trích ly - lắng lọc và đôi khi cacbonat hóa; công đoạn trích ly - trích ly chung bay hơi dung môi khỏi nước, thu hồi dung môi, hoàn nguyên dung môi từ phân chiết, thu hồi sản phẩm tinh (chất bẩn trong nước thải).

Thông thường phương pháp trích ly chỉ là công đoạn xử lý sơ bộ cho công đoạn xử lý bằng phương pháp sinh học. Để xử lý nước thải chứa phenol người ta dùng butylaxetat làm dung môi. Đối với những chất bẩn khác có thể dùng dung môi khác.

Hình 9.33 giới thiệu sơ đồ trạm xử lý nước thải của nhà máy luyện cốc bằng phương pháp trích ly.

Nước thải đầu vào có nhiệt độ 50 - 58°C. Ở công đoạn chuẩn bị, nước qua lắng để tách nhựa và các tạp chất lơ lửng, làm nguội, qua cacbon hóa (tức được bão hòa bởi cacbonic), qua lọc, rồi qua tháp thu hồi dung môi.

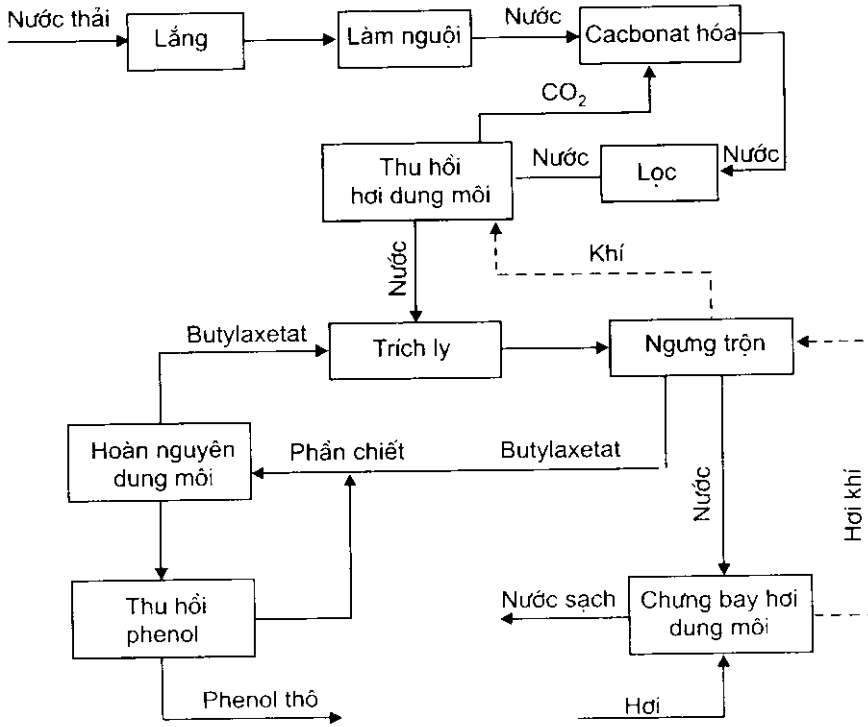
Công đoạn tiếp theo là trích ly bằng butylaxetat. Sau khi trích ly, nước được qua thiết bị ngưng trộn và qua chưng bay hơi để loại butylaxetat hòa tan.

Cuối cùng nước thải được đưa qua xử lý sinh học.

Hơi butylaxetat sau khi tách ra ở tháp chưng bay hơi sẽ được ngưng tụ ở thiết bị ngưng tụ bằng dòng nước nguội đã được khử phenol ở tháp trích ly. Tiếp theo butylaxetat lại được tách khỏi nước và đưa trở về trích ly (bể chứa dịch thể); phần bay hơi và khí butylaxetat không kịp ngưng tụ sẽ đưa về tháp thu hồi, ở đó sẽ cho nước hấp thụ.

Phân chiết dẫn về tháp tái sinh dung môi và tách butylaxetat. Dung môi tái sinh lại được sử dụng lại. Sản phẩm phía dưới tháp gọi là dịch chất đậm đặc

chứa khoảng 10% butylaxetat được dẫn đến tháp thứ hai. Butylaxetat và một phần phenol được tách ra ở tháp thứ hai này cho về bể chứa dịch chiết. Phần dưới chính là sản phẩm phenol đã được thu hồi từ nước thải.



Hình 9.33. Sơ đồ trạm xử lý nước thải của nhà máy luyện than cốc

Đặc điểm của sơ đồ này là có cacbonat hóa ở công đoạn chuẩn bị (vì trong nước thải có chứa amoniac làm tăng độ pH, tác nhân liên kết một phần phenol, cản trở quá trình trích ly). Cacbonat hóa thường được thực hiện trong các tháp kiểu thổi khí qua đĩa chìm lỗ với lớp nước cao 7 - 10m. Trước đây các tháp có chứa vật liệu là các vòng rasiga 25 × 25 × 3mm, nhưng do bị dính nhựa và bụi nên người ta không dùng nữa mà thay bằng đĩa chìm lỗ.

Các tháp thu hồi hơi dung môi thường có đường kính 1000mm, cao 5800mm. Trong tháp có lớp vật liệu cao 1600mm gồm các vòng rasiga 35 × 35 × 4 mm. Khí vào phía dưới, nước vào phía trên.

Ở tất cả các trạm, công đoạn hoàn nguyên dung môi và thu hồi phenol là một hệ thống gồm hai tháp chung cất:

- Tháp đầu dùng để thu hồi butylaxetat tái sinh tinh khiết ở phần trên và làm việc dưới áp suất khí quyển (tháp khí quyển);

- Tháp thứ hai làm việc dưới áp suất chân không (tháp chân không) tới 600 mmHg để tách tái sinh dung môi khỏi phenol thô. Sản phẩm phía trên của tháp thứ hai sẽ cho trở lại tháp thứ nhất cùng với dịch chiết.

Sản phẩm phía dưới của tháp thứ nhất - dịch chiết đậm đặc là nguyên liệu của tháp thứ hai.

Ở trạm xử lý nước thải nhà máy luyện than cốc, phần sản phẩm trên của tháp chân không chứa 75% phenol nhẹ và 25% butylaxetat và sẽ được chuyển về phía dưới của tháp khí quyển.

9.3.4. Phạm vi ứng dụng của phương pháp trích ly

Chúng ta biết rằng để thu hồi một chất bản hữu cơ trong nước thải có thể dùng nhiều phương pháp khác nhau: trích ly, hấp phụ trên các vật liệu rắn, chưng bay hơi cùng với hơi nước,... Chọn phương pháp nào là tùy thuộc vào chi phí cần thiết để tách các chất bản đó với mức độ có thể sử dụng lại được. Phương pháp chưng bay hơi chỉ dùng khi lượng nước thải ít và chỉ khử một loại chất bản nào đó trong nước thải.

Phương pháp trích ly và hấp phụ đều có thể sử dụng để xử lý cùng một chất bản hoặc một nhóm chất bản trong nước thải. Chọn một trong hai phương pháp đó phải dựa vào hiệu suất thu hồi chất bản trong điều kiện cụ thể. Ở phạm vi nồng độ chất bản trong nước thấp thì nồng độ của nó trong dung môi nhỏ hơn so với nồng độ trong chất hấp phụ. Nhưng ở phạm vi nồng độ chất bản trong nước cao thì nồng độ của nó trong dung môi lớn hơn trong chất hấp phụ.

Tuy nhiên đối với mỗi chất đều có giới hạn nồng độ nhất định, tại đó xác định hiệu quả thu hồi.

Nói chung nồng độ chất bản trong nước thải trên 3 - 4 g/l thì dùng phương pháp trích ly hợp lý hơn, còn nồng độ dưới 1 g/l thì nên dùng phương pháp hấp phụ. Tất nhiên còn tùy thuộc vào yêu cầu công nghệ, giá thành dung môi, tổn thất dung môi và giá trị của sản phẩm thu hồi được.

9.4. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRAO ĐỔI ION

Phương pháp trao đổi ion được ứng dụng để xử lý nước thải khỏi các kim loại như Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg, Cd, V, Mn,... cũng như các hợp chất của asen, photpho, xyanua và chất phóng xạ.

Phương pháp này cho phép thu hồi các kim loại có giá trị và đạt được mức độ xử lý cao. Vì vậy nó là một phương pháp được ứng dụng rộng rãi để tách muối trong xử lý nước cấp và nước thải.

9.4.1. Một số khái niệm về quá trình trao đổi ion

Trao đổi ion là một quá trình trong đó các ion trên bề mặt của chất rắn trao đổi ion với ion có cùng điện tích trong dung dịch khi tiếp xúc với nhau. Các chất này gọi là các ionit (chất trao đổi ion), chúng hoàn toàn không tan trong nước.

Các chất có khả năng hút các ion dương từ dung dịch điện ly gọi là các cationit. Những chất này mang tính axit. Các chất có khả năng hút các ion âm gọi là anionit và chúng mang tính kiềm. Nếu như các ion nào đó trao đổi cả cation và anion thì người ta gọi chúng là các ionit lưỡng tính.

Khả năng hút của các ionit được đặc trưng bởi dung lượng thể tích và đại lượng này được xác định bằng số ion tương đương được hút bởi 1 đơn vị khối lượng hay thể tích ionit. Người ta phân biệt dung lượng thể tích toàn phần, dung lượng thể tích tĩnh và dung lượng thể tích động.

Dung lượng thể tích toàn phần là lượng các chất được hút khi bão hòa của một đơn vị thể tích hay khối lượng ionit.

Dung lượng thể tích tĩnh là dung lượng thể tích của ionit khi cân bằng ở điều kiện làm việc cho trước. Giá trị của dung lượng thể tích tĩnh nhỏ hơn giá trị của dung lượng toàn phần.

Dung lượng thể tích động là dung lượng của ionit cho trước khi đạt trạng thái dừng trao đổi của ion trong nước lọc. Đại lượng này được xác định trong điều kiện lọc qua ionit. Giá trị của đại lượng này nhỏ hơn dung lượng tĩnh.

9.4.2. Các chất trao đổi ion

Các chất trao đổi ion có thể là các chất vô cơ hoặc hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên hay tổng hợp nhân tạo. Nhóm các chất trao đổi ion vô cơ tự nhiên gồm có các zeolit, kim loại khoáng chất, đất sét, fenspat, chất mica khác nhau.v.v... Các chất có tính chất trao đổi cation là các chất chứa nhôm silicat loại: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$. Các chất florua apatit $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{F}$ và hydroxyt apatit $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{OH}$ cũng có tính chất trao đổi ion.

Các chất trao đổi ion có nguồn gốc các chất vô cơ tổng hợp gồm silicagel, permutit (chất làm mềm nước).v.v... ví dụ các tính chất trao đổi ion của <http://www.nhac.com.vn>

silicagel là do sự trao đổi của các ion hydro nhóm hydroxyt với các cation kim loại trong môi trường kiềm.

Các chất trao đổi ion (ionit) hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên gồm axit humic của đất (chất mùn) và than đá, chúng mang tính axit yếu. Để tăng tính axit và dung lượng trao đổi, người ta nghiền nhỏ than và lưu hóa ở điều kiện dư oleum. Than sunfo là các chất điện ly cao phân tử, rẻ và chứa cả các nhóm axit mạnh và axit yếu. Các chất trao đổi ion này có nhược điểm là độ bền hóa học và độ bền cơ học thấp, dung lượng thể tích không lớn, đặc biệt trong môi trường trung tính.

Các chất trao đổi ion hữu cơ tổng hợp là các nhựa có bề mặt riêng lớn, chúng là những hợp chất cao phân tử. Các gốc hydrocacbon của chúng tạo nên lưới không gian với các nhóm chức năng trao đổi ion cố định. Lưới không gian hydrocacbon được gọi là ma trận, còn các ion trao đổi ion là các ion trái dấu. Để đơn giản hóa người ta ký hiệu ma trận ma trận đó là R, còn các nhóm hoạt động được thì biểu thị rõ và đầy đủ. Ví dụ, các chất trao đổi cation sunfua RSO_3H , trong đó H - ion trái dấu và SO_3^- - ion nhận điện tử; hoặc cation cacboxylic: R - COOH; cation phenolic: R - OH; cation pôpho: R - PO_3^- - H.

Người ta phân biệt giữa chất trao đổi ion axit mạnh được nhận từ một axit mạnh như H_2SO_4 và chất trao đổi ion axit yếu được nhận từ một axit yếu như H_2CO_3 . Cũng có thể xác định giá trị pK cho các chất trao đổi ion cũng như đã xác định độ axit nói chung. Điều này có nghĩa với phản ứng:



$$\frac{[H^+][R - SO_3^-]}{[R - SO_3H]} = K \rightarrow pK = -\log K.$$

Khi đun nóng các ionit trong nước hoặc không khí có thể làm vỡ các hạt của chúng, tách rời nhóm hoạt động ra dẫn đến giảm dung lượng. Mỗi một nhựa trao đổi ion có giới hạn nhiệt độ của nó, vượt quá giới hạn đó thì không thể sử dụng được. Nói chung độ bền về nhiệt của các anionit thấp hơn các cationit.

Đại lượng pH của nước thải để tiến hành trao đổi ion phụ thuộc vào hằng số phân ly các nhóm trao đổi ion của nhựa. Các cation axit mạnh cho phép tiến hành quá trình trong bất kỳ môi trường nào, còn các cation axit yếu thì tiến hành quá trình trao đổi trong môi trường kiềm và trung tính. Như vậy các cationit với nhóm HCO_3^- trao đổi ion với pH lớn hơn 7, còn nhóm phenol pH lớn hơn 8.

Những chất trao đổi ion thông dụng là:

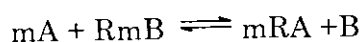
Sản xuất tại Nga	Tương ứng với sản xuất tại các nước phương tây
KY 28	IR-120, SK-1A, Serolit - 225; Imak C-12, Levatit S-100
KY 23	Levatit SP - 120, C - 300P; Ambertit 15A, Varion KSM

9.4.3. Cơ sở của quá trình trao đổi ion

Cơ chế trao đổi ion có thể gồm những giai đoạn sau:

- Di chuyển ion A từ nhân của dòng chất lỏng tới bề mặt ngoài của lớp biên giới màng chất lỏng bao quanh hạt trao đổi ion.
- Khuếch tán lớp ion qua lớp biên giới.
- Chuyển ion đã qua biên giới phân pha vào hạt nhựa trao đổi.
- Khuếch tán ion A bên trong hạt nhựa trao đổi tới các nhóm chức năng trao đổi ion.
- Phản ứng hóa học trao đổi ion A và B.
- Khuếch tán các ion B bên trong hạt trao đổi ion tới biên giới phân pha.
- Chuyển các ion B qua biên giới phân pha ở bề mặt trong của màng chất lỏng.
- Khuếch tán các ion B qua màng;
- Khuếch tán các ion B vào nhân dòng chất lỏng.

Trao đổi ion xảy ra theo tỉ lệ tương đương và trong phần lớn các trường hợp là phản ứng thuận nghịch. Phản ứng trao đổi ion xảy ra do hiệu số thế hóa học của các ion trao đổi. Phương trình trao đổi tổng quát có dạng:

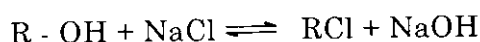


Ví dụ quá trình tách muối ra khỏi nước:

- Khi tiếp xúc với cationit:



- Khi tiếp xúc với anionit:



Các phản ứng này xảy ra cho tới khi cân bằng trao đổi ion được thiết lập. Vận tốc lập cân bằng phụ thuộc vào các nhân tố ngoài và trong như chế độ thủy

động của chất lỏng, nồng độ các ion trao đổi, cấu trúc hạt trao đổi ion và độ thấm của nó đối với các ion. Khi tất cả các vị trí đã được trao đổi Na^+ và Cl^- thì nhựa trao đổi cần được tái sinh.

Tốc độ quá trình trao đổi ion được quyết định bởi quá trình chậm nhất trong các giai đoạn trên. Đó là khuếch tán trong màng chất lỏng hay khuếch tán trong hạt trao đổi, còn quá trình phản ứng hóa học trao đổi ion xảy ra rất nhanh. Tốc độ của quá trình do cơ chế khuếch tán màng quyết định và có thể viết như sau:

$$-\frac{dC}{dt} = K_f \frac{a}{V} (C - C^*), \quad (9.88)$$

trong đó: C - nồng độ trong dung dịch;

K_f - hệ số chuyển đổi qua màng;

V - thể tích dung dịch;

a - diện tích hữu hiệu;

C^* - nồng độ cân bằng.

Nếu khuếch tán mao quản là tốc độ hạn định thì mô hình khuếch tán dựa trên định luật thứ 2 của Fick có thể được sử dụng để mô tả quá trình. Biểu thức tổng quát cho loại phản ứng này có thể viết như sau:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \cdot D \cdot \frac{\partial C}{\partial r} \right) - \frac{\partial q^*}{\partial t}, \quad (9.89)$$

trong đó: r - bán kính của hạt nhựa trao đổi;

D - hệ số khuếch tán;

q^* - nồng độ các ion được trao đổi của nhựa cân bằng với nồng độ C .

9.4.4. Tái sinh các ionit

Các cationit được tái sinh bằng dung dịch axit có nồng độ từ 2 đến 8% và chúng chuyển thành dạng $-\text{H}^+$. Các dung dịch tái sinh (eluat) chứa các cation. Sau khi nối lỏng và rửa, các cation sẽ được nạp điện tích, ví dụ thành dạng $-\text{Na}^+$ bằng cách cho dung dịch muối ăn đi qua chúng. Khi đó nhóm chức năng $-\text{H}^+$ nhận được trong tái sinh các cation bằng axit được thay đổi ở nhóm $-\text{Na}$, còn dung dịch muối ăn được sử dụng để tích điện sẽ bị oxy hóa tới HCl .

Người ta tái sinh các anionit đã được sử dụng trong trao đổi ion bằng dung dịch kiềm. Khi đó các anionit chuyển sang dạng OH^- . Các eluat chứa các anion được tách ra từ nước thải ở dạng nồng độ cao. Khi cần thiết anionit được tái sinh từ dạng $-\text{OH}^-$ có thể chuyển thành dạng $-\text{Cl}^-$ với việc cho dung

dịch NaCl đi qua. Trong dung dịch tích điện, NaOH được tích tụ lại. Các eluat là các dung dịch axit hoặc kiềm. Người ta trung hòa và xử lý chúng với mục đích thu hồi các sản phẩm có giá trị. Sự trung hòa được tiến hành bằng trộn các eluat axit và kiềm, cũng như đưa thêm axit hoặc kiềm.

Mức độ tái sinh (%) được xác định theo công thức:

$$\alpha = \frac{\theta_{TS}}{\theta_{TP}} \cdot 100, \tag{9.90}$$

trong đó: θ_{TS} - dung lượng thể tích được tái sinh;

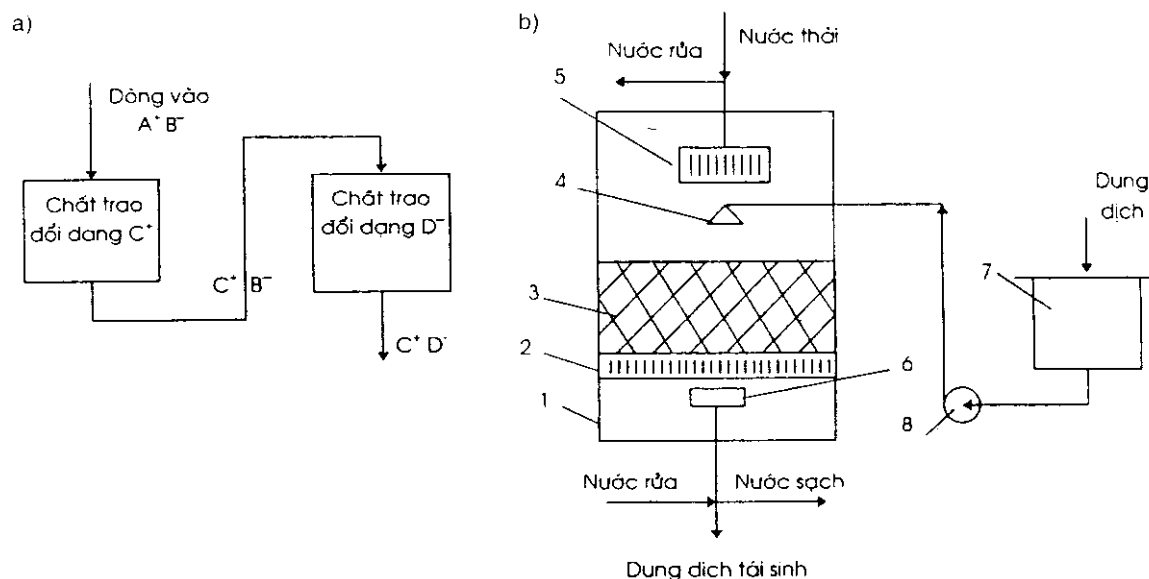
θ_{TP} - dung lượng thể tích toàn phần.

Các yếu tố ảnh hưởng lên mức độ tái sinh gồm loại chất ionit; thành phần lớp bão hòa; bản chất, nồng độ và lượng các chất tái sinh tiêu tốn; nhiệt độ; thời gian tiếp xúc và lượng các tác nhân tiêu tốn.

9.4.5. Các sơ đồ hệ thống thiết bị trao đổi ion

Hình 9.34 giới thiệu các sơ đồ hệ thống thiết bị trao đổi ion.

Sơ đồ xử lý nước thải hoàn toàn bao gồm: một tháp trao đổi cation tiếp theo là tháp trao đổi anion kiềm yếu như ở hình 9.34a. Cũng có thể sử dụng trao đổi hỗn hợp cả cation và anion theo sơ đồ làm việc gián đoạn như ở hình 9.34b.



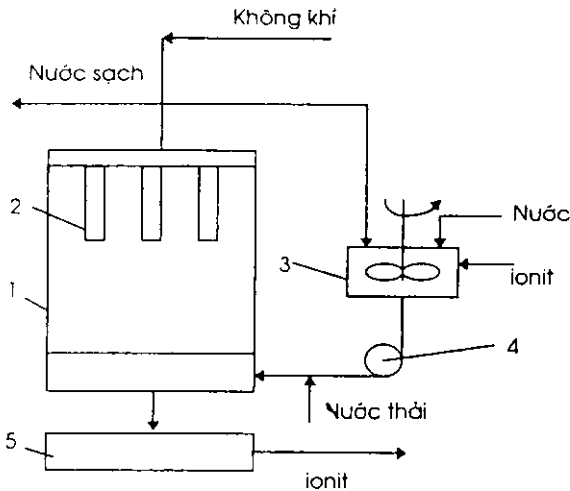
Hình 9.34. Các sơ đồ hệ thống thiết bị trao đổi ion

1- Tháp trao đổi; 2- Lưới đỡ; 3- Lớp ionit; 4 đến 6- Bộ phận phân bố;

7- Thùng chứa dung dịch tái sinh; 8- Bơm.

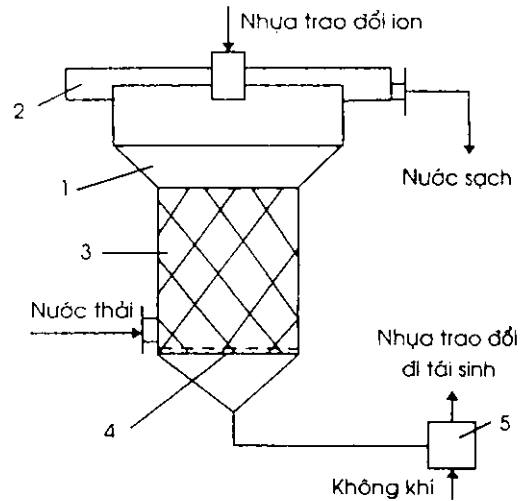
Quá trình trao đổi ion gồm bốn giai đoạn: trao đổi ion; rửa ionit khỏi các tạp chất; tái sinh ionit (dung dịch axit/kiềm) và rửa ionit khỏi dung dịch tái sinh.

Hình 9.35 giới thiệu thiết bị trao đổi ion với lớp ionit chuyển động, còn hình 9.36 trình bày thiết bị lọc trao đổi ion kiểu đứng.



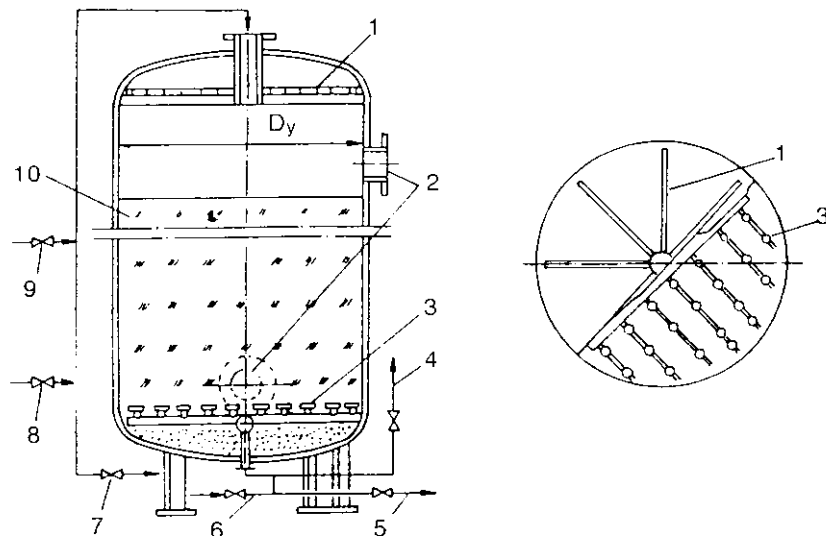
Hình 9.35a. Thiết bị trao đổi ion bằng sơ đồ lọc nhúng

1- Thân thiết bị; 2- Thiết bị lọc; 3- Thùng chứa huyền phù của ionit; 4- Bơm; 5- Thùng chứa thu gom ionit đã sử dụng.



Hình 9.35b

1- Thân thiết bị; 2- Vùng phân tích; 3- Lớp nhựa trao đổi ion; 4- Đĩa; 5- Thiết bị bơm bằng khí nén.



Hình 9.36. Thiết bị lọc trao đổi ion kiểu đứng

1- Bộ phận phân phối nước và dung dịch tái sinh; 2- Cửa; 3- Bộ phận thoát nước; 4- Ống dẫn nước sạch ra; 5- Ống xả nước lọc đầu; 6- Ống dẫn nước tới lòng ionit; 7- Ống xả nước rửa; 8- Ống dẫn nước vào xử lý; 9- Ống dẫn dung dịch tái sinh ionit; 10- Lớp chất nhựa trao đổi.

9.5. CÁC QUÁ TRÌNH TÁCH BẰNG MÀNG

Các kỹ thuật như điện thẩm tích, thẩm thấu ngược, siêu lọc và các quá trình tương tự khác ngày càng đóng vai trò quan trọng trong xử lý nước thải.

Màng được định nghĩa là một pha đóng vai trò ngăn cách giữa các pha khác nhau. Nó có thể là chất rắn, hoặc một gel (chất keo) trương nở do dung môi hoặc thậm chí cả một chất lỏng. Việc ứng dụng màng để tách các chất, phụ thuộc vào độ thấm của các hợp chất đó qua màng.

Bảng 9.4 khái quát các quá trình tách bằng màng theo động lực, chức năng và phạm vi ứng dụng của nó.

Bảng 9.4. Các quá trình tách bằng màng

Quá trình	Động lực	Khoảng kích thước hạt (μm)	Chức năng của màng
Điện thẩm tách	Điện thế	<0,1	Chọn lọc đối với các ion nhất định
Phép thẩm tách	Nồng độ	<0,1	Chọn lọc đối với dung dịch
Thẩm thấu ngược	Áp suất (6.10 MPa)	<0,05	Di chuyển chọn lọc của nước
Siêu lọc	Áp suất (0,1 - 0,5MPa)	$5.10^{-3} - 10.10^{-3}$	Chọn lọc đối với kích thước và dạng phân tử

9.5.1. Thẩm thấu ngược

9.5.1.1. Khái quát chung

Thẩm thấu là sự di chuyển tự phát của dung môi từ một dung dịch loãng vào một dung dịch đậm đặc qua màng bán thấm. Ở tại một áp suất nhất định, sự cân bằng được thiết lập thì áp suất đó được gọi là áp suất thẩm thấu (hình 9.37).

Áp suất thẩm thấu có thể thay đổi theo nồng độ, nhiệt độ và chỉ phụ thuộc vào thuộc tính của dung dịch. Áp suất thẩm thấu của nước được tính như sau:

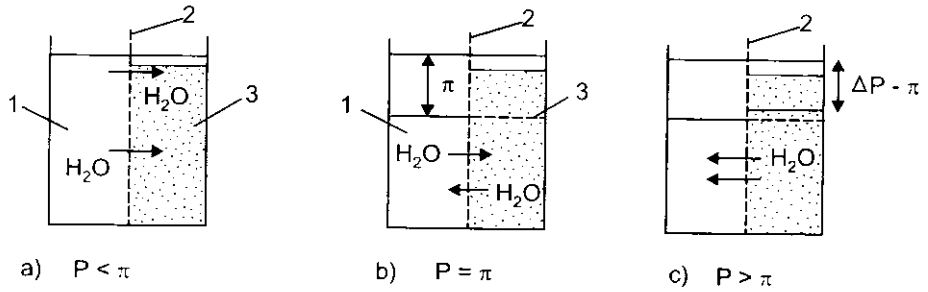
$$\pi = \frac{n}{V} RT, \quad (9.91)$$

trong đó: n - số mol của dung dịch;

V - thể tích mol của nước;

R - hằng số khí;

T - nhiệt độ tuyệt đối.



Hình 9.37. Sơ đồ thẩm thấu

1- Nước sạch; 2- Màng; 3- Dung dịch; π - Áp suất thẩm thấu; p - Áp suất làm việc.

a) Thẩm thấu; b) Cân bằng thẩm thấu; c) Thẩm thấu ngược.

Biểu thức này biểu thị cho trạng thái lý tưởng và chỉ đúng cho dung dịch loãng. Đối với các dung dịch nồng độ cao, biểu thức này được Vant - Hoff nhân thêm với hệ số áp suất thẩm thấu ϕ :

$$\pi = \phi \frac{n}{V} RT. \quad (9.92)$$

Đối với hầu hết các chất điện ly, hệ số áp suất thẩm thấu ϕ nhỏ hơn một đơn vị và sẽ thường giảm khi tăng nồng độ. Điều này có nghĩa là biểu thức (9.92) luôn luôn được bảo toàn và giá trị dự tính theo công thức này cao hơn áp suất thẩm thấu quan sát.

Khi áp suất tăng trên áp suất thẩm thấu ở phía dung dịch của màng như trên hình 9.37c thì có dòng di chuyển ngược, nghĩa là dung môi sẽ di chuyển từ dung dịch qua màng vào phía dung môi. Đây là khái niệm cơ bản của thẩm thấu ngược. Vì vậy có thể định nghĩa thẩm thấu ngược là quá trình lọc dung dịch qua màng bán thấm dưới một áp suất cao hơn áp suất thẩm thấu.

Quá trình thẩm thấu ngược có thể so sánh với lọc bởi vì nó cũng là quá trình chuyển chất lỏng từ một hỗn hợp qua một "vách lọc". Tuy nhiên, một điều quan trọng nhất ở đây là áp suất thẩm thấu là đại lượng rất nhỏ trong quá trình lọc lại đóng một vai trò quan trọng trong thẩm thấu ngược. Điểm khác thứ hai là trong thẩm thấu ngược không thể thu được bã lọc có độ ẩm thấp vì áp suất thẩm thấu của dung dịch tăng cùng với sự tách của dung môi. Điểm khác thứ ba là quá trình lọc tách một hỗn hợp dựa vào kích thước hạt, ngược lại, màng thẩm thấu ngược làm việc dựa vào các yếu tố khác. Màng chỉ cho phân tử nước đi qua còn giữ lại các chất hòa tan trên bề mặt. Trong thẩm

thấu ngược, các hạt được tách (phân tử, các ion hydrat hóa) là các hạt có kích thước nhỏ hơn kích thước của các phân tử dung môi.

9.5.1.2. Cơ chế của quá trình

Người ta cho rằng nếu như chiều dày của lớp phân tử nước bị hấp phụ bằng hay lớn hơn một nửa đường kính mao quản của màng thì dưới tác dụng của áp suất chỉ có nước sạch đi qua, mặc dầu kích thước của nhiều ion nhỏ hơn kích thước của phân tử nước. Các màng hydrat của các ion này đã cản trở không cho chúng đi qua mao quản của màng. Kích thước lớp màng hydrat của các ion khác nhau sẽ khác nhau. Nếu chiều dày này của lớp phân tử nước bị hấp phụ nhỏ hơn một nửa đường kính mao quản thì các chất hòa tan sẽ chui qua màng cùng với nước.

Dòng thấm qua F , đi qua một màng bán thấm có chiều dày d được tính theo biểu thức thông dụng sau:

$$F = \frac{D_w C_w V}{RTd} (\Delta P - \pi), \quad (9.93)$$

trong đó: D_w - hệ số khuếch tán;

C_w - nồng độ của nước;

V - thể tích mol của nước;

ΔP - áp suất dẫn động (tạo động lực cho quá trình).

Biểu thức này cho thấy lượng nước nhận được trong một đơn vị thời gian từ một đơn vị bề mặt tỉ lệ nghịch với độ dày của màng. Đặt $\frac{D_w C_w V}{RTd} = W_p$ (hệ số thấm qua của nước) vào công thức (9.93) ta có:

$$F = W_p (\Delta P - \pi). \quad (9.94)$$

Như vậy tốc độ thẩm thấu ngược tỉ lệ nghịch với áp suất hữu hiệu (hiệu số giữa áp suất tác động lên chất lỏng và áp suất thẩm thấu). Áp suất hữu hiệu cao hơn nhiều so với áp suất thẩm thấu. Áp suất thẩm thấu của một số dung dịch muối với nồng độ bằng 1000 mg/l có giá trị giới thiệu trong bảng 9.5.

Bảng 9.5

Các muối	NaCl	Na ₂ SO ₄	MgSO ₄	CaCl ₂	MgCl ₂
Áp suất thẩm thấu π, kP_o	79	42	25	58	67

Đối với dòng dung dịch (F_s), động lực quá trình hoàn toàn do gradient nồng độ qua màng, theo phương trình Clack (1962) như sau:

$$F_s = D_S \frac{dC'_i}{dX} = D_S \frac{\Delta C'_i}{d}, \quad (9.95)$$

trong đó: C'_i - nồng độ cấu tử i trong màng;

$\Delta C'_i$ - giá trị nồng độ đo qua màng;

D_S - hệ số khuếch tán của dung dịch.

Biểu thức (9.95) có thể viết lại cho nồng độ của dung dịch C_i ở hai mặt của màng, hợp thành hệ số phân bố K_d - là một hằng số đối với các màng:

$$F_s = D_S K_d \frac{\Delta C_i}{d} = K_p \Delta C_i, \quad (9.96)$$

trong đó: K_p - hệ số thấm qua. Các đại lượng W_p và K_p đều đặc trưng cho một loại màng cụ thể.

Quá trình phân tách bằng màng phụ thuộc vào áp suất, điều kiện thủy động, kết cấu thiết bị, bản chất và nồng độ của nước thải, hàm lượng tạp chất trong nước thải và nhiệt độ nước thải,... Sự tăng nồng độ dung dịch dẫn đến tăng áp suất thẩm thấu của dung môi, tăng độ nhớt của dung dịch và tăng sự phân cực nồng độ, dẫn đến giảm độ thấm qua và độ chọn lọc.

Phương pháp thẩm thấu ngược được ứng dụng khi chất điện ly có nồng độ:

- Đối với muối hóa trị 1, nồng độ chất điện ly trong khoảng 5 - 10%.
- Đối với muối hóa trị 2, nồng độ chất điện ly trong khoảng 10 - 15%.
- Đối với muối hóa trị cao, nồng độ chất điện ly trong khoảng 15 - 20%.
- Đối với các chất hữu cơ, giới hạn nồng độ kể trên sẽ cao hơn một chút.

Để giảm ảnh hưởng của sự phân cực nồng độ, người ta tổ chức quá trình thẩm thấu ngược với việc tuần hoàn dung dịch và tăng mức độ xoáy của lớp chất lỏng gần màng bằng cách sử dụng khuấy cơ học, bộ phận tạo rung, hay tốc độ dòng chảy.

Bản chất của chất hòa tan có ảnh hưởng tới độ chọn lọc, ở khối lượng phân tử như nhau, các chất vô cơ bị giữ lại trên màng tốt hơn các chất hữu cơ.

Khi tăng áp suất, năng suất riêng của màng tăng lên vì động lực quá trình tăng. Song ở áp suất cao, vật liệu màng sẽ bị nén chặt dẫn đến giảm độ thấm qua, do đó người ta thiết lập áp suất làm việc cực đại cho từng loại màng.

Khi tăng nhiệt độ, độ nhớt và khối lượng riêng của dung dịch bị giảm ban đầu làm tăng độ thấm qua, nhưng về sau các mao quản của màng bắt đầu bị co ngót và thắt lại dẫn đến làm giảm độ thấm qua....

Tỉ số loại bỏ trong thẩm thấu ngược (R) được xác định theo công thức sau:

$$R = \frac{C_i - C_{Pi}}{C_i}, \quad (9.97)$$

trong đó: C_i - nồng độ của tạp chất i trong dòng chất thải (có nồng độ cao);

C_{Pi} - nồng độ của tạp chất i trong dòng thấm qua (sản phẩm).

Tỉ số loại bỏ cũng có thể được biểu thị theo biểu thức sau:

$$R = \left[1 + \frac{K_p C_{wp}}{W_p (\Delta P - \pi)} \right]^{-1}, \quad (9.98)$$

trong đó: C_{wp} - nồng độ nước trong dòng thấm qua.

Trong thực tế nồng độ của muối tăng dần ở bề mặt màng và thiết lập lên nồng độ. Sự tăng nồng độ muối ở bề mặt màng dẫn đến tăng áp suất thẩm thấu cục bộ làm giảm động lực của quá trình. Sự phân cực nồng độ được định nghĩa là tỉ số của nồng độ muối trong dòng chất lỏng và được mô tả bởi phương trình vi phân sau:

$$\frac{FC_i}{C_{wc}} - D_S \frac{dC_i}{dX} = K_p \Delta C_i, \quad (9.99)$$

trong đó: C_{wc} - nồng độ nước ở trong phần dung dịch loại bỏ.

Nếu màng là màng không thấm đối với dung dịch, nghĩa là $K_p = 0$, phương trình (9.99) có thể được tích phân và cho kết quả:

$$\frac{C_{im}}{C_{ia}} = \exp\left(\frac{F.d}{C_{wc} D_S}\right), \quad (9.100)$$

trong đó: C_{im} - nồng độ của tạp chất i trong chất lỏng ở bề mặt màng;

C_{in} - nồng độ trung bình của tạp chất i trong phần loại bỏ.

Khi dòng là dòng xoáy thì sự phân cực được mô tả bởi biểu thức sau:

$$\frac{C_{im}}{C_{in}} = 1,333 \exp\left(\frac{2.F.S_c^{2/3}}{0,75.p.v.f}\right), \quad (9.101)$$

trong đó: v - tốc độ trung bình;

S_c - số Shmit;

f - yếu tố ma sát;

ρ - khối lượng riêng của dung dịch.

Sự phân cực nồng độ là hàm số của tỉ số giữa tốc độ trung bình của sản phẩm và vận tốc trung bình của nước muối, các yếu tố ma sát và hệ số Schmit. Vì $f/\rho.v$ hầu như tỉ lệ thuận với sự thu hồi, sự phân cực diễn ra thuận lợi khi sự thu hồi cao.

Tuy nhiên cũng có thể đạt được sự thu hồi cao khi phân cực nồng độ thấp bằng việc tuần hoàn nước muối, nghĩa là có thể giảm sự phân cực nồng độ bằng tăng độ xoáy của dòng.

Kết cấu thiết bị để tiến hành quá trình thẩm thấu ngược cũng như siêu lọc cần đảm bảo sao cho bề mặt màng trong đơn vị thể tích được lớn, lắp đặt phải đơn giản, có độ bền cơ học cao và không được rò rỉ. Theo phương thức lắp đặt màng, các thiết bị màng được chia thành bốn loại như minh họa trên hình 9.38.

Người ta sử dụng các màng không xốp - các màng khuếch tán và động lực là các keo giả đồng thể và các màng xốp ở dạng màng mỏng làm từ vật liệu polyme. Màng polyme thông dụng nhất là axetat xenlulo. Ngoài ra còn có các màng làm từ polyetylen, polytetrafloetylen, thủy tinh xốp, axetobutyrat xenlulo v.v...

Hiệu suất của quá trình thẩm thấu phụ thuộc vào tính chất của màng bán thấm. Các màng bán thấm cần có những tính chất sau: khả năng phân tách (hay độ chọn lọc) cao, năng suất riêng (độ thấm qua) lớn, bền với môi trường, không thay đổi tính chất trong quá trình làm việc, có độ bền cơ học cao và giá thành rẻ.

9.5.1.3. Thiết kế thiết bị thẩm thấu ngược

Để có thể thiết kế một thiết bị thẩm thấu ngược ta cần biết thành phần và số lượng nước thải, nhiệt độ và áp suất thẩm thấu.

Từ phương trình cân bằng vật liệu đối với nước cũng như dung dịch có thể thiết lập biểu thức sau:

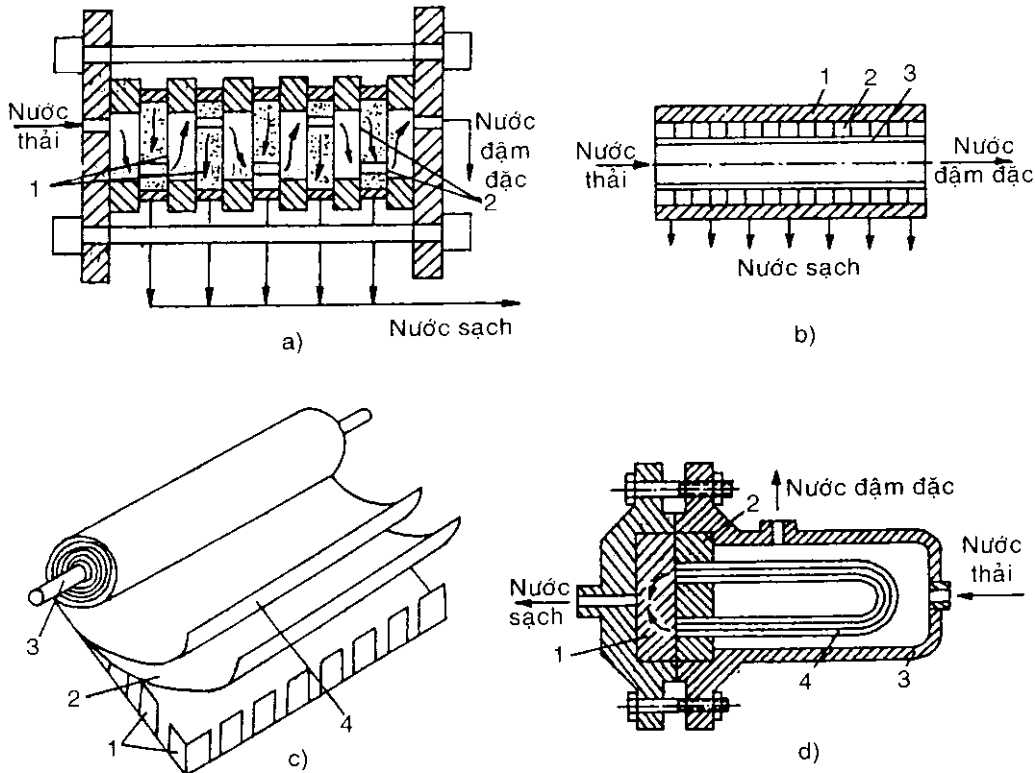
$$Q_f = Q_r - Q_p ; \quad (9.102)$$

$$Q_f.C_{if} = Q_r.C_i + Q_p.C_{ip} , \quad (9.103)$$

trong đó: Q_f - lưu lượng nước thải đầu vào;

Q_r - lưu lượng phần thải bỏ;

- Q_p - lưu lượng nước thấm qua;
- C_{if} - nồng độ cấu tử i ở dòng vào;
- C_i - nồng độ cấu tử i ở dòng ra (thải bỏ);
- C_{ip} - nồng độ cấu tử i ở dòng thấm qua.



Hình 9.38. Các loại thiết bị thẩm thấu ngược

- a) Lọc ép với các tấm lọc song song:
 - 1- Tấm xốp; 2- Màng;
- b) Lọc ống:
 - 1- Ống; 2- Giá đỡ; 3- Màng;
- c) Lọc màng bán thấm xếp thành cuộn:
 - 1- Lớp đỡ; 2- Màng; 3- Ống dẫn nước sạch ra; 4- Lưới phân cách;
- d) Màng ở dạng xơ trống rỗng:
 - 1- Tấm đỡ; 2- Vòng đệm vải sợi; 3- Thân thiết bị; 4- Xơ trống rỗng.

Nồng độ trung bình của cấu tử i là C_{ia} ở một mặt của màng được tính như sau:

$$C_{ia} = \frac{Q_r C_i + Q_f C_{if}}{Q_r + Q_f} \tag{9.104}$$

Chất lượng nước trong dòng thấm qua có thể biểu thị qua C_{ia} và tỉ số thải trung bình R_{tb} :

$$C_{ip} = C_{ia}(1.R_{tb}) \tag{9.105}$$

Tỉ số thải trung bình của muối:

$$R_{tb} = 1 - \frac{K_p C_{wp} \Delta C_i}{W_p (\Delta P - \pi) C_{if}} \quad (9.106)$$

Giả thiết $C_{ip} = 0$ ta có:

$$Q_f C_{if} = Q_r C_{ri} \quad (9.107)$$

$$C_{ia} = \frac{2 \cdot Q_f \cdot C_{if}}{Q_r + Q_f} = \frac{2 Q_f C_{if}}{2 - R'} \quad (9.107^*)$$

trong đó:

$$R' = \frac{Q_p}{Q_f} \quad (9.108)$$

Khi đó C_{ip} được ước tính như sau:

$$C_{ip} = \frac{2 C_{if}}{2 - R'} (1 - R_{tb}) \quad (9.109)$$

Phương pháp thẩm thấu ngược có một số ưu điểm sau:

- Không có pha chuyển tiếp trong tách tạp chất cho phép tiến hành quá trình với chi phí năng lượng thấp.
- Có thể tiến hành quá trình ở nhiệt độ trong phòng không cần bổ sung hoặc bổ sung rất ít hóa chất.
- Cấu cấu đơn giản.

Nhược điểm của phương pháp thẩm thấu ngược là:

- Phát sinh hiện tượng phân cực nồng độ do sự tăng nồng độ ở bề mặt màng. Điều này dẫn đến giảm năng suất, giảm mức độ phân tách các cấu tử và giảm tuổi thọ của màng.
- Quá trình tiến hành ở áp suất cao đòi hỏi cần có bộ phận làm kín đặc biệt.

Thẩm thấu ngược được ứng dụng rộng rãi để tách muối khỏi nước trong hệ thống cấp nước cho nhà máy nhiệt điện và các ngành công nghiệp khác (công nghiệp bán dẫn, đèn hình, dược,...). Trong những năm gần đây phương pháp này cũng được dùng để xử lý nước thải công nghiệp.

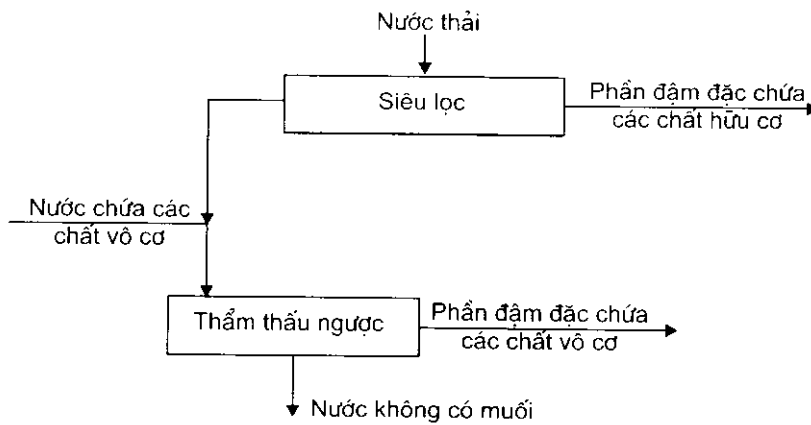
9.5.2. Siêu lọc

Giống như thẩm thấu ngược, quá trình siêu lọc cũng phụ thuộc vào áp suất, động lực và đòi hỏi màng cho phép một số cấu tử thấm qua và giữ lại một số

cấu tử khác. Điều khác biệt là ở chỗ siêu lọc thường được sử dụng để tách dung dịch có khối lượng phân tử trên 500 và có áp suất thẩm thấu nhỏ (ví dụ các vi khuẩn, tinh bột, protein, đất sét,...). Còn thẩm thấu ngược thường được sử dụng để khử các chất có khối lượng phân tử thấp và áp suất thẩm thấu cao.

Khi có chênh lệch áp suất thấp, lưu lượng sẽ tỉ lệ thuận với động lực quá trình ΔP và tỉ lệ nghịch với trở lực của màng R_n :

$$F = \frac{\Delta P}{R_n} \tag{9.110}$$



Hình 9.39. Sơ đồ kết hợp siêu lọc và thẩm thấu ngược

Sự phân cực trong siêu lọc thường lớn hơn thẩm thấu ngược vì hằng số khuếch tán đối với các phân tử macro nhỏ hơn từ 100 đến 1000 lần so với các muối. Lưu lượng dòng thường giảm theo hàm logarit với sự tăng nồng độ của các chất còn lại. Biểu thức sau mô tả dòng chất lỏng quan sát:

$$F = k \ln \frac{C_c}{C_i} \tag{9.111}$$

trong đó: k - tổng hệ số chuyển khối;

C_c - nồng độ của tạp chất lưu lại sát bề mặt màng;

C_i - nồng độ tạp chất trong phần thải bỏ như đã xác định ở trên liên quan đến thẩm thấu ngược.

Khi sử dụng kết hợp thẩm thấu ngược và siêu lọc có thể làm đậm đặc và phân tách các chất hòa tan hữu cơ và vô cơ trong nước thải (ví dụ sơ đồ trên hình 9.39). Sau quá trình siêu lọc nhận được phần đậm đặc chứa các chất hữu cơ, còn

trong quá trình thẩm thấu ngược sẽ nhận được phần đậm đặc của các chất vô cơ.

9.5.3. Thẩm tách và điện thẩm tách

Phép thẩm tách là quá trình phân tách chất rắn bằng sử dụng sự khuếch tán không bằng nhau qua màng. Tốc độ khuếch tán (F_d) có liên quan đến gradien nồng độ (ΔC) qua màng:

$$F_d = K_d \cdot A \cdot \Delta C, \quad (9.112)$$

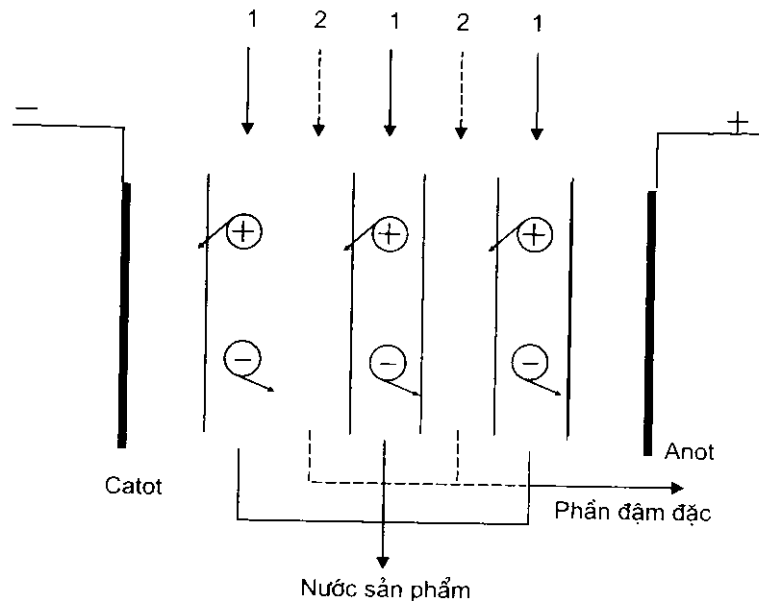
trong đó: K_d - tổng hệ số thẩm tách;

A - diện tích của màng;

ΔC - được tính gần đúng theo công thức sau:

$$\Delta C = \frac{\Delta C_1 - \Delta C_2}{2,3 \log \frac{\Delta C_1}{\Delta C_2}}, \quad (9.113)$$

ở đây: ΔC_1 và ΔC_2 là gradien nồng độ tại điểm đầu vào và đầu ra của nước thải.



Hình 9.40. Nguyên lý của điện thẩm tách

1- Dòng vào có nồng độ loãng; 2- Dòng vào có nồng độ đậm đặc.

Điện thẩm tách được thực hiện bằng cách đặt các màng có tính chọn lọc với cation và anion luân phiên nhau dọc theo dòng điện. Khi đưa dòng điện vào,

các cation được gắn điện đi qua màng trao đổi cation về một hướng, còn các anion sẽ đi qua màng trao đổi ion về một hướng khác như minh họa ở trên hình 9.40.

9.6. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP LÀM THOÁNG VÀ CHỨNG BAY HƠI

9.6.1. Phương pháp làm thoáng

Nước thải của nhiều lĩnh vực công nghiệp (hóa chất, sản xuất sợi nhân tạo, sản xuất giấy - xenluloza sunfat,...) chứa các chất bẩn dễ bay hơi như hydrosulfua, cacbon sunfua, metyl mecaptan, disunfit, dimetyl sunfit,... Để xử lý các loại nước thải này người ta dùng phương pháp làm thoáng.

9.6.1.1. Cơ sở lý thuyết và các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu suất làm thoáng

Khi thổi không khí hoặc một loại khí trơ nào đó vào nước thải chứa các chất bẩn hòa tan dễ bay hơi, thì hơi của chất bẩn đó sẽ khuếch tán vào bọt không khí. Nếu thời gian nổi lên của bọt đủ để đạt được trạng thái phân bố cân bằng của chất bẩn trong nước và trong bọt khí thì nồng độ chất bẩn trong bọt khí được xác định theo quy luật Henri:

$$C = H.P, \quad (9.114)$$

trong đó: C - nồng độ của chất khí hòa tan trong dung dịch, kg/m^3 ;

H - hằng số Henri, $\text{kg/m}^3 \cdot \text{mmHg}$;

P - áp suất riêng phần của khí đối với dung dịch, mmHg .

Trong thực tế không bao giờ đủ thời gian tiếp xúc để đạt được trạng thái cân bằng mà chỉ gần tới trạng thái cân bằng. Mức độ gần hay xa trạng thái cân bằng tùy thuộc vào tốc độ truyền khối lượng của chất bẩn từ nước sang bọt khí. Tốc độ truyền chất lại phụ thuộc vào mức độ bão hòa của các chất bẩn trong bọt khí và diện tích tiếp xúc giữa biên giới phân chia bọt khí và nước, được biểu thị bằng phương trình:

$$\frac{dC}{d\tau} = -\beta f(P_1 - P_2), \quad (9.115)$$

trong đó: $\frac{dC}{d\tau}$ - tốc độ giảm nồng độ chất bẩn dễ bay hơi trong nước;

β - hệ số truyền chất theo một đơn vị diện tích tiếp xúc ở biên giới phân chia nước - khí;

- f - tổng diện tích tiếp xúc của các bọt khí thổi qua nước trong một đơn vị thời gian;
- P_1 - áp suất riêng phần cân bằng của hơi chất bản trong bọt khí ở thời điểm ứng với nồng độ C của chất bản trong nước;
- P_2 - áp suất riêng phần của chất bản trong bọt khí ở thời điểm τ .

Như vậy tốc độ và hiệu suất khử các chất bản bay hơi trong nước thải tùy thuộc vào nhiều yếu tố như: nhiệt độ, mức độ phân tán không khí, cường độ làm thoáng, các yếu tố cấu tạo của tháp khử khí, pH và sự có mặt của các tạp chất bản khác nhau trong nước thải,...

Khi làm thoáng nước thải bằng không khí, song song với quá trình khử khí tức là quá trình chuyển chất bản từ dạng hòa tan sang dạng dễ bay hơi, còn diễn ra các quá trình oxy hóa các chất bản bởi oxy của không khí. Cường độ oxy hóa tùy thuộc nồng độ chất bản, nhiệt độ, pH của nước.

9.6.1.2. Các loại thiết bị làm thoáng

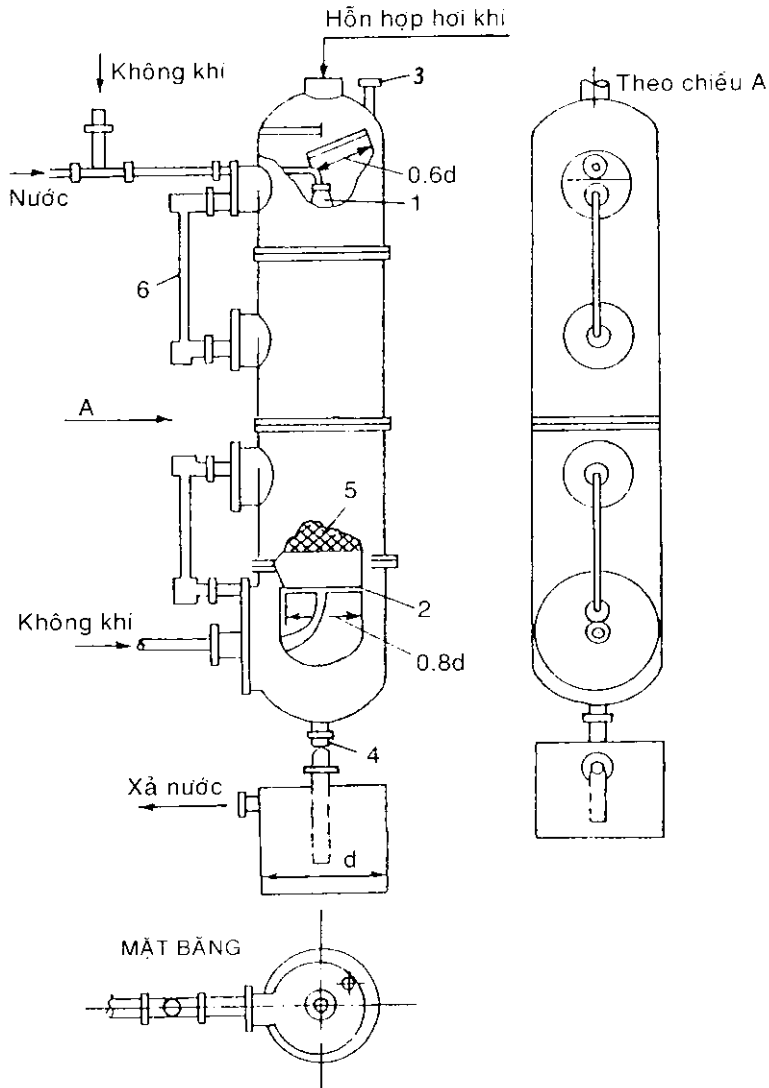
Hình 9.41 giới thiệu tháp khử khí với vật liệu tiếp xúc là vòng sứ (đôi khi bằng giát gỗ), chiều cao lớp vật liệu khoảng 2 - 3 m.

Có thể làm thoáng nước thải bằng phương pháp tự nhiên hay nhân tạo (cưỡng bức).

- Làm thoáng tự nhiên được thực hiện ở các hồ lắng lộ thiên và chất bản dễ bay hơi sẽ bay đi theo mặt thoáng của nước. Vì hiệu suất khử thấp và chiếm nhiều diện tích nên phương pháp làm thoáng tự nhiên ít được sử dụng.
- Khử khí bằng phương pháp cưỡng bức gồm ba loại chính: tháp với vật liệu tiếp xúc; thổi không khí nén vào lớp nước và tháp chân không.

Nhược điểm chính của loại tháp khử khí với vật liệu tiếp xúc là: dễ bị ứ tắc bởi các tạp chất lơ lửng trong nước thải, thậm chí cả khi nồng độ của chúng thấp, phục hồi và rửa vật liệu mất nhiều công. Do đó đòi hỏi phải lọc hoàn toàn chất lơ lửng khỏi nước thải khi đưa vào tháp. Lưu lượng của tháp khử khí loại này tùy thuộc vào loại khí bản, nồng độ của chúng trong nước thải và cường độ làm thoáng. Ví dụ trong nước chứa 10 - 30 mg/l H_2S ; 50 - 100 mg/l CS_2 và 500 - 1000 mg/l CO_2 ; lưu lượng nước thải qua tháp khử khí là 10 - 15 m³/m²h; lưu lượng không khí là 150 - 350 m³/m²h; nồng độ H_2S giảm 80 - 85%; CS_2 giảm 80 - 90%; CO_2 giảm 60 - 80%. Nếu tăng cường độ làm thoáng thì hiệu suất không tăng là bao mà lại tạo nhiều bọt.

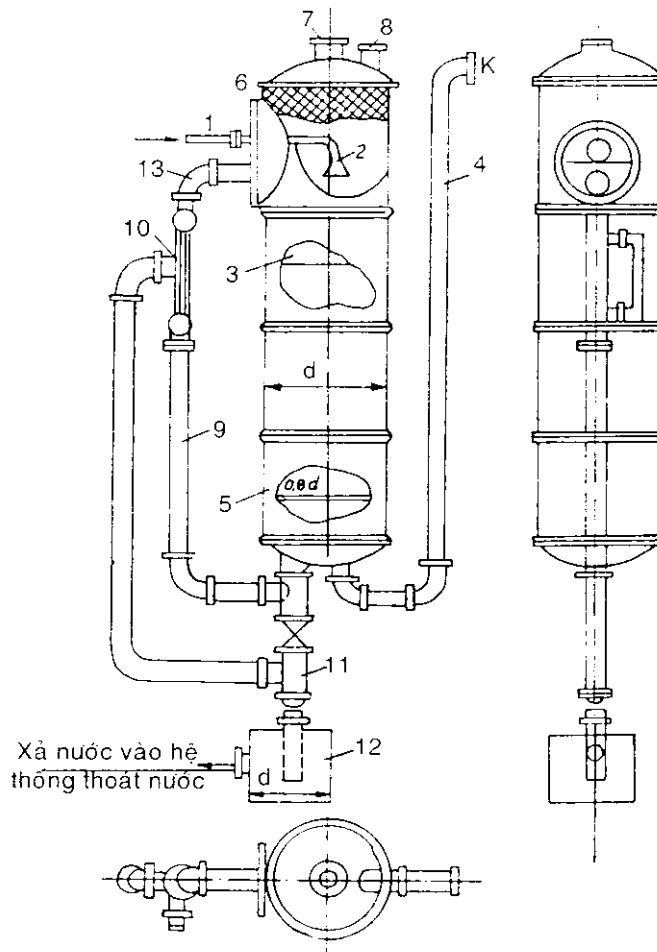
Loại tháp khử khí kiểu thổi không khí vào lớp nước cũng cho các chỉ tiêu công tác tương tự.



Hình 9.41. Tháp làm thoáng bằng không khí

- 1- Thiết bị phun nước; 2- Thiết bị hệ thống thổi khí; 3- Màng phòng ngưng;
- 4- Ống xả cặn đáy; 5- Vòng rasiga; 6- Thủy tinh báo mực nước.

Các loại tháp khử khí chân không với việc thổi không khí vào cho hiệu suất khử khí cao nhất (hình 9.42). Với chiều cao lớp nước từ 1,5 đến 2,0 m; cường độ thổi khí $100 - 150 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$, cường độ tưới nước $30 - 40 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ thì hiệu suất tách các loại khí đạt tới 98%. Loại tháp khử khí ở hình 9.42 có thể làm việc với áp suất khí quyển hoặc áp suất chân không. Nước thải chứa CS_2 , H_2S và các chất bẩn khác được dẫn vào theo ống (1) qua thiết bị phun (2) phun nước thành các giọt nhỏ để phân phối vào tháp.



Hình 9.42. Tháp khử khí chân không

Trong tháp, mực nước (3) luôn luôn được giữ cố định. Không khí dẫn vào theo ống (4) qua hệ thống phân phối kiểu đĩa khoan lỗ và sục trong nước. Kết quả các khí tan trong nước sẽ bão hòa trong các bọt không khí, hỗn hợp hơi - khí sẽ đi qua thiết bị (6) để giữ các giọt nước lại và dẫn đi xử lý tiếp tục. Nước sạch sau khi xử lý được dẫn theo ống (9) qua bình ổn định mực nước (10) để tách bọt không khí rồi tràn theo ống (11) qua thùng khí ép (12) và ra hệ thống thoát nước. Không khí tách ra khỏi nước ở bình (10) lại được dẫn theo ống (13) vào tháp.

Cấu tạo của tháp cho phép giữ nước với bất kỳ chiều cao mong muốn nào bằng cách lắp ráp các ống (9), (11), (13) thích hợp. Để quan sát mực nước trong ống người ta lắp một ống thủy tinh chỉ mực nước ở bình (10). Để tránh gây tiếng nổ người ta đặt một màng phòng ngừa (8), ống (11) để xả cận tháp.

Tháp khử khí kiểu này có thể khử được chất khí bất kỳ có trong nước thải, với nồng độ bất kỳ của chất lơ lửng.

9.6.1.3. Sơ đồ công nghệ của trạm xử lý bằng khí trơ

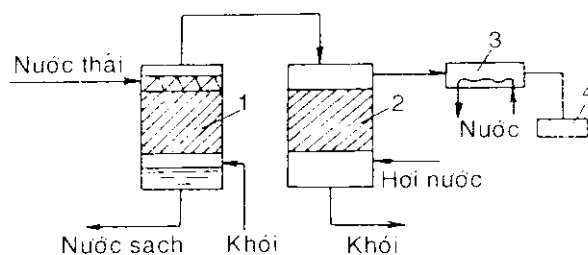
Nhiều khi nếu dùng không khí để làm thoáng và khử khí rất có thể tạo nên hỗn hợp nổ nguy hiểm. Trong những trường hợp như vậy người ta thay không khí bằng một loại khí trơ ít tan trong nước. Chẳng hạn người ta dùng N_2 hoặc CO_2 , nhiều trạm người ta dùng khói, sản phẩm đốt cháy của nhiều loại nhiên liệu dạng khí hoặc lỏng với điều kiện không lẫn không khí trong đó. Khói nóng là hỗn hợp gồm khoảng 12% CO_2 và 88% N_2 . Hơi nước trong khói sẽ ngưng tụ trực tiếp ngay trong nước.

Hình 9.43 giới thiệu sơ đồ trạm khử khí CS_2 bằng khói do đốt cháy khí đốt thiên nhiên.

Khói được dẫn vào tháp (1) và hấp phụ CS_2 từ nước thải. Hỗn hợp khói bão hòa CS_2 được dẫn sang tháp hấp phụ chứa than hoạt tính, ở đó CS_2 bị giữ lại.

Than hoạt tính bão hòa CS_2 theo chu kỳ được tái sinh bằng hơi nước nóng.

Hơi nước và khí CS_2 sẽ ngưng tụ ở bình ngưng (3) và dẫn qua bể chứa (4). Từ đó CS_2 được đưa đi sử dụng. Nhiều khi không thể sử dụng khí thu hồi nên người ta phải đưa hỗn hợp khói bão hòa khí CS_2 để đốt xúc tác hơi hữu cơ (ở nhiệt độ 280 - 350°C) trong không khí qua lớp quặng mangan. Các hỗn hợp sẽ bị oxy hóa hết, tạo CO_2 và nước với thời gian tiếp xúc giữa khí và lớp xúc tác chừng 0,3 giây. Khi đó, trong sơ đồ công nghệ trên thay thế khói vào tháp (1), là không khí đã được đốt nóng ở 300°C và trong tháp (1) chứa lớp xúc tác thay cho vật liệu tiếp xúc.



Hình 9.43. Sơ đồ khử khí CS_2 bằng khói

9.6.2. Phương pháp chưng bay hơi

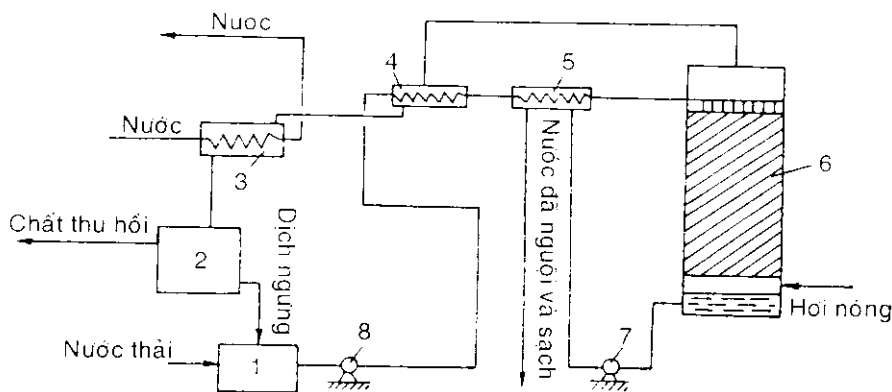
9.6.2.1. Nguyên lý và sơ đồ công nghệ

Khi các chất hữu cơ dễ bay hơi và cùng với nước tạo thành hỗn hợp đẳng sôi thì người ta dùng phương pháp chưng bay hơi để các chất đó cùng bay theo hơi nước.

Nhiều hỗn hợp đẳng sôi khi ngưng tụ sẽ hình thành các lớp riêng biệt và do đó dễ dàng tách các chất bẩn khỏi dung dịch bão hòa. Tuy nhiên, nhiều khi chúng không hình thành các lớp riêng biệt do độ hòa tan của lớp ngưng với chất bẩn rất lớn. Những hỗn hợp đó vẫn có thể sử dụng trực tiếp hoặc có thể sử dụng sau khi xử lý bằng phương pháp trích ly.

Hình 9.44 giới thiệu sơ đồ công nghệ của trạm xử lý nước thải bằng phương pháp chưng bay hơi. Nước thải và dịch ngưng bão hòa (sau khi thu hồi chất bẩn) đều được dẫn vào bể chứa (1).

Từ đó hỗn hợp được bơm (8) bơm lên hệ thống ngưng - trao đổi nhiệt (4) và (5) rồi vào tháp chưng (6) chứa vật liệu tiếp xúc.



Hình 9.44. Sơ đồ trạm thu hồi chất hữu cơ dễ bay hơi trong nước thải bằng phương pháp chưng cất

Ở thiết bị trao đổi nhiệt (4) và (5) nước thải được đun sôi lên tới nhiệt độ sôi nhờ nước sau khi được xử lý và nhờ hỗn hợp hơi nước với các chất bẩn hữu cơ. Nước thải sau khi xử lý sẽ nóng lên tới 100°C ở phần dưới tháp chưng nhờ bơm (7) bơm lên thiết bị trao đổi nhiệt (5) rồi xả vào hệ thống thoát nước hoặc tiếp tục dẫn đi xử lý.

Đồng thời hơi nóng cũng được dẫn vào phía dưới tháp chưng (6). Hỗn hợp hơi nước và chất bẩn từ phần trên tháp chưng (6) cũng được dẫn nối tiếp qua các thiết bị ngưng trao đổi nhiệt (4) và (3). Phần nước ngưng từ thiết bị (3) được dẫn vào bể lắng (2) để tách dịch chất bẩn hữu cơ: lớp trên dịch chất bẩn hữu cơ là sản phẩm được đưa đi sử dụng, lớp dưới là lớp nước ngưng (bão hòa chất bẩn) dẫn về bể chứa (1) và được xử lý lại cùng với nước thải.

9.6.2.2. Tính toán các thông số công nghệ và cấu tạo tháp chưng

■ Lượng nhiệt chi phí cho việc chưng cất

Lượng nhiệt này được xác định bởi nồng độ chất bẩn trong nước và lượng nhiệt trong hơi ra khỏi tháp cũng như lượng nhiệt trong nước thải trước và sau khi xử lý. Vì nước thải trước khi vào tháp được đun nóng ở thiết bị (4) và (5) tới nhiệt độ ứng với nhiệt độ công tác ở phần trên của tháp chưng, cho nên lượng nhiệt chi phí cho việc chưng cất chính là tổng lượng nhiệt trong hơi ra khỏi tháp và lượng nhiệt cần đun nóng nước thải từ nhiệt độ ở phần trên tháp tới nhiệt độ nước thải sau khi xử lý ra khỏi tháp.

- Nhiệt độ phần trên của tháp là 96 - 99°C.
- Nhiệt độ nước sau xử lý là 101 - 102°C.
- Nhiệt độ ở thiết bị trao đổi nhiệt (5) là 95 - 98°C.

■ Hiệu suất xử lý (hoặc nồng độ chất bẩn trong nước đầu ra)

Khi dòng nước được đun nóng ở nhiệt độ sôi đi ngược chiều với hơi nóng, những tạp chất bẩn dễ bay hơi trong nước dần dần chuyển sang thể hơi và phân bố giữa thể hơi và nước theo quy luật phân bố:

$$K = \frac{C_h}{C_n}, \quad (9.116)$$

trong đó: K - hệ số phân bố;

C_h - nồng độ tạp chất trong hơi nước ở trạng thái cân bằng, g/l;

C_n - nồng độ tạp chất trong nước ở trạng thái cân bằng, g/l.

Giá trị của hệ số phân bố tùy thuộc dạng chất bẩn và nồng độ của chúng trong nước (bảng 9.6).

Bảng 9.6. Giá trị hệ số phân bố K của một số chất

Chất bẩn	Hệ số K	Chất bẩn	Hệ số K
Amoniác	13	Almin	5,5
Metylamin	11	Metylanilin	16
Etylamin	20	Benzenanilin	3,3
Propylamin	30	Phenol	2,0
Đietylamin	43	Timon	12

Hiệu suất xử lý hoặc hàm lượng chất bẩn trong nước sau khi xử lý tùy thuộc vào nhiều yếu tố cơ bản và được biểu thị bằng phương trình sau:

$$C = \frac{(PK - 1)C_0}{PK e^x - 1}, \quad (9.117)$$

$$x = \frac{\rho}{b} \left(1 - \frac{1}{PK}\right) \sigma \cdot H, \quad (9.118)$$

trong đó: K - hệ số phân bố;

C_0 - nồng độ chất bẩn trong nước đầu vào, g/l;

C - nồng độ chất bẩn trong nước đầu ra, g/l;

P - lưu lượng đơn vị của hơi, kg/kg nước;

b - mật độ phun nước trong tháp, m³/m²h;

ρ - hằng số thực nghiệm có thứ nguyên, m/h;

α - diện tích tiếp xúc đơn vị của vật liệu, m²/m³;

H - chiều cao của tháp chưng, m.

Trong điều kiện thực tế, để đơn giản có thể dùng công thức:

$$C = \frac{b \cdot C_0}{\rho \sigma H + b}, \quad (9.119)$$

$$H = \frac{b(C_0 - C)}{C \rho \sigma}. \quad (9.120)$$

■ Cấu tạo

Bảng 9.7. Diện tích tiếp xúc đơn vị của vật liệu

Loại vật liệu	Kích thước (cm)	σ (m ² /m ³)
Các vòng xoắn		95
- trơn	7,5 x 7,5	66
- sủi	11,3 x 10	110
Hình khối	2,5 x 2,5	22
Than cốc nghiền	125 x 11,3 x 6,8	40
Thạch anh nghiền	7,5	45

Về cấu tạo của tháp chưng có thể chọn:

- Đường kính tháp chưng $D = 0,6 \div 3$ m.

- Chiều cao lớp vật liệu tiếp xúc $H = 6 \div 12$ m.
- Mật độ phun $b = 1 \div 3$ m³/m².h.
- Lượng hơi $P = 0,5 \div 1,5$ kg/kg nước.
- Năng suất của tháp chưng 20 - 200 m³/ngày.
- Diện tích tiếp xúc đơn vị σ tùy thuộc vào loại vật liệu có thể chọn như ở bảng 9.7.

9.6.3. Phương pháp tuần hoàn hơi nước

9.6.3.1. Nguyên lý và cơ sở hóa lý của phương pháp

Để xử lý loại nước thải có hàm lượng chất bẩn trong hỗn hợp đẳng sôi không cao lắm phải tốn khá nhiều lượng hơi, khi đó tốt nhất là nên hoàn nguyên, tái sinh và tuần hoàn hơi nước để dùng lại. Phương pháp tuần hoàn hơi nước được dùng chủ yếu để loại các chất hữu cơ dễ bay hơi điện ly yếu. Mức độ phân ly các chất đó tùy thuộc vào độ pH của nước thải.

Trong đa số các trường hợp, phương pháp tuần hoàn hơi nước được dùng phổ biến để tách các chất bẩn có tính axit dễ bay hơi khỏi nước thải công nghiệp, ví dụ khử phenol trong nước thải các nhà máy khí than (hóa cốc), các xí nghiệp chế biến than nâu hoặc sản xuất phenol tổng hợp, crezol tổng hợp, axit cacboxylic, α , β - naphtol, chế biến nhựa phenol - formandehit. Các chất bẩn khi tác dụng với kiềm sẽ cho các sản phẩm tan trong nước.

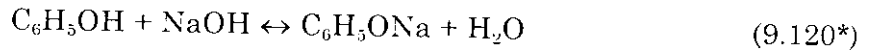
Hàm lượng chất bẩn trong hơi nước sẽ cao nếu áp suất của hơi đối với nước giảm. Do đó đối với các chất có nhiệt độ sôi cao hơn nhiệt độ sôi của nước, thực hiện biện pháp chưng trong điều kiện chân không cho hiệu quả cao hơn trong điều kiện áp suất không khí.

Theo định luật Henri, $C = HP$, nồng độ phenol hòa tan tỉ lệ thuận với áp suất riêng phần của phenol đối với dung dịch,

H là hằng số Henri, đối với dung dịch nước, bằng 3,57 kg/m³ mmHg. Đối với các loại phenol đơn giản với khối lượng phân tử gần bằng 100 thì áp suất riêng phần của nó trong hơi là $p = 0,14C'$ mmHg, trong đó C' là nồng độ phenol trong hơi (kg/m³).

Nếu trong nước thải có chứa các tạp chất có tính kiềm, thì mức độ phân hủy của phenol tăng lên và do đó giảm hiệu suất khử phenol trong nước. Ví dụ, sự có mặt của amoniac làm giảm hiệu suất khử phenol. Điều này có thể giải

thích như sau: quá trình thu hồi phenol trong hơi nước được thực hiện bằng kiềm ở phần dưới tháp hấp phụ, ở đó diễn ra quá trình hấp phụ và kèm theo phản ứng hóa học (hấp phụ hóa học). Sự tương tác giữa phenol trong hơi nước và dung dịch kiềm diễn ra theo phản ứng sau:



Phenolat tạo thành sẽ bị thủy phân mạnh khi không có kiềm dư. Mức độ thủy phân giảm nếu lượng kiềm dư tăng lên và sẽ tăng nếu nhiệt độ tăng. Chính vì vậy khi dùng phương pháp tuần hoàn nước, để giảm nồng độ phenol trong hơi nước thì đầu tiên phải dùng dung dịch kiềm - phenolat để rửa, sau đó dùng dung dịch kiềm tinh khiết. Thường người ta phải xử lý sơ bộ amoniac, hydrosulfua và khí CO_2 , khí H_2S ,... khỏi nước trước khi dùng phương pháp tuần hoàn nước. Nồng độ của các loại khí này trong nước thải trước khi vào tháp khử phenol không vượt quá 10 - 20 g/m^3 .

9.6.3.2. Sơ đồ công nghệ của trạm khử phenol

Hình 9.45 giới thiệu sơ đồ công nghệ trạm khử phenol bằng hơi nước tuần hoàn. Nước thải từ phần bay hơi của tháp khử amoniac được đun tới nhiệt độ sôi và cho vào bể chứa (4). Từ bể chứa (4) nước thải được bơm lên phần trên của tháp khử phenol (1).

Tháp này được chia làm hai phần thông với nhau bằng một ống để cho hơi đi qua. Phần trên là phần khử phenol, vật liệu tiếp xúc bằng giát gỗ. Phần dưới là phần hấp phụ: vật liệu tiếp xúc vòng xoắn kim loại theo một hay vài ba lớp. Hơi nước bão hòa được tuần hoàn trong tháp nhờ quạt gió (5).

Nước thải chảy theo lớp vật liệu tiếp xúc bằng các giát gỗ và đi ngược chiều với hơi nước tuần hoàn. Trong khi đó phần lớn phenol trong nước thải sẽ được bay theo hơi nước. Sau khi khử phenol, nước thải vẫn còn chứa các loại muối nên phải dẫn trở về xử lý ở tháp khử amoniac.

Hơi chứa phenol được quạt gió bơm xuống phần hấp phụ phía dưới của tháp khử phenol. Dung dịch kiềm 8 - 10% được chuẩn bị và chứa ở thùng (2) nhờ bơm (9) và role thời gian (10), theo chu kỳ được bơm lên và tưới vào lớp vật liệu tiếp xúc trên cùng của phần hấp phụ. Dung dịch kiềm cũng chạy ngược chiều với hơi tuần hoàn và thu hồi phenol từ hơi đó. Kết quả tạo thành dung dịch phenolat. Để tăng cường dung dịch tẩm ướt các vòng kim loại người ta dùng bơm (7) để tuần hoàn và tưới dung dịch phenolat, dung dịch kiềm tinh khiết và được khử phenol rồi lại bay lên phần trên để tiếp xúc với nước thải.

$$V = 1565 \frac{C_1 (100 - E)}{KC_1 - C_2}, \quad (9.121)$$

trong đó: V - lưu lượng cần thiết của hơi bão hòa khô, m^3/m^3 nước thải;

C_1 - nồng độ phenol trong nước thải trước khi vào tháp khử phenol, kg/m^3 ;

C_2 - nồng độ phenol trong hơi dẫn vào khử phenol, kg/m^3 ngưng tụ hơi;

E - mức phân bố phenol trong hơi và trong nước;

1565 - thể tích đơn vị của một tấn hơi bão hòa khô ở nhiệt độ $102^\circ C$, m^3 .

Trong thực tế người ta thường chọn lưu lượng hơi bằng $V = 1400 \div 2000 m^3/m^3$ nước thải.

Nhiệt độ tháp khử phenol của nước thải không dưới $100 - 102^\circ C$.

Nhiệt độ hơi tuần hoàn $102 - 103^\circ C$.

Nhiệt độ dung dịch kiềm tinh khiết $102 - 103^\circ C$, song thực tế khó đạt được vì cấu tạo của tháp và chế độ bơm theo chu kỳ nên kiềm bị nguội.

Nhiệt độ dung dịch của phenolat tuần hoàn tùy thuộc vào nồng độ phenolat trong đó, phải giữ trong khoảng $105 - 115^\circ C$.

Áp suất dư trong tháp xử phenol không được quá $200 mmHg$. Áp suất này ứng với áp suất công tác cho phép ở trong tháp và tổn thất thủy lực ở các van khóa trên ống dẫn. Để tránh tạo chân không, áp suất trong tháp không được dưới $50 mmHg$.

Dung dịch phenolat tuần hoàn thường chọn bằng $5 m^3/1m^2$ tiết diện tháp trong 1 giờ.

Lượng kiềm tinh khiết dẫn vào thường ở dạng dung dịch $6 - 10\%$, tùy thuộc lượng nước thải. Nồng độ phenol trong đó được xác định theo phản ứng (9.120*). Ngoài ra còn phải chi phí một lượng kiềm nữa để khắc phục hiện tượng thủy phân phenolat và khử các tạp chất khác như H_2S , CO_2 ...

Lượng kiềm chi phí cho việc thu hồi 1 kg phenol có thể chọn như sau:

- Tính theo phản ứng (9.120*): 0,3 kg.
- Để khắc phục hiện tượng thủy phân: 0,4 kg.
- Khử các tạp chất liên kết axit: 0,08 kg.
- Tổng cộng là: 0,88 kg/1kg phenol được thu hồi.

Dung dịch phenol thu được bao gồm:

- Các loại phenol tính chuyển từ phenolat 15 - 18%;
- NaOH: liên kết với phenol 6 - 7%, tự do 5 - 7%;
- Lượng natri sunfit nhỏ hơn 1%;
- Lượng natri cacbonat nhỏ hơn 1%;

Các muối natri khác với một lượng nhỏ, các loại phenol tách từ phenolat gồm 60% là phenol và 35% là crezol và xilen.

Để tách các loại phenol khỏi dung dịch phenolat và thu hồi phenol tinh khiết người ta phải thực hiện nhiều công đoạn.

9.6.3.4. Cấu tạo của tháp khử phenol và các thiết bị trạm xử lý nước bằng hơi tuần hoàn

Tháp khử phenol là một thiết bị hình trụ đứng bằng thép: tháp gồm hai phần được ngăn cách bằng sàn ngăn với các ống hơi tuần hoàn đi qua. Phần trên là phần khử hấp phụ, trong đó xếp các giát gỗ. Mỗi giát gồm 25 thanh gỗ dày 10 mm, cao 120 mm, đặt cách nhau 19 mm. Đường kính tương đương của mỗi tiết diện của mỗi thanh 38 mm. Ở tâm tháp phía trên các giát gỗ đặt vòi phun kiểu đĩa tròn để phân phối nước thải. Để tránh hiện tượng các giọt nước thải bị hơi kéo đi, trên nóc tháp có nắp dẹt và đặt một giát gồm một số vòng gỗ mỏng ở phía trên vòi phun. Phần dưới tháp là phần hấp phụ để thu hồi phenol từ hơi nước bằng các dung dịch kiềm phenolat. Ở phần này đặt một số lượng lớn vật liệu tiếp xúc bằng các vòng xoắn kim loại, mỗi lớp cao tới 3,8m. Các vòng xoắn cấu tạo từ các băng thép cuộn, chiều dày của băng 0,4mm; rộng 9,4mm. Mỗi vòng xoắn có đường kính 19mm và bước xoắn 27mm: diện tích tiếp xúc của các vòng xoắn là $130\text{m}^2/\text{m}^3$ với khối lượng thể tích là $200\text{ kg}/\text{m}^3$. Phía trên lớp vòng xoắn, trên cùng có hệ thống tưới dung dịch kiềm tinh khiết. Trên hệ thống tưới có vòng xoắn kim loại cao 0,3 - 0,5m, trên các lớp vòng xoắn trung gian cũng đặt các hệ thống tưới dung dịch kiềm phenolat. Các lớp vòng xoắn là các lớp hấp phụ được ngăn cách bằng các sàn với các ống thông để hơi tuần hoàn cũng như các dung dịch kiềm phenolat đi qua. Dưới đáy tháp có thể chứa dung dịch phenolat, từ đó chảy đi ở dạng sản phẩm thu hồi.

Trong bể chứa dưới đáy tháp còn đặt các thiết bị đun nóng (kiểu ống) bằng hơi khô. Bề mặt tiếp xúc của thiết bị đun nóng là $12 - 22\text{ m}^2$.

Các tháp khử phenol thường được thiết kế và chế tạo với các chỉ tiêu sau:

- Đường kính 3,8 - 5m.
- Chiều cao 30 - 45m.
- Diện tích công tác của lớp vật liệu tiếp xúc: giát gỗ 4800 - 11100 m²; vòng xoắn kim loại 12600 - 28400m².
- Trọng lượng toàn bộ tháp: 79,7 - 172 tấn.
- Số lớp ở phần hấp thụ: 2 - 3.

Mặt ngoài của tháp phải có lớp cách nhiệt. Các thiết bị tưới dung dịch kiềm tinh khiết và kiềm phenolat thường là vòi phun dạng "turbin" quay để phân phối đều dung dịch theo mặt ngang của tháp.

Để phân dung dịch kiềm bắn vào thành tháp lại tưới trở về các lớp hấp phụ người ta hàn thêm các vành nón.

Quạt gió để tuần hoàn hơi nước là loại quạt đặc biệt có lưu lượng 60 000 m³/h với áp lực tĩnh 250 mm cột nước, công suất toàn trạm 70 kW. Ngoài chân quạt được bảo ôn.

Lưới lọc bằng kim loại căng trên khung thép (dạng cái cốc) được đặt trên các ống dẫn máy bơm dung dịch kiềm tinh khiết và kiềm phenolat để giữ lại các tạp chất. Lưới lọc có lỗ 1 mm². Ngoài ra còn có các thùng chứa dung dịch kiềm tinh khiết, dung dịch phenolat và các máy bơm tương ứng. Các tháp khử phenol còn được trang bị các nhiệt kế, áp kế, role thời gian, các thiết bị đo lưu lượng và các thiết bị tự động đo kiểm tra khác.

10

XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC

10.1. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐÔNG TỤ VÀ KEO TỤ (CAGULATION AND FLOCCULATION)

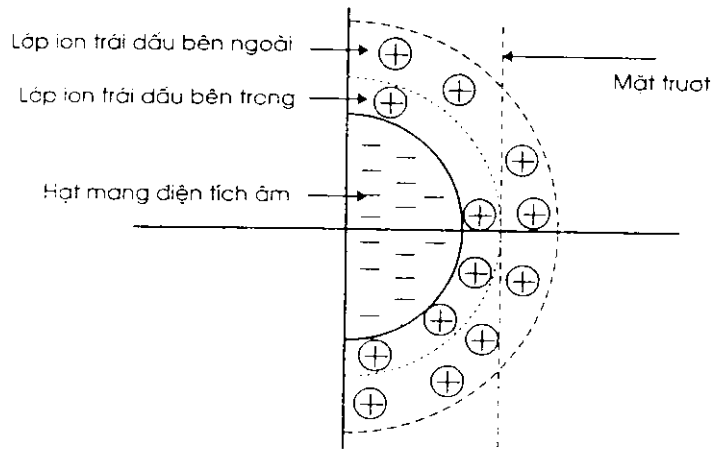
Những hạt rắn có kích thước quá nhỏ như các chất gây nhiễm bẩn ở dạng keo và hòa tan thì khó có thể tách khỏi nước thải bằng quá trình lắng thông thường. Để tách các hạt rắn này cần làm tăng kích thước và trọng lượng riêng trên cơ sở đó mà làm tăng vận tốc lắng của chúng bằng cách thực hiện các quá trình đông tụ và keo tụ (Cagulation and Flocculation). Đông tụ là quá trình trung hòa điện tích, còn keo tụ là quá trình tạo bông (hạt lớn) từ những hạt nhỏ.

Trong tự nhiên, các hạt cặn lơ lửng đều mang điện tích âm hoặc dương. Ví dụ, các hạt rắn có nguồn gốc silic, các hợp chất hữu cơ đều có điện tích âm, các hydroxit sắt và nhôm đều mang điện tích dương.... Khi thế cân bằng điện động của nước bị phá vỡ, các thành phần mang điện tích sẽ kết hợp hoặc dính kết với nhau bằng lực liên kết phân tử và điện tử, tạo thành một tổ hợp phân tử, nguyên tử hoặc các ion tự do. Các tổ hợp này được gọi là các "bông keo".

Những hạt rắn lơ lửng mang điện tích âm trong nước sẽ hút các ion dương tạo ra hai lớp điện tích dương bên trong và bên ngoài (hình 10.1), lớp ion dương bên ngoài liên kết lỏng lẻo nên có thể dễ dàng bị trượt ra. Như vậy điện tích âm của hạt bị giảm xuống. Hiệu số điện năng giữa điện tích lớp cố định bên trong và lớp di động bên ngoài gọi là thế zeta (ζ) hay thế điện động. Thế zeta phụ thuộc vào thế nhiệt động (hiệu số điện thế giữa bề mặt hạt và chất lỏng) và chiều dày của hai lớp, giá trị của nó sẽ xác định tình điện đẩy của hạt là lực cản trở việc dính kết giữa các hạt rắn với nhau.

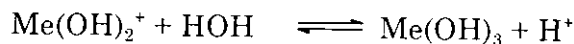
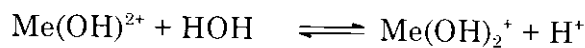
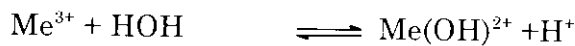
Mục tiêu của quá trình đông tụ là giảm thế zeta, tức là giảm chiều cao hàng rào năng lượng tới giá trị tới hạn, sao cho các hạt rắn không đẩy lẫn nhau bằng cách cho thêm các ion có điện tích dương để phá vỡ sự ổn định của trạng thái keo của các hạt nhờ trung hòa điện tích. Khả năng dính kết tạo bông keo tụ tăng lên khi điện tích của hạt giảm xuống và keo tụ tốt nhất khi điện tích

của hạt bằng không. Mức độ và đặc điểm của hiện tượng phân ly phụ thuộc vào độ pH của nước. Khi nguồn nước có pH = 6,5 ÷ 7,5 thì các hạt lơ lửng và các hạt keo mang điện tích âm rất bền vững. Nhưng các hạt này lại có khả năng hấp thụ các ion H^+ , Na^+ , K^+ , cả Ca^{2+} và Mg^{2+} có ở trong nước, nhất là Fe^{3+} , Al^{3+} làm giảm độ bền vững của chúng rất nhiều. Chính vì vậy sự tác dụng lẫn nhau giữa các hạt mang điện tích khác nhau giữ vai trò chủ yếu trong keo tụ. Lực hút phân tử tăng nhanh khi giảm khoảng cách giữa các hạt bằng cách tạo nên những chuyển động khác nhau.

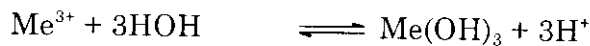


Hình 10.1. Điện tích trên hạt rắn lơ lửng bằng lý thuyết hai lớp điện tích dương

Quá trình thủy phân các chất đông tụ và tạo thành các bông keo xảy ra theo các giai đoạn sau:

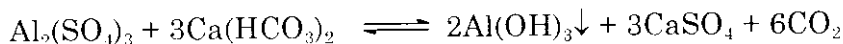


.....

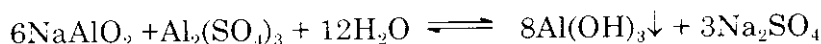


Các chất đông tụ thường dùng là các muối nhôm, muối sắt hoặc hỗn hợp giữa chúng. Việc lựa chọn chất đông tụ phụ thuộc vào tính chất hóa lý của tạp chất, độ pH và các thành phần muối trong nước thải. Trong thực tế thường dùng các chất đông tụ như: $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $NaAlO_2$, $Al_2(OH)_5Cl$, $KAl(SO_4)_2 \cdot H_2O$, $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, trong đó được dùng rộng rãi nhất là $Al_2(SO_4)_3$ bởi vì nó hòa tan tốt ở trong nước, giá thành rẻ và hoạt động hiệu quả cao trong khoảng pH = 5 ÷ 7,5.

Trong quá trình đông tụ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ tác dụng với canxi hydrocacbonat tạo phản ứng sau:

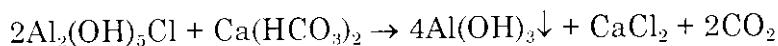


Trong phần lớn các trường hợp sử dụng hỗn hợp NaAlO_2 và $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ theo tỉ lệ (10:1) - (20:1). Phản ứng diễn ra như sau:

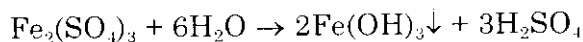
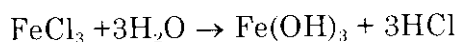


Việc sử dụng hỗn hợp các muối cho phép tăng hiệu quả quá trình làm trong nước, tăng khối lượng và tốc độ lắng của các bông keo tụ, mở rộng khoảng pH tối ưu của môi trường.

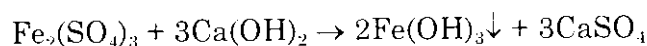
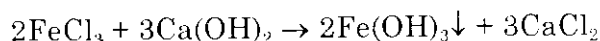
$\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$ có độ axit thấp rất phù hợp để dùng làm sạch nước có độ kiềm yếu và quá trình được thực hiện nhờ phản ứng sau:



Các muối sắt: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và FeCl_3 cũng thường được dùng làm chất đông tụ. Việc tạo thành bông keo diễn ra theo các phản ứng:



Trong điều kiện kiềm hóa xảy ra các phản ứng sau:



Các muối sắt được sử dụng làm chất đông tụ có nhiều ưu điểm hơn so với các muối nhôm: tác dụng tốt hơn ở nhiệt độ thấp; độ bền lớn và kích thước bông keo có khoảng giới hạn rộng của thành phần muối; có thể khử được mùi vị khi có H_2S . Tuy nhiên các muối sắt cũng có những nhược điểm là tạo thành các phức hòa tan nhuộm màu qua phản ứng của các cation sắt với một số hợp chất hữu cơ.

Thông thường người ta xác định liều lượng chất đông tụ bằng thí nghiệm Jartest. Liều lượng của các chất đông tụ tùy thuộc vào nồng độ chất rắn trong nước thải (tham khảo bảng 10.1).

Để tăng cường quá trình tạo bông keo hydroxit nhôm và sắt với mục đích tăng tốc độ lắng, có thể cho thêm vào nước thải các hợp chất cao phân tử - chất trợ đông tụ với liều lượng khoảng 1 - 5 mg/l như polyacrylamit $(\text{CH}_2\text{CHCONH}_2)_n$,

polyacrylic $(\text{CH}_2\text{CHOOH})_n$ hoặc polydiallyldimetyl - amôn. Việc sử dụng các chất trợ đông tụ cho phép hạ thấp liều lượng chất đông tụ, giảm thời gian cho quá trình đông tụ và nâng cao tốc độ lắng của các bông keo.

Bảng 10.1. Liều lượng chất đông tụ ứng với hàm lượng khác nhau của các tạp chất nước thải

Nồng độ tạp chất trong nước thải (mg/l)	Liều lượng chất đông tụ khan (mg/l)
Từ 1 đến 100	25 - 35
101 - 200	30 - 45
201 - 400	40 - 60
401 - 600	45 - 70
601 - 800	55 - 80
801 - 1000	60 - 90
1001 - 1400	65 - 105
1401 - 1800	75 - 115
1801 - 2200	80 - 125
2201 - 2500	90 - 130

Để xử lý nước thải thường dùng các chất keo tụ có nguồn gốc thiên nhiên như tinh bột, dextrin $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, các ete, xenlulo và dioxit silic hoạt tính $(x\text{SiO}_2.y\text{H}_2\text{O})$.

Người ta thường phân biệt hai loại công nghệ keo tụ:

- Keo tụ trong môi trường nước tự do như trong các bể phản ứng.
- Keo tụ trong môi trường hạt hay keo tụ tiếp xúc, được tiến hành trong lớp vật liệu hạt hay trong lớp cặn lơ lửng được tạo ra trước đó.

Keo tụ trong môi trường hạt có nhiều ưu điểm hơn với lý do hạt lớn hút hạt bé nhanh và triệt để hơn là hạt bé hút hạt bé. Xác suất hạt bé rơi trên bề mặt hạt lớn nhiều hơn là rơi trên bề mặt hạt bé cùng tạo nên một lúc như keo tụ trong môi trường nước tự do. Độ bền vũng của hạt bé so với hạt lớn nhỏ hơn. Do đó nồng độ hoạt chất gây keo tụ chưa đủ làm dính kết các hạt nhỏ với nhau, nhưng có thể làm dính kết các hạt bé với các hạt lớn. Hiện tượng này

xác nhận rằng có cặn hạt lớn dễ keo tụ vì bản thân các hydroxit của chất gây keo tụ bám lên hạt cặn như hiện tượng keo tụ tiếp xúc.

Các giai đoạn keo tụ thường được thực hiện trong các công trình sau đây:

- 1) Các công trình để dự trữ, chuẩn bị và định lượng hóa chất keo tụ: kho, máy nghiền, cân để đo chất keo tụ,...
- 2) Các công trình để hòa trộn chất keo tụ với nước kỹ thuật thành dung dịch: thùng hòa trộn (hòa trộn sơ bộ chất keo tụ với nước kỹ thuật), thùng dung dịch (theo đúng nồng độ tính toán) và các thiết bị đo lường liều lượng chất keo tụ.
- 3) Các công trình để trộn đều chất keo tụ với nước thải để tăng hiệu quả 4 lỗ,...

Cũng có thể khuấy trộn nước thải với hóa chất keo tụ bằng các thiết bị khuấy trộn cơ học khác nhau. Năng lượng cần thiết để chuyển động cánh khuấy trong nước thải tính theo công thức sau:

$$P = \frac{C_D \cdot A \cdot \rho \cdot v^3}{2} \quad (10.1)$$

trong đó: P - năng lượng, N/s;

A - diện tích cánh khuấy, m^2 ;

ρ - khối lượng riêng của chất lỏng, kg/m^3 ;

v - tốc độ cánh khuấy đối với chất lỏng, m/s ;

C_D - hệ số ma sát.

Gradient vận tốc sinh ra do việc đưa năng lượng từ bên ngoài vào thể tích nước V sẽ là:

$$G = \left(\frac{P}{V \cdot \mu} \right)^{1/2} \quad (10.2)$$

trong đó: G - gradient vận tốc, s^{-1} ;

μ - hệ số nhớt động học;

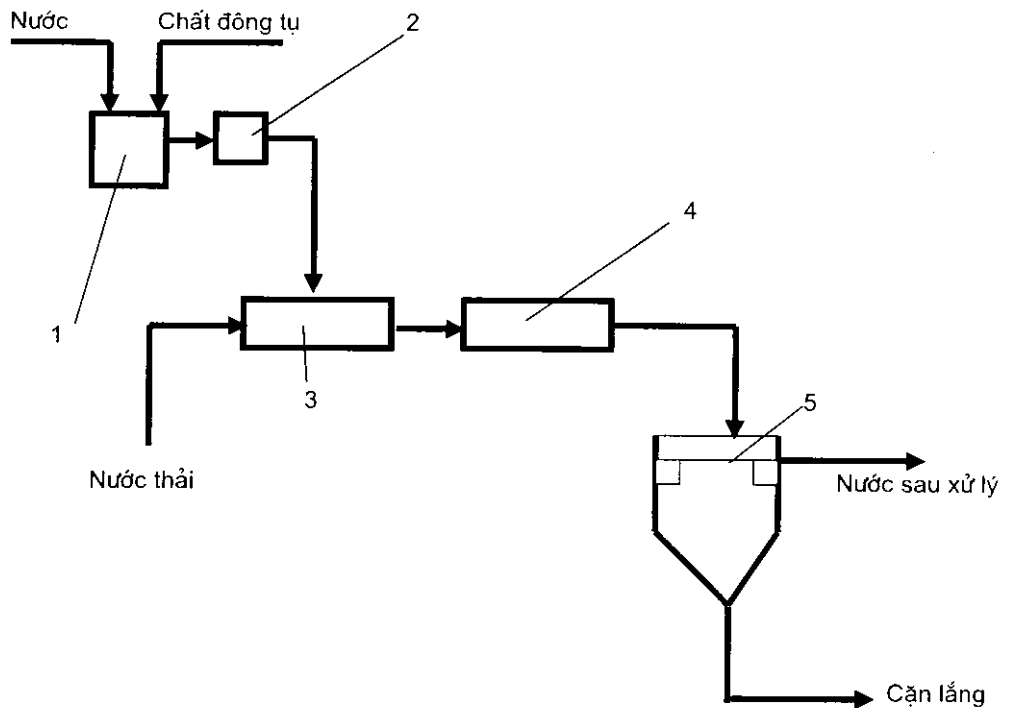
V - thể tích của bể đông tụ, m^3 .

Trong đại đa số trường hợp, tiêu chuẩn yêu cầu trong thiết kế thường lấy G bằng 30 - 60 s^{-1} .

Thời gian lưu thủy trong các bể trộn cũng là chỉ số quan trọng, thường lấy để $G.t$ (trong đó t là thời gian lưu thủy) nằm trong khoảng $1 \times 10^4 + 1 \times 10^5$. Thời gian lưu thủy trong các bể trộn thường lấy bằng 2 phút.

Các công trình để tạo bông kết tủa: bể phản ứng (nơi phản ứng hoàn thành, bông kết tủa bắt đầu xuất hiện, thời gian nước chảy qua ngăn phản ứng chừng 10 - 20 phút). Thông dụng nhất là loại ngăn phản ứng có vách ngăn ngang hoặc ngăn phản ứng kết hợp với bể lắng đứng.

Hình 10.2 giới thiệu quá trình xử lý nước thải bằng keo tụ.



Hình 10.2. Sơ đồ xử lý nước thải bằng keo tụ

1- Bể điều chế dung dịch; 2- Thiết bị định lượng; 3- Bể trộn; 4- Bể phản ứng; 5- Bể lắng.

10.2. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRUNG HÒA

Các phương pháp hóa học xử lý nước thải như trung hòa, oxy hóa và khử đều dùng đến tác nhân hóa học và thường là đắt tiền. Những phương pháp này thường dùng để khử các chất hòa tan hoặc để xử lý sơ bộ nước thải trước khi xử lý sinh học.

Nước thải có chứa các axit vô cơ hoặc kiềm như nước thải của nhiều lĩnh vực công nghiệp thì cần được trung hòa để đưa độ pH của dung dịch nước thải về $pH = 6,5 \div 8,5$.

Trung hòa nước thải có thể thực hiện bằng nhiều cách:

- Trộn lẫn nước thải chứa axit và nước thải chứa kiềm với nhau.
- Bổ sung thêm tác nhân hóa học.

- Lọc nước qua vật liệu có tác dụng trung hòa.
- Hấp phụ khí chứa axit bằng nước thải chứa kiềm hoặc hấp phụ amoniac bằng nước axit,...

10.2.1. Trung hòa bằng trộn nước thải chứa axit và nước thải chứa kiềm

Phương pháp này được sử dụng khi trên khu công nghiệp có nước thải của một số nhà máy xí nghiệp chứa axit và nước thải của một số nhà máy xí nghiệp khác lại chứa kiềm.

Chế độ thải nước có kiềm và axit của các nhà máy xí nghiệp rất khác nhau. Nước thải chứa axit thường được thải một cách đều hòa ngày đêm và có nồng độ nhất định. Nước thải chứa kiềm lại thải theo chu kỳ, một hoặc hai lần trong một ca tùy theo chế độ công nghệ. Do đó đối với nước thải chứa kiềm phải xây bể điều hòa. Thể tích của nó đủ để chứa lượng nước thải có kiềm trong ngày đêm. Từ bể chứa điều hòa, nước thải chứa kiềm xả một cách đều đặn vào ngăn phản ứng. Ở đó cho khuấy trộn chung với ngăn axit để thực hiện quá trình trung hòa.

Nếu lượng nước thải chứa kiềm và chứa axit không đủ để trung hòa lẫn nhau thì cần bổ sung thêm hóa chất kiềm hoặc axit tùy theo lượng thừa thiếu của chúng để xác định.

VÍ DỤ: Nước thải của phân xưởng sản xuất axit sunfuric có hàm lượng theo dung dịch chuẩn độ H_2SO_4 là 37 ml/l và thải ra đều đặn trong ngày đêm. Toàn bộ lượng nước thải chứa H_2SO_4 là 1500 m³/ngày.

Nước thải sau khi xử lý kiềm được xả ra không điều hòa với lưu lượng 62 m³/ngày và chứa 436 ml/l dung dịch kiềm chuẩn độ NaOH.

Lượng H_2SO_4 100% trong nước thải là:

$$\frac{37.49,04}{1000} = 1,8 \text{ g/l } H_2SO_4$$

Tổng lượng axit trong nước thải là:

$$1,81.1500 = 2715 \text{ kg/ngày.}$$

Hàm lượng kiềm tự do trong nước thải:

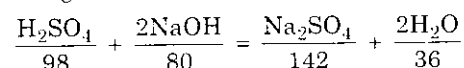
$$\frac{436}{1000} = 17,44 \text{ g/l NaOH}$$

Tổng hàm lượng NaOH chứa trong nước thải là:

$$17,44.62 = 1080 \text{ kg/ngày.}$$

Vì lượng nước chứa kiềm xả ra không đều trong ngày đêm nên phải điều hòa lưu lượng trong các bể điều hòa. Dung dịch bể phải chứa đủ lượng nước thải ngày đêm.

Quá trình trung hòa diễn ra theo công thức:



Nước thải chứa kiềm với lượng 1080 sẽ trung hòa được:

$$\frac{1080}{80} \cdot 98 = 1323 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$$

Trong nước thải còn lại lượng axit: $2715 - 1392 = 1323 \text{ kg H}_2\text{SO}_4$ cần được trung hòa bằng bổ sung thêm tác nhân hóa học là kiềm.

10.2.2. Trung hòa bằng cách cho thêm hóa chất vào nước thải

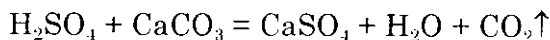
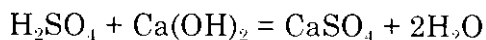
Phương pháp này thường để trung hòa nước thải có chứa axit. Có thể sử dụng các tác nhân hóa học như NaOH, KOH, Na_2CO_3 sữa vôi 5 - 10% Ca(OH)_2 nước amoniac NH_4OH , CaCO_3 , MgCO_3 , đolômit ($\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$), xi măng và nhiều khi sử dụng cả các chất thải khác nhau của sản xuất để trung hòa nước thải.

Người ta phân biệt ba loại nước thải có chứa axit:

- Nước thải chứa axit yếu (H_2CO_3 , CH_3COOH);
- Nước thải chứa axit mạnh (HCl , HNO_3), các muối canxi của chúng dễ tan trong nước;
- Nước thải chứa axit mạnh (H_2SO_4 , H_2CO_3), các muối canxi của chúng khó tan trong nước.

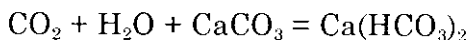
Để trung hòa nước thải chứa axit mạnh, muối canxi của chúng dễ tan trong nước, có thể dùng bất kỳ loại kiềm nào đã kể trên.

Khi trung hòa nước thải chứa axit mạnh, muối canxi của chúng khó tan trong nước không những ở dạng lắng cặn mà còn có thể đóng một lớp dày trên bề mặt vật liệu, nếu nồng độ cao sẽ làm cản trở quá trình phản ứng. Cần lưu ý khi trung hòa axit sunfuric, phản ứng trung hòa trong trường hợp này phụ thuộc vào hóa chất và diễn ra theo phương trình:



Độ hòa tan của canxi sunfat (thạch cao) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ tạo thành khi trung hòa được biểu thị ở bảng 10.2, với nồng độ cao nó sẽ lắng cặn.

Khi trung hòa nước thải chứa các axit mạnh bằng muối cacbonat sẽ tạo thành axit cacbonic. Axit này sẽ kết hợp với CaCO_3 dư để tạo thành canxi hydrocacbonat



Nhưng phản ứng này diễn ra rất chậm nên khi phản ứng trung hòa axit mạnh đã kết thúc rồi, mới chỉ có một phần không đáng kể cacbonat kịp tham gia phản ứng. Các axit yếu khác cũng như khí cacbonic, phản ứng với cacbonat rất chậm.

Bảng 10.2. Độ hòa tan của muối canxi sunfat trong nước

Nhiệt độ của nước (°C)	Độ hòa tan (g/l)	
	CaSO ₄ .2H ₂ O	CaSO ₄
0	1,76	1,39
0	1,93	1,53
18	2,02	1,60
25	2,08	1,65
30	2,09	1,66
40	2,11	1,67

Lượng tác nhân cần thiết theo lý thuyết để trung hòa nước thải có chứa các axit cho trong bảng 10.3.

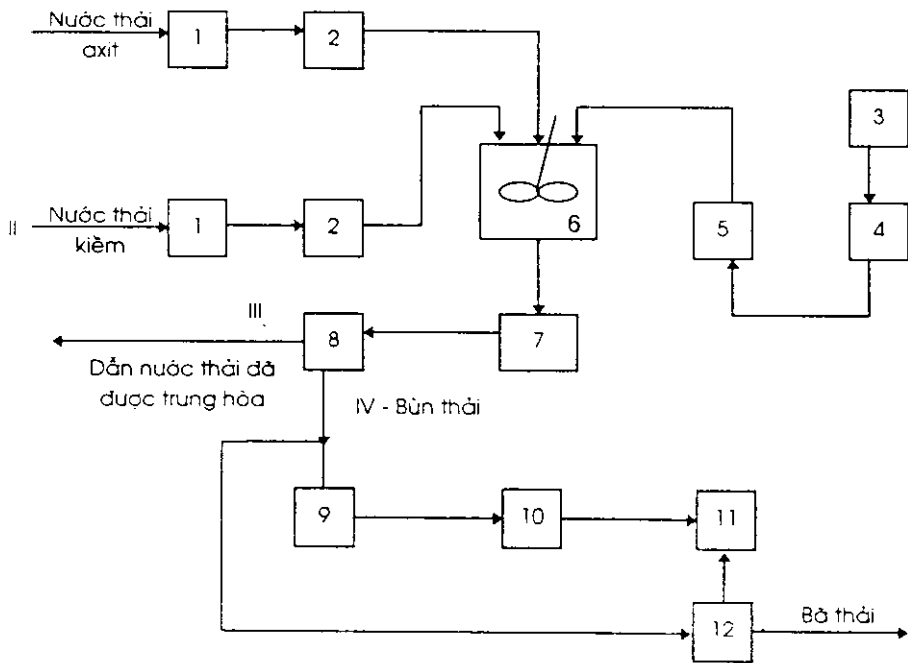
Bảng 10.3. Lượng kiềm và muối để trung hòa 1 g axit (m³)

Loại axit cần cân trung hòa	Lượng kiềm và muối (g)					
	Ca(OH) ₂	CaO	NaOH	CaCO ₃	MgCO ₃	Na ₂ CO ₃
Axit nitric	0,59	0,45	0,64	0,79	0,668	0,84
Axit clohydric	1,01	0,77	1,10	1,37	1,15	0,45
Axit sunfuric	0,755	0,57	0,82	1,02	0,86	1,08
Axit sunfurơ		0,88	1,2			1,65
Axit picric	0,169	0,122	0,175	0,218		0,231
Axit axetic	0,616	0,466	0,666	0,83		0,81

Liều lượng hóa chất được xác định theo điều kiện trung hòa hoàn toàn axit tự do và thường lấy lớn hơn 10% so với tính toán.

Trong dung dịch nước thải axit và kiềm thường có chứa các ion kim loại, vì vậy liều lượng tác nhân tham gia phản ứng trung hòa cần tính đến cả yếu tố tạo thành cặn muối các kim loại nặng. Lượng tác nhân lý thuyết để tách các kim loại cho trong bảng 10.4.

Hình 10.3 giới thiệu sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải chứa axit bằng phương pháp trung hòa bằng bổ sung tác nhân hóa học.



Hình 10.3. Sơ đồ nguyên lý trạm trung hòa nước thải bằng sơ đồ bổ sung tác nhân hóa học

- 1- Bể lắng thô; 2- Bể điều hòa; 3- Kho tác nhân; 4- Bể dung dịch tác nhân;
- 5- Bộ phận định lượng; 6- Thùng khuấy trộn; 7- Thiết bị trung hòa; 8- Bể lắng;
- 9- Bể cô đặc bùn; 10- Thiết bị lọc chân không; 11- Kho chứa bã cặn đã tách nước (đã làm khô); 12- Sân chứa bùn.

Thời gian tiếp xúc của nước thải và các tác nhân hóa học trong thiết bị phản ứng không ít hơn 5 phút; đối với nước thải axit chứa các muối kim loại nặng cần tăng thời gian tiếp xúc lên không nhỏ hơn 30 phút. Thời gian lưu nước thải trong bể lắng khoảng 2 h.

Đối với những trạm xử lý công suất không lớn thì tác nhân hóa học nên dùng là sữa vôi 5% hoặc dạng bột với 60 - 70% các hạt có kích thước 5 - 10 μm ; 30 - 40% các hạt có kích thước 10 - 100 μm .

Để trung hòa nước thải chứa kiềm người ta thường dùng các axit khác nhau hoặc khí thải mang tính axit.

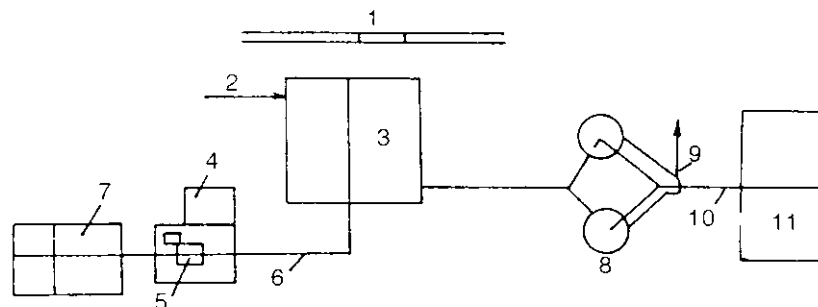
Bảng 10.4. Lượng tác nhân cần thiết để tách kim loại, kg/kg

Kim loại	Tác nhân			
	CaO	Ca(OH) ₂	Na ₂ CO ₃	NaOH
Kẽm	0,85	1,13	1,6	1,22
Niken	0,95	1,26	1,8	1,36
Đồng	0,88	1,16	1,66	1,26
Sắt	1,0	1,32	1,9	1,43
Chì	0,27	0,36	0,51	0,38

10.2.3. Trung hòa nước thải chứa axit bằng cách lọc qua lớp vật liệu lọc trung hòa

Đối với nước thải chứa HCl, HNO₃ và kể cả nước thải H₂SO₄ với hàm lượng dưới 5 g/l và không chứa muối kim loại nặng có thể dùng phương pháp lọc qua lớp vật liệu lọc là đá vôi, magiezit, đá hoa cương, đolômit.... với kích thước của các hạt 3 - 8 cm để làm trung hòa.

Hình 10.4 giới thiệu sơ đồ trạm trung hòa bằng phương pháp lọc qua lớp vật liệu lọc trung hòa.

**Hình 10.4.** Sơ đồ công nghệ trạm xử lý với bể lọc trung hòa

- 1- Vận chuyển phế liệu sau khi lọc; 2- Nước axit từ bể điều hòa; 3- Bể lọc trung hòa; 4- Phòng thí nghiệm; 5- Máy nghiền; 6- Đường ray; 7- Kho đolômit; 8- Bể lắng; 9- Xả nước đã trung hòa vào hệ thống thoát nước; 10- Ống dẫn bùn cặn; 11- Sân phơi bùn.

Quá trình trung hòa xảy ra khi nước thải chứa axit tiếp xúc với vật liệu lọc ở trong thiết bị lọc - trung hòa. Tốc độ lọc tính toán phụ thuộc vào vật liệu, nhưng không quá 5 m/h và thời gian tiếp xúc không dưới 10 phút. Khi trung

hòa nước chứa axit H_2SO_4 bằng lọc qua lớp đolômit có thể lấy tốc độ lớn hơn, trong đó có thể dùng tác dụng động của dòng chảy để đưa các thạch cao và các phân tử đolômit (tạo thành trong quá trình lọc) ra khỏi bề lọc. Nước thải có thể chuyển động ngang hoặc chuyển động đứng trong các bể lọc.

Khi trung hòa nước thải trong bể lọc đứng, chiều cao tối thiểu của lớp vật liệu lọc được xác định theo công thức:

$$H = kd^n(3 + \lg b) \sqrt{v}, \quad (10.3)$$

trong đó: H - chiều cao lớp vật liệu lọc, cm:

d - đường kính hạt vật liệu lọc, mm:

b - nồng độ axit, dl/g/l;

v - tốc độ lọc, m/h;

k và n - các hằng số thực nghiệm.

Đại lượng n tương đối cố định và trung bình bằng 1,47.

Đại lượng k phụ thuộc vào loại đolômit và dao động trong một khoảng tương đối lớn 0,62 - 1,3.

Phương trình trên chỉ dùng khi trung hòa H_2SO_4 . Trong trường hợp trung hòa các loại axit khác, giá trị các hệ số thực nghiệm trong phương trình phải được xác định bằng thực nghiệm cụ thể.

Chiều dài bể lọc trung hòa ngang được xác định theo công thức:

$$L = v.t, \quad (10.4)$$

trong đó: L - chiều dài bể lọc, m:

v - tốc độ chuyển động của nước thải trong bể lọc, chọn bằng 0,01 - 0,03 m/s;

t - thời gian tiếp xúc giữa nước thải với vật liệu lọc, xác định theo công thức:

$$t = \frac{6kd^{1.5}}{\sqrt{v}}(3 + \lg b), \text{ s}, \quad (10.5)$$

ở đây: d - đường kính trung bình của hạt vật liệu lọc, cm;

b - nồng độ axit, dl/g/l;

k - hệ số đặc trưng cho độ hoạt tính của đolômit.

Độ dốc cần thiết của bể lọc ngang được xác định theo công thức:

$$I = \frac{v^2}{dS^2P_o^2}, \quad (10.6)$$

trong đó: v - tốc độ lọc của nước, cm/s:

d - độ lớn hạt vật liệu lọc, cm:

P_o - độ rỗng (hổng) của vật liệu lọc: $P_o = 0,35 \div 0,45$:

S - hệ số phụ thuộc vào d và xác định như sau:

$$S = (20 + 14)d. \quad (10.7)$$

Tổn thất áp lực tổng cộng trong bể lọc:

$$H = iL, \text{ m} . \quad (10.8)$$

Diện tích mặt cắt ngang của bể lọc:

$$f = \frac{q}{v}, \text{ m}^2, \quad (10.9)$$

trong đó: q - lưu lượng nước thải, m³/s;

v - tốc độ lọc, m/s.

10.2.4. Trung hòa nước thải chứa kiềm bằng cách dùng khí thải - khói từ lò đốt

Để trung hòa nước thải chứa kiềm, có thể sử dụng khí thải chứa CO₂, SO₂, NO₂, N₂O₃,... Việc sử dụng khí axit không những cho phép trung hòa nước thải mà đồng thời tăng hiệu suất làm sạch chính khí thải khỏi các cấu tử độc hại.

Hình 10.5 giới thiệu sơ đồ trung hòa nước thải chứa kiềm bằng khói lò trong sản xuất xi măng amiang. Trong sơ đồ này đã tạo ra chu kỳ sử dụng nước khép kín (sơ đồ tuần hoàn) không có nước thải xả bỏ, giảm nước mới cần cấp cho sản xuất, tiết kiệm năng lượng để đun nóng nước, đồng thời cũng làm sạch khói lò khỏi các cấu tử axit (CO₂, SO₂,...) và bụi.

Việc sử dụng CO₂ để trung hòa nước thải kiềm có nhiều ưu điểm so với việc dùng H₂SO₄ hay HCl và cho phép giảm rất đáng kể chi phí cho quá trình trung hòa.

Do độ hòa tan của CO₂ kém nên mức độ nguy hiểm do oxy hóa quá mức các dung dịch được trung hòa cũng giảm xuống, cacbonat được tạo thành có nhiều ứng dụng hơn so với sunfat và clorua. Ngoài ra tác động ăn mòn và độc hại của các CO₃²⁻ trong nước nhỏ hơn các ion SO₄²⁻ và Cl⁻.

Khí cacbonat khi hòa tan trong nước sẽ tạo thành axit cacbonic (axit yếu). Axit này sẽ phản ứng với nước thải chứa kiềm để trung hòa kiềm dư:

các chất vô cơ là những chất và những nguyên tố không thể xử lý được bằng phương pháp sinh hóa. Những ion kim loại nặng: đồng, chì, niken, coban, sắt, mangan, crom,... không thể xử lý bằng sinh hóa, cũng không loại khỏi nước ở dạng cặn kết tủa được, chỉ có một phần hấp phụ vào bùn hoạt tính. Nhiều chất như thủy ngân, arsen, xyanua,... là những chất rất độc, không những không xử lý được bằng phương pháp sinh hóa mà còn ức chế và khử những vi sinh vật có lợi trong xử lý sinh hóa. Vì vậy để xử lý những loại nước thải chứa các chất vô cơ độc hại, người ta thường dùng phương pháp hóa học hoặc hóa lý. Thông dụng nhất là phương pháp oxy hóa - khử.

Để xử lý các loại nước thải đó có thể sử dụng các chất oxy hóa như clo ở dạng khí và hóa lỏng, dioxit clo, clorat canxi, hypoclorit canxi và natri, kali permanganat, bicromat kali, hydroperoxit (H_2O_2), oxy của không khí, ozon, pyroluzit (MnO_2),...

Trong quá trình oxy hóa, các chất độc hại trong nước thải được chuyển thành các chất ít độc hại hơn và tách ra khỏi nước. Quá trình này tiêu tốn một lượng hóa chất, do đó quá trình oxy hóa hóa học chỉ được dùng trong những trường hợp khi các chất gây ô nhiễm trong nước thải không thể tách bằng những phương pháp khác. Ví dụ, khử xyanua hay hợp chất hòa tan của arsen.

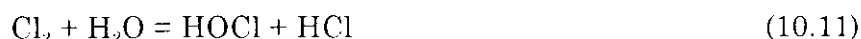
Hoạt độ của các chất oxy hóa được xác định bởi đại lượng thế oxy hóa. Thế oxy hóa của một số hóa chất như sau:

Chất oxy hóa	O_2	Cl_2	H_2O_2	$KMnO_4$
Thế oxy hóa	2,07	0,94	0,68	0,59

10.3.1. Oxy hóa bằng clo

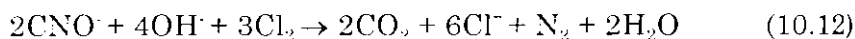
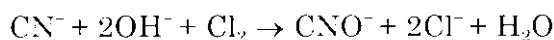
Clo và các chất có chứa clo hoạt tính là những chất oxy hóa có thể lợi dụng để tách H_2S , hydrosunfit, các hợp chất chứa metylsunfit, phenol, xyanua ra khỏi nước thải.

Khi cho clo tác dụng với nước, xảy ra các phản ứng sau:



Tổng clo, HOCl và OCl^- được gọi là clo tự do hay clo hoạt tính.

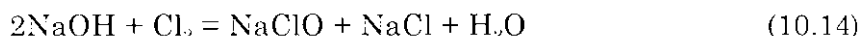
Quá trình tách xyanua ra khỏi nước được tiến hành ở môi trường kiềm ($pH = 9$). Xyanua có thể bị oxy hóa tới nitơ và CO_2 theo phương trình sau:



Các nguồn cung cấp clo có hoạt tính còn có thể là clorat canxi (CaOCl_2), hypoclorit, clorat, dioxit clo. Clorat canxi được nhận theo phản ứng sau:



Natri hypoclorit được tạo thành khi sục khí clo qua dung dịch kiềm:



Còn hypoclorit canxi được điều chế bằng clo hóa hydroxit canxi ở nhiệt độ 25 - 30°C:



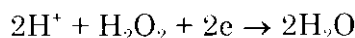
Trong đó natri clorit (NaClO) là chất oxy hóa mạnh bị phân tách thành ClO_2 có màu vàng xanh có mùi mạnh hơn clo.

10.3.2. Oxy hóa bằng hydro peroxit

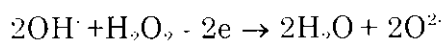
Hydro peroxit H_2O_2 là một chất lỏng không màu và có thể trộn lẫn với nước ở bất kỳ tỉ lệ nào. H_2O_2 được dùng để oxy hóa các nitrit, các aldehyt, phenol, xyanua, các chất thải chứa lưu huỳnh và chất nhuộm mạnh.

Trong công nghiệp người ta sản xuất H_2O_2 từ 85 đến 95% pergidrol và chứa 30% H_2O_2 . H_2O_2 có tính độc và nồng độ giới hạn cho phép trong nước là 0.1 mg/l. Nó có thể phân hủy trong môi trường axit và môi trường kiềm theo các phản ứng sau:

- Trong môi trường axit:



- Trong môi trường kiềm:

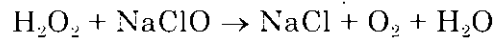


Trong môi trường axit, H_2O_2 thể hiện rõ chức năng oxy hóa còn trong môi trường kiềm là chức năng khử. Trong môi trường axit, H_2O_2 chuyển muối Fe^{2+} thành muối Fe^{3+} , HNO_2 thành HNO_3 và SO_3^{2-} thành SO_4^{2-} .

Xyanua (CN) bị oxy hóa ở môi trường kiềm ($\text{pH} = 9 \div 12$) thành xyanat (CNO^-).

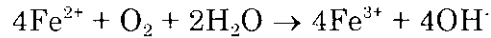
Trong các dung dịch loãng quá trình oxy hóa các chất hữu cơ xảy ra chậm, do đó người ta sử dụng chất xúc tác là các ion kim loại có hóa trị thay đổi như Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Cr^{2+} , Ag^+ .

Trong quá trình xử lý nước, không chỉ sử dụng tính chất oxy hóa của H_2O_2 mà còn sử dụng cả tính chất khử của nó. Ví dụ trong quá trình loại bỏ clo trong nước:

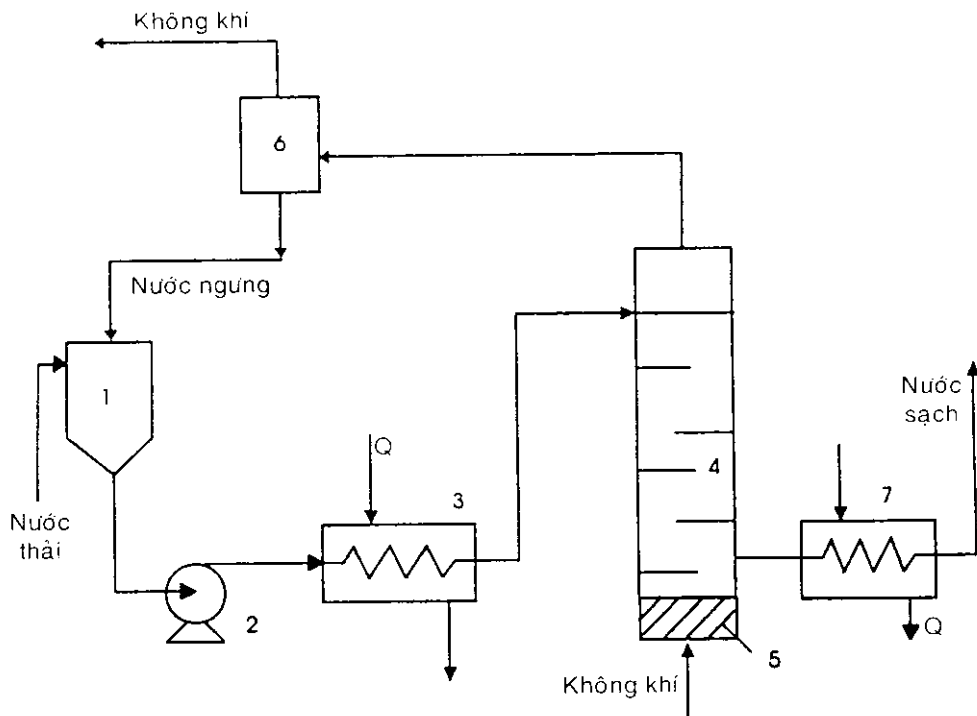


10.3.3. Oxy hóa bằng oxy trong không khí

Oxy trong không khí được sử dụng để tách sắt ra khỏi nước cấp theo phản ứng sau:



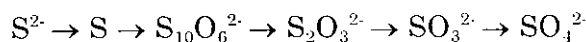
Quá trình oxy hóa được tiến hành bằng làm thoáng bằng dàn mưa, làm thoáng cưỡng bức,...



Hình 10.6. Sơ đồ nguyên lý công nghệ oxy hóa sunfua

- 1- Thùng chứa nước thải; 2- Bơm; 3- Thiết bị trao đổi nhiệt; 4- Tháp oxy hóa;
5- Bộ phận phân phối không khí; 6- Thiết bị tách không khí; 7- Thiết bị làm sạch.

Oxy của không khí còn được sử dụng để oxy hóa sunfua trong nước thải của các nhà máy giấy, chế biến dầu mỏ. Quá trình oxy hóa hydrosunfua thành sunfua lưu huỳnh diễn ra qua các giai đoạn thay đổi hóa trị của lưu huỳnh từ -2 đến +6:



Khi tăng nhiệt độ, tốc độ phản ứng và mức độ oxy hóa sunfua và hydrosunfua tăng. Theo lý thuyết để oxy hóa 1g sunfua lưu huỳnh tiêu tốn 1g oxy.

Hình 10.6 giới thiệu sơ đồ nguyên lý công nghệ oxy hóa sunfua.

10.3.4. Oxy hóa bằng pyroluzit

Pyroluzit thường được dùng để oxy hóa As^{3+} đến As^{5+} theo phản ứng sau:



Khi tăng nhiệt độ sẽ làm tăng mức độ oxy hóa. Chế độ oxy hóa tối ưu như sau:

Lượng MnO_2 tiêu tốn: MnO_2 bằng 4 lần so với lượng tính toán theo lý thuyết; độ axit của nước 30 - 40 g/l; nhiệt độ của nước 70 - 80°C.

Quá trình oxy hóa này thường được tiến hành bằng cách lọc nước thải qua lớp vật liệu MnO_2 hoặc khuấy trộn nước thải với vật liệu MnO_2 .

10.3.5. Ozon hóa

Oxy hóa bằng ozon cho phép đồng thời khử tạp chất nhiễm bẩn, khử màu, khử các vị lạ và mùi đối với nước.

Quá trình ozon hóa có thể làm sạch nước thải khỏi phenol, sản phẩm dầu mỏ, dihydrosunfua (H_2S), các hợp chất arsen, chất hoạt động bề mặt, xyanua, chất nhuộm...

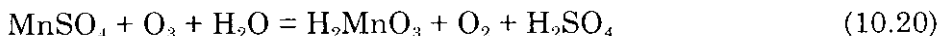
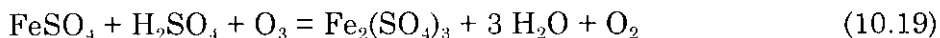
Trong xử lý bằng ozon, các hợp chất hữu cơ bị phân hủy và xảy ra sự khử trùng đối với nước. Các vi khuẩn bị chết nhanh hơn so với xử lý bằng clo vài nghìn lần.

Độ hòa tan của ozon trong nước phụ thuộc vào pH và hàm lượng của chất hòa tan. Một hàm lượng không lớn axit và muối sẽ làm tăng độ hòa tan của ozon và ngược lại sự có mặt của kiềm sẽ làm giảm độ hòa tan của ozon.

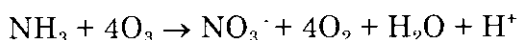
Tác động của ozon trong quá trình oxy hóa có thể diễn ra theo ba hướng:

- 1) Oxy hóa trực tiếp với sự tham gia của một nguyên tử oxy.
- 2) Kết hợp toàn bộ phân tử ozon với chất bị oxy hóa tạo thành ozonua.
- 3) Tăng cường xúc tác của tác động oxy hóa trong không khí bị ozon hóa.

Ozon có thể oxy hóa cả các chất vô cơ và hữu cơ tan trong nước thải. Ví dụ, phản ứng oxy hóa một loạt các chất hữu cơ và khoáng chất (Fe^{2+} , Mn^{2+}) tạo thành kết tủa của các hydroxit hay dioxit permanganat không tan:

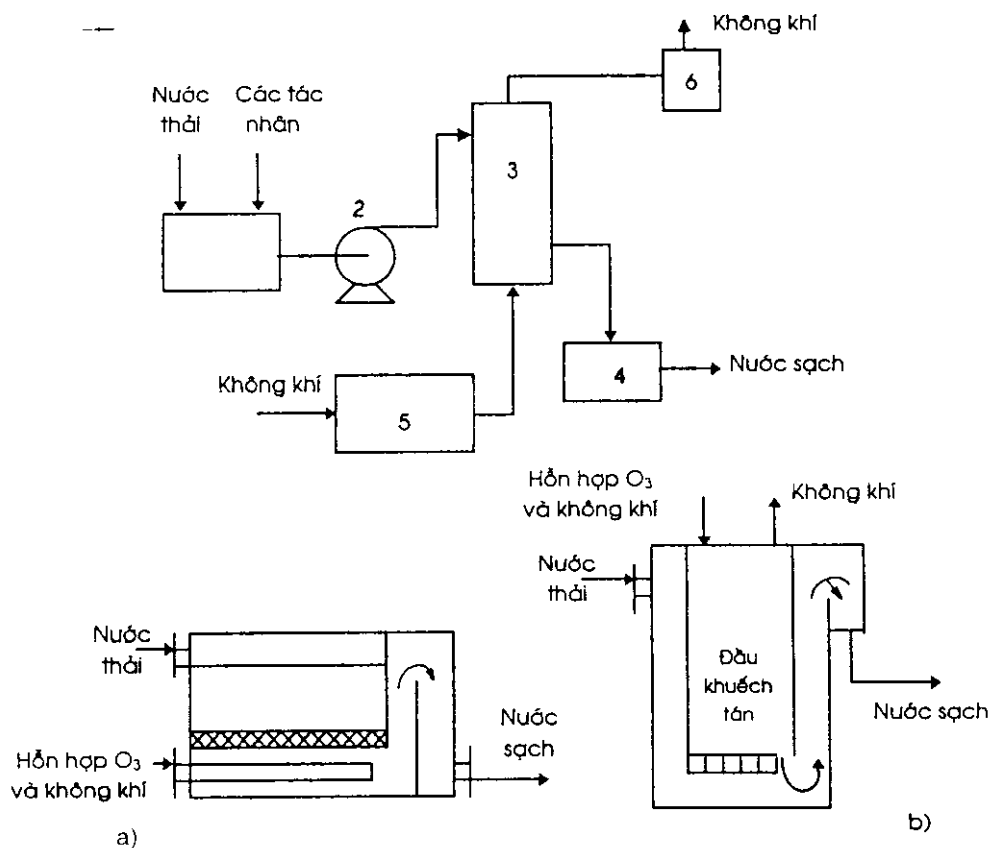


Còn amoniac bị oxy hóa bằng ozon trong môi trường kiềm theo phản ứng sau:



Ozon có khả năng phản ứng cao khi tác dụng với các phenol trong khoảng nồng độ rất rộng (từ 0 đến 1000mg/l).

Quá trình xử lý bằng ozon có thể tiến hành theo một hoặc nhiều bậc như ở sơ đồ hình 10.7.



Hình 10.7. Các sơ đồ thiết bị lọc sạch nước thải bằng ozon theo một bậc

- 1- Thiết bị khuấy trộn; 2- Bơm; 3- Thiết bị phản ứng (có thể loại đệm a hay sục khí qua đĩa b);
- 4- Thùng chứa; 5- Thiết bị ion hóa không khí; 6- Thiết bị lọc sạch khí thải.

10.3.6. Xử lý nước thải chứa xyanua bằng phương pháp oxy hóa

Trong số các tạp chất độc hại trong nước thải công nghiệp thì các hợp chất xyanua là điển hình và khá phổ biến. Đó là những muối đơn giản và phức hợp của axit xianhydric HCN.

Các hợp chất xyanua thường có trong nước thải sản xuất thủy tinh hữu cơ, các phân xưởng hoặc xí nghiệp mạ (mạ đồng, kẽm); trong các nhà máy cơ khí chế tạo, các nhà máy luyện kim màu, trong nước thải làm sạch khí lò cao... Nồng độ cho phép của xyanua trong nước ngầm không được quá 0.1 mg/l (không kể nhóm CN có trong nước) ở dạng ion ferri - và feroxyanua $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ và $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$.

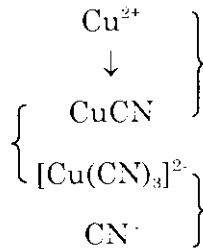
Để khử các hợp chất xyanua trong nước thải, trước tiên ta phải xét thành phần và tính chất các hợp chất đó.

Các hợp chất xyanua được phân thành năm nhóm sau đây:

- Các hợp chất xyanua đơn giản, tan và độc: axit xianhydric HCN và muối xyanua: NaCN, KCN,....;
- Các hợp chất xyanua đơn giản, không tan: ví dụ $\text{Fe}(\text{CN})_2$ chúng ở dạng cặn phân tán nhỏ. Khi ở môi trường axit của dịch vị (trong cơ thể người) hoặc ở môi trường tác dụng của mưa, nắng, nhiệt độ,... chúng dễ chuyển sang trạng thái tan và gây độc;
- Các phức chất xyanua tan và độc $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$, $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$, $[\text{Zn}(\text{CN})_3]^-$, $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$;
- Các phức chất xyanua tan, không độc: Các phức chất ferri - và feroxyanua $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ và $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$. Những chất này thường gặp trong nước thải khi làm sạch khí lò cao, sau khi xử lý nước thải bằng sắt sunfat, cũng tương tự như các hợp chất xyanua đơn giản không tan, những phức chất này cũng dễ dàng chuyển thành các chất xyanua đơn giản, tan và độc;
- Các phức chất xyanua không tan, không độc (trong điều kiện nhất định nào đó) như $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$.

Trong nước thải công nghiệp, thành phần và các chỉ tiêu hóa lý luôn luôn thay đổi. Do đó các dạng hợp chất xyanua cũng sẽ thay đổi và chuyển hóa luôn. Chẳng hạn nếu trong nước thải có các ion xyanua đơn giản độc thì không có các ion đồng hoặc ion kẽm ở trạng thái tự do. Ngược lại, nếu trong

nước thải có dư những ion đồng hoặc chì thì lại không thể có những ion tự do của xyanua đơn giản, độc, tan. Như vậy nếu viết một dãy



thì trong nước chủ yếu chỉ tồn tại các cặp cạnh nhau: Cu^{2+} và CuCN kết tủa; CuCN kết tủa và $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$ và CN^- . Nếu khi phân tích nước thải cho thấy vừa có ion xyanua đơn giản, vừa có các ion đồng Cu^{2+} thì phải nghi ngờ và xét lại việc phân tích nước.

Chọn biện pháp xử lý nước thải chứa các hợp chất xyanua phải dựa vào tính chất hóa lý của chúng. Một trong những biện pháp đó là oxy hóa xyanua thành xyanat, hoặc chuyển chúng thành phức chất với sắt không độc, tức là thành phân ferri - hoặc feroxyanua hoặc tạo các cặn kết tủa từ những xyanua đơn giản, phức chất rồi sau đó tách khỏi nước bằng phương pháp lắng hoặc lọc.

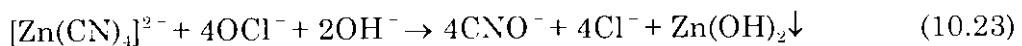
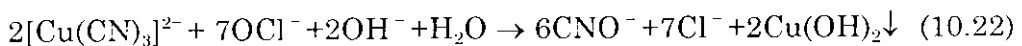
Để xử lý các hợp chất xyanua đơn giản hoặc phức hợp với đồng, kẽm có thể dùng các chất oxy hóa sau: vôi clorua CaOCl_2 , clo lỏng trong môi trường kiềm permanganat, ozon,... Các phản ứng oxy hóa diễn ra như sau:

■ **Dùng hypochlorit**

- Để oxy hóa xyanua đơn giản, tan và độc:

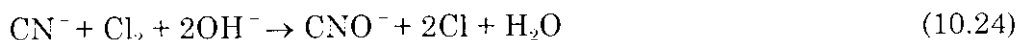


- Để oxy hóa xyanua phức hợp, tan và độc:

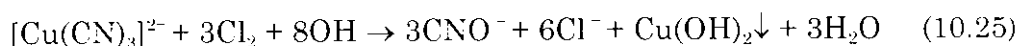


■ **Dùng clo lỏng trong môi trường kiềm**

- Để oxy hóa xyanua đơn giản, tan và độc:

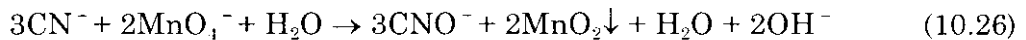


- Để oxy hóa xyanua phức hợp, tan và độc:



■ Dùng permanganat

- Để oxy hóa xyanua đơn giản, tan và độc:



- Để oxy hóa xyanua phức hợp, tan và độc:

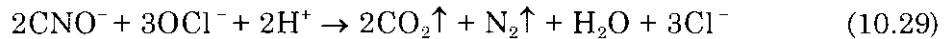


Những xyanat CNO^- tạo thành sau phản ứng oxy hóa hoặc dần dần bị phân hủy trong nước theo phương trình:

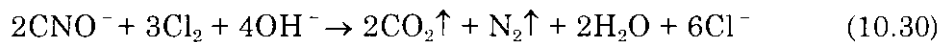


hoặc tiếp tục bị oxy hóa thành nitơ tự do N_2 và cacbonic CO_2 nếu được bổ sung thêm chất oxy hóa vào. Chẳng hạn:

- Với hypoclorit:



- Với clo lỏng:



Khi dùng clo lỏng cần lưu ý rằng khi hòa tan clo vào nước sẽ xảy ra hiện tượng axit hóa theo phản ứng:

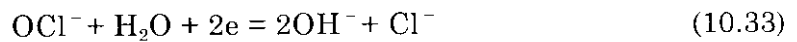


Tức là ngoài axit hypoclorơ còn tạo thành axit clohydric. Vì vậy khi dùng clo lỏng để oxy hóa xyanua phải thường xuyên cho thêm kiềm để trung hòa axit clohydric tự do, nếu không đảm bảo điều kiện này rất có thể tạo thành cloxian một sản phẩm độc của quá trình oxy hóa trực tiếp xyanua:



Điều kiện tối ưu để thực hiện quá trình oxy hóa xyanua là $\text{pH} = 10 \div 11$. Với giá trị đó, lượng clo phân tử sẽ ít nhất - tức là không thể tạo thành cloxian được và đồng thời axit hypoclorơ cũng có một lượng vừa đủ mà nó lại có thể năng oxy hóa kém hơn ion hypoclorit. Tuy nhiên từ công thức (10.29) thấy để oxy hóa xyanat không cần phải giữ $\text{pH} = 10 \div 11$, ngược lại giá trị tối ưu trong trường hợp này là $\text{pH} = 6,5$. Do đó nếu trong nước thải, xyanua đã được oxy hóa tới xyanat rồi thì cần tiến hành tiếp tục oxy hóa một chút nữa để việc oxy hóa xyanat thành nitơ phân tử và CO_2 diễn ra một cách hiệu quả.

Liều lượng hóa chất cần thiết để oxy hóa xyanua được xác định theo các phản ứng với 2 nguyên tử clo, nghĩa là 2 nguyên tử gam của clo hoạt tính ứng với 1 g ion OCl^- theo các phương trình sau:



Từ phương trình (10.21), ta thấy 1 ion xyanua đòi hỏi 1 ion hypoclorit (1 đương lượng oxy) hay 2 nguyên tử gam clo. Như vậy, cứ 26 phần xyanua đòi hỏi 71 phần clo hoạt tính, 1 phần xyanua đòi hỏi $71/26 = 2,73$ phần clo hoạt tính. Hệ số 2,73 cho ta thấy lượng clo hoạt tính cần thiết để oxy hóa ion xyanua đơn giản, độc và hòa tan thành xyanua không độc. Theo lý thuyết lượng clo hoạt tính là:

$$X_1 = 2,73A, \quad (10.35)$$

trong đó: A – lượng xyanua đơn giản, hòa tan, độc trong nước, mg/l.

Cũng tương tự theo phương trình (10.22), để oxy hóa 6 ion đồng xyanua phức hợp cần 7 đương lượng oxy hay 14 nguyên tử gam clo hoạt tính: nghĩa là 26,6 phần xyanua cần 71,7 phần clo hoạt tính, hay 1 phần xyanua cần:

$$\frac{71,7}{6,26} = 3,18 \text{ phần clo hoạt tính.}$$

Nếu trong nước thải có B mg/l đồng xyanua phức hợp, tính chuyển sang CN^- , thì theo lý thuyết lượng clo hoạt tính là:

$$X_3 = 3,18B. \quad (10.36)$$

Tương tự theo phương trình (10.23) để oxy hóa 4 ion kẽm xyanua cần 4 đương lượng oxy hay 8 nguyên tử gam clo hoạt tính. Suy ra 1 phần xyanua cần 2,73 phần clo hoạt tính. Nếu trong nước thải chứa C mg/l kẽm xyanua phức hợp tính chuyển sang CN^- , thì theo lý thuyết lượng clo hoạt tính là:

$$X_3 = 2,73C. \quad (10.37)$$

Khi xử lý nước thải chứa cả ba loại xyanua đơn giản, phức hợp, tan thì lượng clo hoạt tính cần thiết là:

$$X_{\text{Cl}} = 2,73(A + C) + 3,18B. \quad (10.38)$$

Với clorua thị trường chỉ chứa 33% clo hoạt tính (loại một). Canxi hypoclorit $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ chứa 60% clo hoạt tính. Vậy lượng hóa chất cần thiết thực tế sẽ là:

$$X = \frac{X_{\text{Cl}^-} \cdot 100 \cdot Q}{1000 \cdot a} \cdot n = \frac{X_{\text{Cl}^-} \cdot Q \cdot n}{a \cdot 10}, \quad (10.39)$$

trong đó: X - lượng hóa chất thị trường cần thiết thực tế, kg/ng;

X_{Cl} - lượng clo hoạt tính cần thiết để oxy hóa theo các phản ứng

trên, mg/l hoặc g/m³;

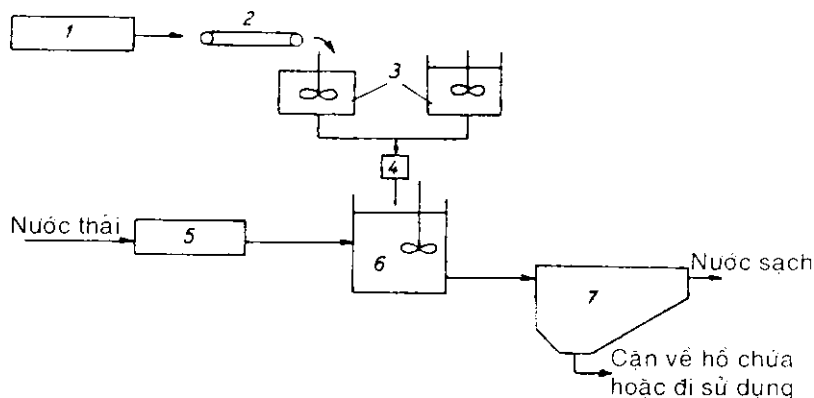
Q - lưu lượng nước thải chứa xyanua, m³/ng;

a - hàm lượng clo hoạt tính trong hóa chất thị trường, %;

n - hệ số hóa chất dư, $n = 1.2 \div 1.3$.

Thường trong nước thải ngoài xyanua còn có các tạp chất khác có thể bị oxy hóa bởi hóa chất cho vào, vì vậy hệ số n phải xác định với từng loại nước thải cụ thể bằng cách tiến hành clo hóa thử. Dung dịch công tác thường được chuẩn bị dưới dạng 5% nồng độ clo hoạt tính.

Hình 10.8 giới thiệu sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải chứa xyanua bằng vôi clorua hoặc canxi hypoclorit.



Hình 10.8. Sơ đồ trạm xử lý nước thải chứa xyanua

- 1- Kho hóa chất; 2- Băng chuyền; 3- Thùng dung dịch; 4- Thiết bị định lượng;
5- Bể điều hòa lưu lượng nồng độ; 6- Bể phản ứng; 7- Bể lắng.

10.3.7. Xử lý nước thải chứa crom bằng phương pháp khử

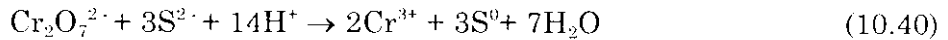
Trong các nhà máy hóa chất, nhà máy cơ khí chế tạo làm giàu quặng... tạo ra nước thải chứa crom. Loại nước này thường được tạo ra khi mạ crom làm tro chi tiết và chứa crom hóa trị 6. Nồng độ cho phép của crom hóa trị 6 trong nước mặt là 0,1; crom hóa trị 3 là 0,5 mg/l. Những loại nước thải chứa crom vượt quá các chỉ tiêu đó cần phải xử lý trước khi cho xả vào nguồn tiếp nhận.

Cơ sở để xử lý nước thải chứa crom là phản ứng khử để biến Cr⁶⁺ thành Cr³⁺, tiếp đó Cr³⁺ ở dạng hydroxit kết tủa.

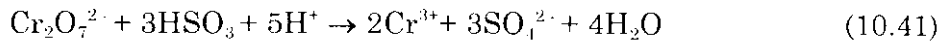
Những chất khử có thể là natri sunfua Na₂S, natri sunfit Na₂SO₃, natri hydrosunfit NaHSO₃, polisunfat, sắt sunfit FeSO₄, khí sunfuro SO₂, khí chứa SO₂,...

Những phản ứng khử Cr^{6+} thành Cr^{3+} được biểu thị như sau:

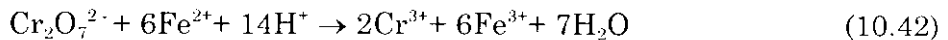
- Với natri hydrosunfit:



- Với natri hydrosunfit:



- Với sắt sunfat:



Trong dung dịch nước, natri sunfit bị thủy phân rất mạnh và tạo thành crôm hydroxit kết tủa do đó không cần phải thêm vôi:



Nếu dùng natri hydrosunfit và sắt sunfat thì phải cho thêm vôi sữa (hoặc một loại kiềm nào đó) để Cr^{3+} có thể lắng được.



Ta thấy trong các phương trình (10.40), (10.41), (10.42), để khử Cr^{6+} thành Cr^{3+} các phản ứng luôn luôn diễn ra trong môi trường axit - tức là có mặt của H^+ . Vì vậy để phản ứng diễn ra một cách triệt để phải axit hóa nước thải cho tới $\text{pH} = 2 \div 4$. Muốn vậy người ta thường hợp nhất nước thải chứa axit với nước thải chứa crom trong cùng một mạng lưới thoát nước hoặc phải cho thêm axit vào. Lượng hóa chất cần thiết theo lý thuyết có thể xác định theo công thức sau:

- Nếu dùng natri sunfua :

$$\frac{3(23 \times 2 + 32)}{52 \times 2} = 2,24 ;$$

- Nếu dùng natri hydrosunfit :

$$\frac{3(23 + 1 + 32 + 16 \times 7)}{52 \times 2} = 3,0 ;$$

- Nếu dùng sắt sunfat:

$$\frac{6(56 + 32 + 16 \times 4 + 14 + 16 \times 7)}{52 \times 2} = 16 ;$$

trong đó: 52 - nguyên tử lượng của crom;

23 - nguyên tử lượng của natri;

32 - nguyên tử lượng của lưu huỳnh:

1 - nguyên tử lượng của hydro:

16 - nguyên tử lượng của oxy;

56 - nguyên tử lượng của sắt.

Như vậy để khử 1 g Cr^{6+} thành Cr^{3+} đòi hỏi 2.24 g natri sunfit không ngậm nước, 3 g natri hydrosunfit không ngậm nước và 16 g sắt sunfat ngậm nước $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Để đạt hiệu quả khử Cr^{6+} thành Cr^{3+} trong thực tế phải tiêu hao 1.25 lần so với lý thuyết nếu dùng natri sunfit và sắt sunfat, 1.75 lần nếu dùng natri hydrosunfit.

Lượng axit cần thiết cho vào khi tiến hành axit hóa tùy thuộc vào loại axit và pH của nước thải để đảm bảo $\text{pH} = 2 \div 4$.

Lượng kiềm cần thiết cho vào sẽ phải tiêu hao cho việc trung hòa axit tự do tức là tăng từ $\text{pH} = 2 \div 4$ cho tới $\text{pH} = 7$, rồi sau đó lại tăng $\text{pH} = 9$, ngoài ra phải tiêu hao cho quá trình liên kết Cr^{3+} thành hydroxit.

Khi dùng vôi, thì ngoài $\text{Cr}(\text{OH})_3$ cặn còn chứa thạch cao CaSO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaO , CaCO_3 ,... Sau khi làm khô sẽ chứa cặn vào hố chứa. Nếu muốn dùng cặn crom hydroxit để làm chất màu xanh, nên dùng kiềm natri hoặc kali. Tuy nhiên những loại kiềm này không có khả năng keo tụ như vôi sữa và do đó việc lắng cặn kết tủa $\text{Cr}(\text{OH})_3$ sẽ khó khăn.

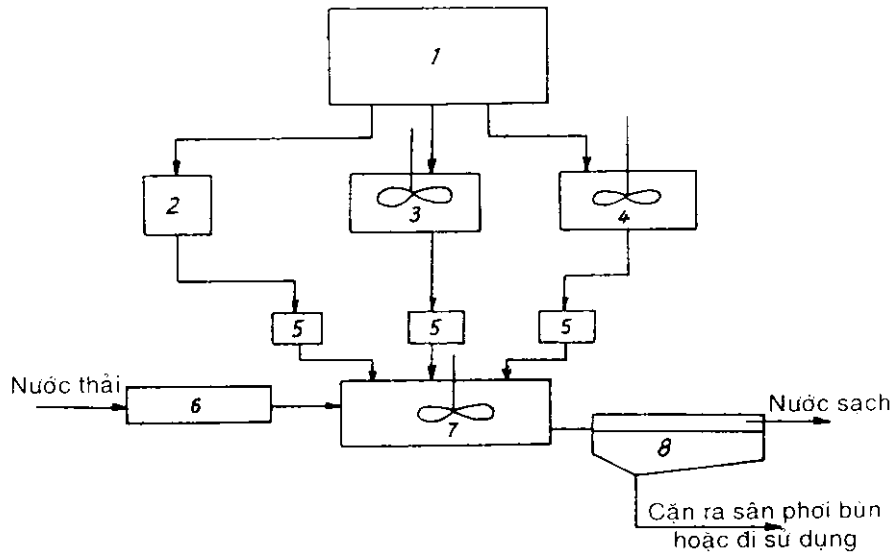
Dung tích và tính chất các loại cặn lắng tùy thuộc vào thành phần, tính chất nước thải, nồng độ crom, pH, liều lượng cũng như loại kiềm sử dụng.

Hình 10.9 giới thiệu sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải chứa crom. Các quá trình xử lý như sau:

Đầu tiên nước thải được điều hòa lưu lượng và nồng độ. Sau đó nếu kiểm tra thấy $\text{pH} > 4$ thì phải axit hóa, sao cho $\text{pH} = 2 \div 4$ trước khi thực hiện phản ứng khử, đồng thời phải xác định nồng độ Cr^{6+} để xác định lượng chất khử cần thiết.

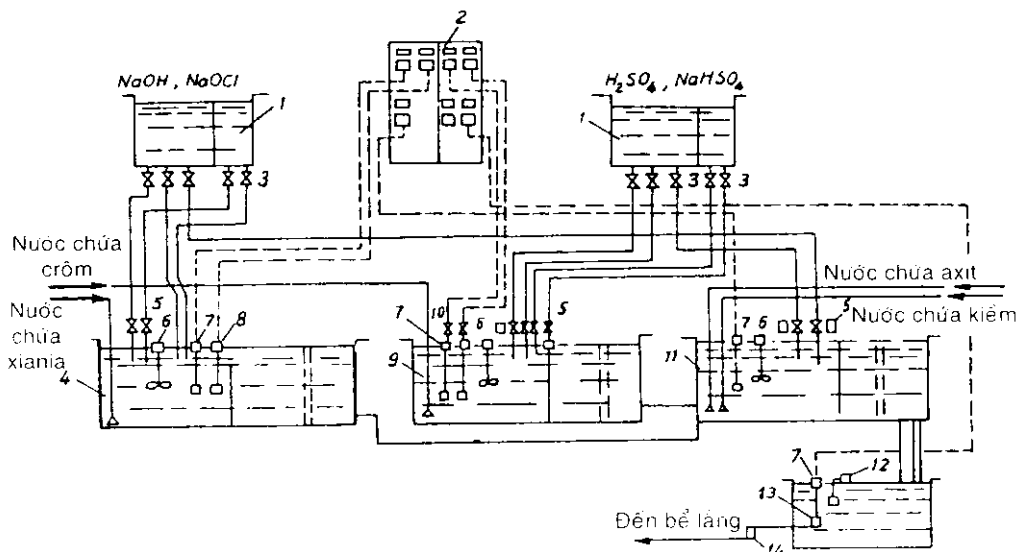
Chất khử thường được chuẩn bị dưới dạng dung dịch 10% và cho vào bể phản ứng nhờ thiết bị định lượng. Lượng dung dịch cho vào phải đủ để khử hoàn toàn Cr^{6+} thành Cr^{3+} . Thời gian khuấy trộn ở bể phản ứng thường dưới 30 phút, sau đó nếu phản ứng khử đã kết thúc thì tiếp tục cho vôi sữa vào. Vôi sữa được chuẩn bị với nồng độ 2.5% theo hoạt tính CaO và cho vào với lượng

sao cho pH = 9. Tiếp tục khuấy trộn 3 - 5 ph và cuối cùng cho nước thải sang bể lắng với thời gian lắng không quá 2h.



Hình 10.9. Sơ đồ trạm xử lý nước thải chứa crom

- 1- Kho hóa chất; 2- Thùng đo axit sunfuric; 3- Thùng chuẩn bị dung dịch chất khử; 4- Thùng chuẩn bị dung dịch với sữa; 5- Thùng định lượng; 6- Bể điều hòa nước thải; 7- Bể phản ứng; 8- Bể lắng.



Hình 10.10. Sơ đồ xử lý nước thải phân xưởng mạ (làm việc tự động)

- 1- Thùng hóa chất; 2- Thùng điều khiển tự động; 3- Van định lượng thủ công; 4- Bể chứa nước xyanua; 5- Van điều chỉnh; 6- Máy khuấy; 7- Cục pH mét; 8- Cục đo nồng độ xyanua; 9- Bể chứa crom; 10- Cục đo nồng độ crom; 11- Bể trung hòa; 12- Van phao điều chỉnh; 13- Bể khử độc nước thải; 14- Máy bơm.

Trong các phân xưởng mạ, nước thải thường được phân rã ba nhóm: nước chứa 5 - 10mg/l xyanua; nước chứa 17 - 105 (đôi khi lớn hơn) mg/l crom (theo Cr^{6+}) và nước thải chứa axit và kiềm.

Hình 10.10 giới thiệu sơ đồ công nghệ trạm xử lý nước thải của phân xưởng mạ. Mỗi nhóm nước thải được dẫn vào một bể riêng biệt với thời gian lưu lại trong đó là 30 - 40 ph. Một phần thể tích hữu ích của mỗi bể (10% - 15%) được tách ra làm ngăn trộn. Các chất phản ứng được đưa vào nhờ hệ thống tự động và đảm bảo giá trị pH yêu cầu. Ở bể chứa xyanua pH = 10.5, ở bể chứa crom pH = 2,5. Nước sau khi đã khử độc đưa sang bể lắng.

10.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN HÓA

Người ta sử dụng các quá trình oxy hóa của anot và khử của catot, dòng tự điện,... để xử lý các tạp chất hòa tan và phân tán trong nước thải. Tất cả các quá trình này đều xảy ra trên các điện cực cho dòng điện một chiều đi qua nước thải.

Các phương pháp điện hóa cho phép thu hồi từ nước thải các sản phẩm có giá trị bằng các sơ đồ công nghệ tương đối đơn giản và có thể tự động hóa. Không cần sử dụng các tác nhân hóa học. Nhược điểm chính của các phương pháp này là tiêu hao điện năng lớn.

Phương pháp điện hóa có thể tiến hành gián đoạn hoặc liên tục.

Hiệu suất được đánh giá bằng các yếu tố như: mật độ dòng điện, điện áp, hệ số sử dụng hữu ích điện áp, hiệu suất theo dòng, hiệu suất theo năng lượng.

- Mật độ dòng điện là tỉ số giữa dòng với bề mặt điện cực và thường được tính theo A/m^2 hoặc A/cm^2 .
- Điện áp của thùng điện phân bằng tổng hiệu suất điện thế của cực và độ sụt điện áp trong dung dịch;

$$U = I_a + I_c + \Delta I_a + \Delta I_c + \Delta U_{dl} + \Delta U_m \quad (10.45)$$

trong đó: ΔI_a , ΔI_c - đại lượng phân cực của anot và catot;

I_a , I_c - điện thế cân bằng của anot và catot;

ΔU_{dl} - độ sụt điện áp ở chất điện ly;

ΔU_m - độ sụt điện áp ở màng.

Độ sụt điện áp trong chất điện ly (nước thải) khi không có các bóng khí được xác định theo định luật Ôm:

$$\Delta U_{dl} = i\rho\delta, \tag{10.48}$$

trong đó: i - mật độ dòng điện trong nước thải, A/cm²;
 ρ - điện trở riêng, Ω cm;
 δ - khoảng cách giữa các điện cực, cm.

Khi có các bọt khí thoát ra, do sự kéo dài, dòng giữa các điện cực ΔU_{dl} tăng, và tương quan:

$$\eta_{dl} = (I_a - I_c)U, \tag{10.47}$$

gọi là hệ số sử dụng hữu ích của điện áp.

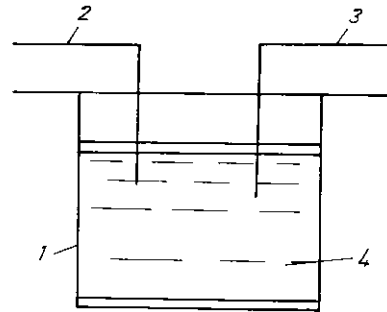
- Hiệu suất theo dòng là tỉ số của lượng điện cần thiết theo lý thuyết (được tính theo định luật Faraday) và lượng điện chi phí thực tế được biểu thị bằng phần của đơn vị hay bằng %.

10.4.1. Oxy hóa của anot và khử của catot

Xét một sơ đồ bể điện phân như trên hình 10.11.

Trên cực dương (anot): các ion cho điện tử nghĩa là phản ứng oxy hóa điện hóa xảy ra, còn trên cực âm (catot) xảy ra quá trình nhận điện tử, nghĩa là ở đây phản ứng xảy ra.

Các quá trình này đã được nghiên cứu để xử lý nước thải khỏi các tạp chất xyanua, sunfoxyanua, các amin, alcol, các aldehyt, hợp chất nitơ, thuốc nhuộm azo, sunfit, mecaptan.... Trong quá trình oxy hóa điện hóa, các chất trong nước thải bị phân rã hoàn toàn tạo thành CO₂, NH₃ và nước hay tạo thành các chất không độc và đơn giản hơn để có thể tách ra bằng các phương pháp khác.



Hình 10.11. Sơ đồ bể điện phân
 1- Thân bể; 2- Anot; 3- Catot; 4- Màng.

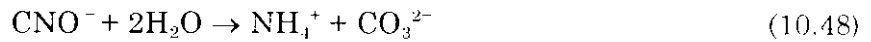
Anot thường được làm từ những vật liệu không hòa tan, có tính chất điện phân như: graphit, magnetic (Fe₃O₄), dioxit chì, dioxit mangan và dioxit ruteni (Ru),... phủ lên nền titan.

Catot được làm bằng molipden, hợp kim của vonfram với sắt hay niken: từ than chì (graphit), thép không gỉ và các kim loại khác được phủ lớp molipden, vonfram hay hợp chất của chúng.

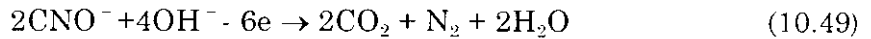
Quá trình được tiến hành trong bể điện phân với màng hoặc không có màng. Ngoài các quá trình chính là oxy hóa điện hóa và khử, đồng thời trong bể điện phân còn xảy ra các quá trình khác như tuyển nổi bằng điện, hiện tượng điện di và đông tụ bằng điện.

Nước thải của các nhà máy chế tạo máy, chế tạo các dụng cụ, luyện kim đen và luyện kim màu, công nghiệp hóa chất... Ngoài chứa các xyanua đơn giản (KCN, NaCN) còn có các xyanua phức của kẽm, đồng, sắt và các kim loại khác. Nồng độ của chúng thường từ 10 đến 600 mg/l, còn pH của nước thải nằm trong khoảng 8 - 12.

Oxy hóa anot của xyanua xảy ra theo phản ứng sau:

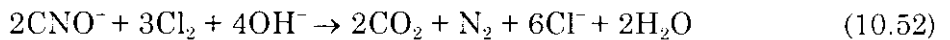
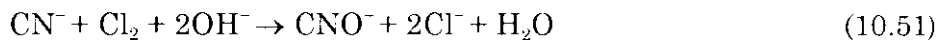


Quá trình oxy hóa cũng có thể dẫn đến sự tạo thành nitơ:

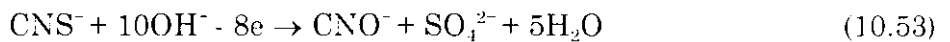


Để tăng độ dẫn điện của nước thải và giảm năng lượng tiêu tốn, người ta có thể cho thêm NaCl vào nước. Khi nồng độ $\text{CN}^- = 1 \text{ g/l}$ người ta bổ sung 20 - 30 g/l NaCl. Trong quá trình này người ta sử dụng anot graphit và catot thép. Điều kiện tối ưu của oxy hóa như sau: mật độ dòng điện của anot khoảng 3 - 4 A/dm², khoảng cách giữa các cực là 3 cm, tốc độ nước là 30 dm³/h, pH = 8 ÷ 9. Hiệu suất xử lý đạt 100%.

Quá trình phá hủy xyanua xảy ra là do sự oxy hóa điện hóa ở anot và oxy hóa bằng clo được giải phóng ở anot từ quá trình phân tách NaCl. Quá trình này được mô tả bằng các phương trình sau đây:

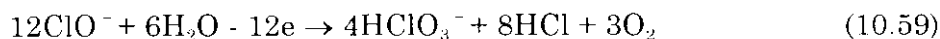


Các sunfuxyanua được phân hủy theo sơ đồ sau:



Các ion sunfit ở pH = 7 bị oxy hóa tới sunfat. Khi pH nhỏ hơn lưu huỳnh có thể được tạo thành. Oxy hóa phenol khi có clorua trong nước thải chỉ có hiệu quả khi hàm lượng phenol trong nước thải không lớn và theo các phương trình phản ứng sau:



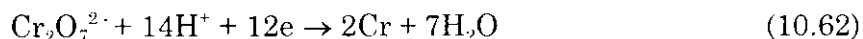


Người ta ứng dụng quá trình khử của catot để loại các ion kim loại ra khỏi nước thải với sự tạo thành cặn, nhằm chuyển các cấu tử gây ô nhiễm thành các hợp chất ít độc hơn hoặc về dạng dễ tách ra khỏi nước như cặn, khí. Quá trình này có thể được sử dụng để xử lý nước thải khỏi các ion kim loại nặng như Pb^{2+} , Sn^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , AS^{3+} , và Cr^{6+} . Quá trình khử của catot đối với các kim loại xảy ra như sau:



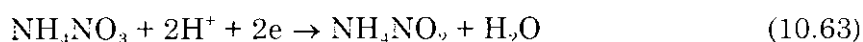
ở đây các kim loại lắng lên catot và có thể thu hồi chúng.

Ví dụ, quá trình khử hợp chất crom đã đạt mức độ làm sạch cao: nồng độ của chúng giảm từ 1000 tới 1 mg/l. Năng lượng tiêu tốn cho xử lý vào khoảng 0,12 kWh/m³. Trong điện phân nước thải chứa $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, giá trị tối ưu của pH vào khoảng 2 còn mật độ dòng điện 0,2 - 2 A/dm². Phản ứng khử xảy ra theo phương trình sau:



Để xử lý nước thải chứa một số kim loại nặng, người ta tiến hành quá trình khử trên catot được làm từ hỗn hợp bột cacbon và lưu huỳnh theo tỉ lệ C : S từ (80 : 20) đến (20 : 80), ở pH < 7 và mật độ dòng điện 2,5A/dm². Các ion này lắng trên cực ở dạng sunfua hoặc hydrosunfua và có thể tách chúng ra bằng phương pháp cơ học.

Cũng có thể sử dụng các phản ứng tách chất gây ô nhiễm bằng chuyển chúng sang pha khí. Ví dụ, khử NH_4NO_3 trên điện cực than chì, quá trình xảy ra như sau:



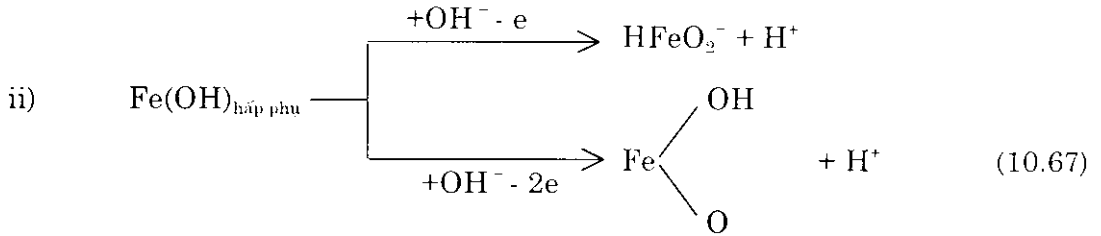
Tính độc hại của các chất hữu cơ tăng lên khi phân tử của chúng có chứa các nguyên tử halogen, aldehyt, amin, nitơ hay nhóm nitro. Như vậy sản phẩm

của quá trình khử, ví dụ các aldehyt, các xêton (ROH) các alcol, các hydrocacbon sẽ trở nên ít độc hại hơn. Phản ứng xảy ra theo phương trình sau:



Chúng ta nghiên cứu quá trình hòa tan của anot, ví dụ điện cực sắt.

Trong môi trường kiềm phản ứng xảy ra theo hai giai đoạn:

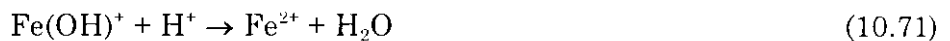
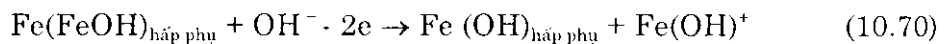
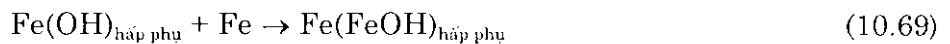


Ở giai đoạn một gồm quá trình hấp phụ nhóm OH^- trên điện cực sắt, mất điện tử và tạo thành hợp chất trung gian chứa oxy của sắt hóa trị một.

Ở giai đoạn hai phản ứng xảy ra theo hai hướng và kết thúc bằng việc tạo thành sắt hóa trị hai hay ba.

Tốc độ chung của quá trình hòa tan của anot được xác định bởi giai đoạn hai.

Trong môi trường axit xảy ra các phản ứng sau:



Tốc độ quá trình hòa tan điện hóa của kim loại được xác định bởi đại lượng dòng điện:

$$i = k[OH^-] \exp\left\{\left[\frac{2\beta + 1}{R.T}\right].n.F\right\}, \quad (10.72)$$

trong đó: k , β - hằng số quá trình;

R - hằng số khí;

T - nhiệt độ tuyệt đối;

n - số điện tử tham gia quá trình;

F - số Faraday.

Các quá trình oxy hóa ở anot cũng được sử dụng để khử màu của một số thuốc nhuộm ra khỏi nước thải, cũng như xử lý nước thải của các nhà máy giấy, chế biến dầu mỡ.

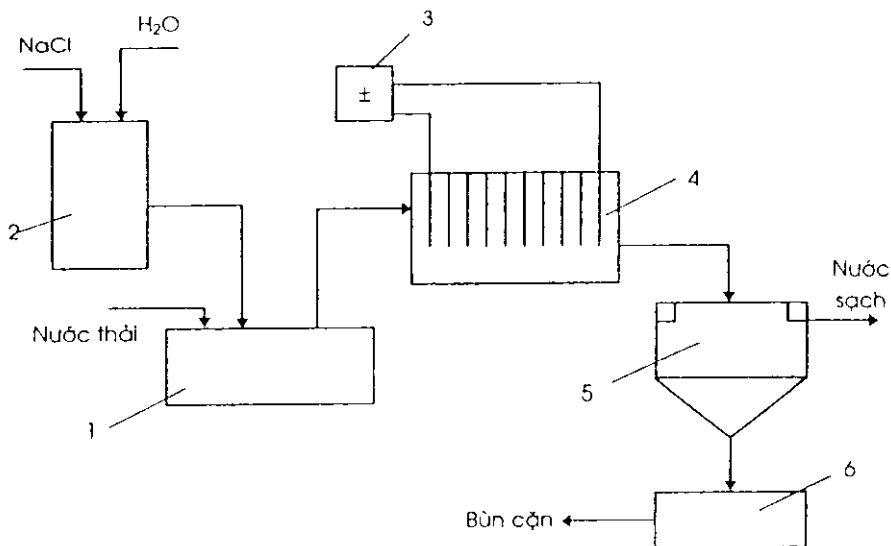
10.4.2. Đông tụ điện

Khi sử dụng các điện cực không tan có thể xảy ra quá trình đông tụ do hiện tượng sinh điện và phóng điện của các hạt mang điện trên các điện cực, tạo thành trong dung dịch các chất có tác dụng phá vỡ các muối của solvat (clo, oxy) trên bề mặt hạt.

Quá trình như vậy có thể sử dụng để xử lý nước thải chứa hàm lượng các hạt keo không cao và độ bền vững thấp của các chất bẩn.

Để xử lý nước thải công nghiệp chứa các tạp chất gây ô nhiễm có độ bền cao, người ta tiến hành quá trình điện phân với việc sử dụng các anot hòa tan bằng nhôm và thép. Dưới tác dụng của dòng điện xảy ra quá trình hòa tan của các kim loại, dẫn đến các cation sắt hoặc nhôm chuyển vào nước gặp nhóm hydroxyl tạo thành hydroxit của các kim loại đó ở dạng bông và quá trình đông tụ xảy ra mãnh liệt.

Sơ đồ hệ thống thiết bị đông tụ điện được trình bày trên hình 10.12.



Hình 10.12. Sơ đồ hệ thống thiết bị đông tụ bằng điện

- 1- Bể điều hòa; 2- Thùng chuẩn bị dung dịch; 3- Nguồn điện một chiều;
4- Bể đông tụ bằng điện; 5- Bể lắng; 6- Thiết bị tách nước.

Ưu điểm của phương pháp đông tụ bằng điện là thiết bị gọn và điều khiển đơn giản, không sử dụng tác nhân hóa học, ít nhạy cảm với sự thay đổi điều

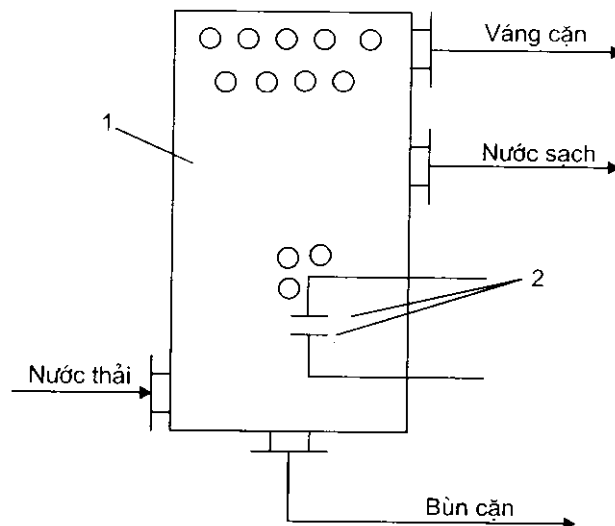
kiện tiến hành quá trình xử lý (t° , pH), không có các chất độc, bùn cặn có tính chất cơ học và cấu trúc tốt. Tuy nhiên nó cũng có khuyết điểm là tiêu tốn kim loại và chi phí điện năng cao.

Phương pháp đồng tụ bằng điện được ứng dụng nhiều trong công nghiệp thực phẩm, hóa chất, giấy và bột giấy.

10.4.3. Tuyển nổi bằng điện

Trong quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp tuyển nổi bằng điện, việc tách các hạt lơ lửng là nhờ các bọt khí được tạo thành trong điện phân nước. Ở cực anot là các bóng khí oxy còn trên điện cực catot là hydro. Khi các bóng khí này nổi lên bắt gặp và kéo theo các hạt lơ lửng cùng nổi lên bề mặt. Khi sử dụng các điện cực hòa tan, xảy ra đồng thời việc tạo thành các bông đồng tụ và các bọt xảy ra mạnh liệt hơn. Sơ đồ thiết bị tuyển nổi điện một ngăn được giới thiệu trên hình 10.13.

Đường kính bóng khí trong tuyển nổi vào khoảng 20 - 100 μm . Để nhận được các bóng khí có đường kính đúng với yêu cầu, công nghệ cần thiết phải chọn đúng chủng loại vật liệu, đường kính sợi catot và mật độ dòng điện. Mật độ dòng điện tối ưu nằm trong khoảng 200 - 260 A/m^2 .



Hình 10.13. Sơ đồ hệ thống thiết bị tuyển nổi điện một ngăn

1- Thân thiết bị; 2- Điện cực.

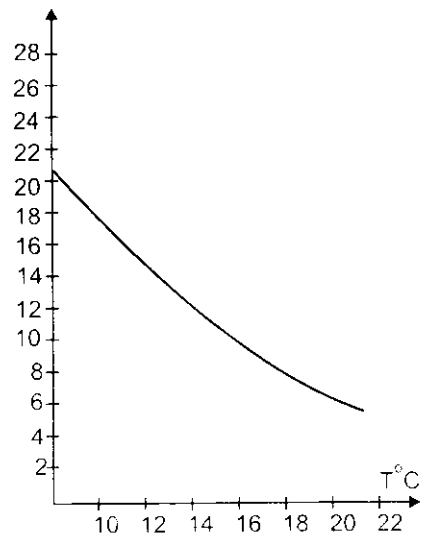
11.1.2. Quá trình đồng hóa

Một phần nitơ của muối amôn và có khi cả nitơ của hợp chất hữu cơ được đồng hóa để tổng hợp vi khuẩn. Đồng hóa có thể đóng vai trò quan trọng trong việc khử nitơ đối với một số nước thải công nghiệp. Nhưng trong nhiều trường hợp và đặc biệt là đối với nước thải dân dụng, sự đồng hóa mà chỉ mình nó thôi không đủ khử nitơ vì lượng nitơ có trong nước cần xử lý cao hơn nhiều so với lượng nitơ được đồng hóa để tổng hợp vi khuẩn.

11.1.3. Quá trình nitrat hóa

Quá trình nitrat hóa có thể xảy ra nếu như nitơ tồn tại dưới dạng nitơ của muối amon. Tốc độ biến đổi từ muối amôn thành nitrat đối với bùn hoạt tính như sau: cứ 3 mg N - NH_4 trong thời gian 1 giờ thì nitrat hóa được 1 g chất hữu cơ.

Độ tăng trưởng của vi sinh dị dưỡng có ý nghĩa tới việc oxy hóa các chất ô nhiễm cacbon, nó cao hơn so với độ tăng trưởng của các vi khuẩn nitrat hóa tự dưỡng. Do vậy độ tuổi của bùn trong hệ thống có tác dụng nhất định đối với quá trình nitrat hóa. Với pH nằm trong khoảng 7,2 - 8,0, độ tuổi nhỏ nhất của bùn phụ thuộc vào nhiệt độ (xem đồ thị hình 11.1). Nitrat hóa ở nhiệt độ 12°C hoặc 13°C chỉ thích hợp với các bể có lưu lượng nước nhỏ, ở nhiệt độ dưới 8°C, khó tiến hành nitrat hóa. Tuy nhiên, nếu các vi sinh nitrat hóa phát triển từ



Hình 11.1. Độ tuổi của bùn

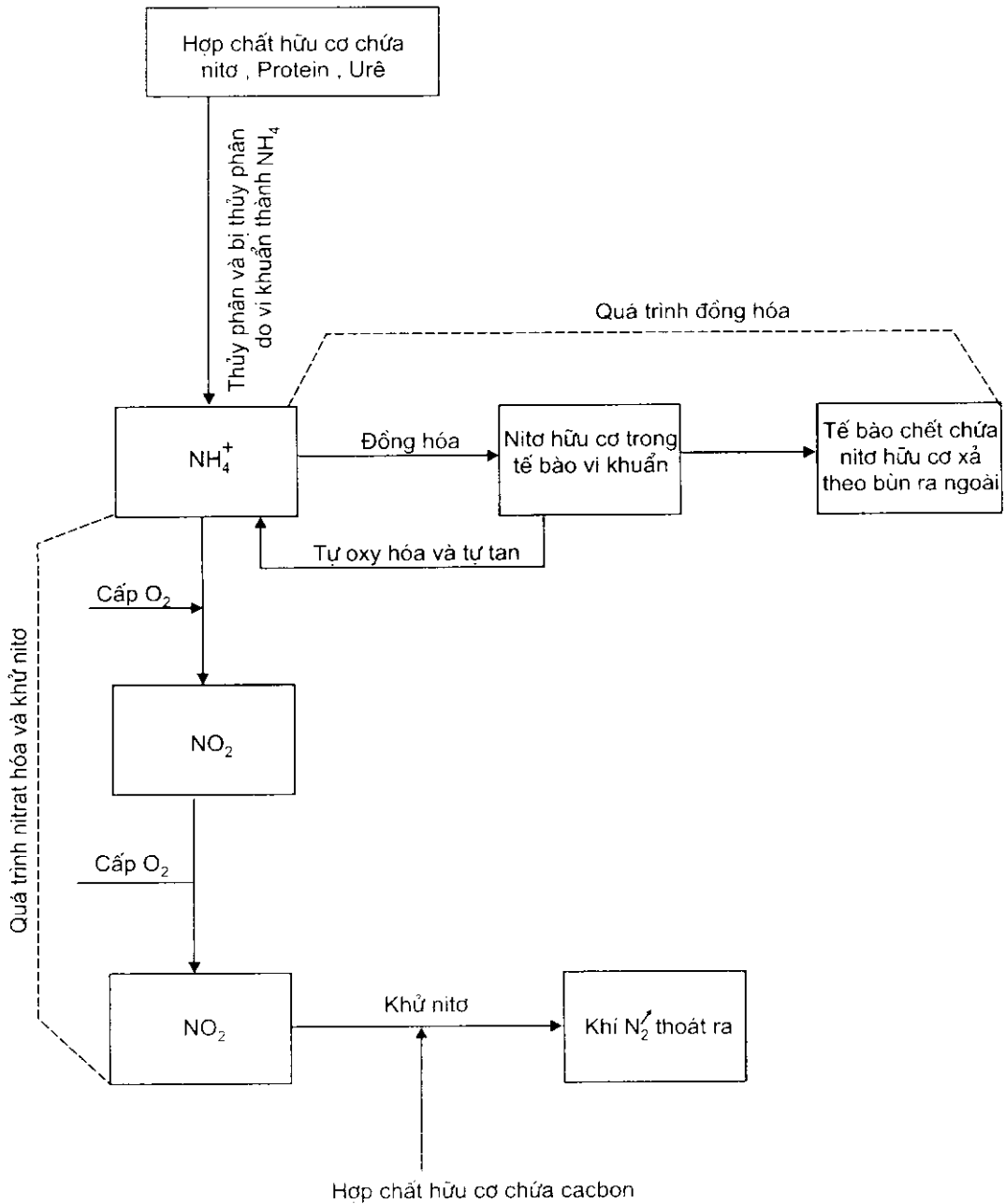
- Trục tung: Tuổi (tính theo ngày);

- Trục hoành: Nhiệt độ (°C).

trước và được nuôi cấy ở nhiệt độ bình thường thì giải pháp nitrat hóa có thể duy trì ở nhiệt độ thấp, nhưng với hiệu suất oxy hóa của muối amôn bị giảm.

Nitrat hóa nước thải trước khi xả vào nguồn tiếp nhận cho phép giảm đáng kể yêu cầu oxy trong nước nguồn và kết hợp khử nitrat bằng lọc sinh học.

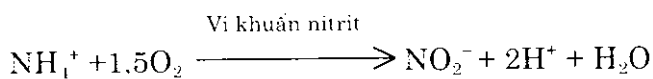
Hình 11.2 mô tả hai quy trình sinh học cơ bản để khử nitơ.



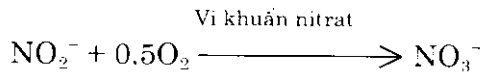
Hình 11.2. Sơ đồ mô tả quá trình sinh hóa khử nitơ trong nước thải

Khi khử amoni (NH_4^+) bằng phương pháp sinh học, NH_4^+ bị oxy hóa theo hai bước:

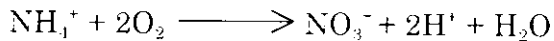
Bước 1: NH_4^+ bị oxy hóa thành NO_2^- do tác động của vi khuẩn nitrit theo phản ứng:



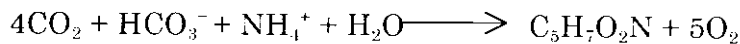
Bước 2: Oxy hóa NO_2^- thành NO_3^- do tác dụng của vi khuẩn nitrat :



Tổng hợp quá trình chuyển hóa NH_4^+ thành NO_3^- :

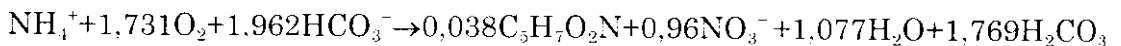


Có khoảng 20 - 40% NH_4^+ bị đồng hóa thành vỏ tế bào. Phản ứng tổng hợp sinh khối có thể viết như sau:



$\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$ công thức cấu tạo của tế bào vi sinh.

Có thể tổng hợp quá trình nitrat hóa bằng phản ứng sau:



Từ phương trình trên rút ra: khi chuyển hóa 1 mg NH_4^+ cần tiêu thụ 3,97 mg O_2 và sản ra 0,31 mg tế bào mới; 7,01 mg kiềm bị khử và cần tiêu thụ 0,16 mg CO_2 . Vi khuẩn nitrat hóa đặc biệt nhạy cảm với sự thay đổi môi trường và với các chất độc hại. Từ các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và các công trình xử lý thực tế rút ra được các thông số ảnh hưởng đến quá trình là:

- 1) Nồng độ của NH_4^+ và NO_3^-
- 2) Tỷ số BOD_5 và tổng hàm lượng nitơ (N)
- 3) Nồng độ oxy hòa tan (DO)
- 4) Nhiệt độ
- 5) pH và rất nhiều tác nhân vô cơ và hữu cơ có tác dụng kìm hãm quá trình. Có thể tổng quát hóa các ảnh hưởng trên bằng phương trình biểu diễn tốc độ tăng trưởng riêng của vi khuẩn nitrat :

$$\mu_N = \mu_{N\max} \left(\frac{N}{K_N + N} \right) \left(\frac{DO}{K_{O_2} + DO} \right) \left(e^{0,098(T-15)} \right) [7,2 - \text{pH}]$$

Khi thiết kế các bể aeroten khuấy trộn hoàn chỉnh để thực hiện quá trình nitrat hóa trong lớp bùn lơ lửng, áp dụng các công thức nêu trong mục (5.2.6) của chương 5. Trong đó cần thay đổi các hệ số động học lựa chọn theo bảng 11.1 và 11.2.

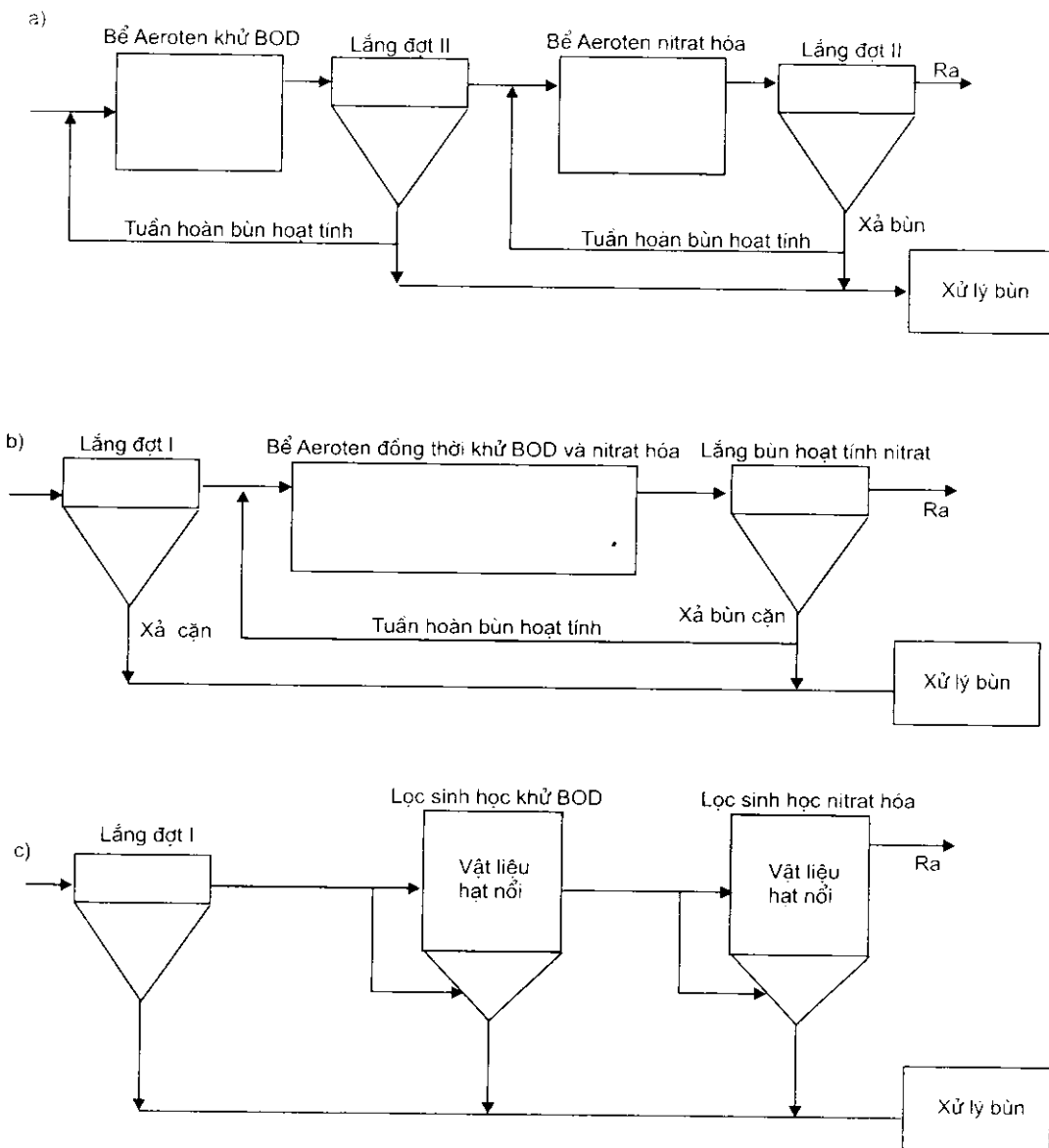
Quá trình nitrat hóa có thể thực hiện theo các sơ đồ giới thiệu trên hình 11.3.

Bảng 11.1. Ảnh hưởng của các thông số môi trường trong quá trình vận hành đến hoạt động của vi khuẩn nitrat trong bùn lơ lửng

Thông số môi trường	Mô tả sự ảnh hưởng
Nồng độ NH ₄ ⁺ và NO ₃ ⁻	Nồng độ NH ₄ ⁺ và NO ₃ ⁻ ảnh hưởng tới tốc độ tăng trưởng riêng max của vi khuẩn nitrit hóa và vi khuẩn nitrat hóa. Tốc độ tăng trưởng của vi khuẩn nitrat hóa lớn hơn rất nhiều so với vi khuẩn nitrit hóa. Và tốc độ tăng trưởng chung của vi khuẩn trong quá trình là: $\mu_N = \mu_{Nmax} \frac{N}{K_N + N}$ Lấy $\mu_{Nmax} = 0,45 \text{ ngày}^{-1}$ ở 15°C.
Tỉ số BOD/TKN	Số phần trăm của các hợp chất hữu cơ bị nitrat hóa trong quá trình khử BOD chịu ảnh hưởng của tỉ số BOD ₅ /TKN.
TKN: Tổng các hợp chất chứa nitơ tính theo N	Biểu thị bằng: $f_N = \frac{0,16(NH_3)}{0,6(BOD_5) + 0,16(NH_4)}$
Nồng độ oxy hòa tan DO	$\mu_N = \mu_{Nmax} \frac{DO}{K_{O_2} + DO}$
Nhiệt độ T°C	KO ₂ = 1,3 mg/l Nhiệt độ ảnh hưởng rất lớn tới quá trình nitrat hóa $\mu_N = \mu_{Nmax} e^{0,098(T-15)}$ $K_N = 10^{0,051T - 1,158}$
pH	Giá trị pH để có tốc độ tăng trưởng riêng của vi khuẩn nitrat hóa chấp nhận được là từ 7,2 đến 9 đối với công trình xử lý phối hợp khử BOD và nitrat hóa, và từ 7,5 đến 8,6 đối với công trình xử lý tách biệt $\mu_N = \mu_{Nmax} [1 - 0,833(7,2 - pH)]$

Bảng 11.2. Các hệ số động học của quá trình nitrat hóa trong môi trường bùn hoạt tính lơ lửng ở nhiệt độ 20°C

Hệ số	Đơn vị đo	Giá trị	
		Khoảng dao động	Giá trị đặc trưng
μ_{max}	ngày ⁻¹	0,4 - 2	0,9
K_N	NH ₄ ⁺ , N, mg/l	0,2 - 3	0,5
Y_N	mg bùn hoạt tính/mg NH ₄ ⁺	0,1 - 0,3	0,16
K_{dN}	ngày ⁻¹	0,03 - 0,06	0,04



Hình 11.3. Sơ đồ công trình dùng để nitrat hóa

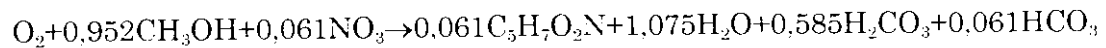
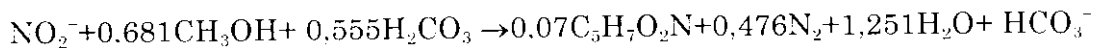
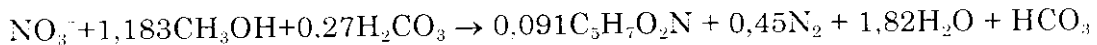
a) Sơ đồ tách biệt; b) Sơ đồ phối hợp; c) Sơ đồ lọc sinh học hai đợt.

11.1.4. Khử NO_3^- bằng phương pháp sinh học

Quá trình sinh học khử NO_3^- thành khí N_2 diễn ra trong môi trường kỵ khí. NO_3^- đóng vai trò nhận electron. Trong thực tế xử lý nước thải, NO_3^- thường được khử trong điều kiện thiếu oxy (Anoxic process) tức không cấp oxy từ bên ngoài vào. Vi khuẩn thu năng lượng để tăng trưởng từ quá trình chuyển hóa NO_3^- thành khí N_2 và cần có nguồn cacbon để tổng hợp tế bào. Do đó khi khử

NO_3^- bằng công đoạn riêng sau các công đoạn khử BOD và nitrat hóa. hoặc khi xử lý nước thải công nghiệp thực phẩm có hàm lượng NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- lớn mà lại thiếu các hợp chất hữu cơ chứa cacbon thì phải thêm các hợp chất chứa cacbon vào nước thải (ví dụ: metanol CH_3OH) để vi khuẩn thu nhận làm nguồn tổng hợp tế bào.

Quá trình khử nitơ có thể mô tả bằng các phản ứng sau:



Từ đó thấy rõ khi cần khử 1 mg NO_3^- thành khí nitơ cần 2,70 mg CH_3OH để tạo ra 0,74 mg tế bào mới và 3,57 mg kiềm tính theo CaCO_3 .

Lượng metanol CH_3OH cần cho cả quá trình:

$$\text{CH}_3\text{OH} = 2,79(\text{NO}_3^-) + 1,56(\text{NO}_2^-) + 0,95\text{DO}$$

Bởi vì 1,5 mg COD tương ứng với 1 mg metanol CH_3OH , lượng COD cần:

$$\text{COD} = 4,05(\text{NO}_3^-) + 2,34(\text{NO}_2^-) + 1,43\text{DO}$$

Như vậy, cứ 1mg/l NO_3^- chuyển thành khí N_2 cần lấy đi 2,86 mg/l oxy, lượng oxy này có thể tận dụng 50% cấp cho quá trình nitrat hóa.

Các ảnh hưởng tới quá trình khử nitrat qua các nghiên cứu thực nghiệm như sau:

- Ảnh hưởng của nồng độ NO_3^- trong dung dịch tới tốc độ tăng trưởng của vi khuẩn:

$$\mu_{\text{N}_2} = \mu_{\text{N}_2 \text{ max}} \frac{\text{NO}_3^-}{K_{\text{NO}_3^-} + \text{NO}_3^-}$$

- Ảnh hưởng của nồng độ cacbon tới hệ số tốc độ tăng trưởng:

$$\mu_{\text{N}_2} = \mu_{\text{N}_2 \text{ max}} \frac{C}{K_c + C}$$

trong đó: C - nồng độ metanol CH_3OH , mg/l;

K_c - hằng số bán bão hòa của nguồn cacbon, mg/l.

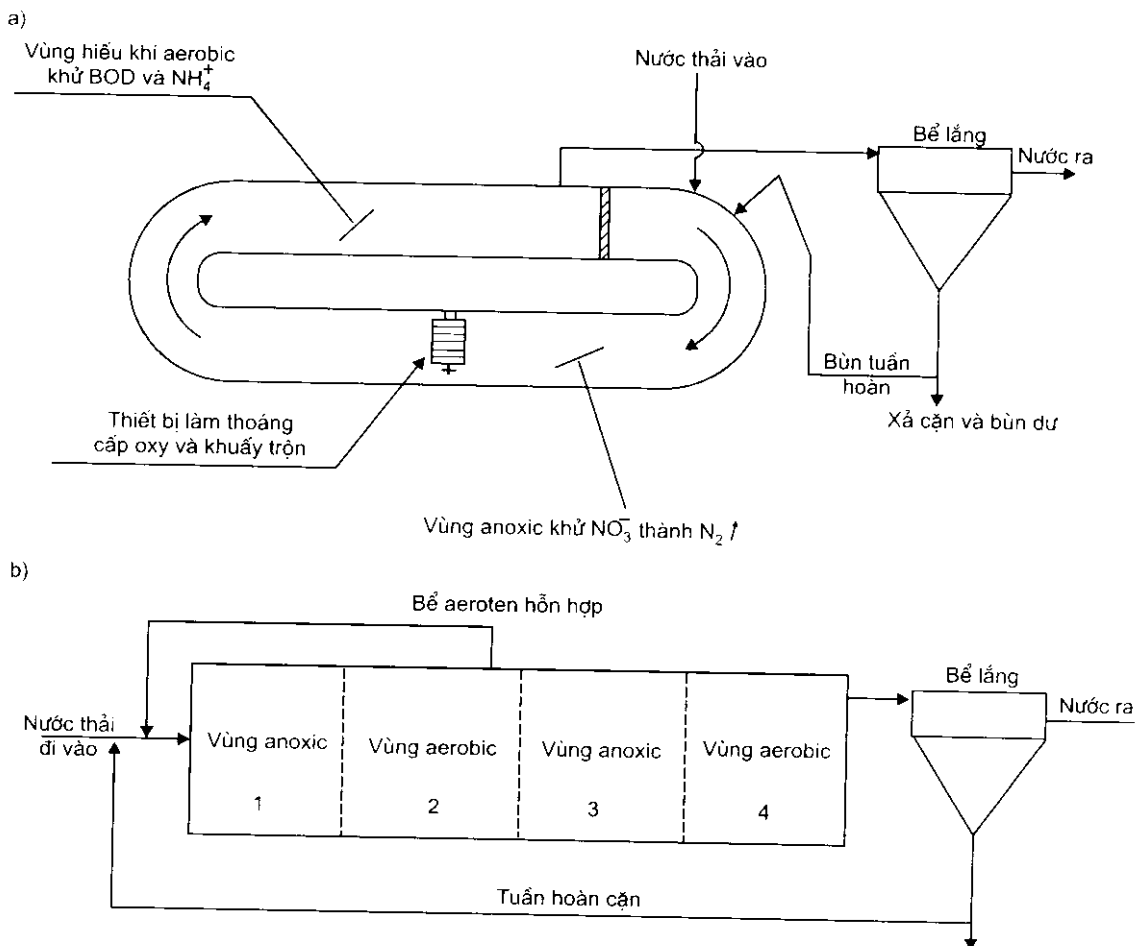
- Ảnh hưởng của pH: trị số tốt nhất cho quá trình khử nitơ nằm trong khoảng 6.5 - 7.5.

- Nhiệt độ ảnh hưởng rất lớn tới quá trình khử nitơ, có thể biểu diễn bởi phương trình:

$$P = 0,25T^2,$$

trong đó: P - % của tốc độ tăng trưởng vi khuẩn khử NO_3^- ;
 T - tính bằng $^{\circ}\text{C}$.

Trong thực tế xử lý nước thải người ta ít khi áp dụng quy trình khử NO_3^- riêng biệt mà thường thiết kế các công trình xử lý tổng hợp để khử BOD, nitrat hóa, khử NH_4^+ và NO_3^- . Làm như vậy sẽ tận dụng được lượng carbon khi khử BOD không phải cấp từ ngoài vào khi cần khử NO_3^- , tiết kiệm được 50% lượng oxy khi nitrat hóa khử NH_4^+ do lợi dụng được lượng oxy phải lấy bớt đi khi khử NO_3^- và về công trình thì không phải làm các bể lắng trung gian (xem sơ đồ hình 11.4).



Hình 11.4. Sơ đồ công trình xử lý kết hợp khử BOD, NH_4^+ và NO_3^-
 a) Mương oxy hóa; b) Bể aeroten dòng chảy đều kết hợp bốn giai đoạn.

Tính toán dung tích các vùng anoxic của bể để khử NO_3^- theo công thức:

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{S_0 - S}{\rho X} = \frac{N_{\text{NO}_3^-,t} - N_{\text{NO}_3^-,r}}{\rho_{\text{N}_2} X},$$

trong đó: X - nồng độ bùn hoạt tính của giai đoạn khử BOD;

ρ_{N_2} - tốc độ khử NO_3^- tính bằng mg bùn hoạt tính trong đơn vị thời

gian ở nhiệt độ $T^\circ\text{C}$:

$$\rho_{\text{N}_2,T} = \rho_{\text{N}_2} \cdot 20^\circ\text{C} \cdot 1,09^{(T-20)} \cdot (1 - \text{DO}),$$

ở đây: $\rho_{\text{N}_2, 20^\circ\text{C}}$ - tốc độ khử NO_3^- ở nhiệt độ $20^\circ\text{C} = 0,10 \text{ mg NO}_3^-/\text{mg}$

bùn hoạt tính trong ngày;

T - nhiệt độ nước thải $^\circ\text{C}$;

DO - hàm lượng oxy hòa tan trong bể, mg/l.

Quá trình đồng hóa khử nitơ xảy ra đồng thời với quá trình khử BOD ở trong bể aeroten, còn quá trình nitrat hóa và khử nitơ (khử N_2) có thể thực hiện bằng ba cách:

- 1) Tách riêng ba công đoạn: khử BOD, nitrat hóa và khử N_2 .
- 2) Kết hợp hai công đoạn khử BOD và nitrat hóa, nhưng tách riêng công đoạn khử N_2 .
- 3) Tổng hợp chung cả ba công đoạn trong một công trình.

11.1.5. Khử NO_3^- bằng phương pháp hóa lý

Nếu nitơ chưa được xử lý trong giai đoạn xử lý thứ cấp (xử lý sinh học) thì có thể khử trong giai đoạn xử lý cấp III với quá trình bùn hoạt tính hay lọc sinh học tiếp theo một giai đoạn khử nitrat. Giai đoạn khử nitrat thường sử dụng phương pháp hóa lý để đưa độ pH của nước thải tới giá trị $\text{pH} = 11$ bằng cách cho thêm vôi để chuyển dịch các ion NH_4^+ và loại bỏ amoniac bằng chưng cất. Tuy nhiên phương pháp này gắn liền với việc khử photpho, vốn đầu tư lớn, tốn năng lượng điện, ngoài ra cần nhạy cảm với nhiệt độ và kết tủa nên ít được sử dụng.

11.2. KHỬ HỢP CHẤT PHÔTPHO TRONG NƯỚC THẢI

11.2.1. Khử hợp chất photpho bằng sinh học

Khử hợp chất photpho bằng sinh học là giải pháp không cần đến sự hỗ trợ của các chất phản ứng và không sản sinh ra lượng bùn dư.

Chúng ta nhận thấy rằng bùn hoạt tính không được sục khí thì sẽ giải phóng photpho và nếu nồng độ oxy tăng lên thì bùn hoạt tính hấp thụ photpho trở lại. Nguyên tắc photpho hóa sinh học là tích lũy photpho vào sinh khối. Sự tích lũy này có thể do:

- Hoặc là sự kết tủa hóa học của photpho vô cơ xung quanh vi khuẩn trong một môi trường riêng biệt nào đó. Nguyên nhân chính của sự tạo kết tủa có thể là sự tăng độ pH hoặc sự tăng nồng độ ion kết tủa. Trong điều kiện kỵ khí, sự thay đổi độ pH gây ra do khử nitrat và do lên men axit các sản phẩm hữu cơ, các vi sinh giảm nồng độ canxi ngoại bào, trong khi đó lại giải phóng photpho, kali và magie (kali và magie là những ion ổn định của polyphosphat nội bào). Việc giải phóng các ion photphat làm giảm nồng độ canxi gây ra sự kết tủa ngoại bào photpho vô cơ. Sự kết tủa ngoại bào dễ biến đổi, khó định lượng và khó kiểm soát.
- Hoặc chính bản thân các vi sinh. Trong trường hợp môi trường dinh dưỡng mất ổn định, các vi sinh thường lưu giữ polyphospho để dự trữ năng lượng hoặc dự trữ photpho và ngăn chặn việc tổng hợp axit nucleic. Polyphospho (poly P) chủ yếu tồn tại dưới dạng những hạt nhỏ được gọi là Volutin.
- Hoặc sự kết hợp của hai nguyên nhân trên.

Việc khử photpho bằng sinh học đòi hỏi sự lặp đi lặp lại các quá trình kỵ khí và hiếu khí. Tính lặp đi lặp lại làm thay đổi sự cân bằng enzym để điều chỉnh việc tổng hợp poly P ở quá trình kỵ khí.

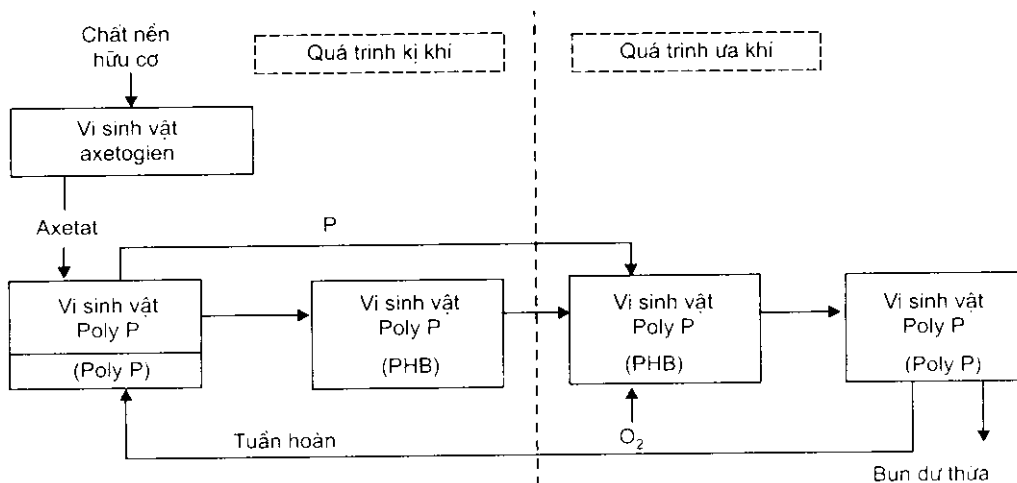
- Giai đoạn kỵ khí: Các vi khuẩn acetone kỵ khí sử dụng lượng cacbon hữu cơ có sẵn trong nước thải để tạo ra axetat. Các vi khuẩn của nhóm acinetobacter/moraxella - là những vi khuẩn hiếu khí chỉ sử dụng một loại chất nền đã được chỉ định từ trước sẽ sử dụng lại sản phẩm axetat vừa tạo ra. Axetat đã sử dụng được trữ lại tại chỗ dưới dạng polyhydroxybuturate (PHB). Năng lượng cần thiết cho việc tích lũy này được lấy từ việc thủy phân poly P.
- Giai đoạn hiếu khí: Các vi khuẩn acinetobacter/moraxella dùng các chất hấp thụ điện tử cho sự chuyển hóa của chúng (NO_3 , O_2). Như vậy PHB được sử dụng như chất hữu cơ cho sự tăng trưởng của các vi

sinh và cho sự khôi phục lượng dự trữ poly P bằng sự tái hấp thụ photpho. Việc tái hấp thụ được tiến hành từ khi chúng được giải phóng trong quá trình kỵ khí, thiếu khí và hiếu khí. Như vậy bằng sự thay đổi liên tiếp các giai đoạn kỵ khí, thiếu khí và hiếu khí người ta có thể đẩy nhanh việc tích lũy photpho ở các vi sinh nói trên cho tới khi đạt 10 - 11% trọng lượng khô của chúng. Tuy nhiên, trong bùn hoạt tính còn có nhiều loại vi khuẩn khác nữa nên photpho tích lũy thường chỉ đạt tới 7%.

Hình 11.5 giới thiệu các hiện tượng xảy ra khi khử hợp chất photpho bằng sinh học.

Người ta phân loại các phương án sử dụng biện pháp loại bỏ photpho sinh học thành hai nhóm sau:

- Phương án không dùng chất phản ứng hóa học bổ sung vào. Photpho được lưu giữ một cách "sinh học" ở trong bùn và do vậy chúng được loại ra cùng với bùn dư. Hiệu suất khử hợp chất photpho phụ thuộc hoàn toàn vào photpho chứa trong bùn và vào việc sinh sản ra bùn dư thừa.
- Phương án khử hợp chất photpho tích lũy trong bùn có bổ sung chất phản ứng hóa học.



Hình 11.5. Các hiện tượng xảy ra khi khử photpho bằng sinh học

Vi khuẩn sử dụng photpho để tổng hợp thành tế bào và vận chuyển năng lượng, kết quả là từ 10 - 30% lượng photpho được khử trong quá trình khử BOD. Cơ sở của quá trình khử hợp chất photpho là tạo ra được:

- Một số vi khuẩn có khả năng chứa một lượng dư photpho như là polyphosphat chứa trong tế bào của chúng.
- Một số sản phẩm lên men đơn giản được sinh ra trong điều kiện kỵ khí như là axit béo hữu cơ,... được các vi khuẩn đồng hóa thành các sản phẩm chứa bên trong tế bào đồng thời với việc giải phóng photpho.
- Trong điều kiện hiếu khí năng lượng sinh ra do oxy hóa polyphosphat và các sản phẩm chứa trong tế bào tăng lên.

Cặn bùn đã tích lũy photpho được lấy ra khỏi công trình (bể lắng) đưa đi xử lý riêng, hoặc được dùng lại như là chất lên men để tác dụng với các axit hữu cơ làm tăng hiệu quả của quá trình khử hợp chất photpho.

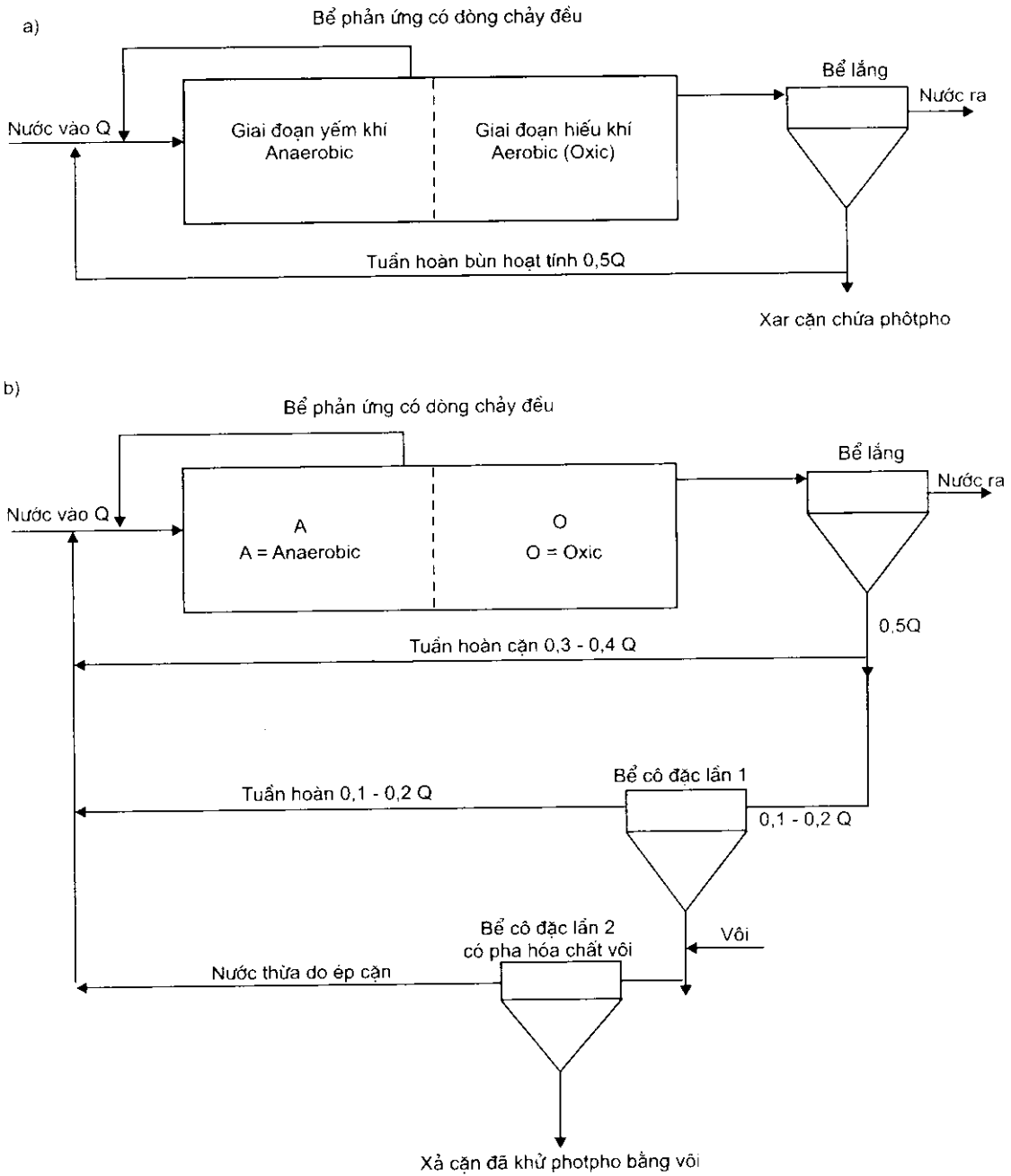
Đặc điểm của tất cả các phương án khử hợp chất photpho sinh học là sự luân phiên thay đổi của quá trình kỵ khí và quá trình hiếu khí. Ở quá trình kỵ khí các vi khuẩn tiếp xúc với cacbon hữu cơ trong nước thải, còn ở quá trình hiếu khí thì photpho đã bị khử trước đó được hấp thụ trở lại.

Người ta phân loại các phương án sử dụng biện pháp khử hợp chất photpho sinh học thành hai nhóm lớn sau:

- Phương án không dùng chất phản ứng hóa học bổ sung vào. Photpho được lưu giữ một cách "sinh học" ở trong bùn và do vậy chúng được loại ra cùng với bùn dư. Hiệu suất khử hợp chất photpho phụ thuộc hoàn toàn vào photpho chứa trong bùn và vào việc sinh sản ra bùn dư thừa.
- Phương án khử hợp chất photpho đã tích lũy có bổ sung chất phản ứng hóa học.

Trên hình 11.6 giới thiệu sơ đồ các giải pháp khử photpho.

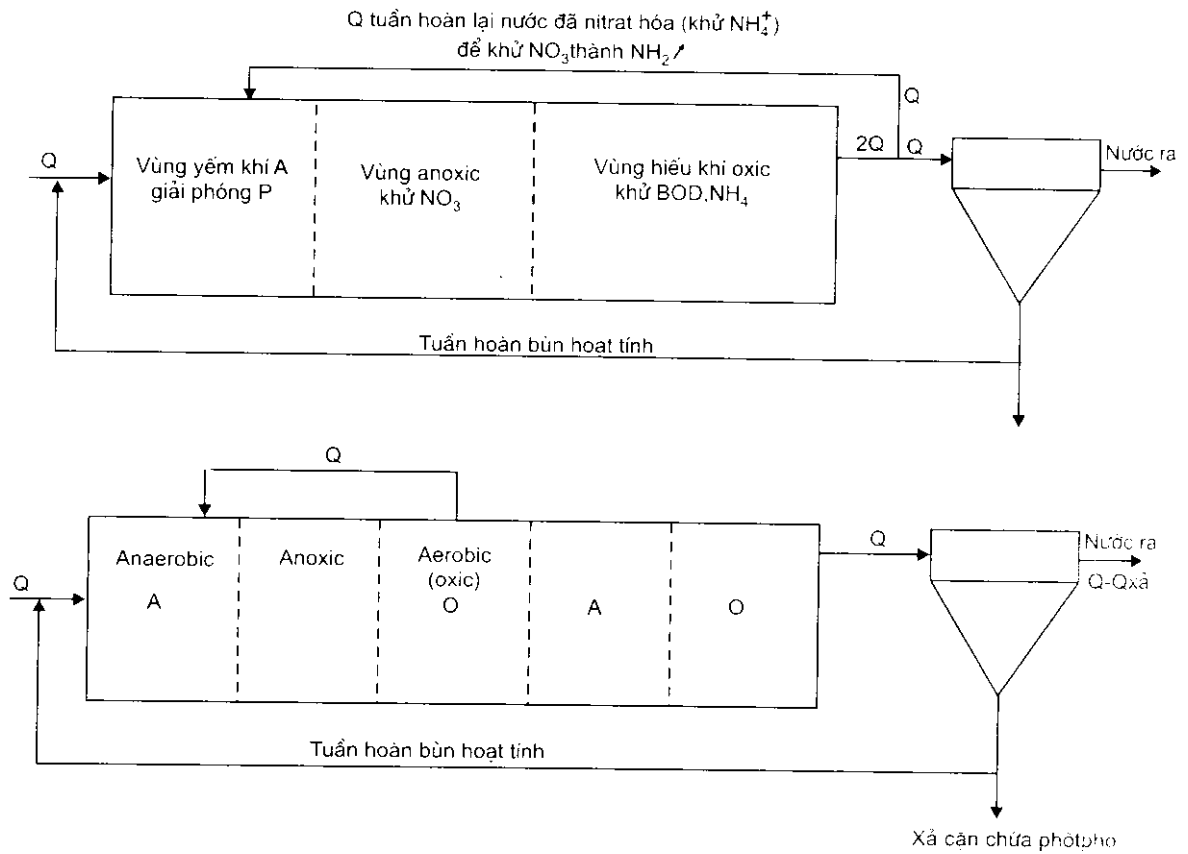
Trong thực tế xử lý nước thải đô thị và nước thải công nghiệp khi cần khử hợp chất photpho thì cũng phải khử các hợp chất chứa nitơ và các hợp chất chứa cacbon, do đó đã có nhiều mẫu thiết kế cho các bể phản ứng hỗn hợp khử BOD, nitơ và photpho (ví dụ xem hình 11.7).



Hình 11.6. Sơ đồ các giải pháp khử hợp chất photpho bằng sinh học

a) Xử lý cặn riêng;

b) Xử lý cặn tại trạm xử lý kết hợp tăng cường quá trình lên men.



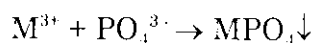
Hình 11.7. Sơ đồ công nghệ xử lý BOD, NH₄⁺, PO₄³⁻

11.2.2. Khử hợp chất photpho bằng phương pháp hóa học

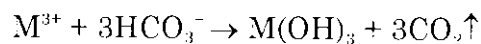
Khử hợp chất photpho bằng phương pháp hóa học là bổ sung thêm tác nhân hóa học vào nước thải để tạo kết tủa hay phức chất không hòa tan, sau đó tách nó ra khỏi nước thải.

Các tác nhân hóa học thường dùng là các muối nhôm, muối sắt và vôi.

Với sunfat nhôm hay clorua sắt II, phản ứng chính như sau:

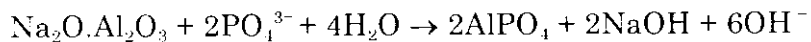


Các phản ứng phụ khác xảy ra chủ yếu là với hydrocacbonat của nước:



Các phản ứng phụ làm giảm độ kiềm của nước và kéo theo hạ thấp độ pH, ngoài ra nó tiêu thụ thêm chất phản ứng. Nói chung để thu được chất photpho nhỏ hơn 1 mg/l, thì tỉ số mol M/P thay đổi 1.5 - 2.

Nhôm cũng có thể đưa vào dưới dạng aluminat. Phản ứng chính của aluminat natri như sau:



Trong trường hợp này các phản ứng phụ cũng xảy ra, nhất là với hydrocacbonat và các phân tử nước, chính nó tạo ra $\text{Al}(\text{OH})_3$. Ngược lại với việc dùng sunfat nhôm hay clorua sắt, khi dùng aluminat natri, độ pH có xu hướng tăng lên.

Cơ chế tạo bông kết tủa trong vôi không khác gì so với các phương pháp dùng muối nhôm và muối sắt. Độ hòa tan của apatit phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ. Với $\text{pH} > 9$, vôi phản ứng với hydrocacbonat để tạo kết tủa canxi. Hiệu quả của việc cho thêm vôi là làm tăng độ pH để trung hòa sau khi cặn đã được tách ra.

Bùn cặn phôtpho khử bằng vôi hoặc bùn cặn nitơ khử bằng chung bay hơi có thể kết hợp lại để xử lý kết tủa với việc bổ sung muối sắt hay nhôm vào hỗn hợp bùn cặn đó. Hiệu suất loại bỏ kết tủa đồng thời cặn phôtpho và nitơ đạt tới 80 - 90%. Bùn cặn nặng lên, chỉ số MOHLMAN giảm xuống, sự metan hóa bùn cặn không bị rối loạn do có mặt của các muối kim loại. Tất nhiên thông thường là sử dụng phương pháp kết tủa riêng biệt nitơ và phôtpho trước, sau đó mới kết tủa hỗn hợp của chúng ở phần kết thúc.

12

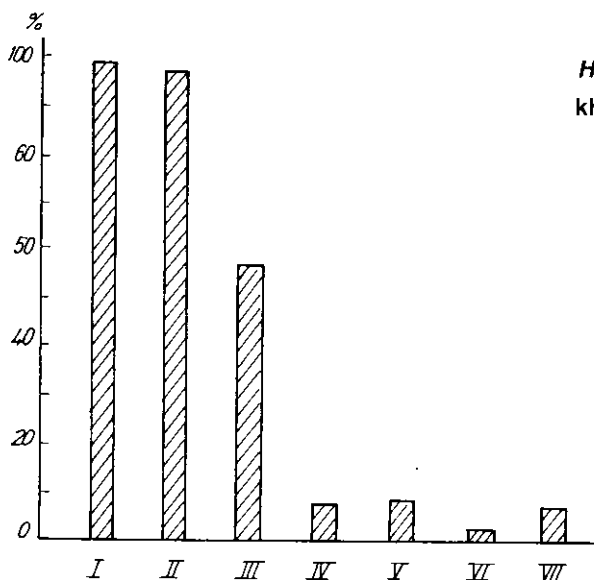
KHỬ TRÙNG NƯỚC THẢI

12.1. KHỬ TRÙNG NƯỚC THẢI

Như đã biết, xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học trong điều kiện tự nhiên cho hiệu suất xử lý và khử trùng cao nhất, đạt tới 99,9%, còn xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học trong điều kiện nhân tạo chỉ đạt được 91 - 98%. Hầu hết các loại vi khuẩn trong nước thải không phải là vi trùng gây bệnh, nhưng không loại trừ khả năng tồn tại một vài loại vi khuẩn gây bệnh nào đó. Nếu xả nước thải ra nguồn cấp nước, hồ bơi, hồ nuôi cá thì khả năng lan truyền bệnh sẽ rất lớn, do đó phải có biện pháp khử trùng nước thải trước khi xả ra nguồn tiếp nhận.

Khử trùng nước thải là nhằm mục đích phá hủy, triệt bỏ các loại vi khuẩn gây bệnh nguy hiểm hoặc chưa được hoặc không thể khử bỏ trong quá trình xử lý nước thải.

Trên hình 12.1 giới thiệu biểu đồ giảm số lượng vi khuẩn trong nước thải sau khi đã qua các công trình xử lý riêng biệt.



Hình 12.1. Số lượng vi khuẩn còn lại sau khi nước thải đã qua các công trình xử lý

- I. Nước thải đầu vào;
- II. Nước thải sau bể lắng đợt I;
- III. Nước thải sau bể lắng aeroten xử lý không hoàn toàn;
- IV, V. Nước thải sau bể aeroten xử lý hoàn toàn;
- VI. Nước thải sau xử lý trên cánh đồng tưới, bãi lọc;
- VII. Nước thải sau xử lý trong hồ sinh học.

Xác định mức độ chứa vi khuẩn nguy hiểm ở trong nước thải rất phức tạp, nên thường dùng phương pháp đánh giá hiệu suất xử lý theo chỉ tiêu vi khuẩn coli. Theo A.A. Smorodintsep thì trị số coli ở trong nước thải đã được xử lý phải đạt tới 0,001.

Có nhiều biện pháp khử trùng nước thải phổ biến hiện nay là:

- 1) Dùng clo hơi qua thiết bị định lượng clo.
- 2) Dùng hypoclorit - canxi dạng bột - $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ - hòa tan trong thùng dung dịch 3 – 5% rồi định lượng vào bể tiếp xúc.
- 3) Dùng hypoclorit natri, nước javel NaClO .
- 4) Dùng clorua vôi, CaOCl_2 .
- 5) Dùng ozon thường được sản xuất từ không khí bằng máy tạo ozon đặt trong nhà máy xử lý nước thải. Ozon sản xuất ra được dẫn ngay vào bể hòa tan và tiếp xúc.
- 6) Dùng tia cực tím (UV) do đèn thủy ngân áp lực thấp sản ra. Đèn phát tia cực tím đặt ngập trong dòng chảy nước thải.

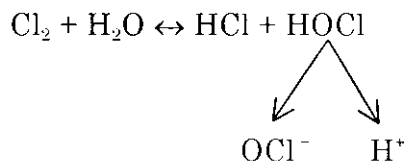
Từ trước đến nay, khi khử trùng nước thải người ta hay dùng clo nước tạo hơi và các hợp chất của clo vì clo là hóa chất được các ngành công nghiệp dùng nhiều, có sẵn trên thị trường, giá thành chấp nhận được, hiệu quả khử trùng cao. Nhưng những năm gần đây các nhà khoa học đưa ra khuyến cáo hạn chế dùng clo để khử trùng nước thải vì:

- Lượng clo dư 0,5 mg/l trong nước thải để đảm bảo sự an toàn và ổn định cho quá trình khử trùng sẽ gây hại đến cá và các sinh vật nước có ích khác.
- Clo kết hợp với hydrocacbon thành hợp chất có hại cho môi trường sống.

Ở các nước tiên tiến đang thay dần clo bằng ozon làm chất khử trùng nước thải, và đang nghiên cứu áp dụng khử trùng bằng thiết bị phát tia cực tím.

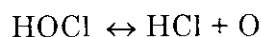
12.2. KHỬ TRÙNG BẰNG CLO

Tác dụng giữa clo hơi và nước thải là phản ứng thuận nghịch



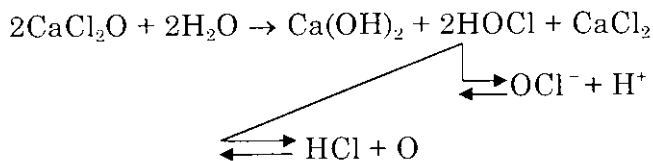
Kết quả của phản ứng cho ta axit clohydric (HCl) và axit hypoclorơ (HOCl).

Axit hypoclorơ từng phần được ion hóa. Quá trình ion hóa xảy ra mạnh mẽ khi độ pH của môi trường tăng. Ví dụ, khi độ pH = 7 thì axit hypoclorơ ion hóa 20%. Sự có mặt của ion hypoclorơ và đặc biệt là ion OCl^- tạo ra một môi trường axit tiêu diệt vi khuẩn. Mặt khác axit hypoclorơ rất yếu nên dễ phân hủy thành axit clohydric và oxy nguyên tử tự do:



Oxy nguyên tử này sẽ oxy hóa các vi khuẩn. Ngoài ra trong quá trình clo hóa nước thải, thì bản chất clo trực tiếp tác động lên tế bào vi sinh và biến đổi liên kết với các chất thuộc thành phần nguyên sinh tế bào đưa đến cái "chết" của vi khuẩn.

Nếu dùng clorua vôi, phản ứng xảy ra như sau:



Số lượng clo hoạt tính cần thiết để khử trùng một đơn vị khối lượng nước thải, biểu diễn bằng mg/l hay g/m^3 gọi là liều lượng clo. Thường chỉ một phần ít clo đưa vào là được dùng để phá hủy tế bào vi khuẩn, còn phần lớn sẽ dùng để oxy hóa các chất hữu cơ và gây phản ứng cùng với nhiều hợp chất tạo khoáng khác nhau có chứa ở trong nước thải.

Liều lượng clo có thể lấy theo quy phạm như sau:

- Đối với nước thải sau khi xử lý cơ học: 10 g/m^3 .
- Đối với nước thải sau khi xử lý sinh học không hoàn toàn ở bể aeroten hay ở bể biophin cao tải: 5 g/m^3 .
- Đối với nước thải sau khi xử lý sinh học hoàn toàn: 3 g/m^3 .

Việc kiểm tra hiệu quả clo hóa nước thải tiến hành bằng cách kiểm tra số lượng hóa chất tiêu hao và bằng cách xác định hàm lượng clo dư trong nước thải sau khi đã tiếp xúc với nước. Sau 30 phút cho tiếp xúc với nước thì lượng clo dư còn lại là 0,3 - 1,0 mg/l. Trong trường hợp nâng cao lượng clo dư từ 1,0 đến 15 mg/l thì vi trùng bị tiêu diệt nhanh hơn.

Giai đoạn khử trùng thực hiện ở các công trình sau đây: trạm clorator (khi dùng clo hơi) hoặc trạm clorua vôi (khi dùng clorua vôi), bể trộn, bể tiếp xúc.

Ở trạm clorator hoặc trạm clorua vô điều chế dung dịch nước clo hoặc clorua vôi. Bể trộn dùng để xáo trộn dung dịch clo (clorua vôi) với nước thải. Còn bể tiếp xúc dùng để nước thải và dung dịch khử trùng có đủ thời gian tiếp xúc với nhau.

Tính toán trạm clorator phải dựa vào lưu lượng đặc trưng của nước thải và liều lượng clo cần dùng.

Lượng clo hoạt tính cần thiết để khử trùng nước thải có thể tính theo công thức:

$$V_{\max} = a \cdot Q_{\max}, \text{ kg/h.} \quad (12.1)$$

trong đó: Q_{\max} - lưu lượng tối đa của nước thải, m^3/h ;

a - liều lượng clo hoạt tính, g/m^3 .

Trong trường hợp khử trùng bằng clorua vôi, thì liều lượng clorua vôi (g/h) xác định theo công thức:

$$X_{\max} = \frac{100 \cdot a \cdot Q_{\max}}{P}, \quad (12.2)$$

trong đó: P - hàm lượng clo hoạt tính (%) trong clorua vôi, thường lấy bằng 30% có tính đến tổn thất trong bảo quản.

Khi khử trùng bằng clorua vôi thì clo hoạt tính đưa vào nước thải dưới dạng dung dịch clorua (clo lỏng và vôi). Liều lượng tối đa của dung dịch clorua tính theo công thức:

$$\begin{aligned} q_{\max}^{\text{clorua}} &= \frac{100 \cdot a \cdot Q_{\max}}{P C_{\text{clorua}}}, \text{ l/h} \\ &= \frac{1000 \cdot a \cdot Q_{\max}}{60} \cdot \frac{100}{P \cdot C_{\text{clorua}}}, \text{ ml/phút} \end{aligned} \quad (12.3)$$

trong đó: C_{clorua} - hàm lượng dung dịch clorua vôi, g/l .

Đối với trạm clorator thì liều lượng tối đa của clo lỏng giảm xuống vì khi đó $P = 100\%$.

$$q_{\max}^{\text{clo}} = \frac{1000 \cdot a \cdot Q_{\max}}{60 \cdot C_{\text{clo}}}. \quad (12.4)$$

Hàm lượng clo hoạt tính ở trong dung dịch clorua vôi được xác định bởi quan hệ:

$$C_{\text{clo, ht}} = \frac{P \cdot C_{\text{clorua}}}{100}, \quad (12.5)$$

Đối với clo lỏng thì nồng độ clo hoạt tính bằng nồng độ clo trong nước, nghĩa là $C_{clo,ht} = C_{clo}$.

Khi đã xác định được q_{max}^{clorua} hoặc q_{max}^{clo} , ta tiến hành tính toán ống dẫn nước vào trạm clorator (clorua vôi) và các ống mềm dẫn clo lỏng (hoặc dung dịch clorua vôi).

12.2.1. Khử trùng nước thải bằng clorua vôi

Thiết bị dùng để khử trùng nước thải bằng clorua vôi thường có: một hay hai thùng hòa trộn, hai thùng dung dịch và một thùng định lượng (xem hình 12.2).

Thùng hòa trộn làm nhiệm vụ trộn clorua vôi với nước kỹ thuật để nhận được dung dịch clorua vôi dạng sữa có nồng độ 2,5%, và sau khi qua thùng định lượng, dung dịch clorua vôi dẫn đến máng trộn trước khi qua bể tiếp xúc.

Dung tích hữu ích của thùng dung dịch có thể xác định theo công thức:

$$W = \frac{a \cdot Q}{10000 \cdot b \cdot n}, \text{ m}^3, \quad (12.6)$$

trong đó: Q - lưu lượng trung bình của nước cần khử trùng, $\text{m}^3/\text{ngày}$;

a - liều lượng clo hoạt tính, mg/l ;

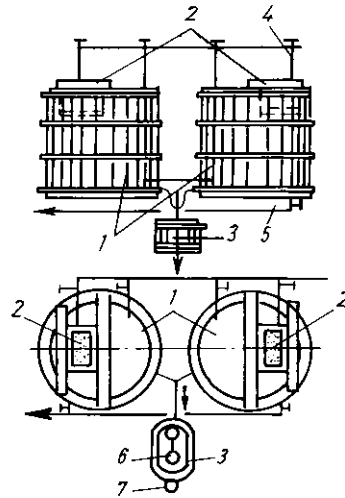
b - nồng độ dung dịch clorua vôi, lấy không lớn hơn 25%;

n - số lần hòa trộn clorua vôi trong ngày, lấy trong khoảng 2 – 6 lần phụ thuộc vào công suất của trạm.

Phần bùn của thùng dung dịch lấy bằng 15% dung tích hữu ích.

Đối với các trạm clorua vôi, công suất dưới 1kg/h thì thùng hòa trộn có thể làm bằng gỗ dạng hình tròn, bên trong có trát vữa xi măng. Đối với trạm công suất dưới $2,5\text{kg/h}$ thì bằng bê tông cốt thép.

Dung tích thùng hòa trộn lấy không quá 50% dung tích thùng dung dịch.



Hình 12.2. Thiết bị khử trùng bằng clorua vôi

- 1 - Thùng dung dịch; 2 - Thùng hòa trộn;
- 3 - Thùng định lượng; 4 - Ống dẫn nước cấp; 5 - Xả cặn; 6 - Van; 7 - Phểu.

Đối với các trạm xử lý công suất trung bình, để trộn clorua trong các bể trộn thường dùng thiết bị trộn cơ học. Để tránh ăn mòn do clo gây nên, các cánh và trục của thiết bị trộn cơ học đều làm bằng gỗ.

Thùng định lượng thường có hình ôvan trên mặt bằng, kích thước 0.5×0.4 m và cao 0,5m.

Tất cả các thùng kể trên đều có nắp đậy kín để tránh clo không bay ra ngoài phòng làm việc.

Các thiết bị và đường ống khác tiếp xúc với dung dịch clo phải làm bằng loại vật liệu chống ăn mòn. Ống dẫn dung dịch clorua vào bể trộn có thể dùng ống cao su, ống nilông, ống chất dẻo v.v...

12.2.2. Khử trùng nước thải bằng clo lỏng

Clo có thể dẫn trực tiếp vào nước thải để khử trùng gọi là clo hóa trực tiếp hoặc qua clorator (thiết bị dùng để xáo trộn, điều chế và định lượng nước clo).

Khi thực hiện clo hóa trực tiếp, vấn đề quan trọng là làm thế nào đó để phân phối đều clo vào nước thải.

Trong thực tế thường dùng một loại phễu đặc biệt đặt cách mặt nước 1,5 m. nước qua phễu này phân phối đều vào nước thải.

Clorator có nhiều loại: clorator hoạt động liên tục, clorator hoạt động theo tỉ lệ, clorator áp lực, clorator chân không.

Clorator hoạt động liên tục là loại clorator trong quá trình làm việc đưa một lượng clo cố định vào nước thải trong một thời gian xác định. Loại này được sử dụng đối với những trạm công suất từ 25 đến 50 kg clo trong một giờ.

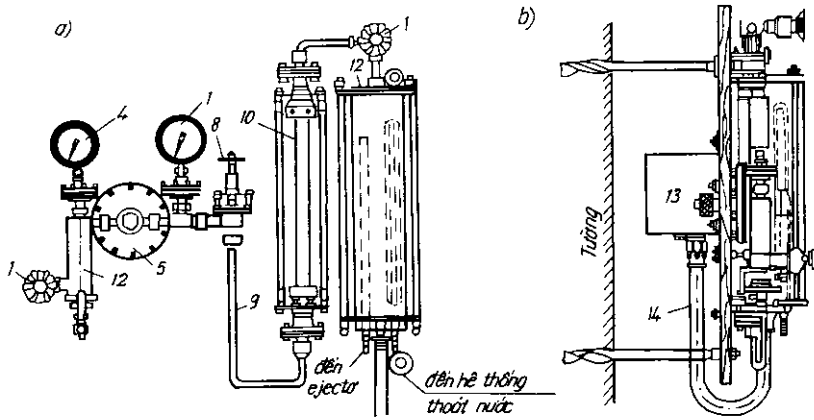
Clorator hoạt động theo tỉ lệ thì lượng clo qua clorator tự động thay đổi khi chất lượng và lưu lượng nước thải thay đổi. Loại này thường áp dụng đối với những trạm công suất không lớn.

Trong thực tế khi khử trùng nước thải, người ta thường sử dụng clorator chân không hoạt động liên tục. Với thiết bị này clo được giữ dưới áp lực thấp hơn áp suất của không khí do đó hơi clo không bay ra phòng.

Ở Liên xô cũ loại clorator chân không hoạt động liên tục được ứng dụng nhiều nhất là loại ЛОНИИ - 100 (xem hình 12.3).

Loại clorator chân không này có van chặn; thiết bị lọc; van giảm áp để giảm áp suất xuống 0,2 at; van điều chỉnh; lưu lượng kế; thiết bị trộn bằng thủy

ting: ejector. Số lượng clorator không ít hơn 2 (1 thiết bị dự trữ). Để theo dõi lượng clo tiêu thụ người ta đặt các banlông trên giá cân đặc biệt.



Hình 12.3. Clorator ЛОНИИ - 100

a) Nhìn trực diện; b) Nhìn ngang.

- 1- Van chặn; 2- Thiết bị lọc clo hơi; 3- Màn lọc; 4- Áp kế; 5- Van giảm áp; 6- Tê; 7 - Áp kế; Van điều chỉnh; 9 - Ống nối; 10 - Lưu lượng kế; 11 - Ống nối; 12 - Thiết bị xáo trộn; 13 - Thùng định lượng; 14 - Ống mềm.

Clo được tạo hơi cho qua lưu lượng kế, sau đó qua thiết bị trộn và đến ejector. Chân không trong trường hợp này do ejector của trạm clorator tạo nên và thường đạt 280 mm cột thủy ngân.

Lưu lượng nước cần cho clorator ЛОНИИ - 100 lấy căn cứ vào lưu lượng clo và tổn thất áp lực tham khảo bảng 12.1.

Bảng 12.1. Lưu lượng nước cần cho clorator ЛОНИИ - 100 phụ thuộc vào lưu lượng clo và tổn thất áp lực

Các tiêu chuẩn	Lưu lượng clo (kg/h)					
	1 - 4	5	5	5	10	10
- Tổn thất áp lực	-	1	5	10	5	10 - 13
- Tổn thất trước ejector (at)	1,5	1,8 - 2	2,5 - 3,0	3 - 3,5	3 - 3,5	4,2 - 4,5
- Lưu lượng nước (m ³ /h)	2,1	3,6	5,4	5,4	7,2	8

Clo nước thường được chứa trong các bình tiêu chuẩn bằng thép - được gọi là banlông hoặc được chứa trong các thùng chứa lớn hơn.

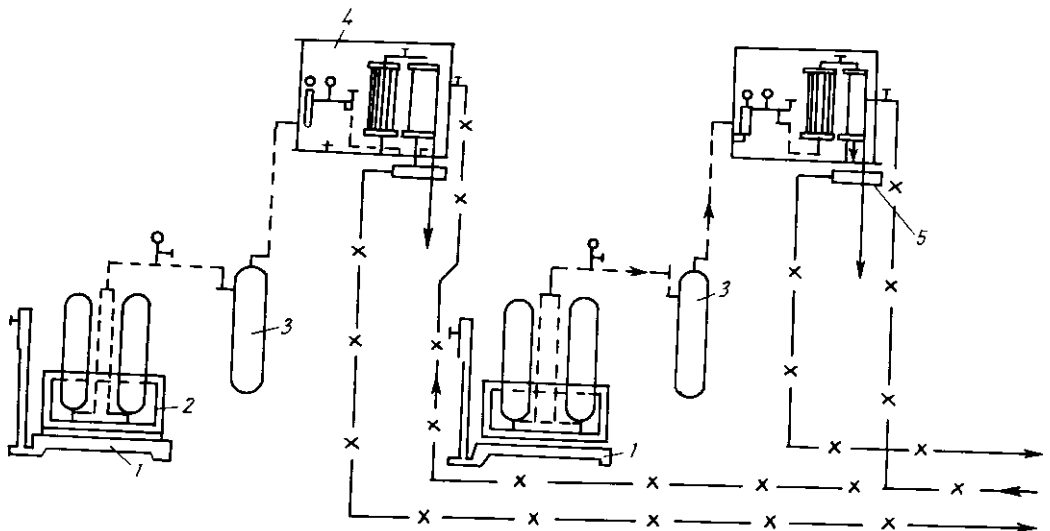
Mỗi banlông thường có dung tích 25 - 55 l và clo chứa trong banlông dưới áp suất 30 at.

Hình 12.4 giới thiệu sơ đồ trạm clorator công suất dưới 3 kg/h - clorator ЛОНИИ-100.

Đối với các trạm xử lý nước thải lớn, người ta thường ứng dụng clorator chân không công suất 20 - 50 kg/h với thiết bị định lượng tự động.

Ở mỗi banlông đều có ống xiphông. Ống này thường cắm sâu đến đáy banlông. Clo lấy ra khỏi banlông qua các ống nối mềm.

Theo cấu tạo, thì clo dẫn đến clorator phải ở dạng khí. Thường bố trí banlông trung gian. Banlông trung gian có cấu tạo giống như các loại banlông tiêu chuẩn khác và bố trí các van điều chỉnh dẫn clo nước cũng như để chuyển clo khí. Clo nước được dòn vào banlông trung gian, sau khi làm bốc hơi clo chuyển sang dạng khí đi qua van xả dẫn đến thiết bị định lượng clo.



Hình 12.4. Sơ đồ công nghệ trạm clorator công suất dưới 3 kg/h

1- Cân; 2 - Khung để đặt các banlông;

3 - Thiết bị khử bụi; 4 - Clorator ЛОНИИ-100; 5- Ejector.

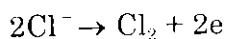
Theo quy phạm, lượng clo lấy ra từ 1 banlông có thể đạt thể tích 320 l ở nhiệt độ 15°C và khối lượng là 10 - 12kg/h và lượng clo lấy ra từ 1m² banlông thùng chứa clo bằng 3 kg/h.

Trong trạm clorator cần đặt ống cấp nước với áp suất công tác không nhỏ hơn 1,5 at để phục vụ cho ejector của trạm clorator.

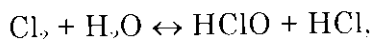
Trạm clorator cần có hệ thống thông gió nhân tạo. Thông gió được thiết kế với 12 lần trao đổi không khí trong giờ.

Để khử trùng nước thải đã qua xử lý sinh học có thể sử dụng phương pháp điện phân: điện phân không bổ sung các chất chứa clo; điện phân hỗn hợp nước thải với nước biển hoặc dung dịch muối ăn; điện phân nước biển hoặc dung dịch muối ăn, sau đó đưa dung dịch điện phân vào nước thải để khử trùng.

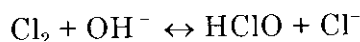
Khi điện phân dung dịch NaCl ở trong bình điện phân, thì ở cực dương phân tách các ion clo:



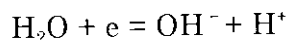
Clo được tách ra hòa tan vào chất điện phân và tạo thành axit hypoclorơ và axit clohydric.



hay là:

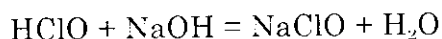


Ở cực âm diễn ra quá trình liên kết phân tử nước:

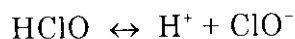
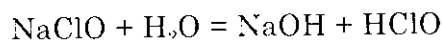


Các nguyên tử hydro sẽ liên kết thành H_2 và bay đi, còn các ion OH^- liên kết với các ion Na^+ ở lại trong dung dịch.

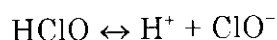
Dưới tác động của axit hypoclorơ với kiềm tạo thành hypoclorit natri:



Ở trong nước NaClO:



và clorua vôi CaOCl_2 :

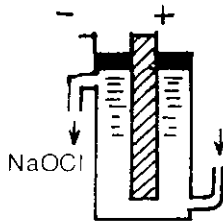


Rõ ràng cả trong hai trường hợp đều tạo thành sản phẩm triệt khuẩn HClO và ClO^- . Như vậy thực chất của quá trình điện phân muối ăn để khử trùng nước thải cũng là quá trình clo hóa.

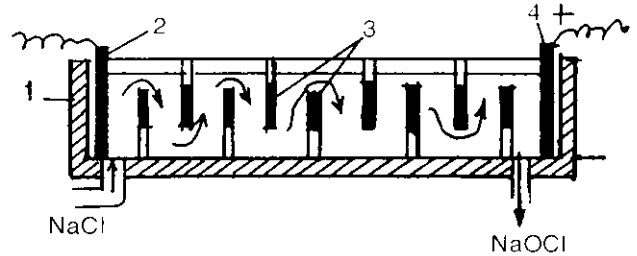
Sản phẩm điện phân muối ăn với mức độ có thể làm đông tụ và lắng các chất lơ lửng.

Phương pháp điện phân thích dụng cho trạm cần khoảng 3 - 10 kg/h clo/ngày. Để nhận được hypoclorit natri theo sơ đồ đơn giản trên hình 12.5 hay sơ đồ phức tạp (ở ta thường dùng) trên hình 12.6, người ta cho dung dịch muối NaCl 8 - 9% đi qua một hệ cực lưỡng tính. Muối được phân ly, một ít H₂ và Cl₂ bay hơi. Sản phẩm nhận được là NaOCl có tác dụng triệt trùng. Thông thường người ta dùng dòng điện một chiều do dinamô hay chỉnh lưu tạo nên với thế hiệu 100 - 110 vôn. Nếu điện thế giữa hai cực lấy bằng 5 vôn thì có thể tạo được 21 - 22 khoảng cách giữa hai cực. Cường độ dòng điện trên 1 cm² diện cực lấy bằng 0,1 - 0,3 A/cm². Thời gian điện phân 3 - 15 phút. Như vậy nếu diện tích diện cực khoảng 50 - 160 cm² thì cường độ dòng điện 10 - 15A.

Số lượng bình điện phân có kích thước ngoài 70 - 22 cm được tính như sau:



Hình 12.5. Điện phân theo sơ đồ đơn giản



Hình 12.6. Điện phân theo sơ đồ phức tạp
1 - Bình điện phân; 2 - Cực âm;
3 - Cực lưỡng tính; 4 - Cực dương.

$$N = \frac{Q.a}{60.q.b} \quad (12.7)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước, m³/h;

a - lưu lượng clo hoạt tính, mg/l;

q - lưu lượng nước - NaOCl của một bình điện phân loại nhỏ lấy 0,4 l/phút;

b - nồng độ clo hoạt tính trong dung dịch điện phân nước javen, lấy bằng 5 - 6 g/l.

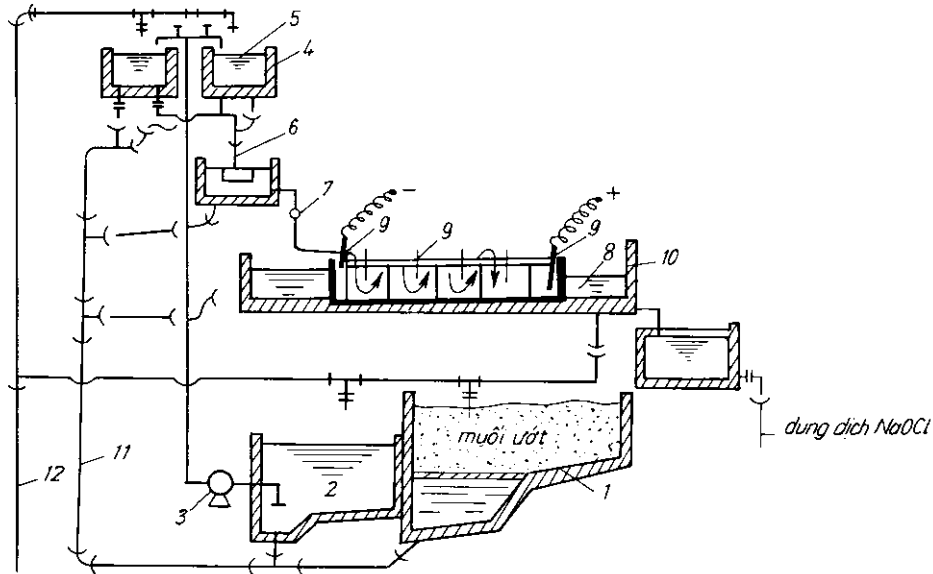
Hình 12.7 trình bày sơ đồ công nghệ điện phân muối ăn.

Muối hòa tan trong bể xáo trộn đạt nồng độ 20 - 25%, sau đó ở trong bể dung dịch pha loãng thành 8 - 9% rồi cho qua bể định lượng và bình điện phân.

Dung tích của thùng định lượng có thể xác định:

$$W = 7,2 \frac{N \cdot q \cdot m}{100} = 0,072 N \cdot q \cdot m, \text{ m}^3, \quad (12.8)$$

trong đó: N - số lượng bình điện phân làm việc đồng thời;
 q - lưu lượng của một bình điện phân 0,4 l/phút;
 m - số giờ sử dụng giữa hai lần pha.



Hình 12.7. Sơ đồ công nghệ điện phân muối ăn

- 1 - Kho chứa muối ướt; 2 - Dung dịch muối 20 - 25%; 3 - Máy bơm dung dịch muối;
 4 - Bể dung dịch 8 - 9%; 5 - Tỉ trọng kế; 6 - Thiết bị định lượng; 7 - Ống dẫn vào các bình điện phân; 8 - Bình điện phân; 9 - Các điện cực âm dương và lưỡng tính;
 10 - Bể nước làm nguội; 11 - Ống thải; 12 - Ống cấp.

Dùng phương pháp điện phân muối ăn trong thực tế rẻ hơn 1,5 - 2 lần so với phương pháp clo hóa clorua vôi.

12.2.3. Khử trùng nước thải bằng ozon

Ozon có công thức hóa học là O_3 . Ở điều kiện bình thường, ozon là chất không bền vững và bị phân hủy rất nhanh thành khí oxy dạng bền vững O_2 . Bởi vì ozon là chất không bền vững và không thể lưu giữ lâu trong bình chứa nên phải dùng máy sản xuất ozon ngay tại nơi sử dụng.

Ozon được sản xuất bằng cách cho oxy hoặc không khí đi qua thiết bị phóng tia lửa điện như hiện tượng ta vẫn thấy trong thiên nhiên sau tia chớp của giông bão, không khí trở nên sạch và mát hơn là do tác dụng làm sạch không khí của ozon. Để cấp đủ lượng ozon khử trùng cho nhà máy xử lý nước thải, dùng máy phát tia lửa điện gồm hai điện cực kim loại đặt cách nhau một

khoảng cho không khí qua. Cấp dòng điện xoay chiều vào các điện cực để tạo ra tia hồ quang, đồng thời với việc thổi luồng không khí sạch đi qua khe hở giữa các điện cực để chuyển một phần oxy thành ozon. Nguồn không khí vừa là nguồn cấp oxy vừa là chất điện môi để san đều điện tích phóng ra trên toàn bề mặt điện cực, ngăn cản hiện tượng phóng điện quá tải cục bộ. Sản phẩm phụ của quá trình sản xuất ozon là nhiệt lượng. Luồng không khí đi qua khe hở giữa các điện cực không đủ để làm lạnh các điện cực và do ở nhiệt độ cao, ozon được sản xuất ra rất dễ phân hủy thành oxy, do đó cần phải lắp thiết bị làm lạnh điện cực ở máy sản xuất ozon. Có hai thiết bị làm lạnh điện cực:

- 1) Làm lạnh bằng không khí.
- 2) Làm lạnh bằng nước.

Dưới tác động của tia lửa điện, một phần nitơ phản ứng với nước thành axit nitric có tác dụng ăn mòn kim loại của máy phát, do đó để loại trừ hiện tượng này, không khí trước khi cho vào máy tạo ozon phải được làm sạch để khử hoàn toàn độ ẩm.

Nồng độ ozon trong hỗn hợp khí ra khỏi máy phát từ 1 - 2% tính theo trọng lượng được đưa thẳng tới bể hòa tan và tiếp xúc với nước thải để khử trùng. Hiệu quả khử trùng phụ thuộc vào chất lượng nước thải, cường độ khuấy trộn và thời gian tiếp xúc. Dựa vào thời gian tiếp xúc cần thiết từ 4 đến 8 phút, thường thiết kế ba loại bể hòa tan và khuấy trộn ozon vào nước thải:

- 1) Đi qua lớp lọc nổi.
- 2) Dùng ejector.
- 3) Dùng cánh khuấy.

1. Ưu khuyết điểm của phương pháp dùng ozon

■ Ưu điểm

- Làm giảm nhu cầu oxy của nước, giảm nồng độ chất hữu cơ, giảm nồng độ các chất hoạt tính.
- Khử màu, phenol, xyanua.
- Không gây mùi.
- Tăng nồng độ oxy hòa tan.
- Không có sản phẩm phụ gây độc hại.
- Tăng vận tốc lắng của cặn lơ lửng.

- Liều lượng ozon vào khoảng 0,5 đến 5 mg/l và không cần khâu định lượng như khi dùng clo.
- Ảnh hưởng của nhiệt độ và độ pH ít hơn khi dùng clo.

■ Khuyết điểm

- Vốn đầu tư ban đầu cao.
- Tiêu tốn năng lượng điện.

2. Khả năng khử trùng của ozon

Độ hòa tan vào nước của ozon gấp 13 lần độ hòa tan của oxy. Khi vừa mới cho ozon vào nước, tác dụng khử trùng xảy ra rất ít, nhưng khi ozon hòa tan đủ liều lượng ứng với hàm lượng đủ để oxy hóa chất hữu cơ và vi khuẩn có trong nước, lúc đó tác dụng khử trùng của ozon mạnh và nhanh gấp 3100 lần so với clo và thời gian khử trùng xảy ra trong khoảng 3 - 8 giây.

Liều lượng ozon cần để khử trùng nước thải sau khi lắng ở bể lắng đợt II thường dao động từ 5 - 15 mg/l tùy thuộc vào chất lượng nước đã xử lý. Ozon có tác dụng tiêu diệt virut rất mạnh khi thời gian tiếp xúc đủ dài, khoảng 5 phút.

3. Khả năng sử dụng ozon trong quy trình xử lý nước thải

- Ozon có khả năng khử chất rắn trong nước thải bằng tác dụng oxy hóa và tuyển nổi. Bọt cặn nổi lên khi cho ozon hòa tan vào nước thải trong quá trình nổi lên hấp thu số lớn cặn, hợp chất nitơ và photpho.
- pH của nước thải tăng lên chút ít do CO_2 thoát ra.
- Khử màu và độ đục do tác dụng oxy hóa của ozon với các hợp chất tạo màu.
- Chuyển hóa NH_4^+ thành NO_3^- .

Nồng độ ozon trong không khí cao hơn 1 mg/l gây độc hại cho người quản lý vận hành, do đó cần có biện pháp phát hiện và phòng ngừa tại gian đặt máy.

12.2.4. Khử trùng nước thải bằng các biện pháp vật lý

Ngoài các phương pháp khử trùng đã nêu ở trên còn có thể dùng phương pháp lý học như: sóng siêu âm, tia cực tím, ...

Tia cực tím (UV) là tia bức xạ điện tử có bước sóng khoảng 4 - 400nm (nanometer). Độ dài sóng của tia cực tím nằm ngoài vùng phát hiện, nhận biết của mắt thường. Dùng tia cực tím để khử trùng không làm thay đổi tính chất hóa học và lý học của nước.

Tia UV tác dụng làm thay đổi ADN của tế bào vi khuẩn, có độ dài bước sóng 254 nm, có khả năng khử trùng cao nhất. Trong các nhà máy xử lý nước thải, dùng đèn thủy ngân áp lực thấp để phát tia cực tím với bước sóng 253,7 nm. Đèn được lắp thành bộ trong hộp đựng có vách ngăn phân phối để khi nước chảy qua hộp được trộn đều để cho số lượng vi khuẩn đi qua đèn trong thời gian tiếp xúc ở hộp là cao nhất. Lớp nước đi qua đèn có độ dày khoảng 6 mm, năng lượng tiêu thụ từ 6000 - 13 000 microwat/s. Các loại đèn thủy ngân áp lực thấp sản xuất tia cực tím hiện nay có thể phát ra công suất 30 000 microwat/s, thời gian sử dụng từ 3000 giờ đến 8000 giờ.

Nhược điểm của phương pháp dùng tia cực tím là chi phí vận hành cao, độ vẩn đục của nước và chất nhờn bám vào đèn có thể ngăn cản tia cực tím tác dụng vào vi khuẩn, do đó hiệu quả khử trùng thấp.

13

XỬ LÝ BÙN CẶN CỦA NƯỚC THẢI

13.1. ĐẶC TÍNH CỦA BÙN CẶN VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

Trên các trạm xử lý nước thải thường có một khối lượng cặn lắng tương đối lớn:

- Rác, bông gạc, mảnh vỡ, giẻ rách, vật cứng có kích thước >10 mm được giữ lại ở song chắn rác.
- Cát, bùn nặng, một ít các hợp chất hữu cơ dính bám vào bùn cát được giữ lại ở bể lắng cát.
- Dầu, mỡ và bọt nổi thu gom từ bề mặt nước trong các bể chứa, bể lắng cát, bể lắng đợt I, bể aeroten, bể lắng đợt II, bể điều hòa lưu lượng v.v...
- Một phần cặn lơ lửng lắng ở bể lắng đợt I (gọi là cặn “tươi”) chứa nhiều chất hữu cơ chưa bị phân hủy và một ít chất vô cơ.
- Cặn lắng ở bể lắng đợt II chủ yếu là bùn hoạt tính từ các bể aeroten, biophin, bể UASB v.v...

13.1.1. Số lượng và đặc tính của cặn

- Cặn và rác giữ lại ở song chắn rác có kích thước lớn với số lượng thay đổi tùy thuộc vào hiệu quả quản lý mạng lưới thu gom và vận chuyển. Cặn rác có độ ẩm 85 - 95%, chứa 50 - 80% chất hữu cơ, có mùi hôi thối, có khả năng phân hủy.
- Cát và cặn nặng kích thước lớn hơn 0,2 mm từ bể lắng cát có tỉ trọng cặn khô 2,65; độ ẩm khi cặn đã róc hết nước 14 - 35%; chứa 30 - 50% chất hữu cơ. Khối lượng tính toán khoảng 30 l cho 1000 m³ nước thải.
- Dầu mỡ và bọt váng có độ ẩm 90 - 98%, hàm lượng chất hữu cơ trên 95%, tỉ trọng xấp xỉ bằng 1. Khối lượng thường dao động từ 0,75 l đến 50 l tính cho 1000 m³ nước thải.

- Cặn “tươi” khó bảo quản, có mùi khó chịu, nguy hiểm về phương diện vệ sinh vì chứa nhiều trứng giun sán, do đó hạn chế việc sử dụng. Song nếu chúng được xử lý trong các bể phản ứng phân hủy thì sẽ làm mất mùi, dễ làm khô, đảm bảo vệ sinh và bảo tồn được các thành phần phân bón rất có lợi cho cây trồng.
- Thành phần chủ yếu của cặn “tươi”: 80 - 85% là hydratcacbon, các chất béo và protein, còn 15 - 20% là lignin phức chất đất mùn. Độ ẩm của cặn khoảng 92 - 96%.
- Bùn hoạt tính thường ở dạng huyền phù chứa keo bông vô định hình, gồm các vi sinh vật hiếu khí có cấu tạo đơn giản và những chất hữu cơ nhiễm bẩn có trong nước thải. Bùn hoạt tính có độ ẩm cao: sau bể aeroten 99,2 - 99,7%; sau bể biophin (màng vi sinh) 96 - 96,5%.
- Công thức cấu tạo hóa học của bùn hoạt tính thường dùng trong các tính toán là $C_5H_7N_2O$. Tuy nhiên đối với từng loại nước thải trong những trường hợp cụ thể nào đó có thể khác, thường được xác định bằng thực nghiệm.

Tổng khối lượng bùn cặn thu được trong bể lắng đợt I và đợt II, theo trọng lượng cặn khô, có thể tính theo công thức (13.1) hoặc tham khảo bảng 13.1.

$$G = Q.(0,8SS + 0,3S)10^{-3}, \text{ kg/ngày} \quad (13.1)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải cần xử lý, $m^3/ngày$;

SS - hàm lượng cặn lơ lửng, mg/l hay g/m^3 ;

S - lượng BOD_5 được khử, mg/l hay g/m^3 .

Nhìn chung cặn tươi và bùn hoạt tính đều dễ phân hủy, thối rữa. Phân hủy cặn lắng thường thực hiện trong hai điều kiện: phân hủy kỵ khí và phân hủy hiếu khí (cần oxy không khí). Trong trường hợp thứ nhất phân hủy kỵ khí hay là “lên men kỵ khí” còn gọi là “ổn định kỵ khí”, còn trong trường hợp thứ hai gọi là “ổn định hiếu khí”.

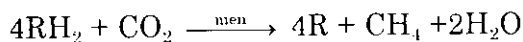
Phân hủy kỵ khí nói chung rất phức tạp, có thể phân biệt theo hai giai đoạn:

- Giai đoạn thứ nhất đặc trưng cho sự tạo thành một số lượng lớn các axit dấm, béo, hydro. Ngoài ra còn có các axit cacbonic, rượu, cồn, axit amin, amoniac, axit sunfuhydric (H_2S). Độ pH < 7. Giai đoạn này gọi là lên men axit - phân hủy axit, khối lượng của cặn giảm ít và có mùi khó chịu.
- Giai đoạn thứ hai đặc trưng cho sự phá vỡ các thành phần tạo ra ở giai đoạn thứ nhất và tạo ra khí metan (CH_4), khí H_2 và v.v... Độ pH = 7 ÷ 8, vì vậy giai đoạn này gọi là lên men kiềm hay phân hủy kiềm.

Sự phân hủy ở giai đoạn thứ nhất diễn ra nhờ loại vi khuẩn kỵ khí như vi khuẩn dấm, butylic, propiric. Còn ở giai đoạn thứ hai phân hủy nhờ loại vi khuẩn chủ yếu là vi khuẩn metan: methannobactrium, methannococeus, methannosaruna.

Đặc điểm của loại vi khuẩn metan là có tính lựa chọn nghiêm khắc đối với chất dinh dưỡng. Ví dụ, methannobacterium formicicum chỉ oxy hóa phân tử hydro và axit formic, còn methannobacterium syboxydaus sử dụng những liên kết hữu cơ phức tạp hơn như axit valerianic, axit capron và axit butianie. Nhưng vì vi sinh vật gồm đủ mọi loại, nên trong thực tế tất cả các sản phẩm tạo thành ở giai đoạn thứ nhất đều được các vi khuẩn metan phân hủy.

Khí metan được tạo thành trong kết quả thay thế (khử) CO₂ hoặc nhóm metan của axit dấm:



trong đó: RH₂ - chất hữu cơ, nguồn hydro cho vi khuẩn metan.

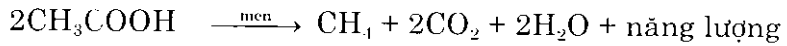
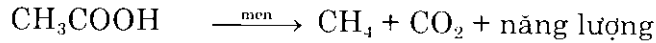
Bảng 13.1. Khối lượng và tỉ trọng của cặn sinh ra khi xử lý nước thải

Các công đoạn xử lý	Tỉ trọng cặn khô (t/m ³)	Tỉ trọng cặn lắng (t/m ³)	Cặn khô (kg/1000m ³)	
			Khoảng dao động	Giá trị trung bình
Bể lắng đợt I	1,4	1,02	107,8 - 167,7	150
Bể lắng đợt II sau bể aeroten	1,25	1,005	72 - 96	84
Bể lắng đợt II sau bể lọc sinh học nhỏ giọt	1,45	1,025	60 - 96	72
Sau bể aeroten làm thoáng kéo dài	1,30	1,015	84 - 120	96
Hồ hiếu khí có thiết bị làm thoáng	1,30	1,01	84 - 120	96
Bể lọc sinh học dạng hạt	1,28	1,02		
Bể khử nitrat	1,20	1,005	12 - 30	18
Khử photpho bằng vôi:	1,90	1,04	139 - 395	300
+ Liều lượng vôi: 350 - 500 mg/l	2,2	1,05	660 - 1318	790
+ Liều lượng vôi: 800 - 1600 mg/l				

Nhiều loại vi khuẩn metan được tạo thành sẽ oxy hóa phân tử hydro dưới dạng sau:



Những vi sinh vật sử dụng axit dấm và cồn metin để thực hiện phản ứng:



Tất cả các phản ứng đã kể trên là nguồn năng lượng cho vi khuẩn metan hoạt động và mỗi phản ứng là một dây những biến đổi liên tiếp của vật chất ban đầu.

Hiện nay người ta xác định được rằng trong quá trình tạo metan có sự tham gia của vitamin B12, và chính vitamin B12 đóng vai trò chính trong việc chuyển hóa hydro trong các phản ứng oxy hóa - khử của vi sinh vật tạo metan.

Tốc độ biến đổi chất ở các giai đoạn lên men axit và kiềm đều như nhau. Vì thế trong quá trình lên men sẽ không có các axit đọng lại.

Quá trình lên men được đặc trưng bởi thành phần và khối lượng của ga tách ra, tính chất của bùn cặn và thành phần hóa học của cặn đã lên men.

Khí tạo thành chủ yếu là metan và khí cacbonic. Với chế độ lên men bình thường thì hydro là sản phẩm của giai đoạn thứ nhất có thể với tỉ lệ 1 - 2%. Tất nhiên lượng hydro còn lại sẽ bị vi khuẩn sử dụng để biến đổi năng lượng trong các phản ứng oxy hóa - khử.

Khí H_2S tạo ra trong quá trình lên men chất hữu cơ sẽ kết hợp với các ion sắt để tạo thành FeS .

Khả năng sinh nhiệt của khí khoảng 5000 kcal/m^3 cặn. Lượng khí tách ra lấy trung bình 8 - 10 l/(người ngày).

Quá trình lên men diễn ra chậm, tốc độ phụ thuộc vào nhiệt độ buồng lên men. Ví dụ, khi nhiệt độ phản ứng $t = 25 \div 27^\circ\text{C}$ thì quá trình thường kéo dài 25 - 30 ngày; $t = 10^\circ\text{C}$, thời gian đó lên tới 4 tháng hay hơn nữa. Để giảm bớt thời gian lên men và khối tích công trình thì cần sử dụng các biện pháp sấy nóng cặn đi xử lý.

Một yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới toàn bộ các bước phân hủy là sức tải cặn - tỉ lệ giữa khối lượng cặn mới đưa vào và thể tích của buồng lên men. Sức

tải càng nhỏ thì tốc độ của quá trình càng nhanh và việc lên men cũng triệt để hơn. Giá trị sức tải thường được tính bằng % số nghịch đảo của thời gian phân hủy. Chẳng hạn thời gian phân hủy là 120 ngày thì sức tải là $100/120 = 0,8\%$; 25 ngày là 4% ; 10 ngày là 10% . Để tăng cường quá trình phân hủy, trong thực tế người ta dùng biện pháp khuấy trộn đều cặn mới với cặn cũ.

Những dấu hiệu thể hiện quá trình lên men diễn biến bình thường là lượng khí tách ra tính cho 1 g chất không tro, độ kiềm hydrocacbonat của cặn đã lên men không nhỏ hơn 30 mdlg/l (1800 mg/l), nồng độ axit béo không lớn hơn 8 mdlg/l (500 mg/l), giá trị pH = 6,7 ÷ 7,4, hàm lượng nitơ của muối amôn 600 - 700 mg/l.

Lên men axit được đặc trưng bởi độ pH của nước bùn cho phép hạ thấp xuống tới pH = 5, đồng thời hàm lượng axit hữu cơ cũng tăng lên từ 10 đến 30 hoặc 40 mdlg/l.

Môi trường kiềm được đảm bảo trong quá trình lên men là nhờ: một mặt bản thân nước thải thường có độ pH = 7 ÷ 8, mặt khác do kết quả của quá trình lên men ảnh hưởng tới.

Thành phần của nước thải cũng có ảnh hưởng tới quá trình lên men. Vì vậy việc kết hợp xử lý nước hỗn hợp sinh hoạt và sản xuất trong những trường hợp cụ thể cần phải được nghiên cứu giải quyết cẩn thận. Khi trộn nước thải sinh hoạt với nước thải sản xuất phải đảm bảo hỗn hợp có pH = 7 ÷ 8, nhiệt độ trong khoảng 6 - 30°C, nồng độ chất độc hại không vượt quá giới hạn cho phép nhằm đảm bảo sự hoạt động bình thường của các vi sinh vật kỵ khí. Ví dụ: nếu có ion đồng ở trong cặn với số lượng vượt quá 0,5% tính theo chất khô sẽ làm giảm quá trình lên men ở giai đoạn hai, đồng thời tăng nhanh giai đoạn thứ nhất.

Chất lượng của cặn (cặn tươi và cặn lên men) thường được đánh giá bằng các chỉ tiêu: nhiệt độ, độ ẩm, thành phần hữu cơ,...

Đặc tính của cặn nước thải phụ thuộc vào thành phần và tính chất của các chất nhiễm bẩn, phụ thuộc vào quy trình lưu giữ và xử lý cặn, độ kiềm, nồng độ các axit hữu cơ, kim loại nặng, thuốc trừ sâu, hydrocacbon và kể cả các chất dinh dưỡng. Những yếu tố này cần được xem xét khi chọn quy trình xử lý và thải bùn cặn ra nguồn tiếp nhận. Thành phần tiêu biểu của cặn nước thải đô thị có thể tham khảo bảng 13.2 và nồng độ các kim loại nặng trong cặn bằng tổng lượng cặn khô tính theo % bảng 13.3.

Bảng 13.2. Thành phần hóa học của nước thải đô thị trước và sau khi đã xử lý ổn định

Các chất thành phần có trong tổng lượng cặn khô tính theo %	Cặn tươi		Cặn tươi đã xử lý		Cặn ở bể lắng đợt II chưa được xử lý
	Khoảng dao động	Giá trị trung bình	Khoảng dao động	Giá trị trung bình	Khoảng dao động
Tổng lượng cặn khô là 100%	100	100	100	100	100
Cặn bay hơi	60 - 80	65	30 - 60	40	59 - 58
Dầu mỡ, chất béo	6 - 35	65	5 - 12	18	5 - 12
Protein	20 - 30	25	15 - 20	18	32 - 41
Nitơ (N)	1,5 - 4	2,5	1,6 - 6	3	2,4 - 5
Phốtpho triôxít (P_2O_3)	0,8 - 2,8	1,6	1,5 - 4	2,5	2,8 - 11
Kali oxít (K_2O)	0,0 - 1,0	0,4	0,0 - 3,0	1,0	0,5 - 0,7
Xenlulo	8 - 15	10,0	8 - 15	10	-
Sắt	2 - 4	2,5	3 - 8	4	-
Silic oxít (SiO_2)	15 - 20	-	10 - 20	-	-
pH	5 - 8	6	6,5 - 7,5	7	6,5 - 8
Độ kiềm (mg/l theo $CaCO_3$)	500 - 1500	600	2500 - 3500	3000	580 - 1000
Axit hữu cơ (mg/l)	200 - 2000	500	100 - 600	200	1100 - 1700

Bảng 13.3. Nồng độ kim loại nặng trong cặn nước thải

Tên kim loại	Nồng độ kim loại trong cặn khô (mg/kg)	
	Khoảng dao động	Giá trị trung bình
Arsen	1,1 - 230	10
Cadmi	1,0 - 3410	10
Crom	10 - 99 000	500
Coban	11,3 - 2490	30
Đồng	84 - 17 000	800
Sắt	1 000 - 154 000	17 000
Chì	13 - 26 000	500
Mangan	32 - 9870	260
Thủy ngân	0,6 - 56	6
Molip đen	0,1 - 214	4
Niken	2 - 5 300	80
Selen	1,7 - 17,2	5
Thiếc	2,6 - 329	14
Kẽm	101 - 40 000	1 700

13.1.2. Độ ẩm và thể tích của cặn lắng

Khi xử lý và thải cặn cần phải biết độ ẩm và thể tích của nó để tính toán bơm, đường dẫn và vận chuyển, chọn thiết bị xử lý....

- Nồng độ cặn lắng phụ thuộc vào loại công trình xử lý có thể tham khảo bảng 13.4.

Thể tích hỗn hợp cặn phụ thuộc chủ yếu vào lượng nước có trong hỗn hợp và chỉ phụ thuộc rất ít vào đặc tính của cặn.

Bảng 13.4. Nồng độ của cặn lắng

Các quy trình và công trình xử lý	Nồng độ cặn % (tính theo cặn khô). (P%)	
	Khoảng dao động	Khoảng dao động
Bể lắng đợt I:		
Cặn tươi	4 - 10	5
Cặn từ bể lắng đợt II đưa về đầu bể lắng đợt I lắng cùng với cặn tươi	3 - 8	4
Cặn từ bể lọc sinh học nhỏ giọt đưa về đầu bể lắng đợt I lắng cùng với cặn tươi	4 - 10	5
Cặn tươi cùng với phèn sắt khử photpho	0,5 - 3	2
Cặn tươi cùng với vôi liểu thấp khử photpho	2 - 8	4
Cặn tươi với vôi liểu cao khử photpho	4 - 16	10
	3 - 10	5
Bọt váng		
Bể lắng đợt II:		
Bể lắng đợt I → bể aeroten → bể lắng đợt II	0,5 - 1,5	0,8
Bể aeroten → bể lắng đợt II	0,8 - 2,5	1,3
Bể lọc sinh học nhỏ giọt → bể lắng đợt II	1,0 - 3,0	1,5
Bể cô đặc bằng trọng lực		
Đối với cặn tươi	5 - 10	8
Hỗn hợp cặn tươi và cặn của bể lắng đợt II	2 - 8	4
Hỗn hợp cặn tươi và cặn sau bể lọc sinh học	4 - 9	5
Bể cô đặc bằng tuyến nổi		
Đối với cặn của bể lắng đợt II	3 - 5	4
Cặn của bể lắng đợt II có pha hóa chất keo tụ	4 - 6	5

1. Tỷ trọng

Nếu hỗn hợp cặn khô gồm cặn vô cơ và cặn hữu cơ thì tỷ trọng chung của hỗn hợp có thể tính theo công thức:

$$\frac{W_k}{\rho} = \frac{W_V}{\rho_V} + \frac{W_h}{\rho_h}, \quad (13.2)$$

trong đó: W_k - trọng lượng cặn khô, t;

W_V - trọng lượng cặn vô cơ, t;

W_h - trọng lượng cặn hữu cơ, t;

ρ - tỷ trọng của hỗn hợp cặn khô, t/m^3 ;

ρ_V - tỷ trọng cặn vô cơ, t/m^3 ;

ρ_h - tỷ trọng cặn hữu cơ, t/m^3 .

VÍ DỤ: 1 kg hỗn hợp cặn khô gồm 1/3 cặn vô cơ có tỷ trọng 2,5 và 2/3 cặn hữu cơ có tỷ trọng bằng 1, thì tỷ trọng của hỗn hợp cặn là $1/\rho = 0,33/2,5 + 0,67/1 = 0,802$. Từ đó rút ra: $\rho = 1/0,802 = 1,25$.

Nếu trong hỗn hợp nước và cặn, cặn khô có tỷ trọng 1,25 và độ ẩm 10% theo trọng lượng, thì tỷ trọng của hỗn hợp sẽ là: $1/\rho = 0,1/1,25 + 0,9/1 = 0,98$. Rút ra $\rho = 1/0,98 = 1,02$.

2. Thể tích

Thể tích của hỗn hợp cặn xác định theo công thức:

$$V = \frac{W_k}{\rho \cdot P}, \quad (13.3)$$

trong đó: V - thể tích của hỗn hợp;

W_k - trọng lượng cặn khô;

ρ - tỷ trọng của hỗn hợp cặn;

P - nồng độ % của cặn khô trong hỗn hợp theo tỷ lệ thập phân.

VÍ DỤ: Xác định số lượng và thể tích các loại cặn qua các công đoạn xử lý cặn: qua bể xử lý ổn định, lượng cặn hữu cơ giảm 50%, sau đó qua bể nén cặn bằng trọng lực rồi qua máy làm khô cặn để giảm độ ẩm xuống còn 75% (tức nồng độ cặn 25%). Công suất của trạm xử lý 4 000 m^3 /ngày.

Hàm lượng cặn lơ lửng $SS = 200 \text{ mg/l} = 0,20 \text{ kg/m}^3$.

$BOD = 150 \text{ mg/l} = 0,15 \text{ kg/m}^3$.

Cặn vô cơ có tỷ trọng 2,5 t/m^3 chiếm 25% tổng lượng cặn khô.

Cặn hữu cơ có tỷ trọng 1 t/m^3 chiếm 75% tổng lượng cặn khô.

Quy trình xử lý nước: bể lắng đợt I \rightarrow bể aeroten \rightarrow bể lắng đợt II.

Giải:

1) Giả sử qua bể lắng đợt I lắng được 60% cặn lơ lửng:

Lượng cặn lắng ở bể lắng đợt I:

$$G_l = Q \times 0,6SS = 4000m^3 \times 0,6 \times 0,2 \text{ kg/m}^3 = 0,48 \text{ t/ngày}$$

Tỉ trọng cặn tươi theo bảng 13.1:

$$\rho = 1,02 \text{ t/m}^3.$$

Nồng độ cặn ở bể lắng đợt I (bảng 13.4)

$$P = 5\% = 0,05$$

Thể tích cặn tươi theo công thức (13.3):

$$V = \frac{0,48}{1,02 \times 0,05} = 9,41 \text{ m}^3/\text{ngày}.$$

Căn cứ vào thể tích của cặn tươi xác định thể tích hố thu chứa cặn ở bể lắng đợt I và chọn bơm cũng như đường ống dẫn cặn tươi.

2) Cặn sau bể lắng đợt II:

$$G_2 = \text{Tổng cặn} - G_1$$

$$G_2 = Q(0,8SS + 0,3 \times BOD_5) - G_1 = 4000(0,8 \times 0,2 + 0,3 \times 0,15) - 480 = 340 \text{ kg} = 0,34 \text{ t}$$

Tỉ trọng của cặn (bảng 13.1): $\rho = 1,005$

Độ ẩm của cặn bảng 13.4.

$$P = 1\% = 0,01$$

Thể tích của cặn đưa về bể ổn định:

$$V = \frac{0,34}{1,005 \times 0,01} = 33,8 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

3) Tính lượng cặn sau bể xử lý ổn định:

$$\text{Lượng cặn đưa vào bể 1 ngày: } G_3 = G_1 + G_2 = 480 + 340 = 820 \text{ kg}$$

$$\text{Trong đó cặn khô có tỉ trọng 1,25 chiếm 25\%: } 0,25 \times 820 = 205 \text{ kg}$$

$$\text{Cặn hữu cơ có tỉ trọng 1,0 chiếm 75\%: } 0,75 \times 820 = 615 \text{ kg}$$

Sau khi xử lý ổn định lượng cặn hữu cơ giảm 50%, còn lại:

$$615 - 0,5 \times 615 = 307,5 \text{ kg} = 0,3075 \text{ t}$$

$$\text{Tổng lượng cặn còn lại: } G'_3 = 205 + 308 = 513 \text{ kg} = 0,513 \text{ t}$$

4) Tính tỉ trọng và thể tích cặn ở bể nén bùn bằng trọng lực:

Cặn sau khi qua bể xử lý ổn định (bùn hoạt tính sau khi nén bùn bằng trọng lực) có độ ẩm 5% (bảng 13.4).

Sau khi khử bớt cặn hữu cơ, tỉ trọng của cặn khô:

$$\frac{W_k}{\rho_k} = \frac{W_v}{\rho_v} + \frac{W_h}{\rho_h} = \frac{0,513}{\rho_k} = \frac{0,205}{2,5} + \frac{0,308}{1} = 0,39$$

$$\rho_k = \frac{0,513}{0,39} = 1,315$$

Tỉ trọng của hỗn hợp cặn 95% là nước, 5% là cặn, nên:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{0,05}{S_k} + \frac{0,95}{1}$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{0,05}{1,315} + \frac{0,95}{1} = 0,988$$

$$\rho = \frac{1}{0,988} = 1,0121$$

Thể tích cặn sau bể nén bùn:

$$V = \frac{W_k}{\rho \cdot P} = \frac{0,153}{1,021 \times 0,05} = 10,2 \text{ m}^3$$

- 5) Từ bể cô nén bùn được bơm lên máy làm khô, giả sử máy làm việc 8 giờ trong ngày. lưu lượng giờ: $q = 10,2/8 = 1,275 \text{ m}^3/\text{h}$. Qua máy làm khô độ ẩm của cặn còn lại 75%, tỉ trọng của cặn:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{0,25}{1,315} + \frac{0,75}{1} = 0,94$$

$$\rho = \frac{1}{0,94} = 1,064$$

Thể tích cặn đã làm khô:

$$V = \frac{0,513}{1,064 \times 0,25} = 1,928 \text{ m}^3$$

Trọng lượng của cặn với độ ẩm 75%:

$$G_1 = \rho \times V = 1,064 \times 1,928 = 2,05 \text{ tấn/ngày.}$$

13.1.3. Dây chuyền công nghệ xử lý cặn nước thải

Mục đích của xử lý cặn là:

- Giảm khối lượng của hỗn hợp bùn cặn bằng cách tách một phần hay phần lớn lượng nước có trong hỗn hợp bùn cặn để giảm kích thước công trình xử lý và giảm thể tích cặn phải vận chuyển tới nơi tiếp nhận.
- Phân hủy các chất hữu cơ dễ bị thối rữa, chuyển chúng thành các chất hữu cơ ổn định và các hợp chất vô cơ để dễ dàng tách nước và không gây tác động xấu đến môi trường nơi tiếp nhận.

Để đạt được những mục đích này, tùy thuộc vào đặc tính và số lượng cặn, trong các trạm xử lý nước thải thường áp dụng các thiết bị và các công đoạn nối tiếp nhau như sau (xem bảng 13.5).

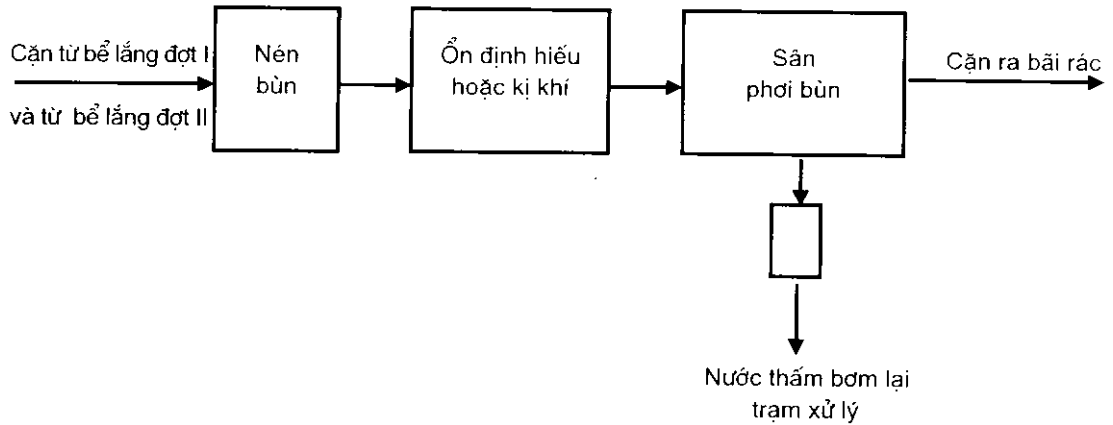
Bảng 13.5

Có đặc cặn	Ổn định cặn	Làm tăng mật độ cặn	Tách nước khỏi cặn	Giảm thể tích cặn	Xả ra nguồn tiếp nhận
1. Trọng lực	1. Kị khí	1. Hóa chất	1. Lọc chân không	1. Thiêu	1. Chôn lấp
2. Tuyển nổi	2. Hiếu khí	2. Nhiệt	2. Lọc ép	2. Oxy hóa ở dạng lỏng	2. Xả vào vực nước
3. Ly tâm lọc qua băng tải	3. Nhiệt		3. Lọc ly tâm		3. Cải tạo đất
	4. Hóa chất		4. Sân phơi bùn		4. Phân bón
			5. Hồ lắng và nén bùn		

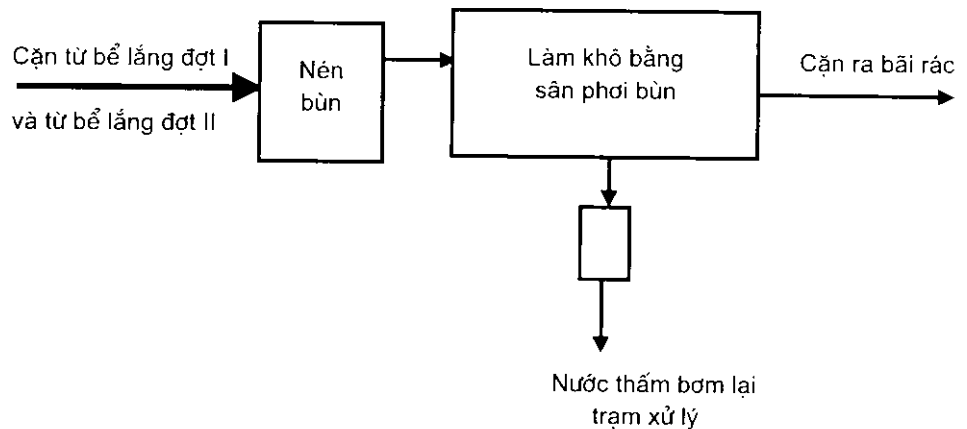
13.1.3.1. Xử lý rác, bùn cát và bọt nổi

Rác vớt được từ song chắn rác còn chứa nhiều nước, độ ẩm cao dao động trong khoảng 85 - 95%, hàm lượng hữu cơ 50 - 80%, khối lượng rác thường không lớn phụ thuộc vào khe hở giữa các song chắn (xem mục 4.1, chương 4).

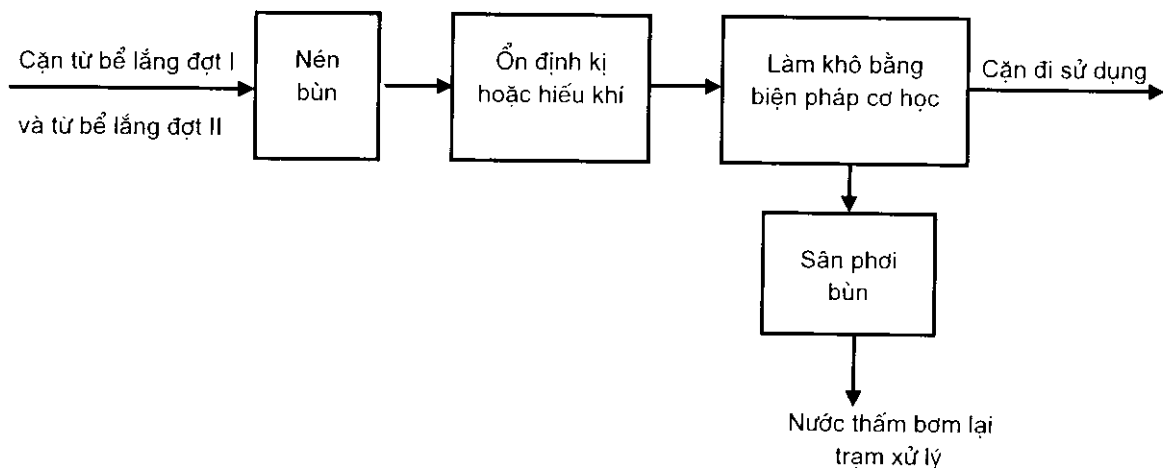
- Nén bằng trọng lực hay tuyến nổi, ổn định hiếu khí hoặc kỵ khí và làm khô bằng sân phơi bùn



- Nén bằng trọng lực hay tuyến nổi và làm khô bằng sân phơi bùn



- Nén bằng trọng lực hay tuyến nổi, ổn định kỵ khí và làm khô bằng biện pháp cơ học



13.2. CÁC CÔNG TRÌNH VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ Bùn CẶN

Nén bùn cặn có thể thực hiện bằng phương pháp trọng lực hoặc tuyến nổi. Ngoài ra bùn cũng được nén trong quá trình ổn định sinh học hiếu khí và kỵ khí,...

Ổn định hiếu khí thường được thực hiện trong các công trình làm thoáng kéo dài giống như bể aeroten nhưng sử dụng cho xử lý bùn cặn.

Ổn định kỵ khí có thể xảy ra trong các công trình: bể tự hoại, bể lắng hai vô, bể metan,...

Làm khô cặn tiến hành trong điều kiện tự nhiên trên sân phơi bùn hay trong điều kiện nhân tạo bằng biện pháp cơ học hoặc bằng nhiệt.

13.2.1. Sân phơi cát

Cát lấy ra khỏi bể lắng cát còn chứa nhiều nước nên cần phơi khô trước khi sử dụng vào những mục đích khác nhau. Có thể dùng thùng chứa, hố chứa hay sân phơi để thực hiện mục đích đó.

Trên những trạm xử lý có công suất đến 80 000 m³/ng.đ, thường người ta dùng thùng chứa cát tính với thời gian chứa 10 - 15 ngày. Đối với những trạm công suất lớn hơn - sân phơi cát. Tuy nhiên, sân phơi cát có thể dùng trong mọi trường hợp nếu điều kiện vệ sinh cho phép.

Sân phơi cát là một khoảng đất được giới hạn bởi các bờ chắn, cao 1 - 2m (hình 13.1). Kích thước sân phơi xác định từ điều kiện lớp cát chất cao 3 - 5 m/năm. Cát đã phơi khô thường xuyên chuyển đi nơi sử dụng.

Nước tiêu từ sân phơi cát cho thấm qua lớp đất phía dưới hoặc gom lại rồi bơm đổ về các công trình xử lý.

Diện tích hữu ích của sân phơi cát xác định theo công thức sau:

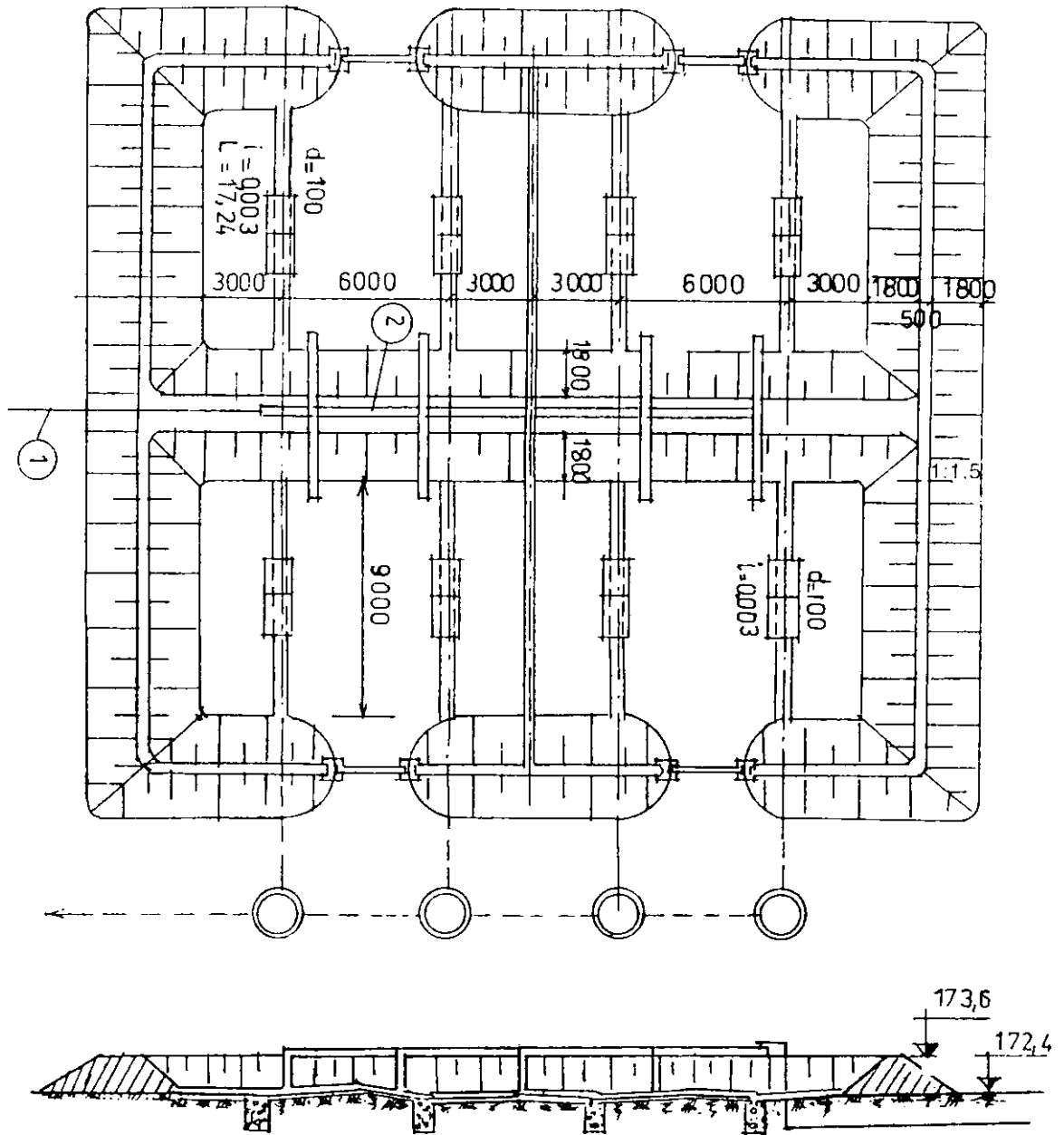
$$F = \frac{aN_u 365}{1000 h}, \text{ m}^2, \quad (13.4)$$

trong đó: a - lượng cát tính theo đầu người, chọn $a = 0,02$, l/ng;

N_u - dân số tính toán, người;

h - chiều cao lớp cát, m/năm.

Khi đất thấm tốt thì xây dựng sân phơi cát trên nền tự nhiên. Nếu là đất thấm nước kém hoặc không thấm nước thì phải xây dựng nền nhân tạo. Khi đó phải đặt hệ thống ống ngầm có đục lỗ để thu nước thấm hoặc hệ thống mương rãnh và phai xả nước theo mức độ yêu cầu.



Hình 13.1. Sân phối cát

1 - Ống dẫn cát $d = 200\text{mm}$ từ bể lắng cát; 2 - Máng phân phối 200×200 ,
 $i = 0,01$; 3 - Ống dẫn $d = 200\text{ mm}$ dùng để tiêu nước.

13.2.2. Bể lắng hai vỏ

Bể lắng hai vỏ giống một bể chứa nước thải có mặt bằng dạng hình tròn hoặc hình chữ nhật, đáy hình nón hoặc hình chóp đa giác (xem hình 13.2). Phía trên của bể có máng lắng còn phần dưới là buồng tự hoại.

Nước thải chuyển động qua máng lắng theo nguyên tắc bể lắng ngang. Với tốc độ nước chảy chậm và dưới tác động của trọng lực bản thân các hạt cặn rơi lắng xuống dọc theo đáy máng lắng. Đáy máng lắng làm dốc, các hạt cặn theo đó chui qua khe hở rơi xuống phần chứa cặn. Khe hở ở đáy máng lắng thường lấy với kích thước 0,12 - 0,15 m.

Việc dẫn nước vào và ra khỏi bể cũng làm như ở bể lắng ngang: theo dạng thành tràn hoặc tường mỏng đục lỗ dọc suốt chiều rộng của máng lắng. Ở đầu máng lắng bố trí tấm chắn nửa ngập để phân phối nước đều trên toàn tiết diện và ở cuối máng cũng bố trí tấm chắn tương tự để ngăn những chất nổi và váng nước lại. Chiều sâu của máng nước thường lấy từ 1,2 đến 2,5m.

Việc xả cặn ra khỏi bể lắng hai vỏ tiến hành như ở bể lắng đứng đợt I. Ống dẫn bùn với đường kính không nhỏ hơn 200 mm, áp lực thủy tĩnh tối thiểu yêu cầu 1,5 - 1,8m.

Vì lớp váng phát triển nhanh, nên để có một diện tích dự trữ, thì mặt thoáng tự do (không kể phần máng lắng) không nhỏ hơn 20% tổng diện tích bề mặt của bể. Khoảng cách giữa các bức tường của các máng lắng không nhỏ hơn 0,5m.

Để các hạt cặn lơ lửng và các bọt nước từ phần tự hoại không trở lại và trộn với nước ở phần lắng, người ta xây dựng đáy máng có khe hở, làm thành dốc nọ che lấy thành dốc kia một khoảng 0,1 - 0,35 m. Do có cấu tạo đặc biệt này mà quá trình lắng không bị ảnh hưởng của quá trình phân hủy chất hữu cơ của cặn.

Bể lắng hai vỏ giải quyết cùng một lúc hai nhiệm vụ: lắng cặn và phân hủy cặn lắng. Trong những điều kiện bình thường, quá trình lên men trong bể lắng hai vỏ tách ra hơi khí có mùi atphan.

Để tạo điều kiện cho quá trình lên men diễn biến được bình thường, đối với các bể lắng mới phải đổ vào một ít bùn cặn cũ để ngăn ngừa quá trình lên men "chua" bốc mùi khó chịu và cặn có độ ẩm cao.

Nhiệt độ là yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới quá trình phân hủy chất hữu cơ. Ví dụ, khi nhiệt độ 8,5°C thể tích buồng tự hoại tính theo đầu người sử dụng hệ thống là 80 l, khi 12°C là 50 l. Tuy nhiên sấy nóng nhân tạo phần tự hoại của bể lắng hai vỏ là không kinh tế, vì sẽ sấy nóng một lượng lớn nước thải chảy qua bể lắng. Thông thường người ta chôn sâu bể xuống đất, phần còn lại đắp ộp đất chung quanh, trên bề mặt có nắp đậy kín để giữ nhiệt cho thân bể. Nhiệt độ tối ưu dao động từ 10°C đến 15°C.

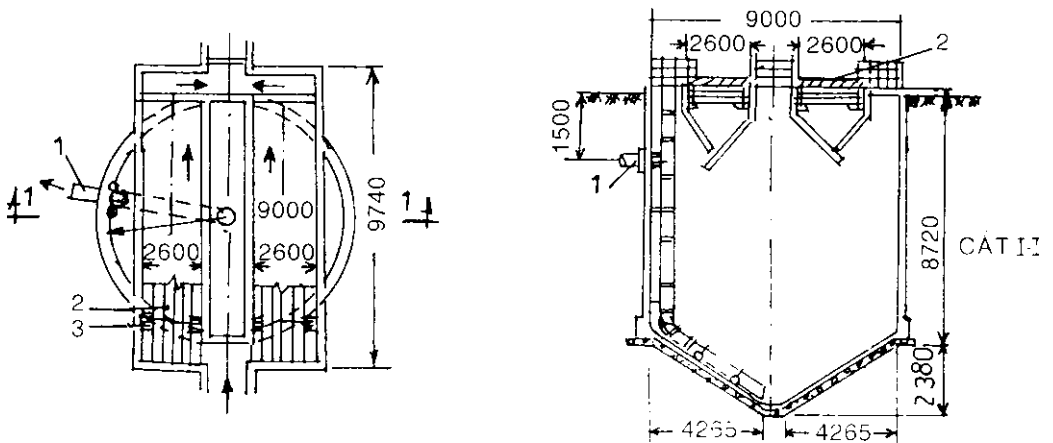
Cặn lắng được giữ lại ở trong bể từ 60 đến 120 ngày. Chất hữu cơ được phân hủy đạt 40%, làm giảm thể tích cặn xuống $0,40 \times 0,80 = 0,32$ so với ban đầu (0,8 - tính trong cặn có chứa 80% cặn hữu cơ).

Do áp lực cột nước thay đổi (theo chiều sâu bể) mà cặn đã lên men có độ ẩm 95% ở phần trên và 85% ở phần dưới.

Thường 7 - 10 ngày người ta xả cặn đã lên men ra khỏi bể một lần. Trong khi xả các lớp cặn được xáo trộn với nhau, vì vậy độ ẩm trung bình là 90%. Thể tích cặn được giảm xuống hai lần. Nếu tính cả % giảm thể tích do phân hủy (0,32) thì thể tích cặn lên men khi tháo ra khỏi bể lắng hai vỏ là $0,5 \times (1.0,32) = 0,34$ so với thể tích của cặn tươi.

Bể lắng hai vỏ có ưu điểm: thiết bị đơn giản, sử dụng với công suất đến 10000 m³/ngày. Nhưng có khuyết điểm là:

- Chiều sâu công tác (tới 11 m) và thể tích phần chứa bùn cặn lớn, không kinh tế.
- Lớp cặn lắng lên men nằm sâu dưới đáy bể không tham gia vào quá trình khuấy trộn, bị nén do áp lực nước và trọng lượng bản thân, phần nào đó làm giảm quá trình lên men. Thực tế khoảng 2/3 dung tích của buồng tự hoại là vô dụng.



Hình 13.2. Bể lắng hai vỏ một đơn nguyên

1- Ống tháo cặn ra khỏi bể; 2- Máng lắng; 3- Tấm chắn.

Về cấu tạo bể lắng hai vỏ khác nhau theo mặt bằng, số máng lắng và số ngăn chứa bùn. Theo mặt bằng có loại hình tròn và hình chữ nhật. Thường người ta làm tròn vì làm hình chữ nhật tốn vật liệu hơn. Theo số máng lắng... có loại

một máng lửng và loại hai máng lửng. Loại một máng lửng chỉ áp dụng với đường kính của bể nhỏ khoảng 5 - 6m.

Bể lửng hai vỏ có thể làm bằng gạch đá, bê tông, bê tông cốt thép đúc sẵn hoặc đổ tại chỗ. Dùng vật liệu gạch đá chỉ áp dụng cho những bể nhỏ hay những bể tạm thời và mặt bằng có dạng chữ nhật. Chủ yếu hiện nay bể lửng hai vỏ làm bằng bê tông cốt thép. Hình 13.2 giới thiệu sơ đồ cấu tạo bể lửng hai vỏ với hai máng lửng, hình 13.3 giới thiệu bể lửng hai vỏ với một máng lửng.

Để tiện lợi trong thiết kế, có thể tham khảo một số kích thước cơ bản của bể lửng hai vỏ theo thiết kế mẫu của Liên Xô (xem bảng 13.6).

Ngoài những bể lửng hai vỏ kể trên, trong thực tế xây dựng còn có một số kiểu bể lửng khác nữa.

Bảng 13.6

Đường kính của bể (m)	Máng lửng				Ngăn tự hoại	
	Chiều rộng (m)	Chiều cao (m)		Thể tích cả hai phần (m ³)	Chiều cao hình nón, (m)	Thể tích phần hình nón (m ³)
		Phần chữ nhật	Phần tam giác			
6	1,5	1,05	0,95	27,84	1,62	5,15
8	2,0	0,72	1,28	44,8	2,19	16,2
9	2,5	0,45	1,55	56,4	2,50	17,5
10	2,5	0,45	1,55	62,6	2,77	23,0
12	2,5	0,45	1,55	89,2	3,40	41,0

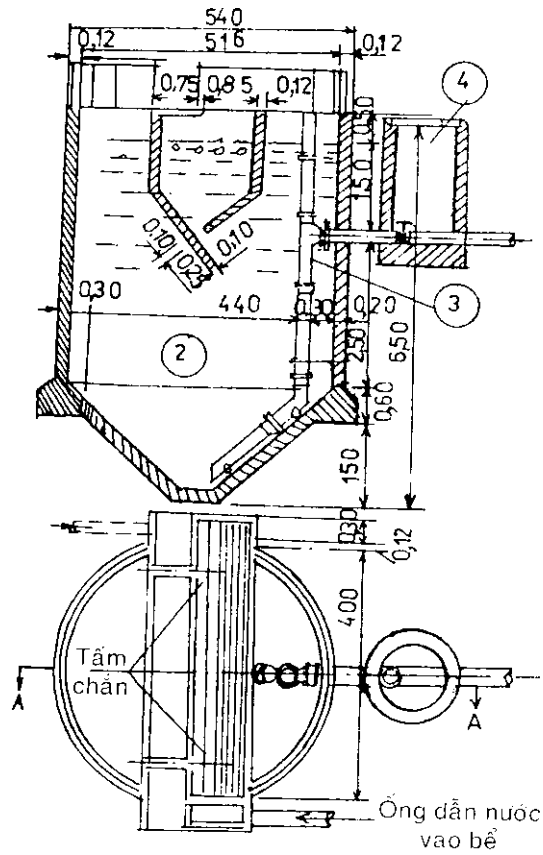
1. Bể lửng hai vỏ có máng lửng và hai ngăn chứa cặn còn gọi là bể lửng hai vỏ kép (xem hình 13.4)

Loại bể này có thể thay đổi chiều chuyển động của dòng chảy nước thải ở trong máng lửng để phân phối đều cho hai ngăn chứa cặn - tự hoại.

Do cấu tạo của bể phức tạp, khó cơ giới hóa trong thi công, nên ít được sử dụng.

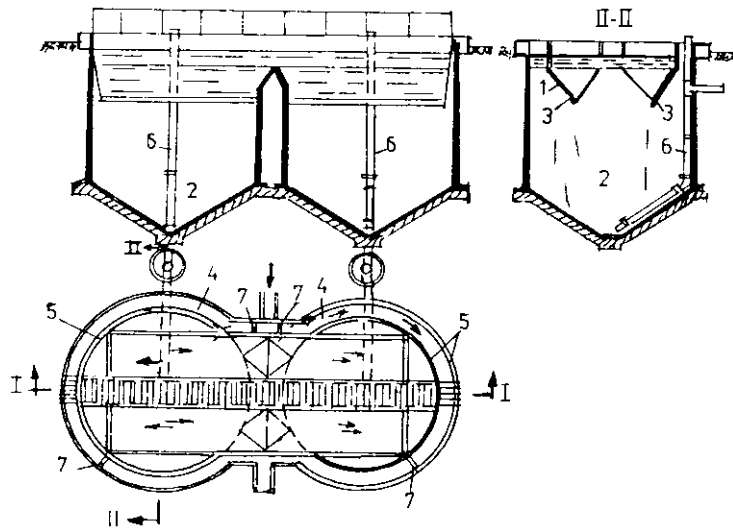
2. Bể lửng hai vỏ mà phần lửng là bể lửng radian (xem hình 13.5)

Cặn lửng trong bể lửng radian được gom lại và gạt xuống ngăn chứa cặn đặt ở phía dưới. Loại này được xây dựng ở Đức để xử lý nước thải ở những trạm công suất tương đối lớn.



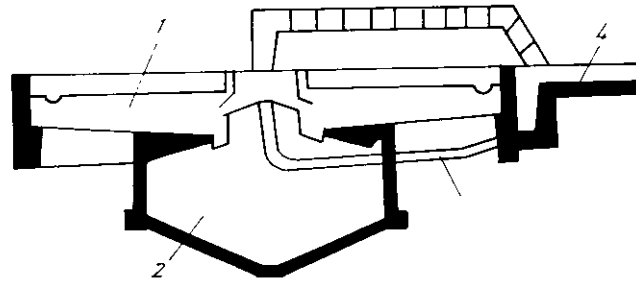
Hình 13.3. Bể lắng hai vỏ với một máng lắng $D = 5m$

1- Ngăn lắng; 2- Ngăn tự hoại; 3- Ống xả bùn cặn; 4- Hồ van.



Hình 13.4. Bể lắng hai vỏ kép

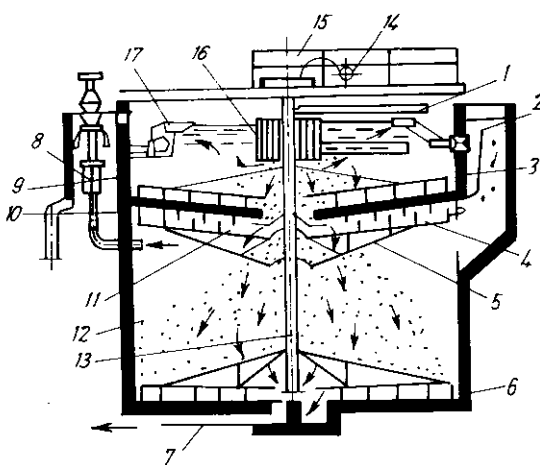
1- Máng lắng; 2- Ngăn tự hoại; 3- Khe hở; 4- Máng vòng;
5- Thành tràn dẫn nước vào và dẫn nước ra; 6- Ống xả cặn; 7- Tấm chắn.



Hình 13.5. Một kiểu bể lắng hai vỏ được áp dụng ở Đức

1- Phần lắng; 2- Phần tự hoại; 3- Ống dẫn nước vào; 4- Máng dẫn nước ra.

3. Bể lắng hai vỏ mà phần lắng là bể lắng radian, còn ngăn chứa cặn có máy khuấy (hình 13.6)



Hình 13.6. Một kiểu bể lắng hai vỏ dùng ở Mỹ

1- Máy gạt để thu các chất nổi trên mặt bể; 2- Ống dẫn nước vào; 3, 6- Hệ thống gạt gom cặn; 4- Hệ thống quay để phá vỡ lớp màng; 5- Hệ thống cố định dùng để phá vỡ lớp màng (phối hợp với hệ thống quay); 7- Ống tháo bùn cặn; 8- Ống để quan sát bùn cặn; 9- Phần lắng là bể lắng radian; 10- Xả nước bùn; 11- Tấm chắn bùn; 12- Ngăn phân hủy cặn - tự hoại; 13- Trục đứng truyền động; 14- Động cơ điện; 15- Dàn quay; 16- Phân phối nước trong bể lắng; 17- Xả chất nổi bề mặt.

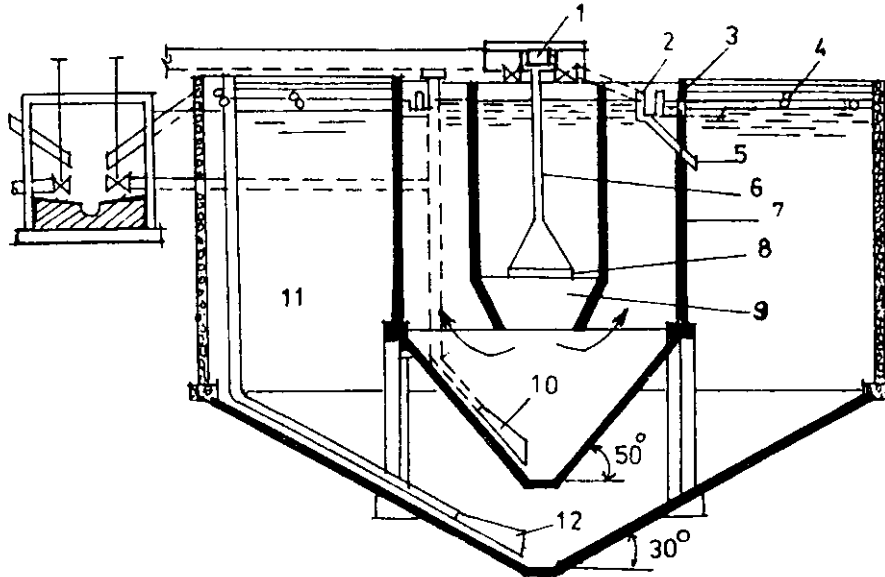
Máy khuấy phân thành hai phần. Phần trên có tác dụng phá vỡ lớp màng, phần dưới có tác dụng khuấy trộn không cho bùn mịn lại và trộn lớp bùn cặn cũ với bùn cặn mới để tăng nhanh quá trình phân hủy. Thông thường máy gom cặn ở bể lắng radian và máy khuấy bùn cặn ở ngăn chứa cùng được gắn trên một hệ trục và hoạt động đồng thời. Loại bể này được áp dụng ở Mỹ.

4. Trường đại học xây dựng Leningrat đề nghị dùng bể lắng hai vỏ kiểu bể lắng trong tự hoại để xử lý nước thải có nồng độ cao (xem hình 13.7)

Nước thải dẫn theo máng (1) vào ngăn đông tụ qua ống trung tâm (6). Áp lực nước lấy bằng 0.4 - 0.6m cột nước (hiệu số giữa cốt mực nước ở bậc cửa vào

ống trung tâm và ở ngăn động tụ) đảm bảo cuốn theo không khí vào. Tốc độ dòng chảy nước thải trong ống trung tâm lấy bằng 0,5 - 0,7 m/s.

Ở ngăn đông tụ, nước thải được khuấy đều và thực hiện quá trình đông tụ tự do với thời gian 20 phút. Sau đó nước chuyển qua ngăn lắng. Thời gian lưu nước trong ngăn lắng không ít hơn 70 phút.



Hình 13.7. Bể lắng trong - tự hoại

1- Máng dẫn; 2- Máng thải chất nổi; 3- Máng thu nước; 4- Ống phân phối bùn; 5- Ống thải chất nổi; 6- Ống trung tâm; 7- Ngăn lắng; 8- Phễu loe; 9- Ngăn động tụ; 10- Ống tháo bùn ra khỏi ngăn lắng; 11- Ngăn tự hoại; 12- Ống thải bùn cặn đã lên men; 13- Máng dẫn nước đã lắng trong.

Tính toán bể lắng hai vỏ bao gồm việc tính toán ngăn lắng và phần tự hoại.

Máng lắng tính toán như khi tính toán cho bể lắng ngang. Chọn thời gian lắng T và chiều sâu máng H có thể xác định được tốc độ rơi của hạt cặn U mm/s:

$$U = \frac{H}{3,6T} \quad (13.5)$$

Với giá trị U xác định hiệu suất lắng theo đường cong quan hệ giữa hiệu suất lắng và tốc độ lắng. Thường hiệu suất lắng của các bể lắng hai vỏ đạt tới 60%.

Thể tích cần thiết của máng lắng W_1 có thể xác định theo công thức:

$$W_1 = q.T \quad (13.6)$$

Diện tích tiết diện của máng lắng:

$$\omega = b.h_1 + \frac{b.h_2}{2} \text{ hay } \omega = \frac{W_1}{L.n.m} \quad (13.7)$$

trong đó: q - lưu lượng tính toán, m^3/s ;

T - thời gian lắng, s;

b - chiều rộng của máng, m;

h_1 và h_2 - chiều cao phần hình chữ nhật và phần tam giác của máng lắng, m;

L - chiều dài của máng lắng (m) (lấy tương ứng bằng đường kính bể);

n - số bể lắng hai vò;

m - số máng lắng trong mỗi bể.

Khi góc nghiêng của phần tam giác của máng lắng lấy bằng 50° so với mặt phẳng ngang, thì công thức (13.7) có thể viết:

$$b = \frac{2h_2}{1,2} \text{ và } \omega = b.h_1 + 0,3b^2. \quad (13.8)$$

Chiều cao của máng lắng (không quá 2 m):

$$h = h_1 + h_2. \quad (13.9)$$

Thể tích phần tự hoại phụ thuộc vào thời gian phân hủy chất hữu cơ. Thời gian đó phụ thuộc vào nhiệt độ nước thải và nhiệt độ của quá trình phân hủy. Hiện nay trong tính toán thường lấy theo tiêu chuẩn thể tích buồng tự hoại tính theo đầu người sử dụng hệ thống, phụ thuộc vào nhiệt độ trung bình của nước thải về mùa đông (xem bảng 13.7).

Bảng 13.7

Nhiệt độ trung bình của nước thải về mùa đông ($^\circ C$)	12	15	20
Thể tích tiêu chuẩn tính phần tự hoại theo đầu người W_b (lit)	50	30	15

Thể tích chung của phần chứa bùn:

$$W_c = W_b \cdot N_{qd}, \quad (13.10)$$

trong đó: N_{qd} - số người quy đổi sử dụng hệ thống thoát nước, người;

W_b - tiêu chuẩn thể tích phần tự hoại, l/người.

Khi trong mạng lưới thoát nước chỉ có nước thải sinh hoạt thì N_{qd} lấy bằng dân số tính toán. Nhưng khi trong mạng lưới có cả nước thải công nghiệp thì N_{qd} xác định như sau:

$$N_{qd} = N + N_{id}, \quad (13.11)$$

trong đó: N - dân số tính toán;

N_{td} - dân số tương đương;

$$N_{td} = \frac{A}{65}, \quad (13.12)$$

A - số lượng cặn lắng của nước thải công nghiệp trong ngày tính theo lượng chất khô, g;

65 - số lượng cặn lắng tính cho đầu người trong ngày tính theo chất khô, g.

Phần đáy ngăn tự hoại có dạng hình nón hay hình chóp có góc nghiêng $\varphi \geq 30^\circ$. Bùn cặn sẽ chứa trong phần thể tích hình nón (hay hình chóp), nếu thiếu thì có thể chứa một ít ở phần thể tích hình trụ.

Rõ ràng chiều cao phần hình nón phụ thuộc vào đường kính của bể và góc nghiêng φ . Nếu lấy $\varphi = 30^\circ$ thì chiều cao phần hình nón sẽ là:

$$h_n = 0,29D - 0,2\text{tg}30^\circ \approx 0,29D - 0,12, \quad (13.13)$$

D - đường kính của bể lắng hai vỏ.

Sau khi xác định được thể tích phần hình nón (W_n), so sánh với thể tích phần tự hoại W_c (theo 13.10).

Nếu $W_n < W_c$ thì chiều cao phần hình trụ xác định như sau:

$$W_{tr} = \frac{W_c - W_n}{\frac{\pi D^2}{4}}. \quad (13.14)$$

Tổng chiều cao của bể lắng hai vỏ là:

$$H = h_1 + h_2 + h_{th} + h_n + h_{tr} + h_3, \quad (13.15)$$

trong đó: h_{th} - chiều cao lớp nước trung hòa (m), thường lấy 0,3 - 0,5m;

h_n - chiều cao phần hình nón, m;

h_{tr} - chiều cao phần hình trụ, m;

h_3 - chiều cao thành bể tính từ mặt nước lên, lấy bằng 0,5m.

13.2.3. Bể metan

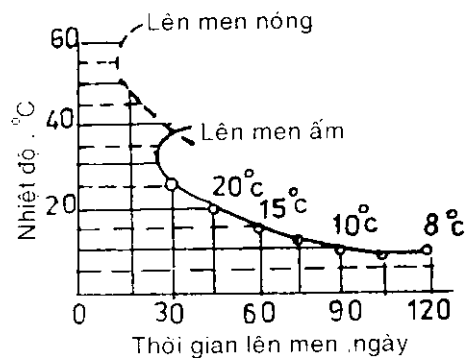
Bể lắng hai vỏ thường sử dụng trên những trạm xử lý nước thải công suất nhỏ và trung bình ($q < 10000 \text{ m}^3/\text{ngày}$). Khuyết điểm chính của bể lắng hai vỏ là dung tích buồng tự hoại và chiều cao xây dựng lớn nên không thể xây dựng tại những nơi mực nước ngầm cao và đất xấu. Mặt khác quá trình lên men

của cặn diễn ra trong điều kiện tự nhiên, nên chậm chạp và không kiểm soát được. Vì vậy trong nhiều trường hợp cần thiết phải xây dựng bể metan.

Bể metan là kết quả của quá trình phát triển công nghệ xử lý cặn lắng, đó là công trình thường có mặt bằng hình tròn hay hình chữ nhật, đáy hình nón hay hình chóp đa giác và có nắp đậy kín. Ở trên cùng của nắp đậy làm chóp mũ để thu hơi khí.

Cặn trong bể metan được khuấy trộn đều và được sấy nóng nhờ những thiết bị đặc biệt. Căn cứ vào nhiệt độ của quá trình phân hủy chất hữu cơ mà người ta phân biệt thành: quá trình lên men (phân hủy) ấm ($10 - 43^{\circ}\text{C}$) và quá trình lên men nóng ($> 43^{\circ}\text{C}$).

Cường độ phân hủy các chất hữu cơ ở chế độ nóng cao hơn ở chế độ ấm khoảng hai lần, do đó thể tích công trình cũng giảm xuống tương ứng. Trên hình 13.8 giới thiệu đồ thị biểu diễn mối quan hệ phụ thuộc giữa thời gian và nhiệt độ lên men.



Hình 13.8. Đồ thị quan hệ phụ thuộc giữa thời gian và nhiệt độ lên men

Đối với lên men nóng thì sản phẩm thu được là vô trùng, trong khí đó với lên men ấm chỉ đạt 50 - 80% vô trùng. Tuy nhiên, trong quá trình lên men ấm ít đòi hỏi phải cung cấp thêm nhiệt lượng và cặn đã lên men dễ tách nước hơn. Vì vậy việc lựa chọn chế độ lên men phải tính đến sơ đồ xử lý tiếp theo.

Trên các công trình xử lý hiện nay người ta thường cho lên men hỗn hợp cặn tươi với bùn hoạt tính dư. Sự khoáng hóa trong quá trình lên men có quan hệ mật thiết với quá trình các sản phẩm phân hủy tách thành hơi khí và nước bùn. Tuy thành phần hóa học có sự thay đổi, nhưng khối lượng chung của bùn cặn thực tế là không thay đổi, vì mặc dầu chất khô có giảm, nhưng độ ẩm của cặn lại tăng.

Hiệu suất công tác của bể metan được đánh giá theo giá trị phân hủy các chất mà đặc trưng hoặc là mức độ tách hơi khí $P_r(\%)$ hoặc là độ hao hụt các chất không tro (hữu cơ) $P_{ht}(\%)$.

Mức độ phân hủy theo hơi khí tách ra là phần các chất không tro trong quá trình lên men biến thành hơi khí. Giá trị P_{ht} được tính theo các số liệu phân

tích cho trước về độ ẩm và độ tro của cặn đầu vào và đầu ra. Độ hao hụt các chất không tro được biểu diễn bằng % giảm so với chất không tro lúc ban đầu.

Các giá trị P_r và P_{kt} có thể bằng nhau và cũng có thể khác nhau chút ít. Đối với bể metan cao tải thì P_r thường lớn hơn P_{kt} . Ngược lại $P_r < P_{kt}$ đặc trưng cho những bể metan tải trọng thấp và thời gian lên men kéo dài. Trong những trường hợp đó, các sản phẩm phân hủy khi kết thúc quá trình tạo ra hơi khí sẽ tham gia vào thành phần của nước bùn.

Hơi khí tách ra trong quá trình là nhờ sự phân giải các chất béo, chất anbumin, cacbua (hydrat cacbon) - thành phần chính của các chất không tro trong cặn.

Trong hơi khí chứa 60 - 67% metan, 30 - 33% axit cacbonic. Hàm lượng hydro không vượt quá 1 - 2%, nitơ gần 5%. Hơi khí metan tách ra là do có các chất béo và anbumin, còn chất cacbua tạo ra hơi khí chứa nhiều axit cacbonic.

Những chất không tro của cặn không thể lên men hoàn toàn trong bể metan, mà mỗi thành phần chỉ có thể đạt tới giá trị phân hủy nào đó của nó mà thôi. Giá trị giới hạn phân hủy phụ thuộc vào thành phần của cặn.

Theo kết quả nghiên cứu nhiều năm người ta đã lập được công thức biểu thị khả năng tạo hơi khí tối đa tính với 1 kg cặn lên men:

$$a = (1,31.0,7.B) + (0,985.0,625H) + (0,71.0,48A), \quad (13.16)$$

trong đó: a - giới hạn lên men của cặn (%);

B, H, A - hàm lượng chất béo, chất cacbua và chất anbumin trong 1g các chất hữu cơ của cặn;

1,31; 0,985; 0,71 - lượng hơi khí (g) thu được từ 1 g các chất phân hủy;

0,7; 0,625; 0,48 - giới hạn phân hủy của các thành phần (lấy theo tỉ lệ đơn vị).

Một yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới quá trình phân hủy các chất hữu cơ là *sức tải cặn*. Thường có sức tải cặn trong ngày tính theo thể tích và theo các chất không tro.

Sức tải tính theo thể tích biểu diễn bằng % là phần thể tích của bể metan dùng để chứa cặn bổ sung thêm trong ngày. Sức tải theo thể tích d thời gian lên men π , có mối quan hệ $\pi = 100/d$. Sức tải theo các chất không tro d_{kt} là lượng các chất không tro của cặn (kg) tính cho 1 m³ thể tích bể metan trong ngày (kg/m³.ng). Đối với mỗi sức tải tính theo thể tích có thể có nhiều giá trị

của sức tải tính theo các chất không tro. phụ thuộc vào độ ẩm và độ tro của cặn.

Tóm lại, sức tải là một chỉ tiêu công nghệ quan trọng xác định mức độ phân hủy các chất hữu cơ trong bể metan.

Quá trình lên men trong bể metan thường được biểu diễn bằng phản ứng cao phân tử. Người ta cũng đã tìm được cách biểu diễn quá trình đó bằng toán học, thường là quan hệ phụ thuộc đường thẳng hoặc đường cong giữa mức độ phân hủy các chất hữu cơ và sức tải cặn của bể. Ảnh hưởng của các yếu tố khác (nhiệt độ, độ ẩm, thành phần tính chất của cặn,...) được đưa vào trong hệ số thực nghiệm. Phương trình có dạng:

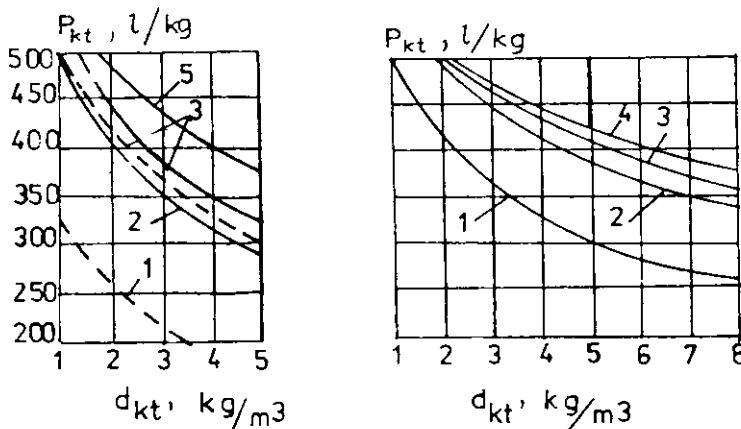
$$P_{kt} = \alpha \cdot d_{kt}^{-x}, \tag{13.17}$$

trong đó: α - lượng phân hủy, khi $d = 1$;

x - hệ số thực nghiệm;

α và x phụ thuộc vào chế độ nhiệt, độ ẩm và thành phần tính chất của cặn...

Hình 13.9 và 13.10 giới thiệu đồ thị quan hệ phụ thuộc giữa mức độ phân hủy các chất không tro và sức chứa cặn của bể metan.



Hình 13.9. Đồ thị phụ thuộc giữa P_{kt} và d_{kt}

a) Lên men ấm (đường liền $t = 33^\circ C$; đường nét đứt $t = 31^\circ C$);

b) Lên men nóng $t = 52^\circ C$

1- Bùn hoạt tính; 2- Hỗn hợp 1,1 : 1; 3- Hỗn hợp 0,8 : 1; 4- Hỗn hợp 0,45 : 1; 5- Cặn tươi.

Theo tài liệu của Liên Xô có thể sử dụng mối quan hệ sau:

$$y = \frac{(a - nd)}{100}, \tag{13.18}$$

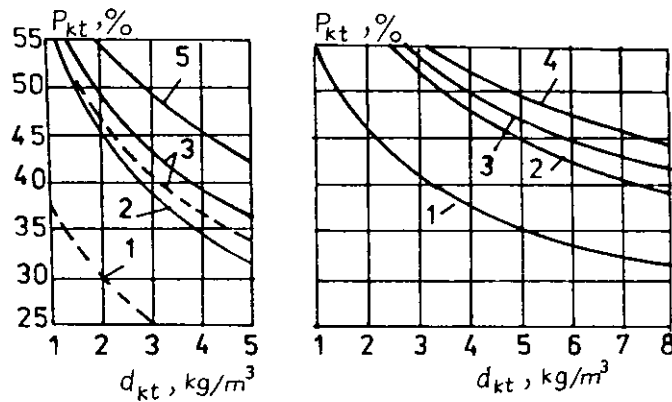
trong đó: y - mức độ tách hơi khí (m^3) tính cho 1kg chất khô của cặn lên men;
 d - sức tải cặn trong ngày của bể metan (%), lấy theo bảng 13.8;
 n - hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào độ ẩm và nhiệt độ lên men, lấy theo bảng 13.9.

Bảng 13.8. Sức tải cặn trong ngày của bể metan, d (%)

Chế độ lên men (°C)	d , với độ ẩm của cặn lên men (%)				
	93	94	95	96	97
- Lên men ấm	7	8	9	10	11
- Lên men nóng	14	16	18	20	22

Bảng 13.9. Hệ số thực nghiệm n

Nhiệt độ lên men (°C)	n , với độ ẩm của cặn lên men				
	93%	94%	95%	96%	97%
33	1,05	0,89	0,27	0,56	0,4
53	0,455	0,385	0,31	0,24	0,17



Hình 13.10. Mức độ tách hơi khí P_{kt}

a) Lên men ấm (đường liền $t = 33^\circ\text{C}$; đường nét đứt $t = 31^\circ\text{C}$);

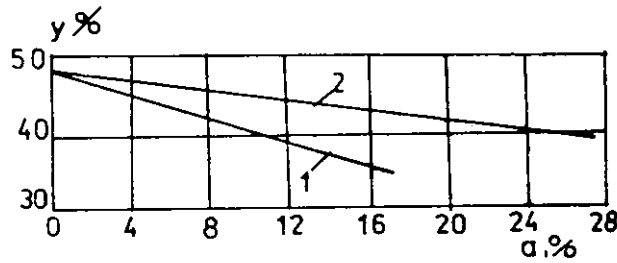
b) Lên men nóng $t = 52^\circ\text{C}$

1- Bùn hoạt tính; 2- Hỗn hợp 1,1 : 1; 3- Hỗn hợp 0,8 : 1; 4- Hỗn hợp 0,45 : 1; 5- Cặn tươi.

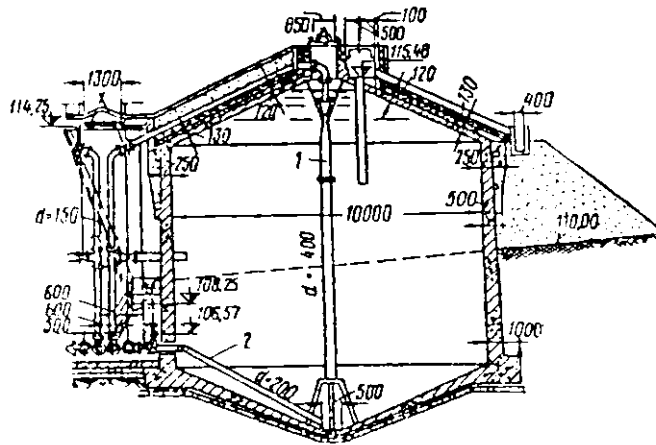
Hình 13.11 giới thiệu quan hệ phụ thuộc theo công thức (13.18).

Hiện nay bể metan thường làm với kết cấu có mái che: cố định kiểu vòm, di động kiểu trượt và không có mái che (lộ thiên).

Hình 13.12 trình bày sơ đồ bể metan có mái che cố định kiểu vòm, mặt bằng hình tròn.



Hình 13.11. Đồ thị phụ thuộc giữa mức độ phân hủy các chất không tro của cặn với sức tải và nhiệt độ lên men
1- t = 32 - 35°C; 2- t = 53°C



Hình 13.12. Bể metan có mái che cố định kiểu vòm
1- Máy nâng thủy lực; 2- Xả cặn.

Mức bùn ở trong bể có thể chớm tới đáy vành mũ thu hơi khí, diện tích mặt thoáng nhỏ, nên mật độ khí tạo ra bay lên tính trên đơn vị diện tích cao. Nếu cặn ở mức thấp hơn đáy của vành mũ thu hơi khí thì sẽ tạo ra khoảng trống đệm không khí làm hình thành lớp váng bề mặt.

Diện tích bề mặt của chòm thu hơi khí lấy với tiêu chuẩn cho qua 500 - 700m³/m² trong ngày.

Tỉ lệ giữa đường kính với chiều cao của bể metan lấy trong khoảng 1 : 0,8 hay 1 : 1.

Người ta thường bố trí ngăn phân phối cặn trong buồng cách ly. Ống dẫn cặn vào đặt ở phần trên, còn ống tháo cặn đặt ở phần dưới. Nếu bể có dung tích

lớn hơn 5000 m³ thì cứ cách 5 - 6m tính theo chiều cao ta bố trí thêm ống tháo cạn.

Đối với những bể metan có dung tích đến 1000 m³ thì việc khuấy trộn ở trong bể thực hiện bằng máy bơm cạn; bể có dung tích 1000 - 4000 m³, máy thủy lực và đối với những bể lớn hơn 4000 m³ dùng thiết bị khuấy chân vịt. Công suất của thiết bị khuấy trộn tính với thời gian 5 - 10 giờ.

Thông thường cạn được hâm nóng bằng hơi nóng.

Bể metan thường được phủ kín bằng đắp đất chung quanh, phần mái che có bố trí lớp cách khí và cách nhiệt, gồm: 4 - 5 lớp peccorinila và trên đó đắp vữa ximăng và miết kĩ. Trên cùng của trần vòm được lắp ba lớp phủ mềm.

Khi xả cạn lên men, mực bùn ở trong bể metan hạ xuống, do đó áp suất trên mặt thoáng giảm xuống, có thể tạo nên chân không gây hiện tượng hút không khí vào bể tạo với các khí CH₄ thành một hỗn hợp dễ nổ. Vì vậy, cần thiết phải điều chỉnh áp lực của khí gas ở mức 0.1 - 0.2m cột nước. Bể metan xây dựng xa các công trình khác ở trên trạm một khoảng cách không nhỏ hơn 40 m.

Để tránh hiện tượng tạo chân không người ta còn sử dụng loại bể metan mái che di động kiểu trượt (xem hình 13.13).

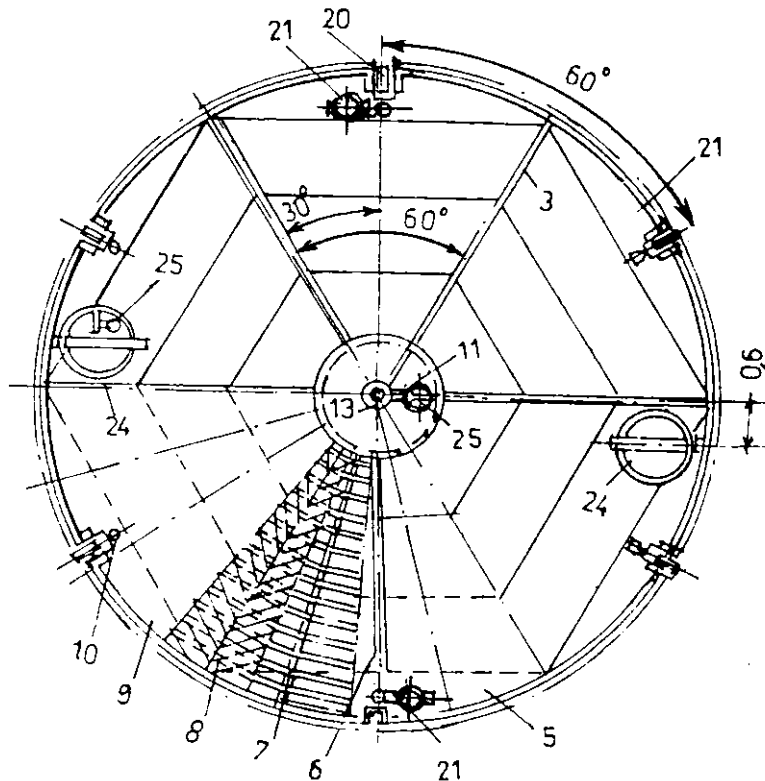
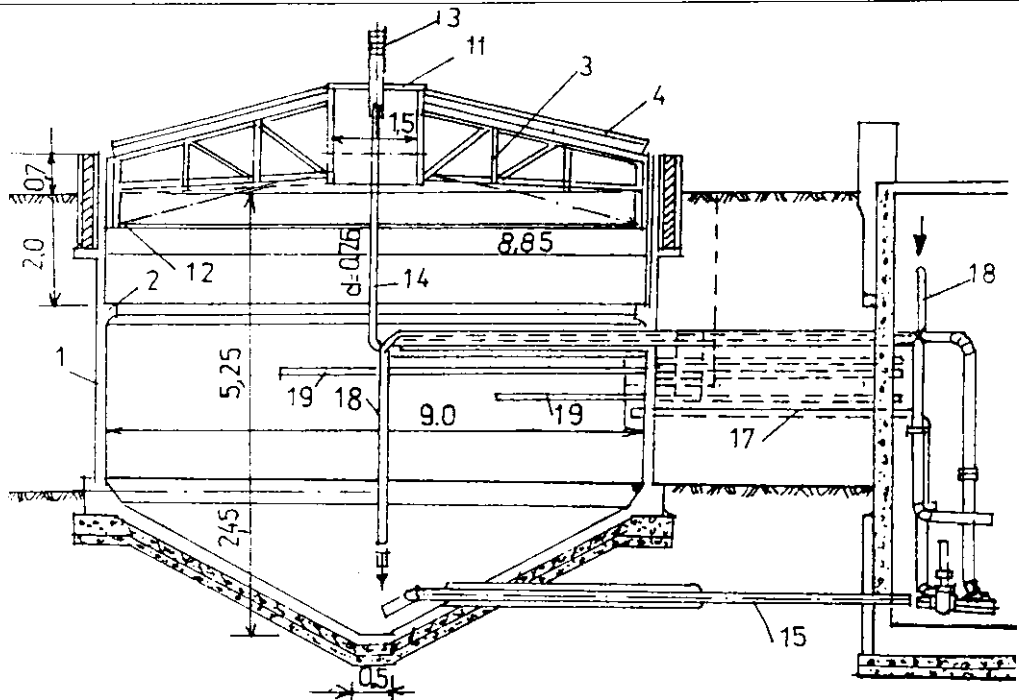
Mái che trong trường hợp này có cấu tạo khung với lớp vỏ bằng kim loại không thấm khí. Vành hình trụ của mái che đặt sâu xuống lớp bùn một khoảng 0,5 - 0.6m, nhờ đó mà chung quanh mái che tạo thành lớp chắn thủy lực ngăn cản các chất khí thoát ra ngoài.

Mái che di động được là nhờ các con lăn dẫn hướng ở phần trên và phần dưới của vành mũ mái vòm.

Bể metan kiểu mái che di động có những ưu điểm sau:

- Tránh được khả năng tạo hỗn hợp nổ.
- Có thể xác định lượng cạn cho vào và tháo ra theo sự di động của mái che.
- Dễ phá vỡ các màng nổi.
- Có khả năng tích lũy một lượng khí gas dưới mái che và do đó có thể giảm dung tích bể chứa khí đốt tới 50%.

Tuy nhiên, khuyết điểm lớn nhất của loại bể này là sự tích đọng khí gas dưới mái che làm cho cạn bị khô và dễ tạo nên màng bùn.



Hình 13.13. Bể metan mái che di động kiểu trượt

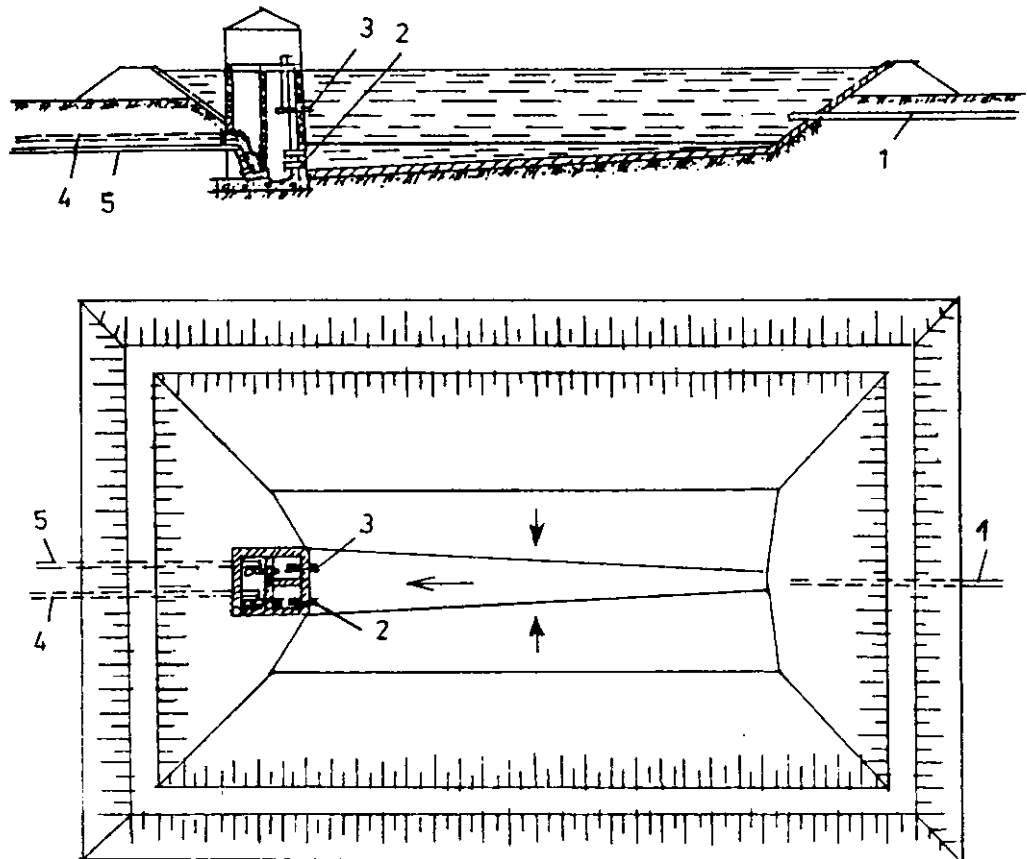
1- Bể bằng bê tông cốt thép; 2- Mấu đỡ; 3- Khung lưới kim loại; 4- Trần cách nhiệt; 5- Lớp tôn; 6- Dầm; 7- Sàn công tác gồm các tấm gỗ dày 2,5 cm; 8- Sàn bảo vệ gồm các tấm gỗ dày 1,6cm; 9- Lớp quét bitum; 10- Ruberoit (lớp trên); 11- Chụp khí gas; 12- Khung đứng của trần; 13- Ống tập trung khí; 14- Ống dẫn khí; 15- Ống xả cặn lên men; 16- Ống dẫn cặn mới vào; 17- Ống xả nước bùn; 18- Ống dẫn hơi nóng vào; 19- Ống để phục vụ cho nhiệt kế; 20- Con lăn; 21- Nắp để xả nước ngưng; 22- Nắp đáy; 23- Nắp để lấy mẫu.

Để lên men đồng thời với nén cặn, ở một số nước như Anh. Đức người ta dùng phương pháp xử lý cặn theo hai bậc. Nhiệm vụ chủ yếu của bậc II là để nén bùn do quá trình suy giảm sự phân chia pha hơi và bùn.

Bể metan bậc II có thể là loại lộ thiên - thường là bể chứa tự nhiên bằng đất có lát bê tông hoặc đá chung quanh.

Sơ đồ xử lý bùn theo hai bậc trong bể metan thường sử dụng ở những nơi có nhiệt độ trung bình hàng năm của không khí không thấp dưới 6°C .

Hình 13.14 giới thiệu sơ đồ bể metan kiểu lộ thiên bậc II. Loại bể này có mặt bằng hình tròn, hình vuông hoặc hình chữ nhật, chiều sâu đến 12 m, độ dốc tường bên không nhỏ hơn 1:1,5. Đáy làm dốc $i = 0,025 \div 0,05$ hướng về máng trung tâm, còn độ dốc của máng trung tâm $i = 0,05 \div 0,1$. Tháo bùn cặn từ hố thu bằng ống $d200$ với áp lực thủy tĩnh không nhỏ hơn 2,0m, còn nước bùn tháo ra ở những độ sâu cách nhau 1,5 m.



Hình 13.14. Sơ đồ bể metan lộ thiên

1,2- Ống tháo nước bùn và cặn; 3,4- Ống xả cặn và bùn vào hố thu;
5- Ống dẫn cặn vào bể metan.

Sức tải cặn đối với bể metan bậc II có thể lấy $d = 3 - 4\%$.

Xử lý bùn cặn ở bể metan hai bậc không ưu việt hơn theo mức độ phân hủy các chất không tro so với xử lý cặn ở bể metan một bậc có cùng thể tích, nhưng cho phép giảm thể tích cặn xuống hai lần do việc xả bớt nước bùn. Lên men ở bể metan hai bậc đảm bảo cho quá trình ổn định cả trong những trường hợp nước thải đưa lên trạm xử lý không được đồng đều.

Về quan điểm kinh tế, thì cặn lắng từ bể lắng đợt I đưa lên bể metan bậc I, còn cặn đã lên men ở bậc I và bùn hoạt tính dư đưa tới bể metan bậc II. Ở bậc II không cần sấy nóng cặn.

Hiệu suất công tác của bể metan phụ thuộc vào mức độ xáo trộn, hâm nóng cặn, chế độ đưa cặn mới vào và tháo cặn đã lên men ra khỏi bể.

Như chúng ta đã biết, làm nóng cặn có thể có nhiều phương pháp khác nhau. Khi dùng nước và hơi nóng, thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống cho hiệu suất không cao, do đó chỉ sử dụng cho bể metan loại nhỏ. Thông thường người ta dùng thiết bị trao đổi nhiệt dạng ống xoắn, hiệu suất truyền nhiệt cao hơn nhiều so với dạng ống thường. Hơi nóng với nhiệt độ $100 - 112^{\circ}\text{C}$ đưa vào bể và khuấy trộn đều bằng máy bơm hoặc bằng ejector phun. Loại dùng ejector phun hơi nóng bố trí ở trong phòng điều khiển. Thông thường người ta dùng cặn trong bể metan để làm chất lỏng kỹ thuật cho ejector và đưa hỗn hợp chất lỏng cùng với hơi nóng trở lại bể metan. Bằng cách đó cặn đồng thời được khuấy trộn đều.

Làm nóng cặn ở nhiệt độ $70 - 80^{\circ}\text{C}$ các trứng giun sán trong cặn sẽ bị chết, và đó là điều kiện cần thiết phải đạt được trong quá trình xử lý bùn cặn.

Lượng nhiệt dùng để cấp cho bể metan bao gồm nhiệt tiêu hao để làm nóng cặn đến nhiệt độ cần thiết, lượng nhiệt bổ sung do tổn thất nhiệt qua thành và đáy bể, cũng như do thoát ra ngoài cùng với khí đốt.

Lượng nhiệt cần thiết dùng để làm nóng cặn tươi được xác định theo công thức:

$$D = Q_{bc} (T - T_0) , \quad (13.19)$$

trong đó: Q_{bc} - lưu lượng cặn, l/h;

T - nhiệt độ tính toán trong bể metan, $^{\circ}\text{C}$;

T_0 - nhiệt độ của cặn đầu vào, $^{\circ}\text{C}$.

Tổn thất nhiệt qua thành và đáy bể xác định bằng tính toán kỹ thuật nhiệt riêng biệt. Trong tính toán sơ bộ có thể lấy bằng 10% lượng nhiệt cần thiết để làm nóng cặn.

Lượng chất khô theo cặn O_k (t/ngày) và theo bùn hoạt tính N_k (t/ngày). xác định theo công thức sau:

$$O_k = \frac{CEK}{1000.1000} \cdot Q \quad (13.20)$$

$$N_k = \frac{C(1-E)n - X_{ra}}{1000.1000} \cdot Q \quad (13.21)$$

trong đó: C - hàm lượng các chất lơ lửng trong nước thải đầu vào, mg/l;
 E - hiệu suất lắng tính theo tỉ lệ đơn vị (ở bể lắng đợt I);
 K - hệ số có tính đến thể tích bùn tăng lên do những hạt thô không được thống kê khi xét nghiệm mẫu bùn, thường lấy 1.1 - 1.2;
 Q - lưu lượng trung bình nước thải đi xử lý, m³/ngày;
 n - hệ số có tính đến sự tăng không đều của bùn hoạt tính, lấy bằng 1.15 - 1.25;
 X_{ra} - lượng bùn hoạt tính còn lại trong nước đầu ra (theo dòng chảy, xả vào nguồn tiếp nhận, mg/l.

Lượng các chất không tro của cặn O_{kt} (t/ngày) và bùn hoạt tính N_{kt} (t/ngày) xác định theo công thức:

$$O_{kt} = \frac{O_k(100 - B_r)(100 - Z_c)}{100.100} \quad (13.22)$$

$$N_{kt} = \frac{N_k(100 - B'_r)(100 - Z_c)}{100.100} \quad (13.23)$$

trong đó: B_r và B'_r - độ hút ẩm của cặn tươi và bùn hoạt tính (%) trung bình lấy 5 - 6%;

Z_c và Z_b - độ tro của các chất khí của cặn tươi và bùn hoạt tính (%), lấy trung bình tương ứng bằng 27 và 25%.

Lượng cặn tươi V_c (m³/ngày) và lượng bùn hoạt tính dư V_b (m³/ngày), có thể xác định theo công thức sau:

$$V_c = \frac{100.O_k}{(100 - W_c)\rho_c} \quad (13.24)$$

$$V_b = \frac{100.N_k}{(100 - W_b)\rho_b} \quad (13.25)$$

trong đó: W_c - độ ẩm của cặn (%) dao động trong khoảng 95 - 93%;

W_b - độ ẩm của bùn hoạt tính đã được cô đặc (%) lấy bằng 96,5 - 97,5%;

ρ_b - khối lượng riêng của bùn, lấy bằng 1;

ρ_c - khối lượng riêng của cặn, lấy bằng 1.

Lượng tổng cộng của cặn và bùn là:

- Theo các chất khô (t/ngày):

$$M_k = O_k + N_k . \quad (13.26)$$

- Theo các chất không tro (t/ngày):

$$M_{kt} = O_{kt} + N_{kt} . \quad (13.27)$$

- Theo hỗn hợp với độ ẩm thực tế:

$$M = V_c + V_b . \quad (13.28)$$

Độ ẩm trung bình của hỗn hợp (%) có thể xác định theo công thức:

$$B_{tb} = 100 \left(1 - \frac{O_k + N_k}{V_c + V_b} \right) . \quad (13.29)$$

Độ tro trung bình của các chất khô của hỗn hợp (%):

$$Z_{hh} = 100 \left[1 - \frac{O_{kt} + N_{kt}}{O_{kt}(100 - B_r)100 + N_{kt}(100 - B'_r)100} \right] . \quad (13.30)$$

Thể tích của bể metan (m^3) xác định phụ thuộc vào độ ẩm thực tế của cặn (hoặc hỗn hợp cặn tươi và bùn hoạt tính dư) theo công thức:

$$W = \frac{M \cdot 100}{d} , \quad (13.31)$$

trong đó: M - lượng bùn tổng cộng đưa vào bể metan trong ngày
(công thức 13.28), m^3 ;

d - sức tải cặn của bể, %, có thể lấy theo bảng 13.8.

Nếu trong cặn có chứa các chất hoạt tính bề mặt với hàm lượng vượt quá 11 - 13 mg/g chất khô khi lên men ở điều kiện ấm và 6 - 7 mg/g chất khô khi lên men ở điều kiện nóng, thì sức tải cặn của bể metan có thể tính theo công thức:

$$d = \frac{10 \cdot q}{C_{ht}(100 - B)} , \quad (13.32)$$

trong đó: q - tải trọng giới hạn cho phép theo các chất hoạt tính bề mặt, đối với sulfurat Arkil là 40 g/m^3 , đối với Anio mềm và trung bình $\sim 85 \text{ g/m}^3$ thể tích công tác của bể trong ngày;

C_{ht} - hàm lượng chất hoạt tính của cặn đưa vào bể, %;

B - độ ẩm của cặn đưa vào bể, %.

Mức độ tách khí gas khi lên men bùn cặn được xác định từ phương trình (13.16). Như vậy để tính toán bể metan cần biết về thành phần tính chất của bùn cặn. Trong trường hợp không có các số liệu cho trước về thành phần hóa học, có thể tạm lấy như sau: đối với cặn từ bể lắng đợt I (cặn tươi): $a_c = 53\%$; còn đối với bùn hoạt tính dư $a_b = 44\%$.

Trị số a đối với hỗn hợp cặn tươi và bùn hoạt tính dư có thể xác định như sau:

$$a_{hh} = \frac{(a_c \cdot O_{kt} + a_b \cdot N_{kt})}{M_{kt}} \quad (13.33)$$

13.2.4. Ổn định hiếu khí bùn cặn

Ổn định hiếu khí bùn cặn thực chất là quá trình làm thoáng kéo dài bằng oxy không khí hoặc bằng oxy kỹ thuật. Quá trình này đơn giản hơn quá trình lên men kỵ khí về xây dựng, quản lý và cũng dễ dàng tự động hóa hơn.

Quá trình ổn định hiếu khí bao gồm các giai đoạn phát triển vi sinh có sức sống mạnh và quá trình hô hấp nội bào để oxy hóa các chất hữu cơ chứa trong các tế bào của các vi khuẩn kém hoạt động để biến thành khí CO_2 , nước, NH_4^+ và NH_3 , tiếp tục bị oxy hóa thành nitrit và nitrat. Lượng chất hữu cơ giảm và cặn trở nên ổn định.

Ổn định hiếu khí có những ưu điểm so với ổn định kỵ khí (xử lý trong bể metan):

- Cặn ổn định, không mùi.
- Vốn đầu tư và quản lý rẻ hơn.
- Cặn dễ ráo nước ở công đoạn làm khô, đặc biệt khi dùng phương pháp phơi khô trên sân phơi bùn.
- Lượng cặn hữu cơ giảm tương đương so với ở bể metan, nước gạn ra từ cặn có hàm lượng BOD và SS ít hơn.

Tuy nhiên, nó có khuyết điểm là: tốn năng lượng để chạy máy thổi khí nên chỉ thích hợp với công suất nhỏ và vừa; không thu được khí metan để làm nhiên liệu đốt.

Ổn định hiếu khí có thể thực hiện ở cả chế độ ấm và chế độ nóng.

Ở chế độ ấm (10 - 43°C), quá trình ổn định đã được nghiên cứu khá đầy đủ về mặt lý thuyết, thực nghiệm và quản lý. Đặc biệt hợp lý trong điều kiện trạm xử lý chỉ tạo ra mỗi một loại cặn là bùn hoạt tính (trường hợp công suất nhỏ.

nồng độ nhiễm bẩn không cao có thể bỏ qua bể lắng đợt I trong dây chuyền công nghệ).

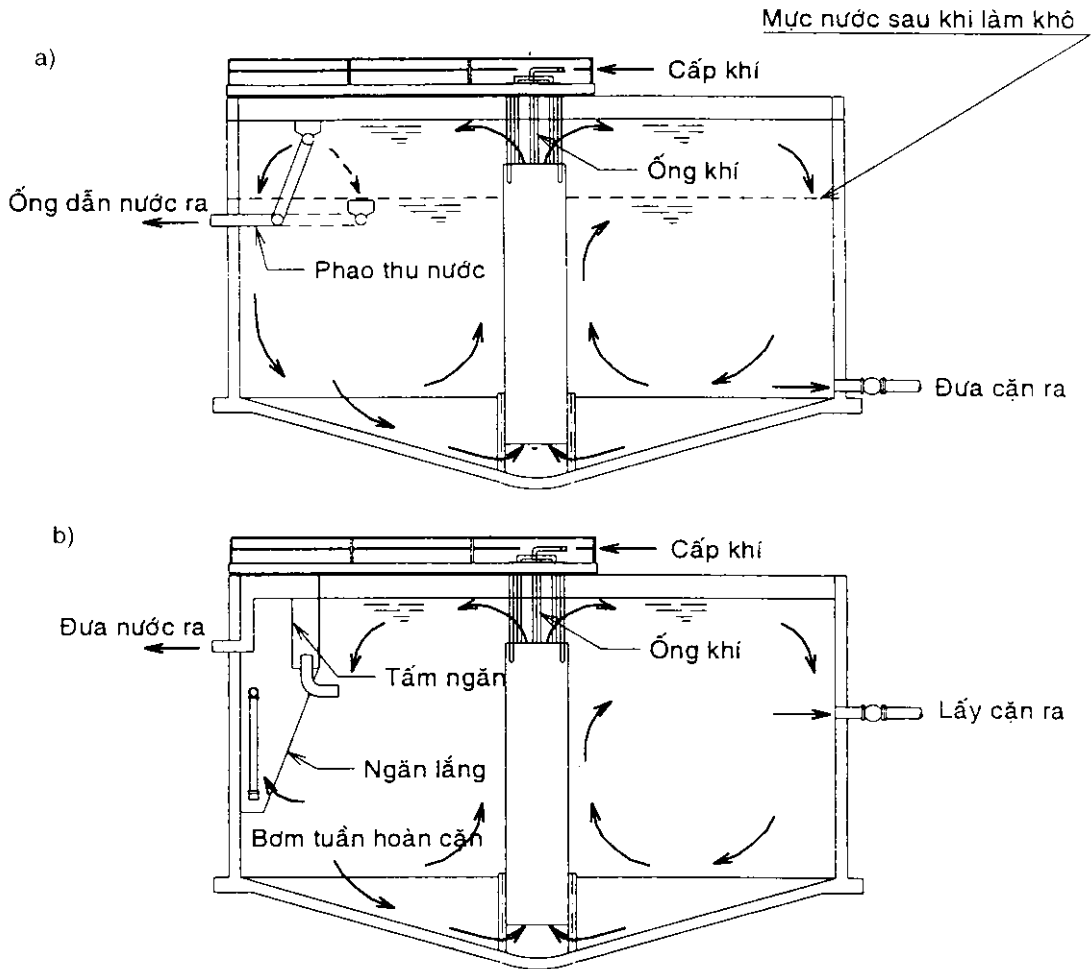
Biện pháp kỹ thuật này cũng có thể sử dụng đối với những trạm xử lý công suất lớn, khi đó cặn từ bể lắng đợt I cho lên men kỵ khí ở bể metan, còn bùn hoạt tính dư cho ổn định hiếu khí. Làm như vậy sẽ giảm được thể tích của bể metan và sử dụng được triệt để năng lượng của khí gas tách ra trong quá trình lên men cặn tươi. Trường hợp sử dụng biện pháp ổn định hiếu khí để xử lý hỗn hợp cặn và bùn hoạt tính dư thì cần có thêm những lập luận kinh tế kỹ thuật thích đáng.

Ổn định hiếu khí bùn cặn được tiến hành trong các bể kiểu aeroten thông thường kết hợp cùng với bể lắng (xem hình 13.15). Thiết bị sục khí và khuấy trộn cặn dùng thiết bị kiểu bơm airlift đặt ở tâm bể, có thể dùng thiết bị cơ khí làm thoáng bề mặt. Bể có thể thiết kế để làm việc liên tục hoặc làm việc theo mẻ kế tiếp. Bể làm việc liên tục bên trong phải có ngăn lắng và bơm tuần hoàn. Bể làm việc theo mẻ phải có ít nhất là hai ngăn để có thời gian lắng và tháo nước ở một ngăn, ngăn còn lại vẫn bổ sung nước bình thường. Hệ thống tháo nước bề mặt thiết kế như ở bể aeroten làm việc theo mẻ kế tiếp.

Thông số thiết kế bể ổn định hiếu khí bùn cặn có thể chọn theo bảng 13.10.

Bảng 13.10. Thông số thiết kế bể ổn định hiếu khí bùn cặn nước thải

TT	Tên thông số	Giá trị	Đơn vị đo
1	Thời gian lưu nước trong bể ở 20°C		
	+ Bùn hoạt tính của bể aeroten	10 - 15	ngày
	+ Bùn của bể làm thoáng kéo dài	12 - 15	ngày
	+ Cặn của bể lắng đợt I + bùn của bể lắng đợt II	15 - 20	ngày
2	Tải trọng cặn trên đơn vị thể tích của bể tính theo cặn hữu cơ	1,6 - 4,8	kg/m ³ .ngày
3	Lượng oxy cần cấp		kg/kg cặn HC bị phân hủy
	+ Khi ổn định bùn hoạt tính + Khi ổn định hỗn hợp cặn tươi và bùn hoạt tính	2,3 1,6 - 1,9	kg/kg cặn hữu cơ bị phân hủy
4	Năng lượng khuấy trộn		
	+ Thiết bị cơ khí làm thoáng bề mặt + Bơm airlift	18,7 - 39,4 20 - 40	kW/1000m ³ m ³ khí/1000 m ³ dung dịch cặn tròn 1 phút
5	Lượng oxy hòa tan cần duy trì trong hỗn hợp	1 - 2	mg/l
6	Lượng cặn hữu cơ bị phân hủy trong bể	40 - 50	%



Hình 13.15. Sơ đồ bể ổn định hiếu khí

a) Làm việc theo mẻ; b) Làm việc liên tục.

Thể tích bể xác định theo thời gian lưu nước và tải trọng thể tích cặn hữu cơ hoặc tính theo công thức sau:

$$V = \frac{Q_C (X_C + Y S_C)}{X \left(K_d P + \frac{1}{\theta_c} \right)}, \quad (13.34)$$

trong đó: V - thể tích của bể, m^3 ;

Q_C - lưu lượng trung bình của hỗn hợp cặn vào bể, $m^3/ngày$;

X_C - nồng độ cặn trong hỗn hợp vào bể, mg/l ;

Y - tỉ lệ cặn tươi trong hỗn hợp cặn trong bể (theo số thập phân);

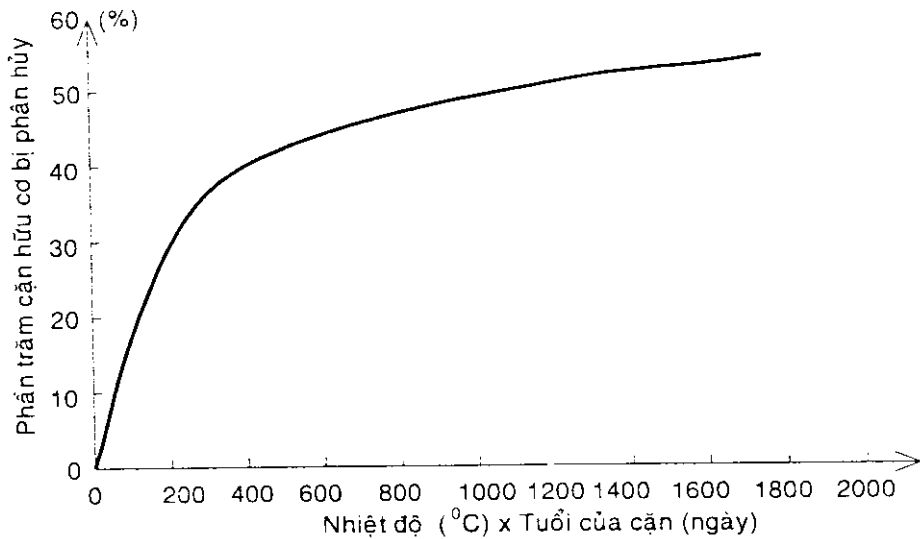
S_C - nồng độ BOD_5 trong dung dịch cặn tươi, mg/l ;

X - nồng độ cặn trong bể ổn định hiếu khí, mg/l ;

K_d - hằng số phân hủy (l/ngày) thường từ 0,05 đến 0,07;

P - tỉ lệ cặn hữu cơ trong cặn ở bể nén bùn (theo số thập phân);

θ_c - tuổi của cặn hay thời gian lưu cặn trong hệ thống (ngày) phụ thuộc vào nhiệt độ nước và số phần trăm lượng cặn hữu cơ sẽ bị phân hủy, có thể tra theo biểu đồ hình 13.16.



Hình 13.16. Biểu đồ biểu diễn sự phụ thuộc của % chất hữu cơ bị phân hủy trong bể ổn định hiếu khí vào nhiệt độ và tuổi của bùn

Quá trình ổn định hiếu khí thường kéo dài 7 - 10 ngày, với hỗn hợp cặn 10 - 12 ngày. Lượng khí cần cấp tính bình quân 150 - 240 m³/m³ bùn hoạt tính và 240 - 430 m³/m³ hỗn hợp cặn.

Ổn định hiếu khí ở chế độ ấm đảm bảo vô trùng, ví dụ, loại bỏ vi trùng coli tới 95%. Tuy nhiên trứng giun sán còn chưa bị tiêu diệt, do đó bùn cặn xử lý bằng ổn định hiếu khí trong điều kiện ấm cần phải khử kí sinh trùng trước khi đưa đi sử dụng.

Nếu ổn định hiếu khí trong điều kiện ấm đã được nghiên cứu kỹ về mặt lý thuyết, thực nghiệm và quản lý thì ổn định hiếu khí trong điều kiện nóng (43 - 70°C) còn là mới mẻ.

Theo kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả cho thấy rằng so sánh với ổn định hiếu khí ở chế độ ấm, ổn định hiếu khí ở chế độ nóng có những ưu điểm sau:

- Quá trình diễn ra ổn định.
- Quá trình có thể ở thể tự cấp nhiệt nếu nồng độ chất hữu cơ trên 30% tính theo chất không tro.

- Đạt hiệu quả cao khi dùng nguồn oxy là oxy kỹ thuật. Trong trường hợp đó tốc độ của quá trình tăng lên 2 - 3 lần.
- Sản phẩm vô trùng và giữ được các thành phần phân bón.

Tuy nhiên, thông thường bùn cặn có độ ẩm cao, nồng độ chất hữu cơ dưới 30%, năng lượng do các phản ứng phân hủy không đủ cấp cho quá trình ổn định hiếu khí ở chế độ nóng, nên thường phải bổ sung thêm nhiệt từ bên ngoài vào.

Nhiệt độ càng cao thì quá trình diễn ra càng mạnh, song với nhiệt độ lớn hơn 43°C thì cần có biện pháp làm cho các vi sinh thích nghi dần với điều kiện tăng cường nhiệt độ.

13.2.5. Làm khô cặn trên sân phơi bùn

Biện pháp khử nước cho bùn cặn nước thải được áp dụng rộng rãi hơn cả là làm khô trên sân phơi tự nhiên.

Sân phơi bùn là một khu đất xốp có mặt bằng hình chữ nhật dễ thấm nước, xung quanh xây bờ chắn (xem hình 13.17). Cặn từ bể lắng đợt I, bùn hoạt tính dư từ bể lắng đợt II hay cặn đã lên men từ bể lắng hai vò, bể tự hoại, bể metan,... đưa tới sân phơi từng đợt rải thành lớp không dày lắm. Theo số liệu quản lý của các trạm xử lý nước thải của Liên Xô cũ cho thấy rằng: độ ẩm của cặn từ bể lắng đợt I: 93,5 - 95%; từ bể lắng hai vò: 90%; từ bể metan: 96,2% - 97%. Sau khi đã làm khô ở sân phơi bùn, cặn có độ ẩm đạt 75% hay thấp hơn nữa, thể tích giảm xuống 2 - 5 lần /23/.

Công dụng của sân phơi bùn là giảm thể tích và khối lượng của cặn để sử dụng làm phân bón. Độ ẩm của cặn được giảm xuống là do một phần nước bốc hơi và phần khác ngấm xuống đất. Thể tích của bùn sau khi làm khô có thể xác định theo công thức:

$$W_2 = \frac{W_1 (100 - P_1)}{(100 - P_2)}, m^3, \quad (13.35)$$

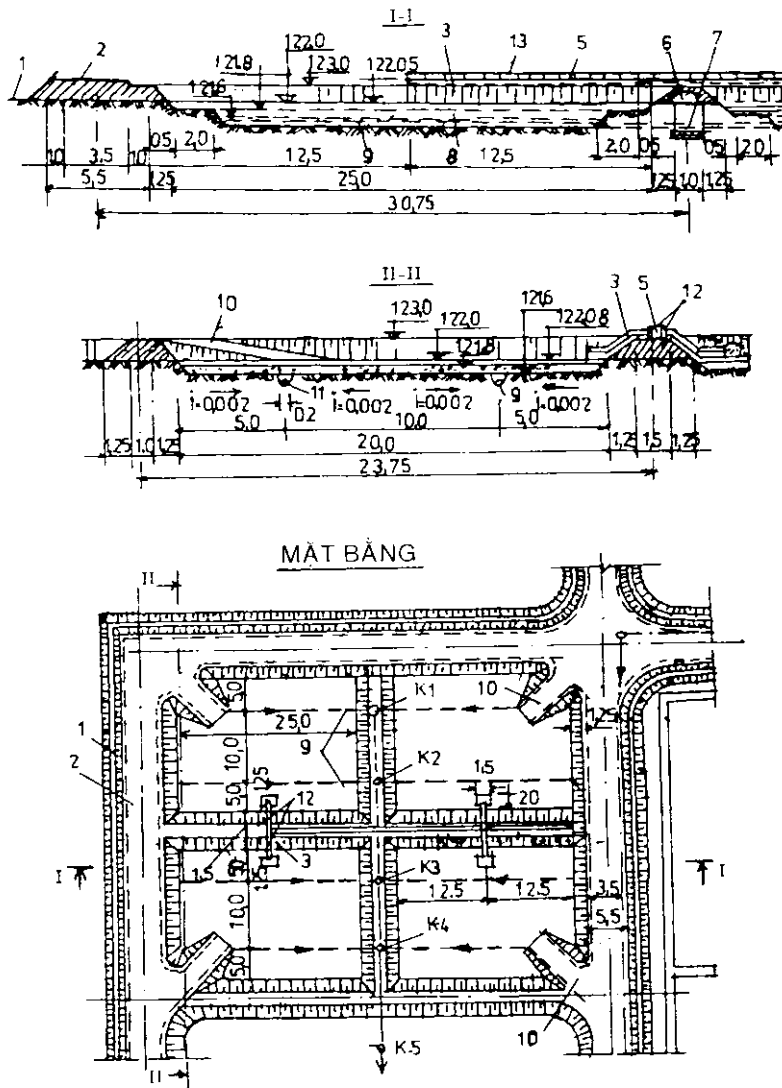
trong đó: W_1 - thể tích của bùn cặn đầu vào, m^3 ;

P_1 - độ ẩm của bùn cặn đầu vào, %;

P_2 - độ ẩm của bùn cặn sau khi đã làm khô trên sân phơi bùn, %.

Trường hợp không có đất xốp (cát, á cát) mà phải làm sân phơi bùn trên lớp đất sét thì nhất thiết phải xây dựng hệ thống tiêu nước ở dưới nền sân. Sân

phoi bùn trên nền đất xốp cũng làm hệ thống tiêu nước nếu mực nước ngầm thấp hơn 1.5m (tính từ mặt đất).



Hình 13.17. Sân phoi bùn trên nền tự nhiên

- 1- Kênh tiêu nước; 2- Đường đi; 3- Máng xối; 4- Tấm đỡ dưới máng xối; 5- Máng dẫn bùn; 6- Giếng tiêu nước; 7, 9- Ống tiêu nước; 8- Lớp lọc; 10- Lối xuống sân phoi; 11- Máng tiêu nước bùn; 12- Máng xối; 13- Thành đỡ máng dẫn bùn.

Hệ thống tiêu nước gồm những ống đục lỗ đặt trong các hào cấp phối đá dăm hay cuội sỏi cỡ hạt 2 - 6 cm. Khoảng cách giữa các hào 6 - 8m, độ sâu ban đầu 0.6m và độ dốc 0.003.

Nước từ sân phoi bùn, nếu không thể ép thấm xuống đất ở phía dưới được thì phải thu lại dẫn đổ về các công trình xử lý (ví dụ dẫn về máng trước bể lắng đợt I). Lượng nước tiêu vào khoảng 0,1% tổng lưu lượng nước thải.

Chiều cao tường chắn của sân phơi bùn lấy bằng 1,5m; chiều rộng mặt trên không nhỏ hơn 0,7m. Độ dốc máng phân phối bùn (kích thước máng 30 × 30, 40 × 40cm) là 0,01. Khoảng cách giữa các cửa xả lấy khoảng 20 - 40 m.

Nếu sân phơi bùn lớn thì việc thu dọn bùn sau khi làm khô nên được tiến hành bằng cơ giới. Để thuận tiện cho việc vận chuyển thì các tuyến đường trục chính của bờ chắn làm rộng 3,5m (một làn ô tô) và góc quay $R > 8$ m.

Sân phơi bùn làm thành nhiều ô, chiều rộng lấy vào khoảng 20 m, chiều dài 100 - 150m, số lượng ô không nhỏ hơn 3.

Diện tích làm đường ô tô và các bờ chắn chiếm khoảng 20 - 25% tổng diện tích hữu ích của sân phơi.

Diện tích hữu ích của sân phơi bùn xác định theo công thức:

$$S = \frac{V_b}{K} \quad (13.36)$$

trong đó: V_b - thể tích của bùn cần đưa đi làm khô, m^3 /năm;

K - tải trọng bề mặt của sân phơi bùn, $m^3/(m^2.năm)$.

Tải trọng thể tích lên diện tích sân phơi K lấy phụ thuộc vào thành phần của bùn, khả năng thấm của nền phơi và các điều kiện địa phương như khả năng bốc hơi, lượng mưa, độ ẩm,...

Hiện nay chưa có các số liệu để xác định tải trọng bề mặt sân phơi. Để tính toán có thể tham khảo số liệu ở bảng 13.11.

Ở nước ta tuy nhiệt độ cao, nhưng lại có mưa nhiều và độ ẩm lớn, do đó việc sử dụng sân phơi bùn trên nền tự nhiên cũng gặp khó khăn. Ở nước ngoài đối với những vùng mưa nhiều, người ta thường xây dựng các sân phơi bùn có mái che bằng kính (tải trọng lên tới $10 m^3/m^2.năm$) hoặc các sân phơi bùn trên nền atphan bê tông (tải trọng đến 4 - 5 $m^3/m^2.năm$).

Bảng 13.11. Tải trọng bề mặt sân phơi bùn

Loại bùn cần	Sân phơi trên nền tự nhiên		Sân phơi trên nền nhân tạo (có hệ thống tiêu nước)
	Loại đất		
	Á cát	Cát	
Từ bể lắng đợt I và bể lắng đợt II	1,0	1,5	1,5
Từ bể lắng hai vỏ	1,5	2,0	2,5
Từ bể metan	2,5	3,5	5

Sân phơi bùn trên nền bê tông atphan có đáy không thấm nước. cứ cách nhau 10 m bố trí một mương tiêu nước với chiều rộng 1.0m; chiều dài 15m; độ dốc $i = 0,02$. Mương được cấp phối đá dăm hay cuội sỏi với cỡ hạt 4 - 8cm. Đáy làm dốc $i = 0,02$ nghiêng về mương tiêu nước. Bùn được làm khô với thời gian 4 - 10 ngày.

Ở Liên Xô cũ người ta còn xây dựng sân phơi bùn trên nền không thấm nước với hệ thống tiêu nước ở nhiều mức nhờ các cánh phai, tải trọng lên diện tích tới $10 \text{ m}^3/\text{m}^2$.năm. Loại sân phơi bùn này làm bằng các tấm bê tông cốt thép đúc sẵn, chiều cao khoảng 2,4m; đáy sân cũng làm bằng bê tông. Sân được làm thành nhiều ô, chiều rộng 9 - 18m, chiều dài 36 - 66 m, chiều cao xả nước bùn 2.0m.

Nước bùn theo máng dẫn phân phối về các ô, sau khi lắng tĩnh (sân phơi không làm hệ thống tiêu nước ở đáy) nước tràn qua bậc cửa của cánh phai vào mương thu, từ đó dùng máy bơm bơm đổ về trước trạm xử lý. Bậc cửa của các cánh phai có thể bố trí ở các mức khác nhau tùy thuộc vào yêu cầu tiêu nước cho sân phơi, và như vậy hoàn toàn có thể điều chỉnh mức nước cần tiêu ở trong sân phơi.

Đoạn đầu của đáy sân phơi thường làm dốc $i = 0,17$ để ô tô hay máy xúc ra vào sân được thuận tiện. Ngoài ra cũng có thể dùng hố bùn nhiều ngăn để làm khô cặn, chiều sâu của hố khoảng 2 - 3 m, tải trọng 2 - 3 m^3/m^2 .năm.

13.2.6. Làm khô cặn bằng lọc chân không

Đối với những trạm xử lý lớn làm khô cặn trên sân phơi bùn đòi hỏi một diện tích ít khi đáp ứng được. Để giảm bớt diện tích đất đai xây dựng sân phơi bùn, có thể ứng dụng phương pháp làm khô cơ học. Phương pháp làm khô bằng cơ học có thể thực hiện bằng lọc chân không, quay ly tâm, lọc ép,...

Cặn trước khi đưa tới bể lọc chân không cần có một số động tác xử lý sơ bộ. Theo tài liệu của nước ngoài, sức kháng của hỗn hợp bùn và cặn đã lên men trong điều kiện nóng từ $3953 \cdot 10^{10}$ đến $9500 \cdot 10^{10} \text{ cm/g}$.

Trong khi đó đối với lọc chân không chỉ cho hiệu quả ổn định khi sức kháng đơn vị của cặn không vượt quá $60 \cdot 10^{10} \text{ cm/g}$. Để đạt sức kháng đơn vị này thường đối với cặn đã lên men cần được rửa, nén mịn sơ bộ và bổ sung chất keo tụ. Nước dùng để rửa cặn có thể dùng ngay nước thải đã qua xử lý, khối lượng xác định theo công thức:

$$P = \lg(r \cdot 10^{10}) - 1,8 ,$$

(13.37)

trong đó: r - sức kháng đơn vị của cặn, cm/g;

Nếu không biết trước giá trị r thì giá trị P có thể lấy theo bảng 13.12.

Việc rửa cặn ngoài mục đích tách khỏi cặn những những thành phần chất béo kích thước nhỏ dễ làm bẩn vải lọc, còn nhằm làm giảm độ kiềm của cặn. Cặn cùng nước rửa được xáo đều ở trong bể trộn với thời gian 6 - 10 phút bằng không khí nén ($0,5 \text{ m}^3$ cho 1 m^3 hỗn hợp nước và cặn). Sau khi rửa, cặn được nén ở bể lắng trọng lực với thời gian 10 - 18h. Nước ra khỏi bể nén bùn, có nồng độ 500 - 600mg/l đưa tới bể lắng đợt I, còn bùn cặn được giảm độ ẩm xuống từ 97 - 97,5% đến 95% sẽ đưa đi xử lý bằng hóa học.

Hóa chất có thể dùng dung dịch 10% FeCl_3 và Ca(OH)_2 dưới dạng sữa vôi 10%. Khi có Ca(OH)_2 thì quá trình phân hủy FeCl_3 tạo thành bông cặn Fe(OH)_3 . Trong khi đó các hạt cặn sẽ liên kết với bông cặn oxit sắt và làm thay đổi hình dạng, trọng lượng riêng và khả năng lắng tốt hơn.

Quá trình xử lý sơ bộ như vậy làm cho sức kháng của cặn giảm xuống rất nhiều lần và cặn được tách ra khỏi cặn dễ dàng hơn.

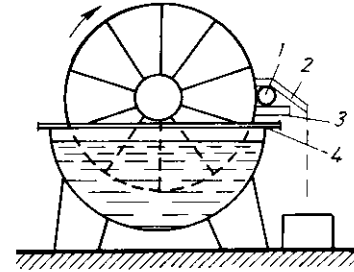
Bảng 13.12. Số liệu dùng để xác định thiết bị lọc chân không

Đặc tính của cặn đưa đi xử lý	Lượng nước dùng để rửa 1 m^3 hỗn hợp (m^3) (P)	Lượng hóa chất (% chất khô)		Khả năng chuyển tải của thiết bị lọc chân không ($\text{kg}/\text{m}^2\text{h}$)	Độ ẩm của cặn đã xử lý (%)
		FeCl_3	CaO		
Cặn từ bể lắng đợt I (đã lên men)	1 - 1,5	3 - 4	6 - 10	25 - 35	75 - 77
Hỗn hợp cặn tươi và bùn hoạt tính (đã lên men trong chế độ ấm)	2 - 3	4 - 6	10 - 15	20 - 25	78 - 80
Hỗn hợp cặn tươi và bùn hoạt tính (đã lên men ở chế độ nóng)	3 - 4	4 - 6	10 - 15	17 - 22	78 - 80
Cặn tươi từ bể lắng đợt I	-	2,0 - 3,5	6 - 9	30 - 40	72 - 75
Hỗn hợp cặn tươi và bùn hoạt tính đã lên men	-	3 - 5	9 - 13	20 - 30	75 - 80
Bùn hoạt tính đã được nén bùn	-	6 - 9	17 - 15	8 - 12	85 - 87

Lượng hóa chất tính theo % lấy phụ thuộc vào đặc tính của cặn. Người ta đưa hóa chất vào cặn trước khi đưa cặn tới bể lọc chân không.

Thiết bị lọc chân không là một khung trụ quay bằng thép đặt nằm ngang, bên ngoài bọc tấm vải thô thấm lọc (xem hình 13.18). Trụ quay đặt ngập trong thùng chứa cặn khoảng 1/3 đường kính.

Khi trụ quay và máy bơm chân không làm việc, cặn bị ép vào vải lọc với lớp dày khoảng 10 - 12 cm. Khi mặt tiếp xúc với cặn ra khỏi phần ngập, thì dưới tác động của chân không nước được rút khỏi cặn. Nhờ bản dao đặc biệt gắn ở khung sườn ngoài sẽ cạo sạch cặn ra khỏi bề mặt vải lọc.

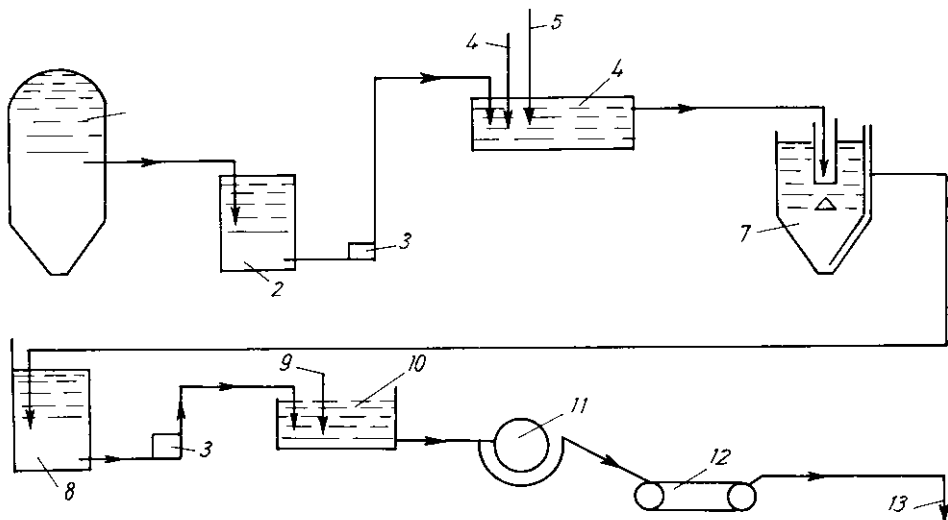


Hình 13.18. Sơ đồ lọc chân không

- 1- Trụ lăn; 2- Bản dao; 3- Trụ lăn căng;
4- Trụ lăn dẫn hướng.

Diện tích bề mặt của vải lọc chân không khoảng 5 - 40 m². Tốc độ quay trung bình lấy bằng 1 vòng /phút, công suất 17 - 25 kg/m²h, độ ẩm đạt 78 - 80%.

Giá trị chân không 400 - 500 mm cột thủy ngân đối với cặn từ bể lắng đợt I và 250 - 350 đối với bùn hoạt tính dư. Số lượng không khí hút đi là 0,6 - 0,5 m³/m²phút. Để cạo rửa cặn dính ở trụ quay người ta dùng không khí nén với lưu lượng 0,1 m³/phút tính cho 1 m² mặt trụ với áp lực công tác 0,5at.



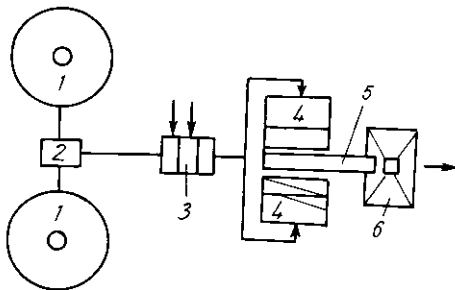
Hình 13.19. Sơ đồ dây chuyền làm khô cặn bằng cơ học

- 1- Bể metan; 2- Bể chứa; 3- Máy bơm; 4- Nước sau bể lắng đợt I; 5- Không khí nén;
6- Rửa cặn; 7- Bể nén bùn; 8- Bể chứa bùn đã nén mịn; 9- Bổ sung chất keo tụ;
10- Ngăn keo tụ; 11- Thiết bị lọc chân không; 12- Băng tải; 13- Đưa bùn đi sấy nhiệt.

Sau một thời gian sử dụng do bề mặt của lớp vải lọc bị cặn bịt kín hay sườn thép bị han gỉ mà công suất lọc của bể lọc chân không bị giảm xuống. Có thể rửa sườn thép và lớp vải lọc với nước cấp 5 l/ph trên 1m² diện tích cần rửa, sau đó dùng dung dịch 10% axit ức chế. Nước đã dùng dẫn xả trước trạm xử lý, còn axit ức chế đưa tới bể chứa để sử dụng cho những lần rửa sau.

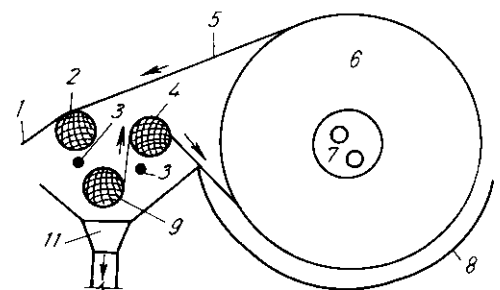
Hình 13.19 trình bày sơ đồ dây chuyền công nghệ làm khô cặn bằng phương pháp cơ học.

Hình 13.20 giới thiệu sơ đồ công nghệ xử lý và làm khô cặn tươi.



Hình 13.20. Sơ đồ công nghệ xử lý và làm khô cặn tươi

1- Bể lắng; 2- Trạm bơm cặn; 3- Bể chứa điều chỉnh lưu lượng cặn và chất keo tụ; 4- Thiết bị lọc chân không có phức hồi vải lọc liên tục; 5- Băng tải; 6- Thùng chứa.



Hình 13.21. Sơ đồ nguyên tắc lọc chân không phức hồi vải lọc liên tục

1- Bàn dao; 2- Trục lăn gỡ cặn; 3- Ống gắn với vòi phun để rửa cặn; 4- Trục lăn trả lại; 5- Vải lọc; 6- Trụ quay dọc; 7- Đầu phân phối; 8- Thùng chứa cặn; 9- Trục lăn cặn; 10- Thải nước rửa; 11- Máng thu nước rửa.

Sơ đồ nguyên tắc bể lọc chân không phức hồi vải lọc liên tục trình bày ở hình 13.21. Khi trụ trống quay thì vải lọc chuyển động quanh các con lăn (2), (4) và (9), cặn được tách khỏi vải lọc nhờ bàn dao (1), đồng thời cũng được rửa cả hai phía bằng không khí nén, nước và axit clohydric dưới áp lực của vòi phun (3).

Tính toán thiết bị lọc chân không bao gồm việc tính toán các thiết bị rửa, nén cặn, hóa chất, số lượng bể lọc cần thiết. Tính toán còn bao gồm cả việc xác định diện tích của bề mặt lọc. Các giá trị cơ bản để tính toán giới thiệu ở bảng 13.9.

Các sơ đồ ở hình 13.20, hình 13.21 được sử dụng rộng rãi trong thực tế, nhưng cũng có nhiều khuyết điểm như: công tác chuẩn bị cặn phức tạp, dùng đến hóa chất đắt tiền và điều chế định lượng khó khăn,... Trong thực tế người còn dùng những phương pháp khác đơn giản hơn và hiệu suất, ví dụ: dùng tác

động nhiệt lên tính chất hóa lý của cặn. Ở một số nước người ta dùng biện pháp xử lý nhiệt trước khi đưa cặn đi làm khô.

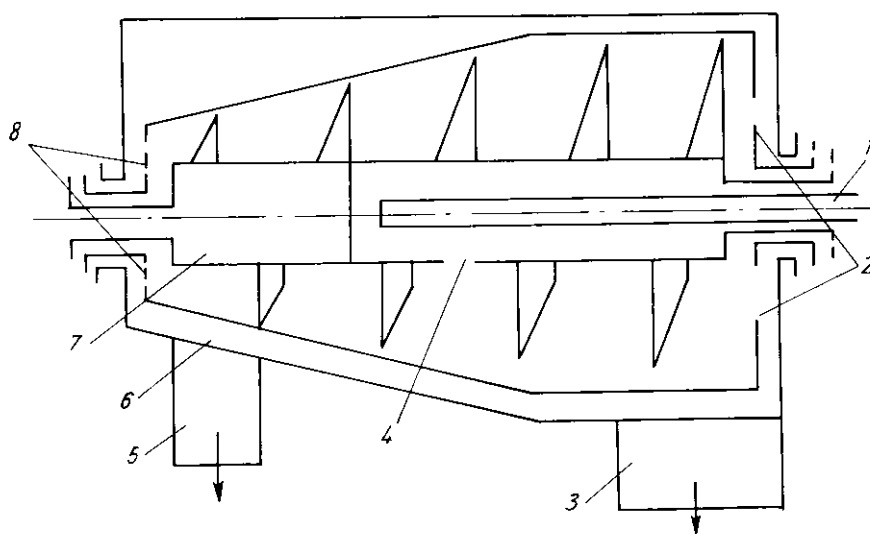
13.2.7. Làm khô cặn bằng quay ly tâm

Làm khô cặn có thể dùng thiết bị quay ly tâm trục gang, có thiết bị xả cặn xoắn ốc kiểu HOFШ. Sơ đồ thiết bị quay ly tâm giới thiệu ở trên hình 13.22. Các bộ phận cơ bản là rôto hình côn (6) và ống "ruột rỗng" (7). Rôto và ống ruột rỗng quay cùng chiều với những tốc độ khác nhau. Dưới tác động của lực ly tâm các phần rắn của cặn va đập vào thành tường của rôto và được dồn lặn tới khe hở và đổ ra thùng chứa bên ngoài. Nước bùn chảy qua khe hở của phía đối diện.

Hiệu suất giữa pha rắn và độ ẩm của cặn phụ thuộc vào đặc tính của cặn ban đầu.

Vì nước bùn có chất lượng thấp (nồng độ chất hữu cơ cao), nên cần thiết phải được tiếp tục xử lý. Nước bùn có thể đưa lên sân phơi bùn và cũng có thể dùng thay thế bùn hoạt tính tuần hoàn lên bể aeroten (không làm kém chất lượng xử lý nước thải).

Khả năng chuyển tải của thiết bị quay ly tâm loại HOFШ không vượt quá $13 \text{ m}^3/\text{h}$ theo lượng cặn ban đầu, nên nó thường dùng để xử lý cặn trên những trạm xử lý công suất $q \leq 40\,000 \text{ m}^3/\text{ngày}$.



Hình 13.22. Sơ đồ thiết bị quay ly tâm loại HOFШ

- 1- Dẫn cặn vào; 2- Khe hở thải nước bùn; 3- Thùng chứa nước bùn;
4- Khe hở đưa cặn vào rôto; 5- Thùng chứa cặn khô; 6- Rôto hình côn; 7- Ống "ruột rỗng";
8- Khe hở xả cặn khô.

Khả năng cho qua tính theo cặn khô của thiết bị quay ly tâm xác định theo công thức:

$$A_k = \frac{10.A(100 - W)\rho.E}{100 - W_k}, \text{ t/h}, \quad (13.38)$$

trong đó: A_k - khả năng cho qua tính theo cặn khô của thiết bị, t/h;

A - khả năng cho qua theo lượng cặn ban đầu, m³/h;

W - độ ẩm của cặn ban đầu, %;

W_k - độ ẩm của cặn khô, %;

ρ - khối lượng riêng của cặn, t/m³;

E - hiệu suất tách cặn, %;

Các giá trị E và W_k có thể tham khảo bảng 13.13.

Lựa chọn thiết bị quay ly tâm cần căn cứ vào khả năng chuyển tải theo lượng cặn ban đầu.

Bảng 13.13

Loại cặn	E (%)	W_k (%)
- Cặn tươi hoặc cặn đã lên men từ bể lắng hai vò	45 - 65	65 - 75
- Hỗn hợp cặn và bùn hoạt tính đã lên men	25 - 40	65 - 75
- Bùn hoạt tính với độ ẩm: 28 - 35%	10 - 15	70 - 80
38 - 42%	15 - 25	65 - 75
44 - 47%	25 - 35	50 - 70

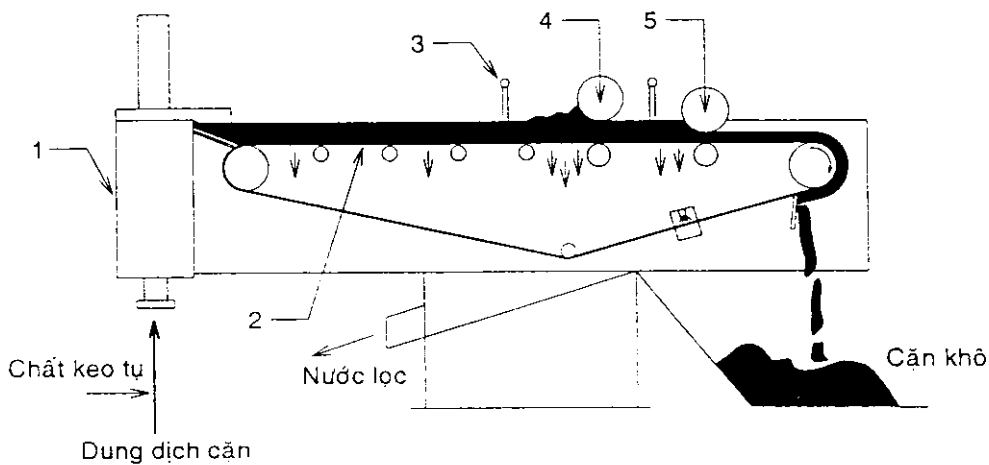
13.2.8. Làm khô cặn bằng lọc ép

Làm khô cặn bằng phương pháp lọc ép được sử dụng rộng rãi bởi tính đơn giản và hiệu quả của nó, đặc biệt là máy lọc ép bằng băng tải.

Hình 13.23 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của một loại máy ép băng tải. Hệ thống lọc ép trên băng tải gồm máy bơm bùn từ bể nén bùn đến thùng hòa trộn chất keo tụ và định lượng cặn (1), hệ thống băng tải và trục ép, thùng đựng và xe vận chuyển cặn khô, bơm nước sạch để rửa băng tải, thùng thu nước lọc và bơm nước lọc về đầu trạm xử lý. Đầu tiên cặn từ thùng định lượng và phân phối (1) đi vào đoạn đầu của băng tải (2) ở đoạn này nước được lọc qua băng tải theo nguyên tắc lọc trọng lực, đi qua cần gạt (3) để san đều cặn trên toàn chiều rộng băng tải. Rồi qua trục ép (4) và (5) có lực ép tăng dần.

Hiệu suất làm khô cặn phụ thuộc vào nhiều thông số như: đặc tính của cặn, hóa chất keo tụ, độ rỗng của băng lọc, tốc độ di chuyển và lực nén của băng tải. Nồng độ cặn sau khi làm khô trên máy lọc ép băng tải đạt được từ 15 - 25%.

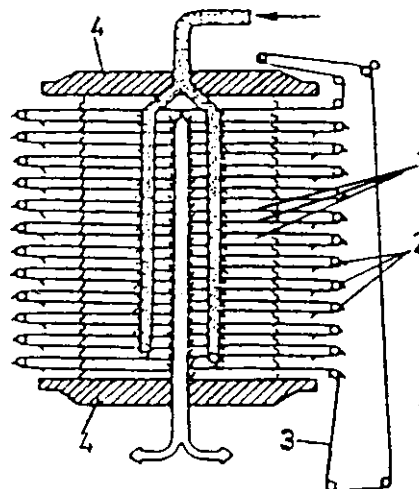
Máy ép băng tải thường có chiều rộng băng từ 0,5 - 3,5m, phổ biến nhất là loại có chiều rộng 1,0m; 1,5 m và 2,0m.



Hình 13.23. Sơ đồ nguyên lý của máy làm khô cặn băng máy lọc ép trên băng tải

Tải trọng trên 1m rộng của băng tải dao động từ 90 đến 680 kg/(m chiều rộng.giây) băng tùy thuộc vào loại cặn và loại máy. Lượng nước được lọc qua băng từ 1.6 đến 6.3 l/(m chiều rộng.giây). Máy lọc ép băng tải nên đặt nơi rộng, thoáng gió để phòng nồng độ H₂S quá mức cho phép.

Hình 13.24 giới thiệu sơ đồ tác động của máy lọc tự động với các buồng kiểu ngang. Thiết bị lọc gồm từ một số tấm lọc và vải lọc căng ở giữa nhờ các trục lăn. Mỗi một tấm lọc gồm có phần trên và phần dưới (xem hình 13.25).



Hình 13.24. Sơ đồ máy lọc ép tự động với các buồng kiểu ngang

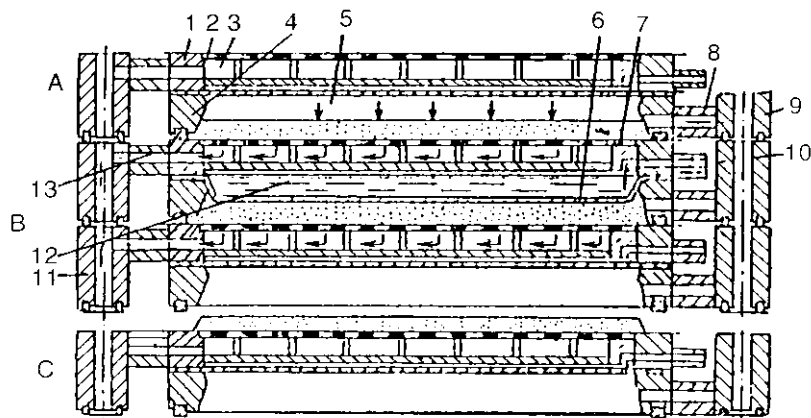
1- Tấm lọc; 2- Trục hướng; 3- Vải lọc;
4- Lớp tấm đỡ.

Phần trên gồm: vải lọc, tấm xếp và ngăn thu nhận nước thấm.

Phần dưới gồm: ngăn chứa cặn.

Giữa phần trên và phần dưới có màng đàn hồi không thấm nước..

Cặn và không khí đưa vào ngăn chứa (5) theo ống (9) (vị trí A). Theo máng (13) nước bùn và không khí xả vào cống (11). Bơm nước vào khoang màng (12) dưới áp lực (vị trí B), màng căng làm ép cặn. Các tấm thấm được tách ra (vị trí C) và vải lọc chuyển vị trí, nhờ bản dao cạo cặn khỏi vải lọc. Vải lọc được rửa và làm sạch trong thiết bị đặc biệt.



Hình 13.25. Ép lọc tự động ngăn kiểu ngang

1- Phần trên tấm lọc; 2- Tấm xốp; 3- Ngăn thu nhận nước bùn; 4- Phần dưới tấm lọc; 5- Ngăn chứa cặn; 6- Màng đàn hồi không thấm nước; 7- Vải lọc; 8, 10, 13 - Máng dẫn; 9- Ống dẫn cặn vào thiết bị; 11- Ống tháo cặn và không khí; 12- Khoang màng không thấm nước.

Thông thường trước khi đưa tới thiết bị lọc ép, cặn được xử lý sơ bộ bằng hóa học với dung dịch 10% FeCl_3 và sữa vôi. Định lượng FeCl_3 - 5%, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - 20% (tính theo các chất không tro của cặn).

Làm khô cặn ở thiết bị lọc ép đạt độ ẩm tới 70 - 75%, khả năng cho qua của thiết bị tính theo chất không tro lấy bằng 20 - 25kg/(m².h) với áp lực 0.2 at.

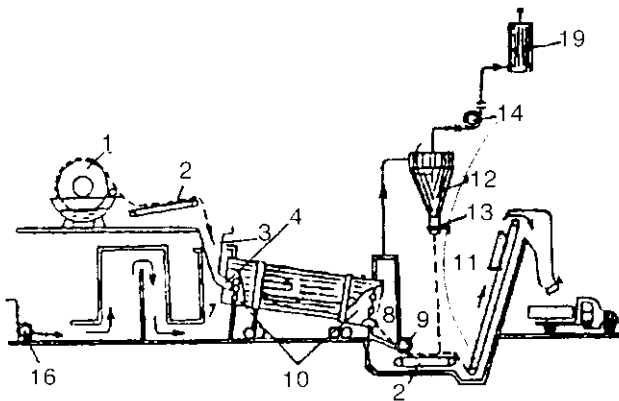
13.2.9. Làm khô cặn bằng phương pháp nhiệt

Phương pháp làm khô cặn bằng cơ học đã trình bày ở trên có thể giảm độ ẩm của cặn xống 65 - 80%, muốn tiếp tục giảm độ ẩm xuống thấp hơn nữa, ví dụ đạt tới 30 - 35% thì cần dùng phương pháp sấy nhiệt.

Phương pháp sấy nhiệt có thể dùng để xử lý cặn khô (đã xử lý bằng cơ học) hoặc trực tiếp cho cặn ướt (cặn chưa được làm khô).

Để sấy cặn người ta dùng các loại lò sấy khác nhau: trục ngang, dạng màng, dạng khí nén, dạng cán và với lớp cặn lơ lửng. Trong tất cả các dạng lò sấy (trừ dạng cán) đều sử dụng biện pháp sấy mà trong đó năng lượng cần thiết để làm bay hơi nước được chuyển cho cặn nhờ chất dẫn nhiệt. Chất dẫn nhiệt thường là khí gas với nhiệt độ từ 500 đến 800°C.

Giá trị cơ bản để tính toán lò sấy là khối lượng cặn bay hơi phụ thuộc vào loại lò sấy, vật liệu, nhiệt độ và nhiều yếu tố khác.



Hình 13.26. Sơ đồ công nghệ của quá trình sấy khô cặn bằng phương pháp nhiệt

- 1- Lọc chân không; 2- Băng tải để vận chuyển bùn cặn; 3- Búnke tiếp nhận; 4- Guồng xoắn; 5- Trụ tròn; 6- Lò sấy (đốt); 7- Ngăn đưa cặn vào; 8- Ngăn đưa cặn ra; 9, 13- Van chặn; 10- Vận chuyển; 11- Băng nâng; 12- Xi-clon; 14- Quạt hút khí; 15- Thiết bị lọc khí; 16- Quạt thổi khí.

Việc sấy nhiệt cho cặn ướt sử dụng rất hạn chế, chỉ trong trường hợp lượng cặn không nhiều và nhằm đảm bảo các thành phần phụ gia cho thức ăn gia súc. Khi đó có thể dùng loại lò sấy với lớp cặn lơ lửng ở nhiệt độ 250°C.

Ngoài ra để sấy bùn cặn nước thải, người ta cũng còn dùng biện pháp thiêu đốt cặn ở lò đốt nhiều bậc (ví dụ như ở Mỹ, Đức, Nhật,...) và ở lò đốt bằng buồng phản ứng (ví dụ như ở Pháp, Mỹ, Nhật, Thụy Sĩ....).

Sơ đồ công nghệ của quá trình sấy khô bằng phương pháp nhiệt giới thiệu ở hình 13.26.

13.2.10. Mạng lưới ống dẫn khí

Khí gas được tách ra ở bể metan có độ ẩm rất cao và có khả năng ăn mòn lớn. Vì khí tách ra không đều theo thời gian lên men, nên ở cuối những nhánh cụt của mạng lưới dẫn khí người ta thường đặt các bình gas để điều chỉnh lưu lượng và áp lực trong mạng lưới.

Mạng lưới dẫn khí làm bằng ống thép có phủ lớp chống ăn mòn, được đặt sâu dưới đất không nông hơn 0.9m; trường hợp đặt nổi trên mặt đất thì phải bọc kín.

Mạng lưới đường ống dẫn khí gas tính theo công thức:

$$h = 3,8 \frac{Q_g^{1,75}}{d^{4,75}} S.L.10^{-3}, \quad (13.39)$$

trong đó: h - tổn thất áp lực trong ống dẫn khí trên đoạn dài l , m;

Q_g - lưu lượng khí, m^3/h ;

d - đường kính ống dẫn, cm;

S - tỉ lệ giữa khối lượng của khí gas và không khí: $S = \rho/1,293$ (ρ lấy trong khoảng 0,94 - 1,17 kg/m^3).

Người ta thường hay sử dụng bình gas “kiểu ướt” là một bể chứa nước làm đệm cho chóp hình chuông di động theo khung dẫn hướng nhờ các con lăn. Trọng lượng của chóp hình chuông lấy bằng giá trị đối áp của khí gas. Chính nhờ vậy mà khi lượng khí gas thay đổi (ví dụ khí gas tách ra nhiều mà nhu cầu sử dụng ít,...), áp lực ở trong mạng lưới luôn được giữ nguyên (thể tích khí gas trong phần chóp hình chuông thay đổi).

Dung tích của bình gas lấy phụ thuộc vào đồ thị phân hủy bùn tạo khí và tính chất sử dụng khí đó. Nếu không có các số liệu cho trước thì dung tích bình gas được tính để chứa số lượng khí tách ra trong 3 giờ.

Khí tách ra trong quá trình lên men bùn cặn ở trong bể metan được sử dụng vào nhiều mục đích: dùng làm chất đốt để sấy nóng cặn trong buồng metan, sưởi ấm cho các ngôi nhà nhất là vùng xứ lạnh, chạy động cơ điện của các máy bơm nước, bơm bùn cặn, bơm khí nén... và sử dụng vào những mục đích sinh hoạt và kỹ thuật khác ở trên trạm xử lý nước thải.

Cũng như bể metan, bình gas cũng là công trình dễ xảy ra nổ nên cần đặt xa các công trình chính ở trên trạm xử lý một khoảng cách không ít hơn 40 m.

13.2.11. Vận chuyển bùn cặn

Trong một số trường hợp cần thiết phải chuyển bùn cặn nước thải tới một địa điểm xa trạm xử lý, khi đó ta phải bơm và vận chuyển bùn cặn bằng đường ống áp lực. Vận chuyển bùn cặn trong các đường ống áp lực là biện pháp kinh tế và hợp vệ sinh.

Bùn cặn là những chất lỏng cấu tạo hai pha nên chế độ thủy lực khi chuyển động trong ống phức tạp hơn so với nước do độ lớn của các hạt cặn, độ ẩm, độ tro, nhiệt độ và tính chất dính keo của nó khác đối với nước.

Dòng chảy của bùn cặn tuân theo quy luật Svedobingam:

$$\tau = \eta \frac{dv}{dr} + \tau_o, \quad (13.40)$$

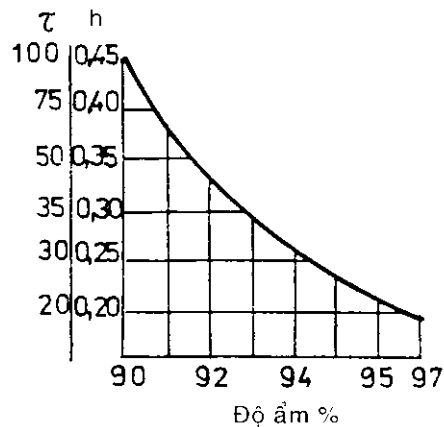
trong đó: τ - ứng suất tiếp tuyến;

η - hệ số động học nhớt;

v - tốc độ trung bình của dòng chảy bùn cặn;

r - bán kính của ống dẫn;
 τ_0 - sức kháng động học.

Độ nhớt và sức kháng động học của cặn phụ thuộc vào độ ẩm của bùn cặn (xem đồ thị hình 13.27). Khi tốc độ chuyển động trong ống nhỏ thì tổn thất áp lực tăng lên một cách đáng kể so với các loại chất lỏng đơn thuần khác, nhưng khi chuyển động với tốc độ lớn thì tổn thất đó không khác nhiều với các loại chất lỏng khác.



Hình 13.27. Quan hệ phụ thuộc giữa độ nhớt và sức kháng động học và độ ẩm của bùn cặn nước thải

Để đánh giá đặc tính và quy luật phân bố dòng chảy của loại chất lỏng dính dẻo như bùn cặn nước thải, người ta dùng các chỉ tiêu đồng dạng viết khái quát như sau:

$$Re^* = \frac{1}{\eta + \frac{1}{\rho \cdot v \cdot d} + \frac{\tau_0}{6 \cdot \rho v^2}}, \tag{13.41}$$

trong đó: Re^* - tiêu chuẩn khái quát Reynol;
 ρ - khối lượng riêng của bùn cặn;
 v - tốc độ chuyển động của bùn cặn;
 d - đường kính ống dẫn.

Cần lưu ý rằng khi $\tau_0 = 0$, Re^* trở thành chỉ tiêu Reynol thông thường.

Hình 13.28 giới thiệu đồ thị quan hệ của hệ số kháng λ vào chỉ tiêu khái quát Reynol (Re^*), từ đó:

1. Khi bùn cặn chuyển động trong ống có thể diễn ra ở hai chế độ: chế độ chảy tầng và chế độ chảy rối. Quá độ chảy tầng sang chảy rối diễn ra khi $2Re^* = 2000 \div 5000$.
2. Khi chảy tầng hệ số λ có thể xác định theo công thức:

$$\lambda = \frac{64}{Re^*}. \tag{13.42}$$

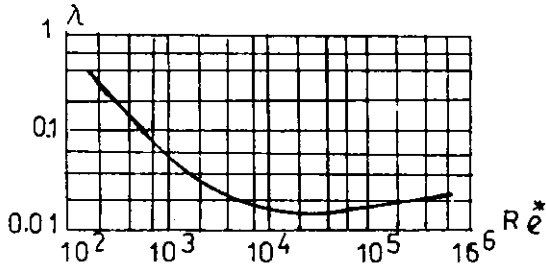
3. Khi chảy rối hệ số λ thực tế không phụ thuộc vào giá trị Re^* . Tổn thất áp lực có thể xác định theo công thức Daxi - Veysbac:

$$h = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (13.43)$$

trong đó: λ - hệ số kháng ma sát theo chiều dài;

l - chiều dài ống dẫn;

v - tốc độ dòng chảy của bùn cặn trong ống.

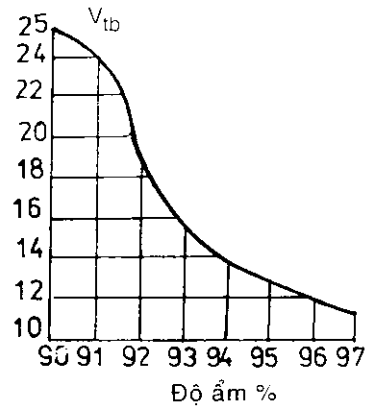


Hình 13.28. Quan hệ phụ thuộc giữa hệ số kháng λ và chỉ tiêu tổng quát Re^*

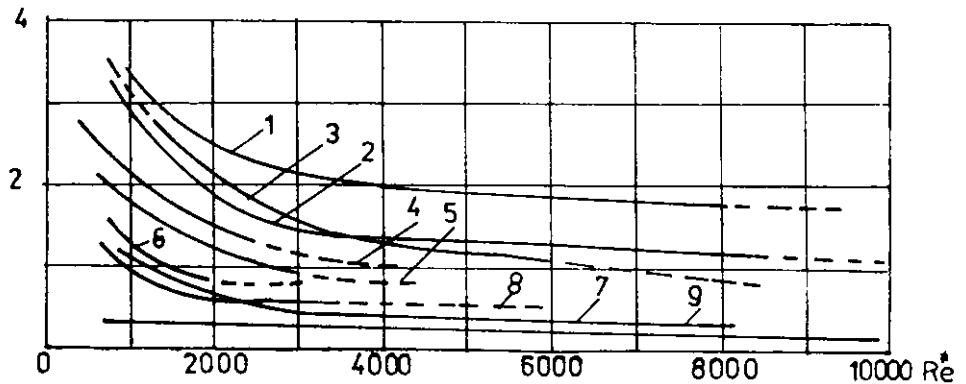
Các giá trị Re^* và v phụ thuộc vào vật liệu làm ống hay độ nhám tuyệt đối K_1 . Đối với ống dẫn bằng thép và ximăng amiang $K_1 = 0,15$ mm, còn ống gang $K_1 = 1,5$ mm.

Giá trị tốc độ cực hạn V_{ch} đối với ống dẫn bằng thép $d = 100 \div 400$ mm giới thiệu ở đồ thị hình 13.29.

Tổn thất áp lực cục bộ lấy theo đồ thị hình 13.30.



Hình 13.29. Quan hệ giữa tốc độ cực hạn và độ ẩm của cặn



Hình 13.30. Quan hệ phụ thuộc giữa tổn thất cục bộ vào tiêu chuẩn khái quát Reynol

1, 4 - Đối với ống chữ thập $d = 100 \times 150$ mm; 2, 7 và 8 - Cút ống, tương ứng $d = 100$, 200, và 150; 3 và 5 - Tê chuyển hướng, tương ứng $d = 100$ và 150; 6- Tê ống (hướng chảy không thay đổi) $d = 150$; 7 - như 6, nhưng $d = 100$.

14

XỬ LÝ NƯỚC THẢI QUY MÔ NHỎ

14.1. ĐẶC ĐIỂM HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC THẢI QUY MÔ NHỎ

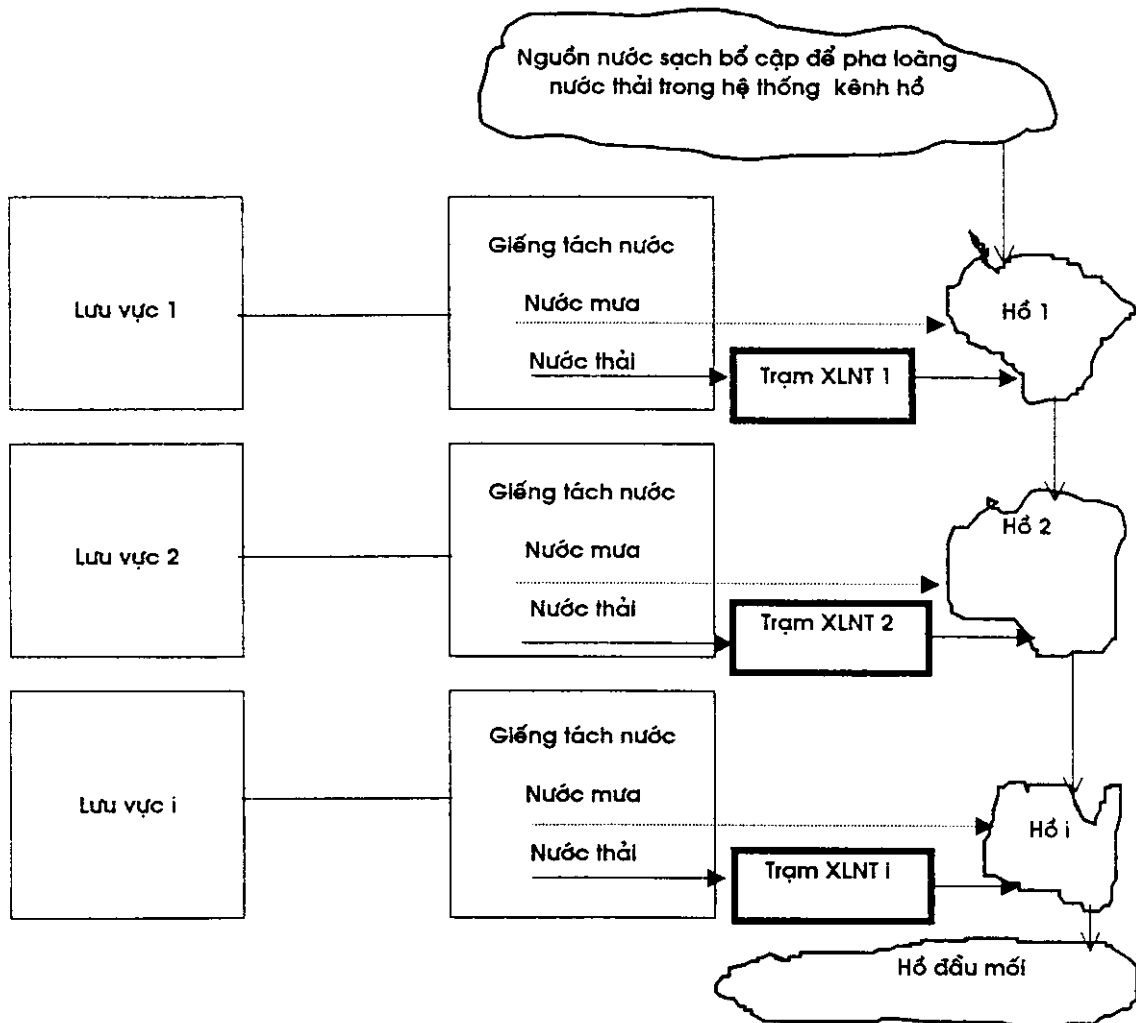
Đối với nước thải đô thị, hệ thống thoát nước có thể là tập trung hoặc phân tán. Khi thoát nước tập trung, nước thải từ các tuyến cống cấp II (tuyến cống lưu vực) đưa về tuyến cống chính (tuyến cống cấp I), sau đó bơm về trạm xử lý nước thải tập trung. Như vậy nước thải sẽ được dẫn ra khỏi khu vực đô thị, xử lý đến mức độ yêu cầu, sau đó xả ra nguồn nước mặt có khả năng tự làm sạch lớn. Dạng thoát nước tập trung đảm bảo cho môi trường có độ an toàn cao, ít bị ô nhiễm. Xử lý nước thải (XLNT) tập trung dễ kiểm soát. Tuy nhiên việc đầu tư thoát nước thải tập trung rất tốn kém do việc xây dựng tuyến cống chính lớn, dài và sâu, số lượng trạm bơm chuyển bậc nhiều... Mặt khác khi đô thị phát triển không đồng bộ theo không gian và thời gian, việc xây dựng trạm XLNT tập trung và tuyến cống chính sẽ khó phù hợp. Đầu tư kinh phí lớn ngay từ ban đầu cho các công trình này rất khó khăn.

Trong các đô thị lớn do khó khăn và không kinh tế trong việc xây dựng các tuyến cống thoát nước quá dài khi địa hình bằng phẳng và mực nước ngầm cao, người ta thường quy hoạch thoát nước thải thành hệ thống phân tán theo các lưu vực sông, hồ... Do đặc điểm địa hình và sự hình thành các kênh hồ trong các đô thị nước ta, hệ thống thoát nước thường phân ra các lưu vực nhỏ và độc lập. Thoát nước phân tán sẽ là hình thức phù hợp đối với đa số đô thị nước ta. Các trạm XLNT phân tán thường là loại quy mô nhỏ, công suất từ vài trăm đến vài nghìn m^3 /ngày hoặc quy mô vừa công suất từ 2000 đến 10000 m^3 /ngày. Xây dựng các trạm XLNT cho các đô thị nhỏ và cho các lưu vực độc lập của các đô thị lớn, hoặc các trạm XLNT bệnh viện, các công trình công cộng, dịch vụ... quy mô công suất từ 50 đến 500 m^3 /ngày sẽ tận dụng được các điều kiện tự nhiên cũng như khả năng tự làm sạch của sông, kênh, hồ để chuyển hóa chất bẩn. Mặt khác việc xây dựng này cũng phù hợp với khả năng đầu tư và sự phát triển của đô thị. Sơ đồ nguyên tắc thoát nước và

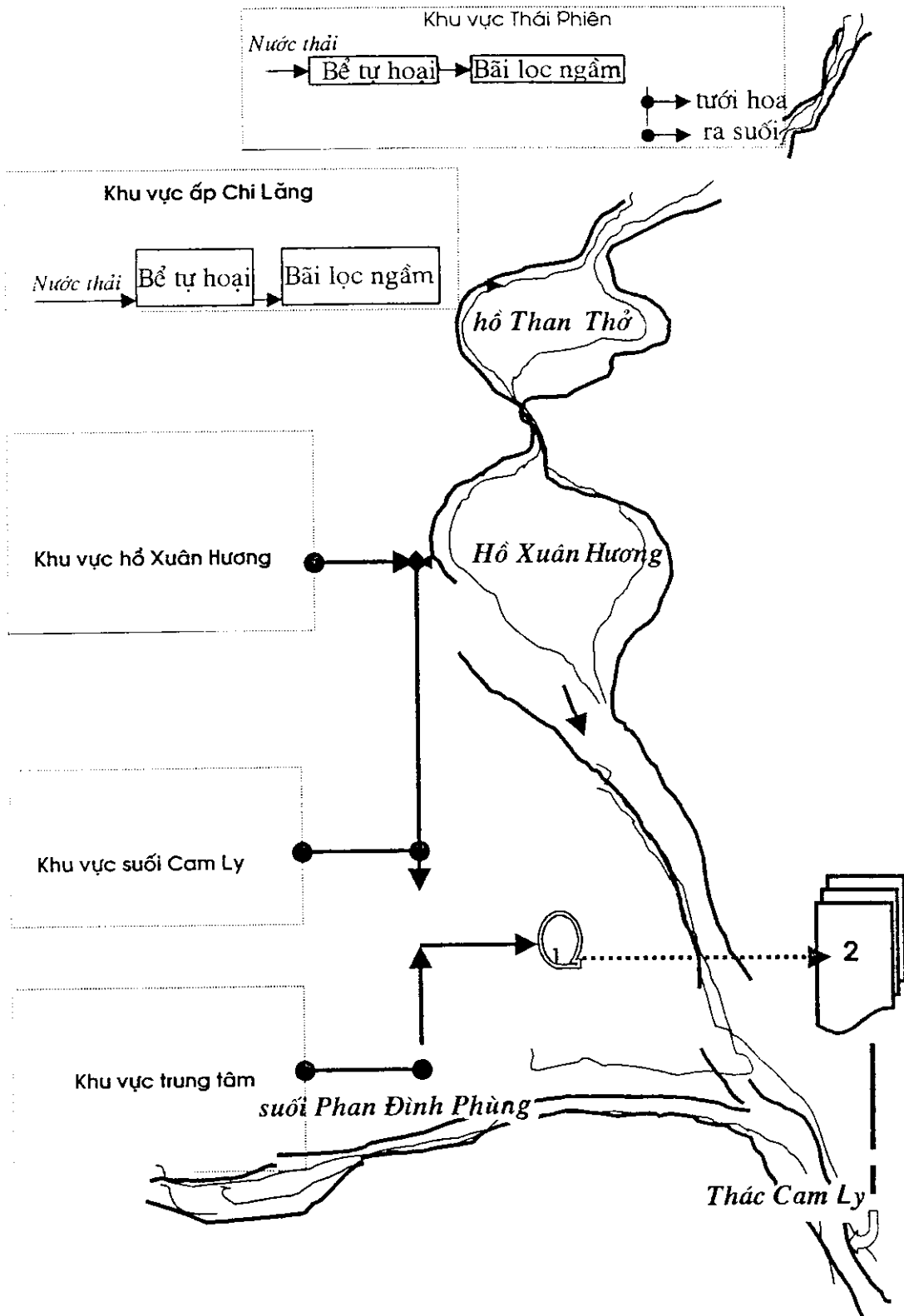
<http://www.nuoc.com.vn>

XLNT phân tán được nêu trên hình 14.1. Nước thải sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn cho phép được xả vào các cống thoát nước chung hoặc các sông, mương, hồ trong khu vực.

Trong nhiều trường hợp mức độ XLNT của các công trình làm sạch nhân tạo của hệ thống thoát nước phân tán yêu cầu không cao do tận dụng được khả năng tự làm sạch của các sông hồ. Tổng giá thành đầu tư cho hệ thống thoát nước thải phân tán giảm xuống do không phải xây dựng các tuyến cống thoát nước thải tập trung. Các công trình của trạm XLNT phân tán thường được bố trí hợp khối, dễ vận hành và quản lý.



Hình 14.1. Sơ đồ nguyên tắc tổ chức thoát nước và XLNT phân tán



Hình 14.2. Sơ đồ tổ chức thoát nước thành phố Đà Lạt đến năm 2010.

1-Trạm bơm thoát nước tập trung; 2- Trạm XLNT Q = 11000m³/ngày.

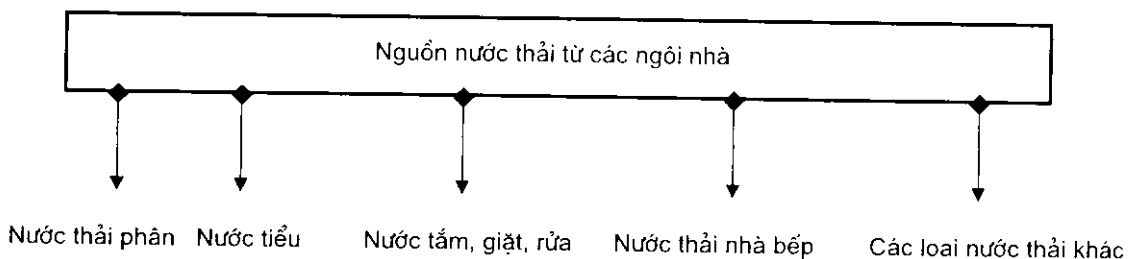
Nhược điểm chính của hệ thống nước thải phân tán là dễ làm mất cảnh quan do việc xây dựng trạm xử lý nước thải bên trong đô thị. Nếu thiết kế thi công và vận hành trạm xử lý không đúng các yêu cầu kỹ thuật, nước thải có thể gây mùi hôi thối, ảnh hưởng đến môi trường khu dân cư và đô thị xung quanh. Mặt khác nếu hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng như N và P trong nước thải sau xử lý còn cao, trong điều kiện quang hợp tốt, các sông hồ đô thị tiếp nhận nước thải có thể bị phú dưỡng (*eutrophication*) và dẫn đến nhiễm bẩn thứ cấp. Một số kết quả nghiên cứu cho thấy, trong các sông hồ tiếp nhận nước thải đô thị hàm lượng chất hữu cơ (tính theo BOD_5) bổ sung do nhiễm bẩn thứ cấp thường dao động từ 1.4 đến 4.5 mg/l. Tìm kiếm đất đai cho việc xây dựng trạm XLNT trong nội thành thường rất khó khăn. Tổ chức thoát nước phân tán thường thích hợp cho các đô thị có hệ thống thoát nước chung hoặc hệ thống thoát nước nửa riêng, nằm trong các vùng địa hình bằng phẳng nhiều kênh, hồ. Ví dụ hệ thống thoát nước thải Hà Nội được chia thành 7 vùng theo phương án quy hoạch của Tổ chức hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA) năm 1994 hoặc thành phố Đà Lạt thành 4 khu vực theo Dự án thoát nước và vệ sinh năm 1999 (hình 14.2).

14.2. CÁC LOẠI NƯỚC THẢI CỦA CÁC ĐỐI TƯỢNG THOÁT NƯỚC QUY MÔ NHỎ

Bao gồm các loại nước thải sinh hoạt được hình thành trong quá trình sinh hoạt của con người, một số các hoạt động dịch vụ hoặc công cộng như bệnh viện, trường học, nhà ăn... Để tiện cho việc lựa chọn phương pháp dây chuyền công nghệ và tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải quy mô nhỏ, nước thải sinh hoạt được phân loại theo các dấu hiệu sau đây:

14.2.1. Theo nguồn gốc hình thành

Trong các hộ gia đình có thể có các loại nước thải sau đây (hình 14.3):



Hình 14.3. Sự hình thành các loại nước thải trong các ngôi nhà hoặc công trình công cộng

Các loại nước thải được hình thành theo sơ đồ hình 14.3 có số lượng, thành phần và tính chất khác nhau. Tuy nhiên để thuận tiện cho xử lý và tái sử dụng, người ta chia chúng thành ba loại:

- *Nước thải không chứa phân, nước tiểu và các loại thực phẩm, từ các thiết bị vệ sinh như bồn tắm, chậu giặt, chậu rửa mặt.* Loại nước thải này chủ yếu chứa chất lơ lửng, các chất tẩy giặt và thường gọi là "nước xám". Nồng độ các chất hữu cơ trong loại nước thải này thấp và thường khó phân hủy sinh học. Trong nước thải nhiều tạp chất vô cơ.
- *Nước thải chứa phân, nước tiểu từ các khu vệ sinh (WC)* còn được gọi là "nước đen". Trong nước thải tồn tại các loại vi khuẩn gây bệnh và dễ gây mùi hôi thối. Hàm lượng các chất hữu cơ (BOD) và các chất dinh dưỡng như nitơ, photpho cao. Các loại nước thải này thường gây nguy hại đến sức khỏe và dễ làm nhiễm bẩn nguồn nước mặt. Tuy nhiên chúng thích hợp với việc sử dụng làm phân bón hoặc tạo khí sinh học.
- *Nước thải nhà bếp chứa dầu mỡ và phế thải thực phẩm từ nhà bếp, máy rửa bát, các loại nước thải khác* có hàm lượng lớn các chất hữu cơ (BOD, COD) và các nguyên tố dinh dưỡng khác (nitơ và photphat). Các chất bẩn trong nước thải này dễ tạo khí sinh học và dễ sử dụng làm phân bón.

Một số nơi người ta nhóm hai loại nước thải thứ hai và thứ ba, gọi tên chung là "nước đen".

14.2.2. Theo đối tượng thoát nước

Người ta phân ra hai nhóm nước thải:

- Nhóm nước thải các hộ gia đình, khu dân cư.
- Nhóm nước thải các công trình công cộng, dịch vụ như nước thải bệnh viện, nước thải khách sạn, nước thải trường học, nước thải nhà ăn.

Mỗi nhóm, mỗi loại nước thải có lưu lượng, chế độ xả nước và thành phần tính chất đặc trưng riêng.

14.2.3. Theo đặc điểm hệ thống thoát nước

Theo đặc điểm hệ thống thoát nước sẽ hình thành nên hai loại nước thải:

- *Nước thải hệ thống thoát nước riêng.* Nước thải từ các thiết bị vệ sinh được thu gom và vận chuyển về trạm xử lý theo tuyến cống riêng.

- *Nước thải hệ thống thoát nước chung.* Các loại nước thải sinh hoạt (nước xám và nước đen) cùng với nước mưa đợt đầu trong khu vực thoát nước được thu gom và vận chuyển theo đường cống chung về trạm xử lý. Trong một số trường hợp nước đen được xử lý sơ bộ tại chỗ qua các công trình như bể tách dầu mỡ, bể tự hoại, sau đó cùng nước xám xả vào tuyến cống thoát nước chung của thành phố.

Việc phân loại nước thải theo hệ thống thoát nước phụ thuộc vào đối tượng thoát nước, đặc điểm hệ thống thoát nước của đô thị hoặc khu dân cư và các điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế xã hội khác của đô thị.

14.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Theo cơ chế quá trình làm sạch, các phương pháp XLNT sinh hoạt quy mô nhỏ và vừa được phân ra như sau:

- 1) *XLNT bằng phương pháp cơ học* trong các công trình và thiết bị như song chắn rác, bể lắng cát, bể tách dầu mỡ... Đây là các thiết bị, công trình xử lý sơ bộ tại chỗ tách các chất phân tán thô nhằm đảm bảo cho hệ thống thoát nước hoặc các công trình xử lý nước thải phía sau hoạt động ổn định.
- 2) *XLNT bằng phương pháp sinh học kỵ khí.* Quá trình xử lý được dựa trên cơ sở phân hủy các chất hữu cơ giữ lại trong công trình nhờ sự lên men kỵ khí. Đối với các hệ thống thoát nước quy mô nhỏ và vừa người ta thường dùng các công trình kết hợp giữa việc tách cặn lắng (làm trong nước) với phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ trong pha rắn và pha lỏng. Các công trình được ứng dụng rộng rãi là các loại bể tự hoại, giếng thấm, bể lắng hai vỏ (bể lắng Imhoff), bể lắng trong kết hợp với ngăn lên men, bể lọc ngược qua tầng cặn kỵ khí (UASB).
- 3) *XLNT bằng phương pháp sinh học hiếu khí.* Quá trình xử lý nước thải được dựa trên sự oxy hóa các chất hữu cơ có trong nước thải nhờ oxy tự do hòa tan. Nếu oxy được cấp bằng thiết bị hoặc nhờ cấu tạo công trình, thì đó là quá trình xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện nhân tạo. Ngược lại, nếu oxy được vận chuyển và hòa tan trong nước nhờ các yếu tố tự nhiên thì đó là quá trình xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện tự nhiên. Các công trình xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện nhân tạo thường được dựa trên nguyên tắc hoạt động của quá trình bùn hoạt tính (bể aeroten trộn, kênh oxy hóa tuần hoàn) hoặc quá trình màng sinh vật (bể lọc sinh vật, đĩa lọc sinh vật). Xử lý sinh học hiếu khí trong điều kiện nhân tạo

kiện tự nhiên thường được tiến hành trong hồ (hồ hiếu khí, hồ kỵ khí) hoặc trong đất ngập nước (các loại bãi lọc, đầm lầy nhân tạo).

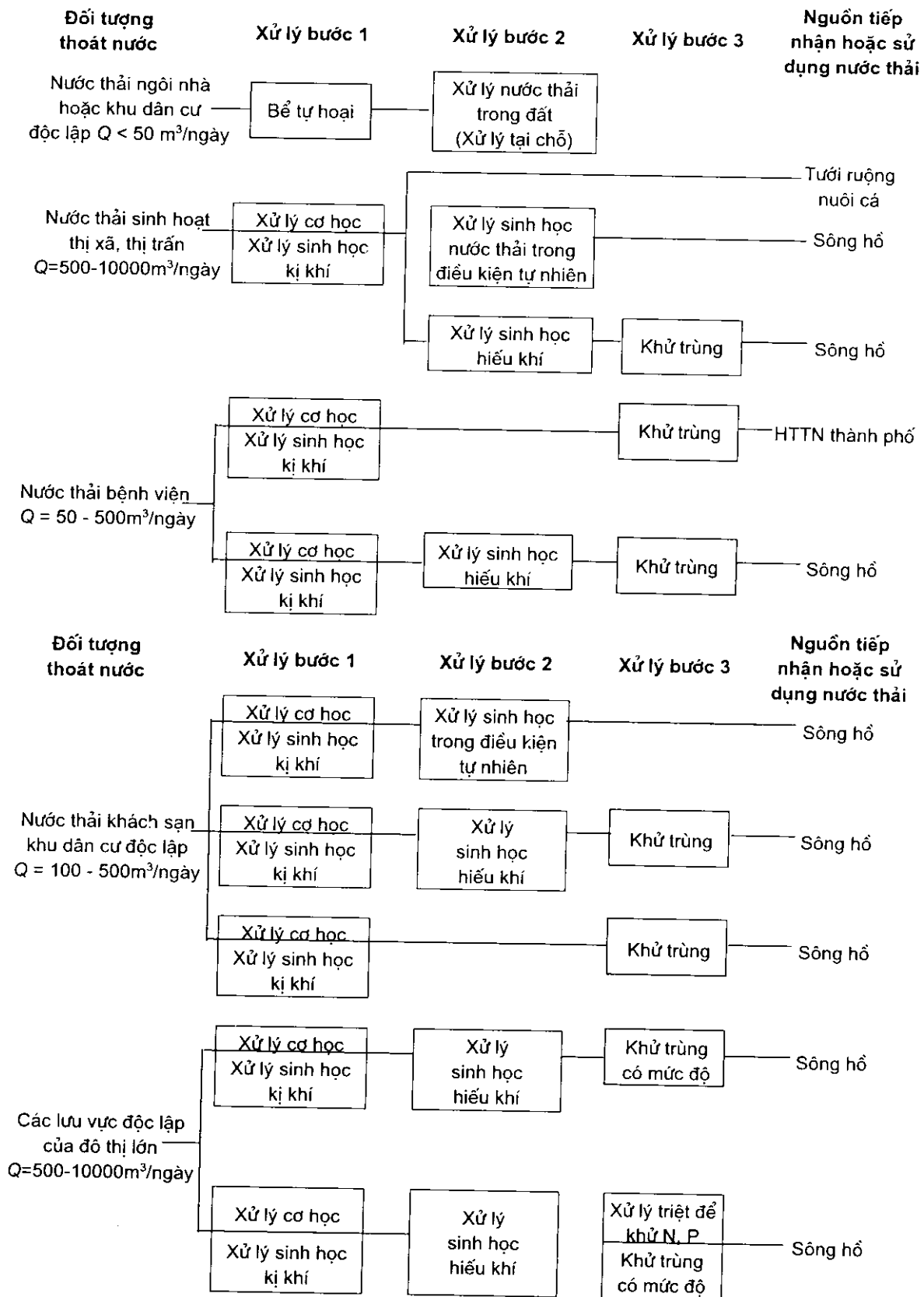
4) *XLNT bằng phương pháp hóa học.* Đó là các quá trình khử trùng nước thải bằng hóa chất (các chất clo, ozon), khử nitơ, photpho bằng các hợp chất hóa học hoặc keo tụ tiếp tục nước thải trước khi sử dụng lại. XLNT bằng phương pháp hóa học thường là khâu cuối cùng trong dây chuyền công nghệ xử lý trước khi xả ra nguồn yêu cầu chất lượng cao hoặc khi cần thiết sử dụng lại nước thải.

5) *Xử lý bùn cặn nước thải.* Trong nước thải có các chất không hòa tan như rác, cát, cặn lắng... Các loại cát (chủ yếu là thành phần vô cơ và tỉ trọng lớn) được phơi khô và đổ san nền, rác được nghiền nhỏ hoặc vận chuyển về bãi chôn lấp rác. Cặn lắng được giữ lại trong các bể lắng đợt I (thường được gọi là cặn tươi) có hàm lượng hữu cơ lớn được kết hợp với bùn hoạt tính dư, hình thành trong quá trình xử lý sinh học nước thải, xử lý theo các bước tách nước sơ bộ, ổn định sinh học trong điều kiện kỵ khí hoặc hiếu khí và làm khô. Bùn cặn sau xử lý có thể sử dụng được để làm phân bón.

Để chọn được phương pháp xử lý sinh học hợp lý cần phải biết hàm lượng chất hữu cơ (BOD.COD) trong nước thải. Các phương pháp lên men kỵ khí thường phù hợp khi nước thải có hàm lượng chất hữu cơ cao. Đối với nước thải hàm lượng chất hữu cơ thấp và tồn tại chủ yếu dưới dạng chất keo và hòa tan, thì cho chúng tiếp xúc với màng sinh vật là hợp lý. Sơ đồ chọn lựa các phương pháp xử lý sinh học nước thải được nêu trong bảng 14.1.

Bảng 14.1. Phạm vi ứng dụng các phương pháp xử lý sinh học nước thải

Hàm lượng BOD của nước thải	Chất hữu cơ không hòa tan	Chất hữu cơ dạng keo	Chất hữu cơ hòa tan
Cao ($BOD_5 > 500 \text{ mg/l}$)			
	Xử lý sinh học kỵ khí		
Trung bình ($BOD_5 = 300 \div 500 \text{ mg/l}$)			
	Xử lý sinh học bằng bùn hoạt tính		
Thấp ($BOD_5 < 300 \text{ mg/l}$)			
	Xử lý sinh học bằng bùn hoạt tính		
	Xử lý sinh học bằng màng sinh vật		



Hình 14.4. Sơ đồ tổ chức xử lý nước thải các đối tượng thoát nước quy mô nhỏ

Các nguyên tố dinh dưỡng như N, P có trong nước thải cũng có thể xử lý bằng phương pháp sinh học. Các muối nitrat, nitrit tạo thành trong quá trình phân hủy hiếu khí sẽ được khử trong điều kiện thiếu khí (anoxic) trên cơ sở các phản ứng khử nitrat. Trên cơ sở nghiên cứu sự hình thành hệ thống thoát nước quy mô nhỏ và vừa, đặc điểm các nguồn nước thải đô thị và điều kiện tự nhiên kinh tế xã hội nước ta có thể thiết lập sơ đồ tổ chức XLNT cho các khu dân cư, thị trấn thị xã, các công trình công cộng và dịch vụ (hình 14.4).

Theo sơ đồ hình 14.4, nước thải của các đối tượng thoát nước đều phải xử lý qua giai đoạn tách các chất rắn lớn như rác, cát, cặn lắng. Các loại cặn lắng được xử lý chủ yếu bằng cách lên men kỵ khí. Các giai đoạn xử lý tiếp theo không bắt buộc, được thiết lập trên cơ sở công suất, thành phần tính chất nước thải, yêu cầu mức độ xử lý và nguồn tiếp nhận.

14.4. MỘT SỐ CÔNG TRÌNH ĐẶC TRƯNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI QUY MÔ NHỎ

14.4.1. Bể tự hoại

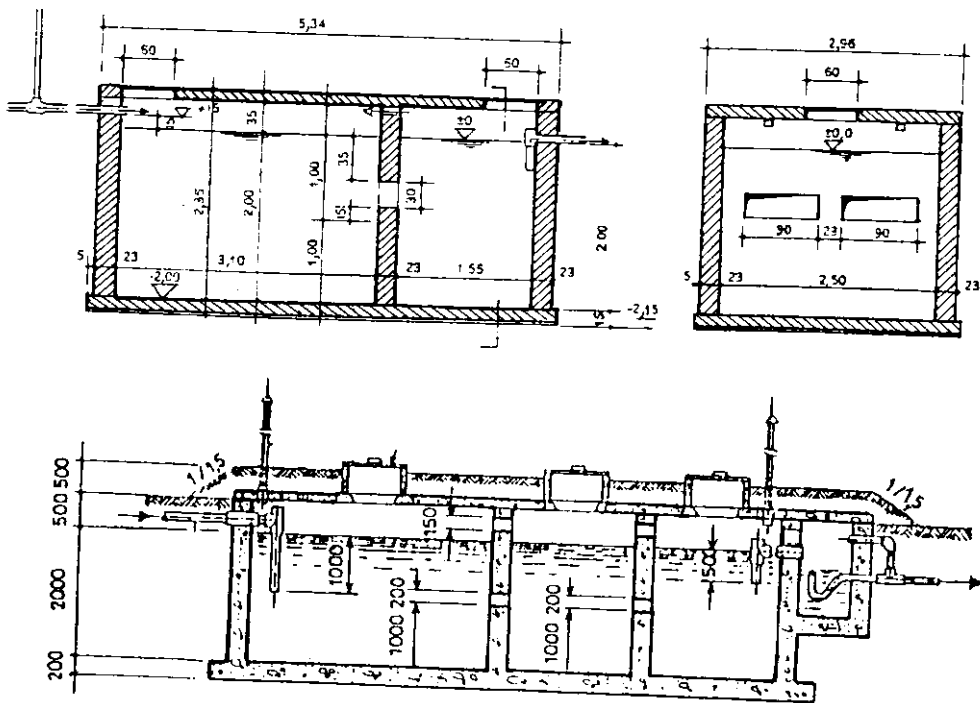
Bể tự hoại là công trình xử lý nước thải bậc I (xử lý sơ bộ) đồng thời thực hiện hai chức năng: lắng nước thải và lên men cặn lắng. Sơ đồ cấu tạo bể tự hoại nêu trên hình 14.8. Bể tự hoại có dạng hình chữ nhật hoặc hình tròn trên mặt bằng, xây dựng bằng gạch, bê tông cốt thép, hoặc chế tạo bằng vật liệu composite. Bể được chia thành 2 hoặc 3 ngăn. Do phần lớn cặn lắng tập trung trong ngăn thứ nhất nên dung tích ngăn này chiếm 50 - 75% dung tích toàn bể. Các ngăn thứ hai hoặc thứ ba của bể có dung tích bằng 25 - 35% dung tích toàn bể. Bể thường sâu 1,5 - 3,0m; chiều sâu lớp nước trong bể tự hoại không bé hơn 0,75m và không lớn hơn 1,8m; chiều rộng của bể tối thiểu là 0,9m và chiều dài tối thiểu là 1,5m. Thể tích bể tự hoại không nhỏ hơn $2,8\text{m}^3$ trong đó thể tích phân lắng không nhỏ hơn $2,0\text{m}^3$. Cấu tạo một số loại bể tự hoại hai ngăn hoặc ba ngăn được nêu trên các hình 14.5.

Các ngăn bể tự hoại được chia làm hai phần: phần lắng nước thải (phía trên) và phần lên men cặn lắng (phía dưới). Nước thải vào với thời gian lưu lại trong bể từ 1 đến 3 ngày. Do vận tốc trong bể bé nên phần lớn cặn lơ lửng được lắng lại. Hiệu quả lắng cặn trong bể tự hoại có thể đạt được từ 40 đến 60% phụ thuộc vào nhiệt độ và chế độ quản lý, vận hành bể. Qua thời gian từ 3 đến 6 tháng, cặn lắng lên men yếm khí. Quá trình lên men chủ yếu diễn ra trong giai đoạn đầu là lên men axit. Các chất khí tạo nên trong quá trình phân giải ($\text{CH}_4, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{S} \dots$) nổi lên kéo theo các hạt cặn khác có thể làm cho

nước thải nhiễm bẩn lại và tạo nên một lớp váng nổi trên mặt nước. Chiều dày lớp váng này có thể từ 0.3 đến 0.5m.

Để dẫn nước thải vào và ra khỏi bể người ta phải nối ống bằng phụ kiện Tê với đường kính tối thiểu là 100 mm với một đầu ống đặt dưới lớp màng nổi, đầu khác được nhô lên phía trên để tiện kiểm tra, tẩy rửa và không cho lớp cặn nổi trong bể chảy ra đường cống. Cặn trong bể tự hoại được lấy ra theo định kỳ. Mỗi lần lấy phải để lại khoảng 20% lượng cặn đã lên men lại trong bể để làm giống men cho bùn cặn tươi mới lắng, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình phân hủy cặn.

Do bể tự hoại có hai phần: *phần lắng* và *phần chứa cặn* nên kích thước bể được tính như sau:



Hình 14.5. Sơ đồ cấu tạo bể tự hoại

a) Bể tự hoại hai ngăn; b) Bể tự hoại ba ngăn.

a. Thể tích phần lắng của bể tự hoại (W_1, m^3).

$$W_1 = \frac{a \cdot N \cdot T_1}{1000}, m^3 \quad (14.1)$$

b. Thể tích phần chứa và lên men cặn (W_2, m^3)

$$W_2 = \frac{b \cdot N}{1000}, m^3 \quad (14.2)$$

c- Tổng thể tích của bể tự hoại (W , m³)

$$W = W_1 + W_2, \quad (14.3)$$

trong đó: a - tiêu chuẩn thải nước tính trên đầu người trong ngày, l/ng.ngày. Ở đây a được xem như lượng nước trung bình tính cho mọi loại nước thải sinh hoạt. Trong trường hợp như ở ta hiện nay khi quy hoạch thoát nước từ các ngôi nhà người ta thường tách riêng các loại nước thải khác nhau (nước đen, nước xám,...), thì tiêu chuẩn a nên lấy nhỏ hơn, bởi vì thường chỉ cho lượng nước đen chảy vào bể tự hoại, các loại nước thải khác cho chảy theo ống riêng xả trực tiếp vào hệ thống mạng lưới đô thị chảy ra sông hồ:

b - tiêu chuẩn cặn lắng lại trong bể tự hoại tính đầu người có thể lấy bằng 50 - 60 l/người;

T_1 - thời gian nước lưu lại trong bể tự hoại;

N - số người bể tự hoại phục vụ.

Thể tích của bể tự hoại cũng có thể được chọn theo quy định của Quy chuẩn cấp thoát nước cho nhà và công trình [4] như sau (bảng 14.2).

Bảng 14.2. Thể tích bể tự hoại của nhà ở

Ngôi nhà gia đình độc lập	Ngôi nhà có nhiều gia đình và căn hộ	Thể tích tối thiểu của bể tự hoại (m ³)
1 hoặc 2 phòng ngủ		2,8
3 hoặc 2 phòng ngủ		3,8
4 hoặc 2 phòng ngủ	2 căn hộ	4,5
5 hoặc 6 phòng ngủ	3 căn hộ	5,7
	4 căn hộ	7,6
	5 căn hộ	8,5
	6 căn hộ	9,5
	7 căn hộ	10,5
	8 căn hộ	11,4
	9 căn hộ	12,3
	10 căn hộ	13,3

Kích thước của một số loại bể tự hoại BTCT thường được ứng dụng ở Việt Nam được nêu trong bảng 14.3.

Bảng 14.3. Kích thước cơ bản của bể tự hoại bê tông cốt thép

Dung tích công tác của bể W (m^3)	Kích thước bể (m)			
	Chiều dài ngắn thứ nhất	Chiều dài ngắn thứ hai	Chiều rộng	Chiều sâu công tác
2	2,4	-	0,9	1,0*
3	2,6	1,0	1,0	1,0*
4	2,2	1,1	1,1	1,1*
5	2,4	1,2	1,2	1,2
10	3,0	1,5	1,5	1,5

Ghi chú: * Chiều cao công tác (chiều cao thông thủy) của bể tự hoại nên thiết kế tối thiểu là $H = 1,2$ m.

Bể tự hoại có thể đưa vào sử dụng ngay sau khi xây dựng. Nó không cần một yêu cầu đặc biệt nào trước khi đưa vào vận hành. Tuy nhiên sự lên men bùn cặn phải bắt đầu sau vài ngày. Bùn cặn lên men không nên hút sớm hơn 6 tháng, nhưng cũng không để lâu quá 2 - 3 năm sau khi bể đưa vào hoạt động. Tại thời điểm hút, phần bùn cặn chưa lên men nằm phía trên vì thế ống hút của máy bơm phải đặt sâu xuống đáy bể. Thông thường người ta giữ lại khoảng 20% lượng bùn cặn để "gây men" cho bùn cặn tươi đợt sau. Khi hút bùn cặn ra khỏi bể, hỗn hợp bùn nước thường có BOD_5 khoảng 6000mg/l, tổng các chất rắn (TSS) khoảng 15000 mg/l, tổng nitơ khoảng 700 mg/l (trong đó N - NH_3 là 400 mg/l), tổng phốtpho khoảng 250 mg/l và tổng dầu mỡ khoảng 8000 mg/l. Bùn cặn đã lên men được làm khô trên sân phơi bùn, trong hầm ủ làm phân compost hoặc xử lý tiếp tục trong các bãi lọc ngập nước trồng cây phía trên.

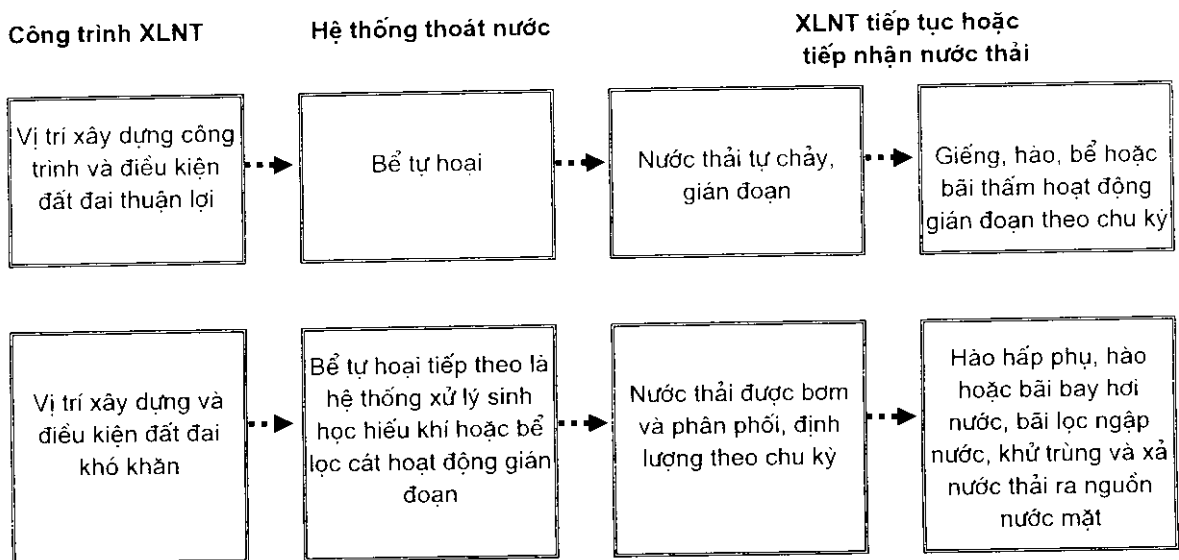
Khi ra khỏi bể COD của nước thải giảm từ 25 đến 50%. Nồng độ các chất bẩn trong dòng nước thải ra khỏi bể tự hoại nằm ở trong giới hạn sau đây:

- BOD_5 : 120 - 140 mg/l
- Tổng các chất rắn: 50 - 100 mg/l
- Nitơ amôn (N - NH_3): 20 - 50 mg/l
- Nitơ nitrat (N - NO_3): <1 mg/l

- Tổng nitơ: 25 - 80 mg/l
- Tổng photpho: 10 - 20 mg/l
- Tổng coliform: 10^3 - 10^6 MPN/100ml
- Virut: 10^5 - 10^7 PFU/ml

Đối với các ngăn lọc kỵ khí của bể tự hoại có ngăn lọc kỵ khí, để chống tắc nước sau thời gian từ 18 đến 24 tháng cần phải dỡ lớp vật liệu ra rửa sạch và sau đó nạp lại. Sau thời gian lên men, các chất không hòa tan nổi lên từ lớp bùn cặn vào nước. Trong nhiều trường hợp, hiệu quả xử lý hỗn hợp nước thải và cặn lắng trong bể tự hoại có ngăn lọc kỵ khí không ổn định. Lớp màng nổi trên bề mặt bể tự hoại thường làm giảm dung tích công tác và nhiễm bẩn nước trở lại. Vì vậy cần phải định kỳ phá màng nổi và hút bùn cặn từ bể tự hoại.

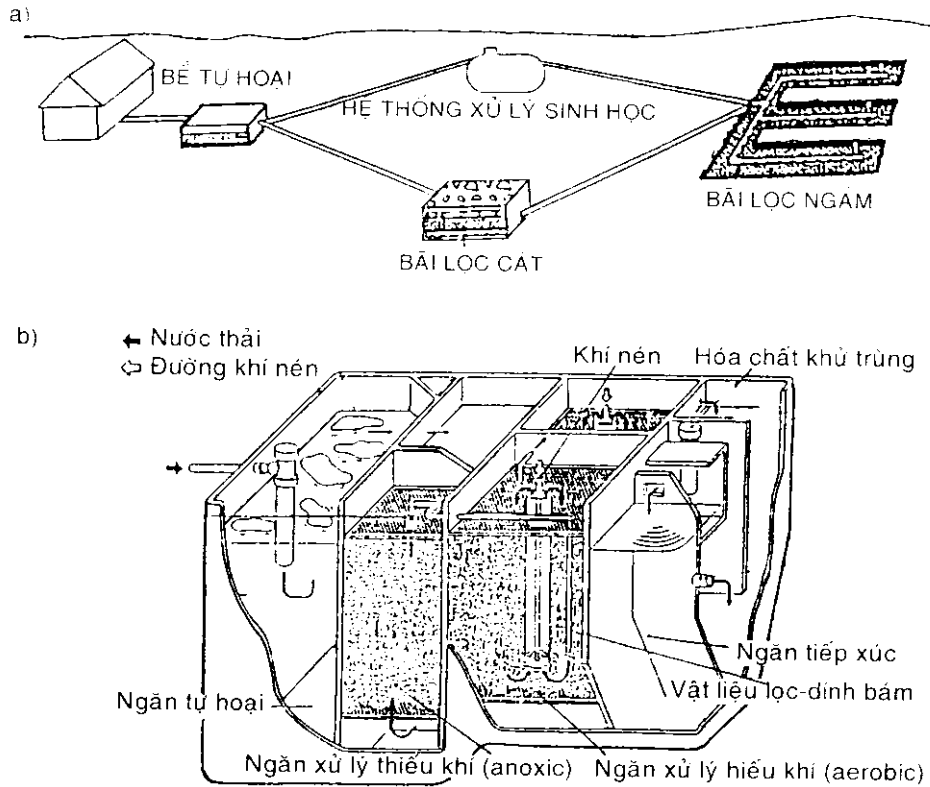
Bể tự hoại có cấu tạo đơn giản dễ vận hành quản lý và thường dùng để XLNT tại chỗ cho các ngôi nhà khu tập thể, cụm dân cư dưới 500 người hoặc lưu lượng nước thải dưới 30 m³/ngày. Bể tự hoại thường được xây dựng độc lập hoặc kết hợp với các công trình XLNT khác như ngăn lọc sinh học kỵ khí, giếng thấm, hào lọc, bãi lọc ngập nước..., phụ thuộc vào đặc điểm, công suất hệ thống thoát nước, điều kiện đất đai, khí hậu thời tiết khu vực... Điều kiện hoạt động kết hợp giữa bể tự hoại với các công trình XLNT khác được nêu trên hình 14.6.



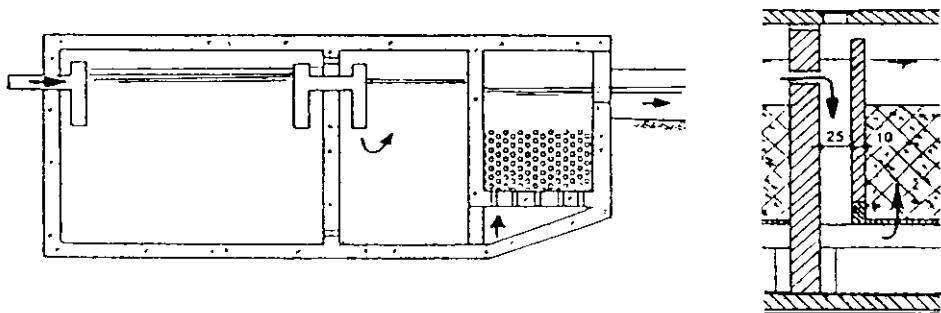
Hình 14.6. Sơ đồ ứng dụng bể tự hoại để XLNT tại chỗ

Thành phần đất, hệ số thấm và vận tốc thấm các loại đất, mực nước ngầm, độ dốc địa hình, diện tích đất sử dụng để XLNT... là những yếu tố cần phải tính

đến khi lựa chọn các công trình XLNT tiếp sau bể tự hoại. Sơ đồ hoạt động của bể tự hoại kết hợp với một số công trình XLNT khác trong điều kiện đất đai thuận lợi và đất đai khó khăn được nêu trên các hình 14.7a và 14.7b.



Hình 14.7. Sơ đồ kết hợp hoạt động giữa bể tự hoại với các công trình XLNT khác
a) Trong điều kiện đất đai thuận lợi; b) Trong điều kiện đất đai khó khăn.



Hình 14.8. Sơ đồ cấu tạo bể tự hoại với các ngăn lọc kỵ khí

Hiện nay người ta thường xây dựng bể tự hoại kết hợp với các ngăn lọc kỵ khí. Ngăn lọc kỵ khí của bể tự hoại hoạt động theo nguyên lý lọc ngược từ dưới lên với chiều dày lớp vật liệu 0,5 - 0,6m phân bố từ trên xuống dưới như sau:

- Lớp sỏi hoặc đá dăm đường kính 3 - 6mm dày 0,1 - 0,2m. <http://www.nuoc.com.vn>

- Lớp cuội, sỏi hoặc đá đường kính trung bình 12 - 18mm dày 0.4m.

Số ngăn lọc kị khí có thể một hoặc nhiều ngăn. Sơ đồ cấu tạo bể tự hoại có các ngăn lọc kị khí được nêu trên hình 14.8.

14.4.2. Giếng thấm và bãi lọc ngầm

14.4.2.1. Giếng thấm

Giếng thấm là công trình trong đó nước thải được xử lý bằng phương pháp lọc qua lớp cát, sỏi và oxy hóa kị khí các chất hữu cơ được hấp phụ trên lớp cát sỏi đó. Nước thải sau khi xử lý được thấm vào đất. Do thời gian nước lưu lại trong đất lâu, các loại vi khuẩn gây bệnh bị tiêu diệt hầu hết.

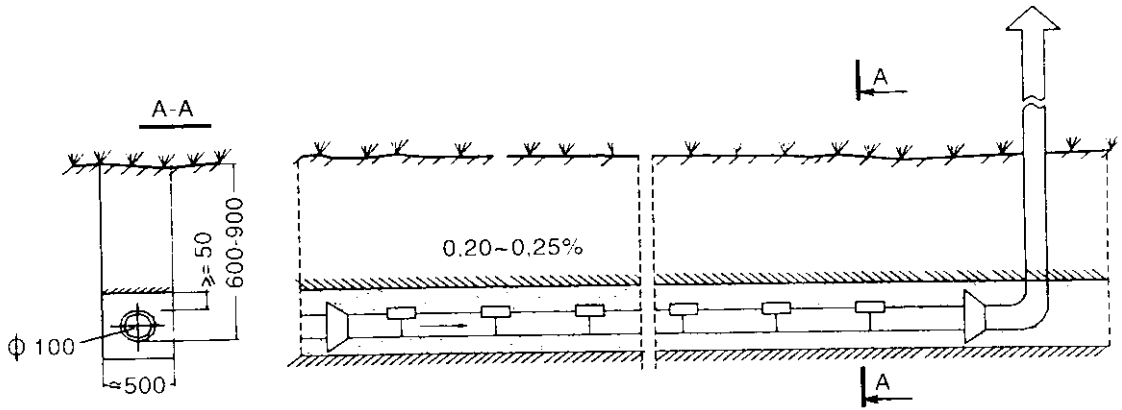
Để đảm bảo cho giếng hoạt động bình thường, nước thải phải được xử lý bằng phương pháp lắng trong bể tự hoại hoặc bể lắng hai vỏ. Giếng thấm cũng chỉ được sử dụng khi mực nước ngầm trong đất sâu hơn 1,5 m để đảm bảo được hiệu quả thấm lọc cũng như không gây ô nhiễm nước dưới đất. Các loại đất phải dễ thấm nước, từ 34 đến 208 l/m².ngày.

Giếng thấm, sơ đồ cấu tạo nêu trên hình 14.9, có hình tròn trên mặt bằng, đường kính tối thiểu 1.2 m; được xây dựng bằng gạch hoặc bê tông cốt thép. Giếng thấm cũng có thể được lắp đặt bằng các ống giếng. Thành giếng bê tông bê dày tối thiểu 100 mm, có đổ bê tông móng vững chắc.

Diện tích giếng thấm được xác định dựa vào loại đất và loại đối tượng thoát nước. Diện tích thấm cần thiết tính cho một người được nêu trong bảng 14.4.

Bảng 14.4. Diện tích thấm lọc cần thiết tính cho một người mà hệ thống thoát nước phục vụ, m²/người

Loại đất	Lượng nước hấp thụ lớn nhất trong 24h (l/m ²)	Nhà ở q = 200 l/ng.ngày	Hộ gia đình q = 100 l/ng.ngày	Trường học q = 65 l/ng.ngày
Cát thô hoặc sỏi	205	0,93	0,23	0,14
Cát mịn	163	1,4	0,37	0,23
Cát pha sét	102	2,3	0,6	0,37
Sét lẫn nhiều cát hoặc sỏi	45	3,7	0,93	0,6
Sét lẫn ít cát hoặc sỏi	33	7,1	1,85	1,25
Sét nặng, đất đá cứng hoặc các loại đất không thấm nước khác		Không sử dụng		



Hình 14.10. Sơ đồ cấu tạo bãi lọc ngầm

Bảng 14.5. Các thông số cấu tạo của bãi lọc ngầm

Thông số cấu tạo	Giá trị	
	Tối thiểu	Tối đa
Số đường ống phân phối nước	1	
Chiều dài mỗi đường ống (m)	-	30
Chiều rộng đáy hào (m)	0,46	0,9
Khoảng cách giữa các tuyến ống (m)	1,8	-
Độ dày lớp đất lấp trên ống (mm)	300	-
Độ dốc các tuyến hào (mm/m)	Ngang bằng	25
Độ dày lớp vật liệu lọc dưới ống phân phối nước (mm)	300	-
Độ dày lớp vật liệu lọc trên ống phân phối nước (mm)	50	-

Quá trình XLNT trong bãi lọc ngầm phụ thuộc vào một loạt yếu tố như tải trọng thủy lực hệ thống phân phối, nhiệt độ nước thải, chiều dày và loại đất lọc, chiều dày lớp đất phủ, độ ẩm của đất... Theo các nghiên cứu của Viện nghiên cứu địa chất thủy văn và cấp thoát nước Liên Xô / 27 /, hiệu quả xử lý nước thải có thể xác định theo biểu thức thực nghiệm sau đây:

$$\frac{S_0^{1,1}}{S} = \frac{450T^{0,7} H^{0,62}}{q^{0,825}} \left(\frac{ad}{hW^{0,5}} \right)^{0,2} \quad (14.4)$$

trong đó: S_0 và S là BOD của nước thải trước và sau khi xử lý trong bãi lọc ngầm, mg/l;

T - nhiệt độ của nước thải, °C;

q - tải trọng thủy lực của hệ thống phân phối (tưới) nước thải, l/m.ngày;

H - chiều dày lớp vật liệu lọc ngầm tính từ mép máng tưới đến mép máng thu nước hoặc đến mực nước ngầm, m;

h - chiều dày lớp đất phủ phía trên vật liệu lọc, m;

a - khoảng cách giữa các ống tưới, m;

d - đường kính trung bình của hạt vật liệu lọc, mm;

W - độ ẩm của vật liệu lọc, %.

Diện tích hữu ích của bãi lọc ngầm phụ thuộc vào loại đất và được xác định theo bảng 14.9 giống như đối với giếng thấm.

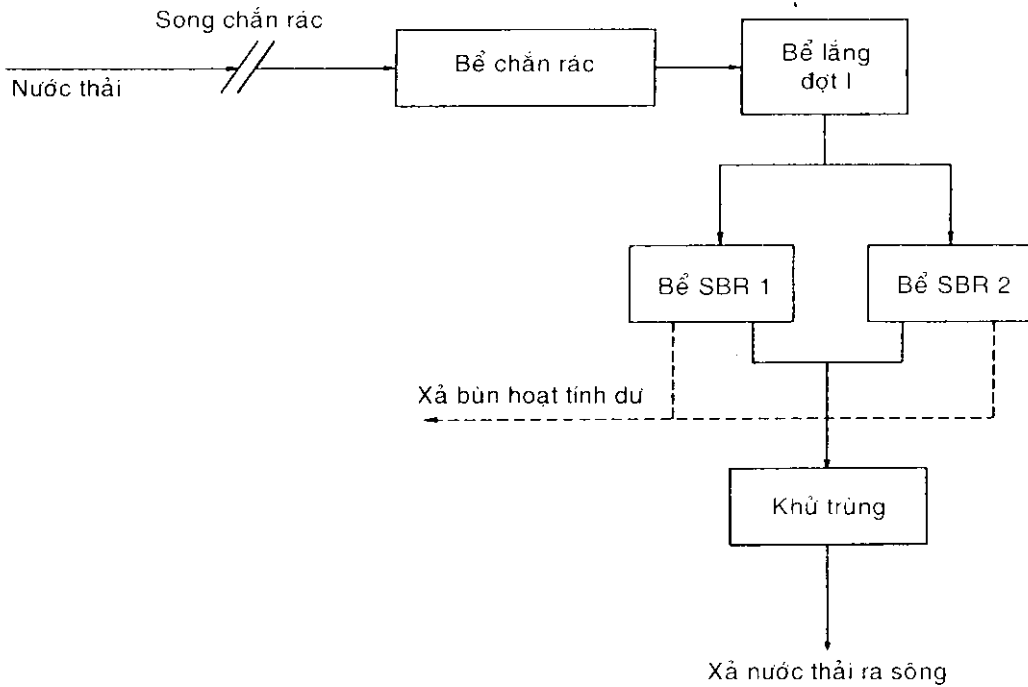
Ghi chú: giếng thấm và bãi lọc ngầm cho hiệu suất xử lý rất cao, thường áp dụng để xử lý nước thải của các ngôi nhà hoặc nhóm nhà đứng độc lập, riêng rẽ, xa thành phố, thị trấn, xí nghiệp công nghiệp (thường là không liên quan tới hệ thống thoát nước đô thị). Trong quá trình xử lý, nước thải thấm xuống tầng đất phía dưới có thể gây ô nhiễm nguồn nước ngầm, cần lưu ý khoảng cách vệ sinh theo quy định của quy phạm và phải xem xét kỹ càng trước khi thiết kế xây dựng.

14.4.3. Aeroten hoạt động gián đoạn theo mẻ (hệ SBR)

Aeroten hoạt động gián đoạn theo mẻ (Sequencing Batch Reactor - SBR) là một dạng công trình xử lý sinh học nước thải bằng bùn hoạt tính, trong đó tuần tự diễn ra các quá trình thổi khí, lắng bùn và gạn nước thải. Do hoạt động gián đoạn nên số ngăn của bể tối thiểu là hai. Sơ đồ hoạt động của hệ thống bể nêu trên hình 14.11.

Các giai đoạn hoạt động diễn ra trong một ngăn bể (hình 14.12) bao gồm: *làm đầy nước thải, thổi khí, để lắng tĩnh, xả nước thải và xả bùn dư*.

Trong bước một, khi cho nước thải vào bể, nước thải được trộn với bùn hoạt tính lưu lại từ chu kỳ trước. Sau đấy hỗn hợp nước thải và bùn được sục khí ở bước hai với thời gian thổi khí đúng như thời gian yêu cầu. Quá trình diễn ra gần với điều kiện trộn hoàn toàn và các chất hữu cơ được oxy hóa trong giai đoạn này. Bước thứ ba là quá trình lắng bùn trong điều kiện tĩnh. Sau đó nước trong nằm phía trên lớp bùn được xả ra khỏi bể. Bước cuối cùng là xả lượng bùn dư được hình thành trong quá trình thổi khí ra khỏi ngăn bể, các ngăn bể khác hoạt động lệch pha để đảm bảo cho việc cung cấp nước thải lên trạm xử lý nước thải liên tục.



Hình 14.11. Sơ đồ hoạt động của hệ thống aeroten hoạt động gián đoạn SBR

Công trình hoạt động gián đoạn, có chu kỳ. Các quá trình trộn nước thải với bùn, lắng bùn cặn... diễn ra gần giống điều kiện lý tưởng nên hiệu quả xử lý nước thải cao. BOD của nước thải sau xử lý thường thấp hơn 20 mg/l, hàm lượng cặn lơ lửng từ 3 đến 25 mg/l và N - NH₃ khoảng từ 0.3 đến 12 mg/l. Bể aeroten hoạt động gián đoạn theo mẻ làm việc không cần bể lắng đợt II. Trong nhiều trường hợp, người ta cũng bỏ qua bể điều hòa và bể lắng đợt I.

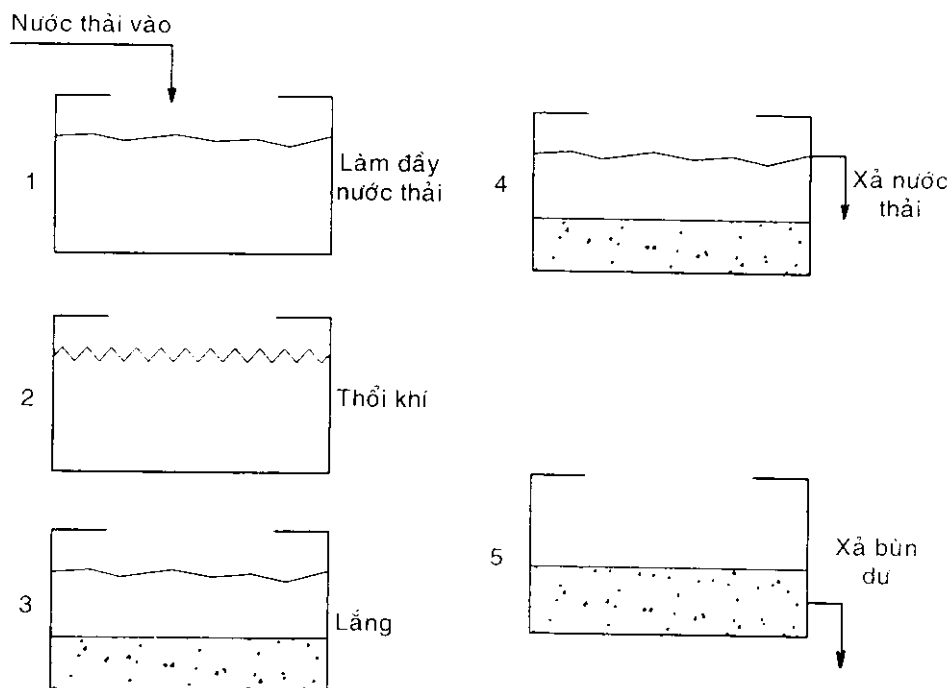
Hệ thống aeroten hoạt động gián đoạn SBR có thể khử được nitơ và photpho sinh hóa do có thể điều chỉnh được các quá trình hiếu khí, thiếu khí và kỵ khí trong bể bằng việc thay đổi chế độ cung cấp oxy. Các ngăn bể được sục khí bằng máy nén khí, máy sục khí dạng jet hoặc thiết bị khuấy trộn cơ học. Chu kỳ hoạt động của ngăn bể được điều khiển bằng role thời gian. Trong ngăn bể có thể bố trí hệ thống vớt váng, thiết bị đo mức bùn....

Bể aeroten hoạt động gián đoạn được thiết kế theo các chỉ tiêu trong bảng 14.6.

Bể aeroten hệ SBR có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, hiệu quả xử lý cao, khử được các chất dinh dưỡng nitơ, dễ vận hành. Sự dao động lưu lượng nước thải ít ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý. Nhược điểm chính của bể là công suất xử lý nước thải nhỏ. Để bể hoạt động có hiệu quả, người vận hành phải có trình độ và theo dõi thường xuyên các bước xử lý nước thải.

Bảng 14.6. Các chỉ tiêu thiết kế hệ aeroten hoạt động gián đoạn (SBR)

Chỉ tiêu thiết kế	Giá trị
Tổng thể tích	0,2 - 2,0 lần lưu lượng trung bình 1 ngày
Số bể	≥ 2
Chiều sâu công tác	3 - 6 m
Tỉ lệ lượng chất hữu cơ/lượng bùn	0,04 - 0,2 kg BOD/kg bùn.ngày
Thời gian 1 chu kỳ	4 - 12 giờ
Đặc điểm cấp khí	Cấp khí cho bước làm đầy và khuấy trộn bùn với nước thải
Lượng oxy	Cấp đủ cho quá trình oxy hóa chất hữu cơ và nitrat hóa như đối với các aeroten truyền thống

**Hình 14.12.** Các giai đoạn của bể aeroten hoạt động gián đoạn

15

XỬ LÝ NƯỚC THẢI CỦA MỘT SỐ NGÀNH CÔNG NGHIỆP

1. PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

1.1. Đặc tính nước thải công nghiệp

Do nước được sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau trong quá trình sản xuất như làm nguội sản phẩm, làm mát máy, vận chuyển nguyên vật liệu, làm dung môi, các quá trình giặt, làm sạch khí,... nên nước thải công nghiệp bị nhiễm bẩn bởi nguyên liệu rơi vãi, các hóa chất tham gia sản xuất. Nước thải công nghiệp có thể chứa chất tan, các chất vô cơ, các chất hữu cơ, có thể mang tính kiềm hoặc tính axit, không màu hoặc có màu và có thể chứa dầu mỡ cũng như các chất độc hại.

Các thông số đặc trưng cho nước thải bao gồm nhiệt độ, mùi vị, màu sắc, độ đục; các chất ô nhiễm không tan như các chất có khả năng lắng được, chất rắn lơ lửng và các chất nổi như dầu, mỡ; các chất tan như các muối vô cơ, các hợp chất hữu cơ tan trong nước, axit, kiềm. Có những loại muối tan như muối sunfat, muối clorua không có khả năng phân hủy sinh học.

- Các chất hữu cơ: đặc trưng bởi các thông số BOD và COD.
- Tổng cacbon hữu cơ TOC: tổng các hợp chất hữu cơ có chứa cacbon.
- Cacbon hữu cơ hòa tan DOC.
- Các độc tố: nước thải chứa các kim loại nặng như thủy ngân, đồng, chì, kẽm, cadimi,...

Đặc tính nước thải được xác định qua đo đạc, lấy mẫu phân tích. Đặc tính nước thải cho phép đánh giá mức độ ô nhiễm của nước thải và là những thông số cần thiết để lựa chọn phương pháp xử lý và thiết kế tính toán các thiết bị xử lý.

Bảng 15.1 đưa ra các số liệu định mức và đặc tính nước thải của một số ngành công nghiệp.

Bảng 15.1. Tiêu chuẩn và đặc tính của nước thải của một số ngành sản xuất

Ngành sản xuất	Tiêu chuẩn, m ³ /tấn SP	Các chất gây ô nhiễm	Nồng độ (kg/m ³)
Amoniac:			
- Sau làm sạch bằng đồng - amoniac	0,17	Amoniac Đồng Nitric hydrocacbonat	0,5 1,0 Tới 1,0
- Với hơi ngưng tụ	1,17	Amoniac Metanol và formandehit	0,8 0,10
Axit nitric (sau lò thổi - tận dụng phế liệu)	0,06	Cacbon đioxit	0,16
Nitrat amôni (NH ₄ NO ₃) (sau loại muối của nước bằng trao đổi ion)	0,08	Canxi sunfat Canxi clorua Magie clorua Natri clorua	3,0 2,62 1,56 5,46
Cacbamit (với hai cốc ngưng tụ)	0,45	Amoniac Cacbamit	0,1 1,0
Metanol (sản phẩm đáy hệ thống chưng luyên)	1,0	Metanol	2,0
Xôđa nung	8,0 - 10	Hạt rắn lơ lửng Canxi clorua Canxi sunfat Natri clorua Amôni hydroxit	20 - 24 110 - 120 0,70 - 0,80 50 - 60 0,10 - 0,12
Supephôphat kép Sau sấy axit photphoric	0,06 - 0,08	Axit flosilic Axit photphoric Canxi sunfat	0,10 0,5 - 0,6 60 - 70
Sau tạo hạt	0,08 - 0,12	Các hạt lơ lửng Axit photphoric Axit flosilic	35 - 40 3 - 4 23 - 25
Axit clohydric	12 - 13	Axit clohydric	đến 0,01
Nitrobenzen	50 - 60	Axit sunfuric, axit nitric và nitrobenzen	1,0 - 2,0
Axit adipic HOOC - (CH ₂) ₄ - COOH	8,0	Nitric nitrat Natri oxalat	5,0 1,5

1.2. Phương pháp giảm thiểu sự ô nhiễm môi trường

Hướng chính để giảm lượng nước thải và sự ô nhiễm môi trường đối với các nguồn nước là thiết lập các hệ thống khép kín trong quản lý nước (hệ thống cấp nước nối tiếp và tuần hoàn). Ở đây hệ thống khép kín cần hiểu là hệ thống cho một nhà máy hay cho cả khu công nghiệp. Có như vậy mới đảm bảo việc sử dụng hợp lý nước trong các quá trình công nghệ, thu hồi tới mức tối đa các phần tử có giá trị trong nước thải, giảm chi phí đầu tư xây dựng và vận hành, cải thiện điều kiện vệ sinh và tránh sự ô nhiễm môi trường.

Một hướng tích cực khác để giảm lượng nước thải và ô nhiễm môi trường là thiết lập sản xuất không nước thải với các nội dung chính sau đây:

- Chế biến nguyên liệu và vật liệu ban đầu.
- Thiết lập các quá trình công nghệ mới để sản xuất và chế biến các sản phẩm không có sự tham gia của nước.
- Giảm lượng nước thải và ô nhiễm bằng hoàn thiện các quy trình công nghệ và thiết bị, sử dụng nguyên liệu không có nước.
- Ứng dụng các máy làm sạch bằng không khí.
- Làm sạch triệt để nước thải của các cơ sở công nghiệp cũng như nước thải sinh hoạt ở các trạm xử lý cục bộ hay của thành phố để thu hồi nước có thể sử dụng trong các quá trình công nghệ và trong hệ thống cấp nước tuần hoàn.
- Ứng dụng các phương pháp và thiết bị tiên tiến để làm sạch nước thải.
- Sử dụng tất cả nước thải sau khi đã làm sạch và làm nguội trong các quá trình công nghệ trong các hệ thống cấp nước tuần hoàn.
- Duy trì thành phần muối cố định của nước trong hệ thống cấp nước tuần hoàn bằng cách lấy ra một phần nước với mục đích loại muối một phần hay toàn phần nước đó và tuần hoàn nước không có muối vào hệ thống cấp nước tuần hoàn.

Phương pháp tiếp cận để phòng ngừa, giảm lượng nước thải và các chất gây ô nhiễm là phương pháp tích cực mang tính chủ động. Phương pháp này đi vào bản chất của quá trình công nghệ, kiểm tra quá trình sản xuất, nguồn nguyên liệu, tìm nguyên nhân, nguồn phát sinh ra nước thải, từ đó có các biện pháp giải quyết tận gốc như thay đổi công nghệ, tuần hoàn sử dụng lại nước, tái sử dụng lại các chất gây ô nhiễm nước, phân luồng các dòng thải gây ô nhiễm và khi cần thiết xử lý cục bộ các dòng này với lượng nhỏ.

Phương pháp này có ưu điểm:

- Giảm lượng nước sử dụng.
- Giảm lượng nước thải cần xử lý.
- Giảm tải lượng các chất gây ô nhiễm.
- Hiệu quả kinh tế cao do giảm chi phí xử lý nước thải.

Phương pháp giảm lượng nước thải và các chất gây ô nhiễm nước có thể thực hiện bằng các biện pháp sau:

- 1) Thay thế các công đoạn ướt (có sử dụng nước và hóa chất) bằng các công đoạn khô (không dùng nước).

Biện pháp này đòi hỏi phải có sự cải tiến, thay thế công nghệ, đặc biệt đối với những dây chuyền sản xuất liên tục. Do đó đối với những cơ sở mới xây dựng hoặc có kế hoạch mở rộng, người ta cần quan tâm lưu ý xem có những công đoạn ướt nào có thể thay thế bằng công đoạn khô.

Ví dụ, trong công đoạn xử lý bề mặt kim loại của công cụ, tấm hay ống bằng kim loại có thể thay thế biện pháp xử lý ướt với axit bằng phương pháp cơ học, quang học như đánh giũa bằng bàn chải hay chiếu sáng. Hoặc trong công nghiệp chế biến rau, hoa quả người ta có thể thay thế phương pháp ướt để tách vỏ bằng máy tách vỏ khô sẽ giảm được 1/3 lượng nước thải.

- 2) Tiết kiệm sử dụng nước, phân dòng nước thải sạch để tuần hoàn sử dụng lại, thường xuyên kiểm tra đường ống dẫn nước để tránh thất thoát nước.
- 3) Phân luồng các dòng chảy có nồng độ các chất ô nhiễm cao để xử lý riêng, hạn chế pha loãng những dòng thải này để giảm tải lượng ô nhiễm cho hệ thống xử lý chung. Thí dụ, dung dịch thuốc nhuộm trong công nghiệp dệt, sau định kỳ thải nên thu hồi xử lý riêng. Vì trong dung dịch này còn chứa lượng thuốc nhuộm không bám vào vải và một lượng lớn hóa chất phụ trợ cho quá trình nhuộm. Một ví dụ khác như trong công nghiệp chế biến thực phẩm, ở các cơ sở giết mổ nên thu hồi các dịch, máu, mỡ riêng, hạn chế thải vào nước rửa để khỏi dẫn đến phải xử lý một lượng nước thải lớn với nồng độ các chất ô nhiễm hữu cơ do các thành phần đó gây nên.

Theo kinh nghiệm thực tế của nhiều nước, một nhà máy sử dụng càng nhiều nước thì lượng nước thải và độ pha loãng các chất gây ô nhiễm càng lớn, dẫn đến khó khăn trong việc xử lý (thiết bị lớn, nồng độ các chất ô nhiễm loãng) và chi phí cho xử lý sẽ cao.

Để làm sạch nước thải công nghiệp có thể sử dụng một trong các loại công trình xử lý sau:

- 1) *Các công trình xử lý cục bộ*: dùng để làm sạch nước thải từ các thiết bị hay phân xưởng. Ở đây có thể thu hồi những chất có giá trị nên người ta thường sử dụng các phương pháp làm sạch tái sinh như lắng, tuyển nổi, trích ly, chưng luyện, hấp phụ, trao đổi ion, thẩm thấu ngược,... Trong nhiều trường hợp còn sử dụng cả phương pháp nhiệt để xử lý cục bộ. Để xử lý cục bộ cần có hệ thống phân luồng dòng thải tốt. Xử lý cục bộ chỉ cần xử lý một lượng nước thải nhỏ với hàm lượng chất ô nhiễm cao, tránh được hiện tượng làm loãng với các dòng thải khác trước khi đưa vào xử lý tập trung.
- 2) *Xử lý chung*: xử lý chung dùng để xử lý nước thải chung của toàn nhà máy. Những cơ sở sản xuất hóa chất, hóa dầu thường được trang bị các công trình xử lý loại này. Trong các công trình xử lý nước thải của các nhà máy hóa dầu có thể có cả công đoạn xử lý sơ cấp, xử lý thứ cấp và xử lý cấp ba. Ở nhiều cơ sở, các công trình xử lý chung này còn có thêm nhiệm vụ làm sạch nước thải sinh hoạt và nước mưa. Cần chú ý rằng, tùy thuộc vào mức độ ô nhiễm của nước thải mà có thể dẫn chúng thẳng vào xử lý sơ cấp hay xử lý thứ cấp hoặc cấp ba và các dòng ô nhiễm nặng cần được xử lý cục bộ trước khi đưa vào trạm xử lý tập trung.
- 3) *Xử lý tập trung của thành phố*: các công trình xử lý nước thải của thành phố có nhiệm vụ chính là làm sạch cơ học và làm sạch sinh học đối với nước thải. Nước sau khi xử lý thứ cấp được khử trùng bằng clo hoặc ozon trước khi thải vào dòng nước tự nhiên. Bùn cặn lắng từ bể lắng sơ cấp và thứ cấp sau khi tách nước bằng lọc chân không hoặc sân phơi bằng cát và sấy khô có thể dùng làm phân bón (nếu giàu chất dinh dưỡng N, K và P) hoặc dùng để chôn lấp các vùng trũng hoặc đem thiêu hủy. Trạm xử lý tập trung của thành phố dùng để xử lý nước thải đô thị bao gồm nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp sau khi đã được xử lý cục bộ.

Nước thải sản xuất được làm sạch ở các nhà máy xử lý nước thải tập trung của thành phố cần thỏa mãn các điều kiện sau:

- Hàm lượng các chất rắn lơ lửng không được vượt quá 500 mg/l.
- Không chứa các chất dễ làm tắc ống dẫn trong hệ thống thải nước.
- Không chứa các chất có tính chất phá hủy vật liệu làm ống và công trình thoát nước.

- Không chứa các chất dễ cháy và tạo hỗn hợp khí gây nổ.
- Không chứa các chất độc có nồng độ cản trở quá trình phân hủy sinh học.
- Nhiệt độ của nước không vượt quá 40°C.

Đối với những loại nước thải sản xuất có chứa các chất phóng xạ, các chất độc và nhiễm bẩn vi sinh, cần khử chúng trước khi thải vào hệ thống cống chung của thành phố.

Thông thường xử lý nước thải tập trung thường giảm được chi phí cho vận hành và diện tích xây dựng. Tuy nhiên, tùy theo từng trường hợp cụ thể của các loại hình công nghiệp có thể chọn xử lý cục bộ hay tập trung.

15.1.3. Các số liệu cần thiết để nghiên cứu tính khả thi về xử lý nước thải

Khi xem xét việc xử lý nước thải, cần tiến hành nghiên cứu tính khả thi về giải pháp. Nghiên cứu này bao gồm: đánh giá và thu thập các cơ sở dữ liệu về nước thải của nhà máy, gồm lưu lượng và thành phần của nước thải. Trên cơ sở kết quả phân tích các đặc tính của nước thải sẽ nghiên cứu so sánh các phương án xử lý khác nhau. Các thông số phải đo và phân tích là: độ pH, nhu cầu oxy hóa học COD, nhu cầu oxy sinh hóa BOD, hàm lượng chất rắn TS, SS, các hóa chất độc hại và kim loại nặng, nhiệt độ, hàm lượng dầu, mỡ, hàm lượng photpho, nitơ... Đó là những đặc tính của nước thải công nghiệp.

Lưu lượng nước thải trong các xí nghiệp công nghiệp thường có sự dao động lớn trong ngày. Các giá trị về sự dao động này cần được đo đạc và ghi chép.

Thông thường có thể xác định lưu lượng nước trên cơ sở số liệu ghi chép theo dõi sử dụng nước của từng thiết bị, từng công đoạn, từng xí nghiệp và của cả nhà máy. Qua bài toán cân bằng về nước có thể tính được lượng nước thải của từng xí nghiệp, từng công đoạn và của nhà máy. Về nguyên tắc để xác định lưu lượng nước thải cần lắp đặt các dụng cụ đo lưu lượng trên đường ống thải hay mương thải bằng đồng hồ đo nước, ống ventury, thùng đo lường, màng chắn....

Lưu lượng trung bình ngày được sử dụng để làm cơ sở cho thiết kế quá trình xử lý. Lưu lượng cực đại dùng để thiết kế sức chứa thủy lực của công trình. Hầu hết các quá trình xử lý sinh học được thiết kế trên cơ sở lưu lượng trung

bình hoặc 120% lưu lượng trung bình. Trạm xử lý nước thải cần được thiết kế để có thể làm việc ở điều kiện lưu lượng cả ở mức nhỏ nhất và lớn nhất.

Lưu lượng và đặc tính của nước thải biến động theo thời gian. Vì vậy kỹ thuật lấy mẫu đúng có tầm quan trọng rất lớn trong việc cung cấp những số liệu cơ bản chính xác cho thiết kế các công trình xử lý. Mẫu cần mang tính đại diện cho dòng chảy và được lấy ở nơi nước được trộn đều. Thường lấy mẫu để phân tích các đặc tính của nước thải tại cùng vị trí đo lưu lượng.

Người ta phân biệt hai loại mẫu: mẫu tức thời và mẫu trung bình tỉ lệ.

- Mẫu tức thời là mẫu được lấy rời rạc ở một thời điểm nhất định và phân tích một cách riêng biệt. Loại mẫu này chỉ phản ánh đặc tính của nước thải ở thời điểm lấy mẫu. Vấn đề chính đặt ra là quyết định tần số lấy mẫu. Do vậy cần cân đối số mẫu để đạt độ tin cậy với tổng kinh phí thấp nhất. Mẫu tức thời thường được sử dụng khi lưu lượng và thành phần nước thải tương đối ổn định hay dòng gián đoạn. Thể tích của mỗi mẫu lấy từ 1 đến 2 l.
- Mẫu trung bình tỉ lệ là hỗn hợp của các mẫu tức thời, đại diện cho một khoảng thời gian nhất định. Thể tích của mẫu tức thời cần thiết để trộn vào mẫu hỗn hợp tỉ lệ với lưu lượng của nó tại thời điểm lấy mẫu.

Thường thể tích của một mẫu trung bình tỉ lệ bằng 2 - 4 l. Tần số lấy mẫu tức thời phụ thuộc vào sự biến động của lưu lượng và nồng độ. Nếu lưu lượng và nồng độ ít thay đổi thì mỗi mẫu tức thời có thể lấy sau khoảng thời gian và 2 đến 24 giờ, còn nếu chúng thay đổi nhiều thì cứ sau 15 phút lấy mẫu một lần. Mẫu trung bình tỉ lệ thường được dùng để đánh giá hiệu suất của các phương tiện xử lý.

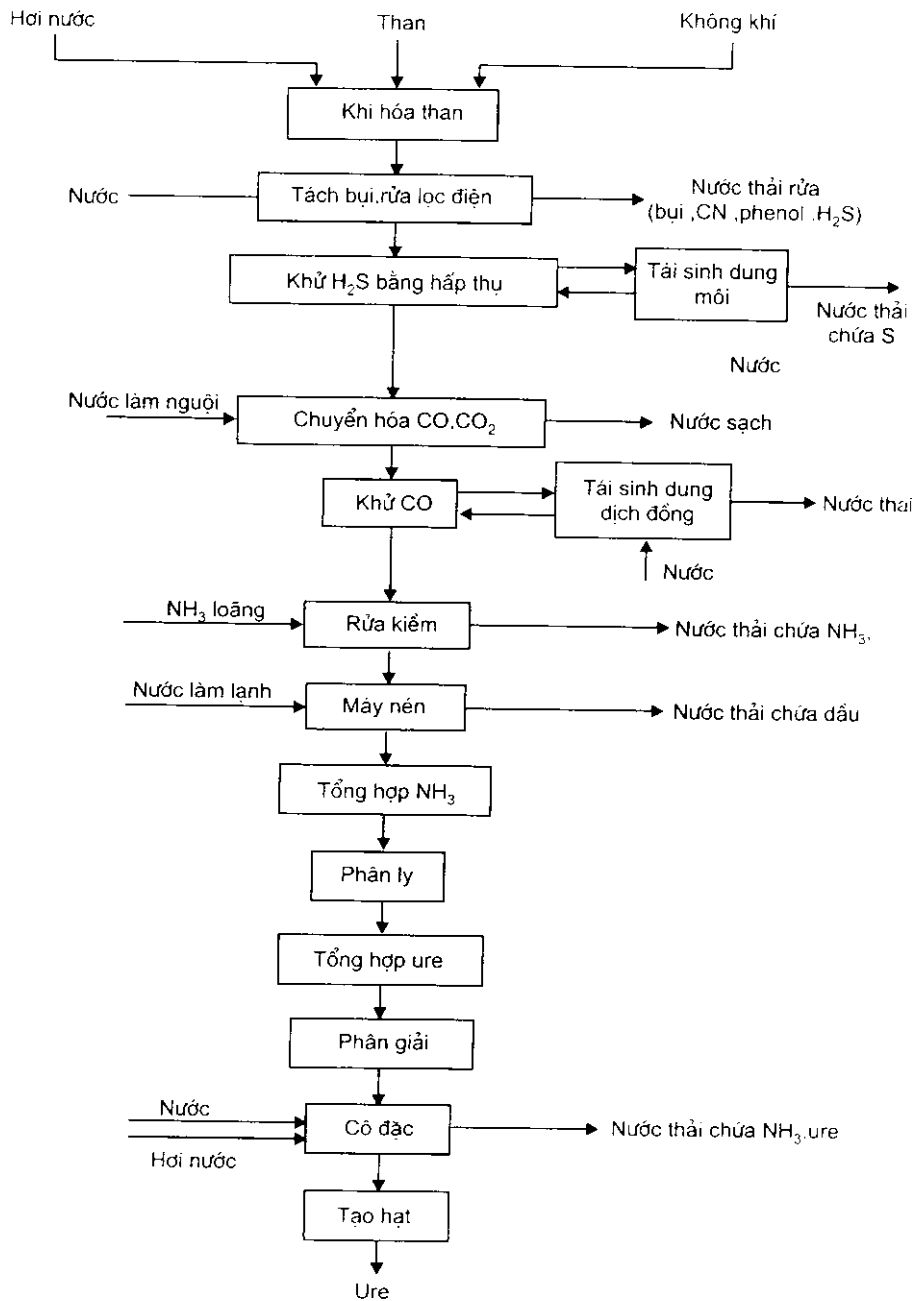
Để tránh cho quá trình phân hủy và thay đổi đặc tính, gây sai lệch trong kết quả phân tích, mẫu lấy về cần được phân tích ngay hoặc bảo quản nghiêm ngặt đảm bảo đặc tính của chúng không thay đổi.

15.2. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP PHÂN BÓN HÓA HỌC

15.2.1. Nguồn gốc nước thải

1. Đối với công nghệ sản xuất phân đạm

Sơ đồ công nghệ và các dòng nước thải của quá trình sản xuất phân đạm đi từ khí hóa than được giới thiệu trên hình 15.1.



Hình 15.1. Sơ đồ công nghệ với các dòng nước thải của quá trình sản xuất phân đạm

Nguồn gốc nước thải sinh ra từ các công đoạn:

- Công đoạn làm sạch và rửa khí than bằng nước làm lạnh trực tiếp. Nước thải chứa hàm lượng bụi than, ngoài ra còn chứa các chất độc hại như xyanua CN, phenol, H₂S.
- Công đoạn tinh chế khí: bao gồm khử H₂S thành lưu huỳnh nguyên tố (S) bằng dung dịch ADA (antraquinondisulfonic axit C₁₄H₈S₂ hay dung dịch tamin), chuyển hóa CO → CO₂ và hấp phụ CO₂ bằng dung dịch MEA (monoetanolamin NH₂CH₂CH₂OH).

Trong các tháp hấp phụ dung môi được sử dụng và tái sinh tuần hoàn trong chu trình kín. Dung môi bẩn được thải theo định kỳ. Nước tham gia chủ yếu ở trong các thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp nên nước thải sạch.

Trong công đoạn tinh chế khí, nước thải nhiễm bẩn là nước rửa lưu huỳnh, thường chứa lưu huỳnh và nước rửa thiết bị.

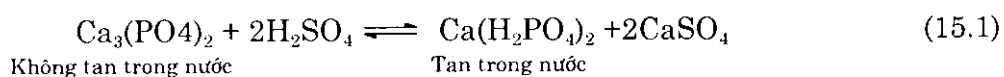
- Công đoạn tổng hợp amôniac, nước thải chủ yếu là nước làm lạnh gián tiếp nên ít ô nhiễm. Nước chứa các chất ô nhiễm là nước thải từ khâu rửa khí bằng dung dịch NH₃ loãng (rửa kiềm). Trong nước thải chứa amôniac.
- Ở hệ thống khí nén, sau mỗi cấp hỗn hợp khí được làm sạch bằng nước để hạ nhiệt độ và phân ly dầu... nước thải thường chứa dầu.
- Ở công đoạn tổng hợp ure, nguồn nước thải chính là nước ngưng hơi thứ cấp của quá trình cô đặc chứa NH₃ và ure.

2. Công nghệ sản xuất phân phôtphat (phân lân)

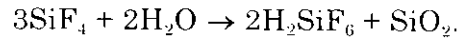
Công nghệ sản xuất axit sunfuric với dòng thải giới thiệu trên hình 15.2 và 15.3, còn công nghệ sản xuất supephôtphat với dòng nước thải được thể hiện trên hình 15.4.

Trong công nghệ sản xuất H₂SO₄, nước hầu như không tham gia trực tiếp vào quá trình sản xuất mà chỉ tham gia dưới dạng nước làm mát thiết bị (gián tiếp) và dung môi hấp phụ trong công đoạn xử lý khí thải. Nước thải từ công đoạn xử lý khí thải là dung môi đã hấp phụ chứa SO₂ và F, As₂O₃, TeO₂, SeO₂ đối với sản xuất H₂SO₄ từ pirit và chứa S, SO₂ đối với sản xuất H₂SO₄ từ lưu huỳnh. Nước thải mang tính axit mạnh vì có chứa H₂SO₄.

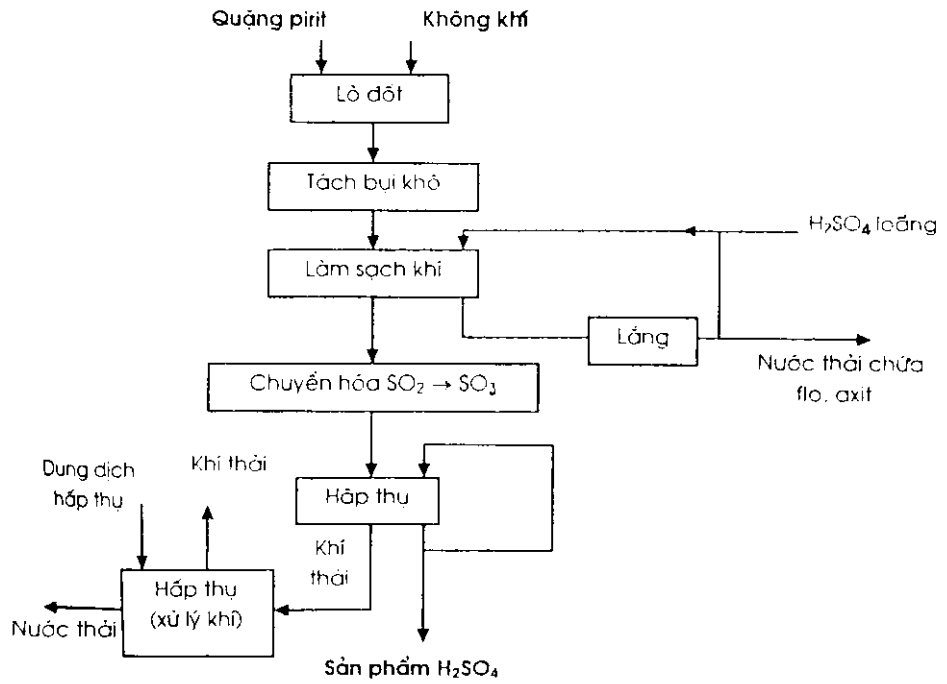
Bản chất phản ứng xảy ra trong công đoạn hóa thành là quặng không tan trong nước tác dụng với axit sunfuric tạo thành supephôtphat dễ tan trong nước.



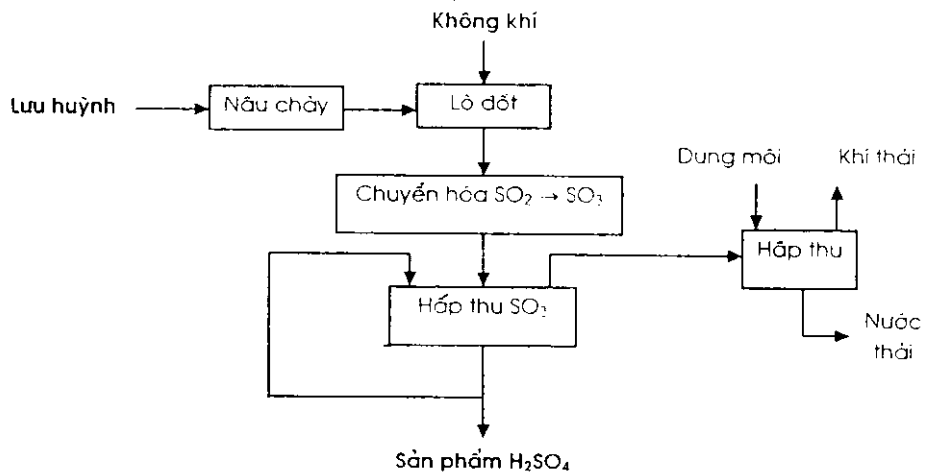
Nguồn sinh ra nước thải của công nghệ sản xuất phân supe là do dùng nước hấp phụ khí thải sinh ra từ công đoạn hóa thành. Khí thải có chứa HF được hấp phụ bằng H_2O và khí có mặt của oxit silic SiO_2 sẽ tạo thành H_2SiF_6 :



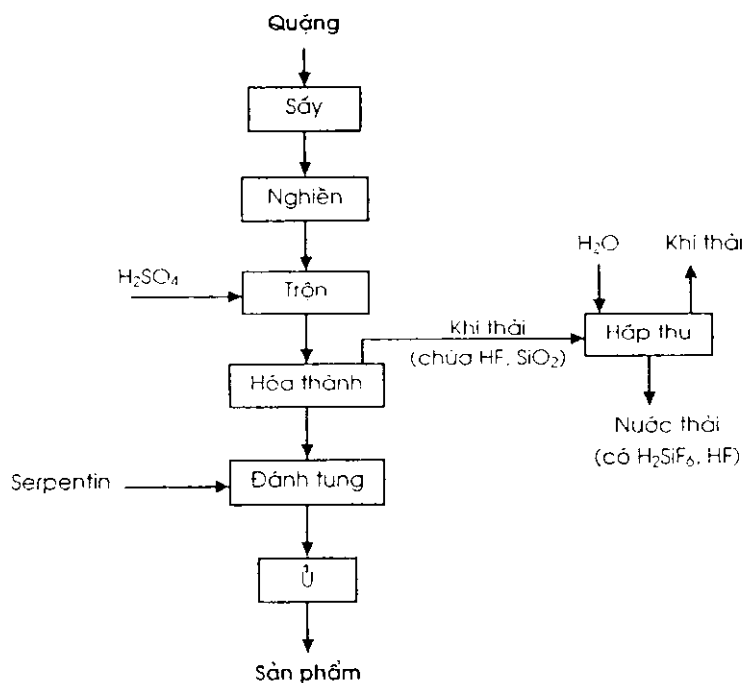
H_2SiF_6 cần được xử lý thu hồi đầy đủ.



Hình 15.2. Sơ đồ nguyên lý công nghệ sản xuất axit sunfuric từ pirit với dòng nước thải

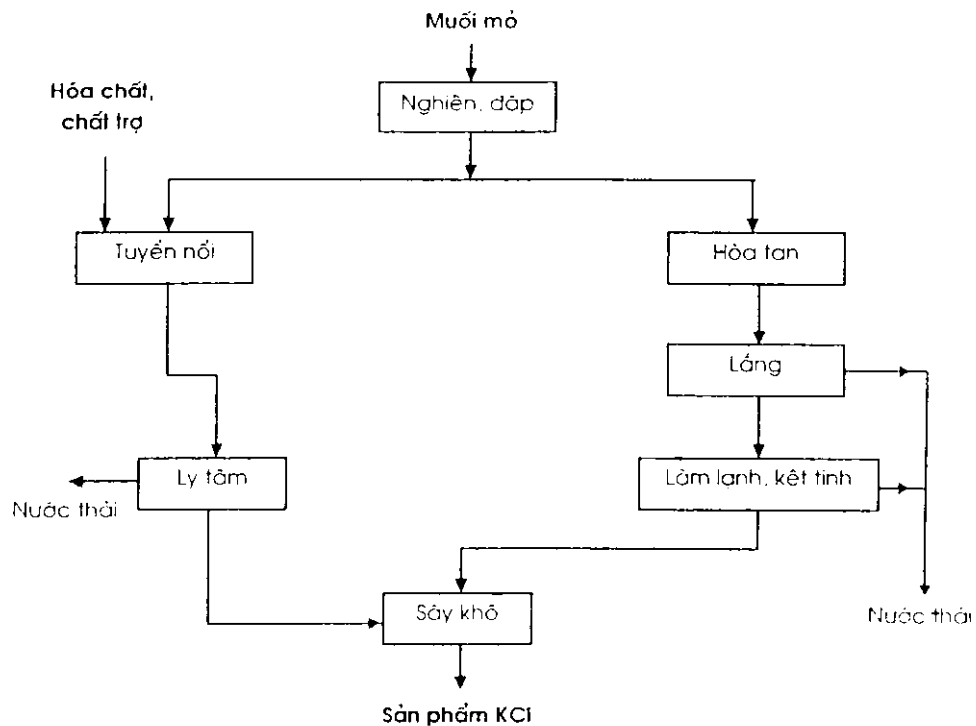


Hình 15.3. Sơ đồ nguyên lý công nghệ sản xuất H₂SO₄ từ lưu huỳnh với dòng nước thải



Hình 15.4. Sơ đồ nguyên lý công nghệ sản xuất supephôtphat với dòng nước thải

3. Công nghệ sản xuất kali



Hình 15.5. Sơ đồ công nghệ sản xuất phân kali với dòng thải

Vì các thành phần trong muối mỏ ít hay nhiều hòa tan trong nước, do đó nước thải là dung dịch chứa các loại muối, tuy không độc nhưng rất khó xử lý. Bằng phương pháp tuyển nổi là ly tâm để thu được muối KCl hay phương pháp hòa tan trong nước nóng sau đó lọc gạn - làm lạnh - kết tinh đều sinh ra nước thải ngoài các muối hòa tan, còn chứa cát, vôi và hàm lượng chất rắn lơ lửng cao.

Lượng dịch thải phụ thuộc vào hàm lượng của muối KCl và $MgCl_2$ trong quặng.

Hình 15.5 giới thiệu sơ đồ công nghệ sản xuất phân kali với dòng thải.

15.2.2. Đặc tính của nước thải và tác động tới môi trường

Các chất gây ô nhiễm nước trong sản xuất phân đạm bao gồm: các chất trung gian và sản phẩm như NH_3 , ure, các loại phân đạm khác nhau, dầu công nghiệp từ máy nén, các tạp chất như xyanua, sunfua, arsenic, phenol, bụi than từ công đoạn khí hóa than.

Các chất gây ô nhiễm trong nước trong sản xuất phân lân là những axit vô cơ H_2SO_4 , H_3PO_4 và sản phẩm, ngoài ra còn từ nước thải làm sạch khí chứa flo, As_2O_3 , TeO_2 , SeO_2 , SO_2 ,... Trong sản xuất phân kali thì vấn đề ô nhiễm nước là do các muối tan và các chất cặn bả (đá, cát, vôi) ở dạng lơ lửng trong quá trình gia công muối mỏ.

Bảng 15.2 nêu đặc điểm dòng thải từ sản xuất đạm ure, bảng 15.3 - đặc điểm dòng thải từ sản xuất canxi amoni nitrat, còn bảng 15.4 - đặc điểm dòng thải của nhà máy supephôphat.

Bảng 15.2. Đặc điểm dòng thải từ sản xuất đạm ure

Thông số	Nồng độ (mg/l)
TS	5400
TDS	1435
NH_3 (tính theo N)	700
Ure (tính theo N)	600
Flo	15
Dầu	50 - 500
Arsenic	1,5
pH	7,5 - 9,5

Hầu hết các chất có mặt trong nước thải của nhà máy phân bón đều có ảnh hưởng tới nguồn tiếp nhận, mức độ tác động của chúng là khác nhau.

Dòng thải mang tính axit hay kiềm cao gây ức chế hoặc ngăn ngừa quá trình tự làm sạch của dòng tiếp nhận, gây tác hại tới sự sống và phát triển của các loài thủy sản sống trong nguồn.

Bảng 15.3. Đặc điểm dòng thải từ sản xuất canxi amoni nitrat

Thông số	Giá trị (trừ pH các đại lượng khác có đơn vị là mg/l)
Giá trị pH	8,5
Chất rắn lơ lửng SS	325
Chất rắn hòa tan TDS	2090
BOD ₅	280
COD	535
Amoniac (NH ₃)	720
Nitơ hữu cơ (N)	102
Nitrat (NO ₃ ⁻)	65
Sunfat (SO ₄ ²⁻)	980
Phôtphat (PO ₄ ³⁻)	4,2

Bảng 15.4. Đặc tính của dòng thải từ nhà máy supephôtphat

Thông số	Nồng độ (mg/l)
Chất rắn lơ lửng SS	150 - 600
Chất rắn hòa tan TDS	644 - 980
COD	35 - 175
Florua (F ⁻)	1920 - 2163
Clorua (Cl ⁻)	42 - 234
Sunfat (SO ₄ ²⁻)	40 - 336
Canxi	32 - 86
Phôtphat (PO ₄ ³⁻)	0,4 - 1,0

Amoniac và muối amôn là độc tố đối với cá, với nồng độ rất nhỏ 1.2 - 3 mg/l cũng có thể làm chết cá. Nồng độ NH_3 trong nước nuôi cá $\leq 1,2$ mg/l. Cá có thể chịu được với nồng độ ure cao 1600 mg/l. Nhưng trong điều kiện kỵ khí với nồng độ ure nhỏ lại độc với cá và vi sinh vật vì ở điều kiện đó ure phân hủy thành NH_3 và CO_2 tự do. Các amin cũng gây độc với các loài thủy sinh và còn làm tăng nhu cầu oxy và clo. Vì thế đối với nước nguồn có nồng độ amin hoặc nitơ dạng amôn cao thì trong xử lý nước cần lượng clo lớn và thời gian tiếp xúc khử trùng lâu. Nồng độ của MEA trên 10 mg/l sẽ làm chết cá.

Nước có chứa H_2S sẽ gây mùi khó chịu và gây độc với các thủy sinh. Tất cả những hợp chất của xyanua (CN^-) đều là độc tố cho các loài thủy sinh, đặc biệt là ở dạng hydrogen xyanua (HCN) arsenic (muối arsen) cực kỳ độc đối với cá và các loài thủy sinh. Nồng độ arsenic 1 mg/l ở trong nước uống sẽ gây bệnh chàm đen cho người sử dụng. Arsenic là độc tố tích tụ, nếu như hàng ngày hấp phụ một lượng rất nhỏ thì sau một khoảng thời gian nhất định có thể dẫn đến tử vong. Arsenic là độc tố có khả năng gây ung thư.

Nước thải chứa dầu khi đổ xuống nguồn nước làm giảm lượng oxy hòa tan trong nước. Người ta đã nhận thấy mặt nước có ánh dầu rõ rệt với lớp dầu loang dày 0,3 μm (tương ứng đổ 10 l dầu trên diện tích 1,5 ha mặt nước). Nước thải bản chứa bùn than làm cho nước có màu tối, ngăn chặn sự quang hợp nhờ ánh sáng mặt trời và ngăn chặn sự tạo thành oxy, gián tiếp ảnh hưởng tới các loài thủy sinh.

Flo có trong nước thải của sản xuất phân lân khi thải vào nguồn nước là chất độc đối với các loài thủy sinh, mặc dầu nó là cần thiết để phòng ngừa bệnh sâu răng và loãng xương cho con người.

Các hợp chất photphat và nitơ có trong nước với nồng độ cao gây nên hiện tượng phì dưỡng trong các sông, hồ. Nước thải sản xuất phân lân có hàm lượng muối vô cơ dạng tan cao, tuy không độc nhưng làm tăng áp suất thẩm thấu, dẫn đến ảnh hưởng tới quá trình trao đổi chất của tế bào. Khi nồng độ muối cao cũng có thể gây tử vong cho cá nước ngọt và động thực vật sống trong nước. Xử lý nước thải chứa hàm lượng muối vô cơ tan rất phức tạp, đòi hỏi chi phí cao như phương pháp cô đặc, phương pháp tách bằng màng. Hiện nay một số nước sản xuất phân kali, nước thải cả những dòng ô nhiễm muối tan cao thường được vận chuyển đổ ra biển hoặc nhà máy cần được xây dựng gần bờ biển.

15.2.3. Xử lý nước thải

Để đảm bảo hiệu quả và tính kinh tế cho việc xử lý, cần phân luồng dòng thải và xử lý riêng, đặc biệt đối với những luồng có hàm lượng chất gây ô nhiễm cao với mục đích ưu tiên là thu hồi, tuần hoàn và sử dụng lại cho sản xuất và sau đó là giảm thiểu lưu lượng nước thải cần xử lý. Các dòng thải cần xử lý riêng bao gồm:

- Dòng thải mang tính axit hay kiềm.
- Dòng thải chứa NH_3 và ure nồng độ cao.
- Dòng thải chứa flo và photphat.
- Dòng thải chứa dầu, chất rắn lơ lửng cao.
- Dòng thải của khí hòa tan chứa xyanua, H_2S , phenol.

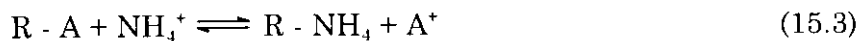
Các phương pháp xử lý:

1. Đối với nước mang tính chất axit hay kiềm cao

Được xử lý bằng phương pháp trung hòa, có thể trung hòa hai dòng thải mang tính chất axit và kiềm với nhau hay dùng các tác nhân hóa học để trung hòa.

2. Dòng thải chứa hàm lượng NH_3 cao

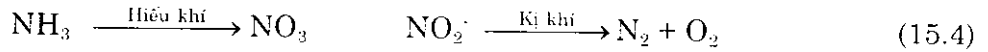
Có thể xử lý bằng phương pháp trao đổi ion. Phương pháp này có ưu điểm thực hiện ở nhiệt độ thấp, nồng độ NH_3 bất kỳ và NH_3 thu hồi được tuần hoàn sử dụng cho sản xuất. Thường dùng nhựa hữu cơ có khả năng trao đổi cation với NH_4^+



Sau đó NH_3 được nhả qua tái sinh bằng dung dịch H_2SO_4 .

- Khử NH_3 trong nước bằng phương pháp chưng phân ly dựa vào độ bay hơi khác nhau của NH_3 và H_2O . Nguyên lý xử lý được thể hiện trên hình 15.6. Phương pháp này có ưu điểm thu hồi được NH_3 có nồng độ cao, có thể sử dụng lại cho sản xuất, song tiêu tốn lượng nhiệt lớn.
- Phương pháp nuôi tảo để xử lý nước thải chứa NH_3 dựa trên cơ sở một số loài tảo như spirulina, cloella - scenesmus có thể phát triển trong môi trường nước thải của nhà máy phân đạm. Tảo sử dụng NH_3 và ure như chất dinh dưỡng trong quá trình phát triển ở nồng độ thích hợp, như nồng độ NH_3 là 75 mg/l. Nếu nồng độ cao quá sẽ làm tảo bị chết.

- Phương pháp sinh học để xử lý nước thải chứa NH_3 sử dụng các vi khuẩn hiếu khí và kỵ khí để thực hiện các quá trình nitrit, nitrat hóa và khử nitrat thành N_2 :

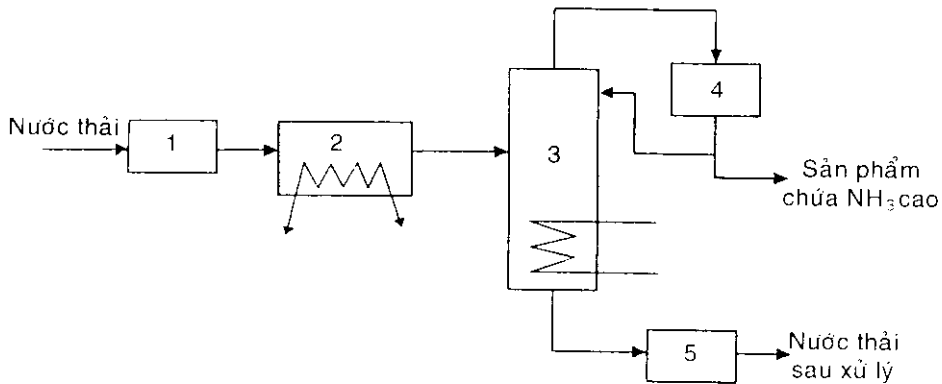


Phương pháp này đòi hỏi công nghệ và điều kiện khống chế quá trình phức tạp.

- Phương pháp thoáng khí để xử lý nước thải chứa NH_3 dựa trên cơ sở cân bằng hóa học:



Khi tăng pH của nước thải và quạt gió trên bề mặt thoáng, NH_3 sẽ thoát ra khỏi nước thải làm giảm nồng độ trong nước thải. Phương pháp cần phải tiêu tốn năng lượng cho quạt thổi gió. Theo một số nghiên cứu cho thấy, ở pH = 11.5 nếu thực hiện ở nhiệt độ 15°C thì tốn 3000 m^3 không khí, còn nếu thực hiện ở nhiệt độ 4°C thì phải dùng 5980 m^3 không khí.



Hình 15.6. Sơ đồ nguyên lý xử lý nước thải chứa NH_3 bằng phương pháp chưng phân ly

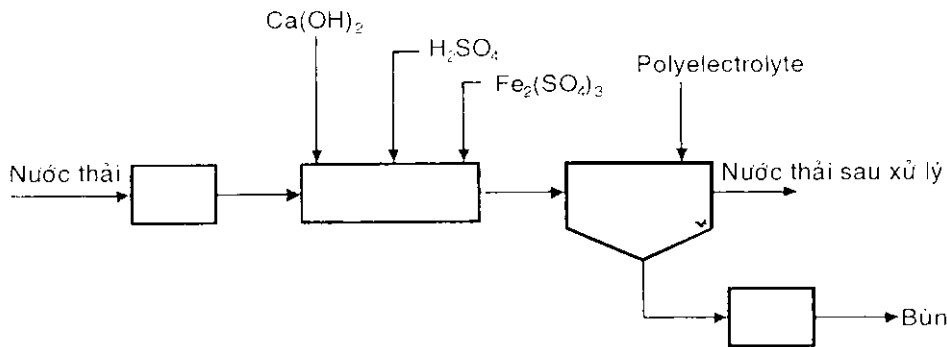
3. Dòng thải chứa flo và photphat

Trong sản xuất phân lân và phân hỗn hợp NPK thì nước thải thường chứa flo và photphat. Xử lý nước thải loại này bằng phương pháp hóa học bằng sữa vôi hoặc vôi để tạo thành CaF_2 , CaHPO_4 hay $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ và photphat kết tủa. Sơ đồ xử lý được trình bày trên hình 15.7.

Bể phản ứng có thể một hay nhiều bậc, dùng $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hay H_2SO_4 để điều chỉnh pH trong khoảng 6 - 8. Phản ứng sẽ tạo thành các chất khó tan CaF_2 và hợp chất canxi kết tủa như ở bảng 15.5.

Bảng 15.5. Độ hòa tan của một số hợp chất canxi ở nhiệt độ 20°C

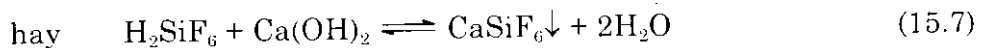
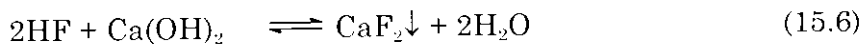
Hợp chất	Độ hòa tan
Canxi sunfat CaSO ₄	1990 mg/l tương đương 1404 mg/ISO ₄ ²⁻
Canxi florua CaF ₂	15 mg/l tương đương 7,3 mg/IF
Canxi photphat CaHPO ₄	100 mg/l tương đương 70 mg/IPO ₄ ³⁻
Canxi hydroxyapatit Ca ₅ (OH) ₂ (PO ₄) ₃	ở pH = 10 là 3 mg/l



Hình 15.7. Sơ đồ nguyên lý xử lý nước thải chứa flo và photphat

- 1- Bể chứa và điều hòa nước thải;
- 2- Bể phản ứng (bể trung hòa);
- 3- Bể lắng;
- 4- Thiết bị lọc ép xử lý bùn.

Ví dụ nước thải chứa hàm lượng $F \geq 7,3 \text{ mg/l}$ có thể dùng Ca(OH)_2 để tạo kết tủa CaF_2 theo phản ứng:



4. Dòng thải chứa dầu, chất rắn lơ lửng cao

Dầu mỡ ở trạng thái tự do, nổi lên mặt nước và được tách bằng các phương pháp cơ học, tuyển nổi, sục khí với các cơ cấu bố trí trên bể điều hòa hay bể lắng. Các chất rắn lơ lửng có trong nước thải ngành phân bón thường là các hạt sản phẩm hay nguyên liệu xử lý bằng phương pháp đông tụ và thường kết hợp xử lý với phương pháp hóa học kết tủa và sau đó là lắng.

5. Dòng thải của nước rửa khí hóa than

Dòng thải này sinh ra trong công nghiệp sản xuất phân đạm, đáng chú ý là trong sản xuất phân ure gắn liền với công nghệ khí hóa than. Ngoài công

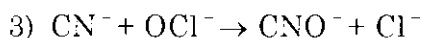
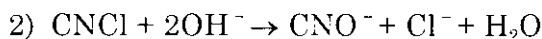
nghe phân bón, một số ngành công nghiệp khác như gốm sứ, thủy tinh, dệt... có trạm hóa than đều chứa H_2S và xyanua có nồng độ cao.

Xyanua tồn tại dưới dạng muối tan xyanua sẽ bị thủy phân trong nước theo phản ứng:

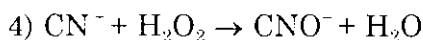


Axit xyanhydric là chất rất độc. Để xử lý nước thải chứa xyanua và hydrosulfua, phương pháp oxy hóa là phương pháp có ưu thế hơn cả. Mục đích của phương pháp này là dùng các chất oxy hóa mạnh như clo, natrihypoclorit, hydroperoxit,... để oxy hóa muối xyanua. Các phản ứng oxy hóa thường được dùng là $NaOCl$ và H_2O_2 .

Phản ứng oxy hóa bằng $NaClO$ xảy ra như sau:



hay phản ứng oxy hóa bằng H_2O_2 xảy ra như sau:

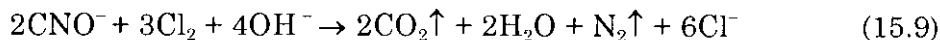
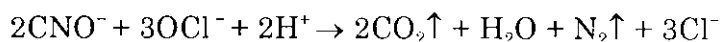


Phản ứng oxy hóa xảy ra trong môi trường kiềm $pH \geq 10$. Ở môi trường này phản ứng 1 xảy ra rất nhanh và tiếp tục phản ứng 2 tạo xyanat, sao cho tránh hiện tượng tạo axit xyanhydric.

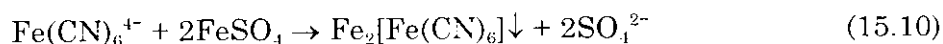
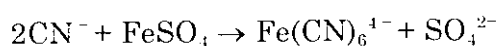
Để đạt hiệu suất quá trình oxy hóa cao, trong thực tế người ta thực hiện phản ứng 3 với thời gian lưu từ 20 đến 30 phút và phản ứng 4 với thời gian 60 phút, cho dù phản ứng xảy ra nhanh.

Xử lý dòng thải liên tục thường dùng $NaOCl$ và dòng thải gián đoạn dùng H_2O_2 để giảm chi phí về chất oxy hóa. Nhưng về mặt môi trường khi dùng H_2O_2 sẽ hạn chế được hàm lượng clo trong nước.

Xyanat tạo thành ở phản ứng 3 và 4 bị oxy hóa tiếp ở điều kiện dư chất oxy hóa và giảm $pH = 5 \div 7$ tạo thành CO_2 và N_2 :



Phương pháp khác để khử độc xyanua bằng sunfat sắt dựa trên cơ sở phản ứng sau:



Hợp chất $\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ kết tủa, có thể tách ra khỏi nước thải bằng phương pháp lắng.

15.3. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP THUỘC DA

15.3.1. Nguồn gốc nước thải

Hầu hết các công đoạn trong công nghệ thuộc da là quá trình ướt, có nghĩa là có sử dụng nước (hình 15.8). Định mức tiêu thụ nước khoảng 30 - 70 m³ cho 1 tấn da nguyên liệu. Lượng nước thải thường xấp xỉ lượng nước tiêu thụ. Tải lượng, thành phần của các chất gây ô nhiễm nước phụ thuộc vào lượng hóa chất sử dụng và lượng chất được tách ra từ da.

Định mức hóa chất và tiêu thụ nước trong công nghiệp thuộc da được ghi ở bảng 15.6.

Trong công đoạn bảo quản, muối ăn NaCl được sử dụng để ướp da sống, lượng muối sử dụng từ 100 đến 300 kg cho 1 tấn da sống. Khi thời tiết nóng ẩm có thể dùng muối Na_2SiF_6 để sát trùng. Nước thải của công đoạn này là nước rửa da trước khi ướp muối (nếu có), chứa tạp chất bẩn, máu mỡ, phân động vật.

Trước khi đưa vào các công đoạn tiền xử lý, do muối được rửa để loại bỏ muối, các tạp chất bám vào da, sau đó ngâm trong nước từ 8 đến 12 giờ để hồi tươi da. Trong quá trình hồi tươi da có thể bổ sung các chất tẩy NaOCl, Na_2CO_3 để tẩy mỡ và duy trì pH = 7,5 ÷ 8,0 cho môi trường ngâm da. Nước thải của công đoạn hồi tươi có màu vàng lục chứa các protein tan như anbumin, các chất bẩn bám vào da và có hàm lượng muối NaCl cao. Do có chứa lượng lớn các chất hữu cơ ở dạng tan và lơ lửng, độ pH thích hợp cho sự phát triển của vi khuẩn nên nước thải của công đoạn này rất nhanh bị thối rữa.

Nước thải của công đoạn ngâm vôi và khử lông mang tính kiềm cao do môi trường ngâm da trong vôi để khử lông có độ pH thích hợp từ 11 đến 12,5. Nếu pH dưới 11, lớp keratin trong biểu bì và collagen bị thủy phân, còn nếu pH trên 13 da bị rộp, lông giòn sẽ khó tách chân lông. Nước thải của công đoạn này chứa muối NaCl, vôi, chất rắn lơ lửng do lông vụn và vôi, chất hữu cơ, sunfua S^{2-} .

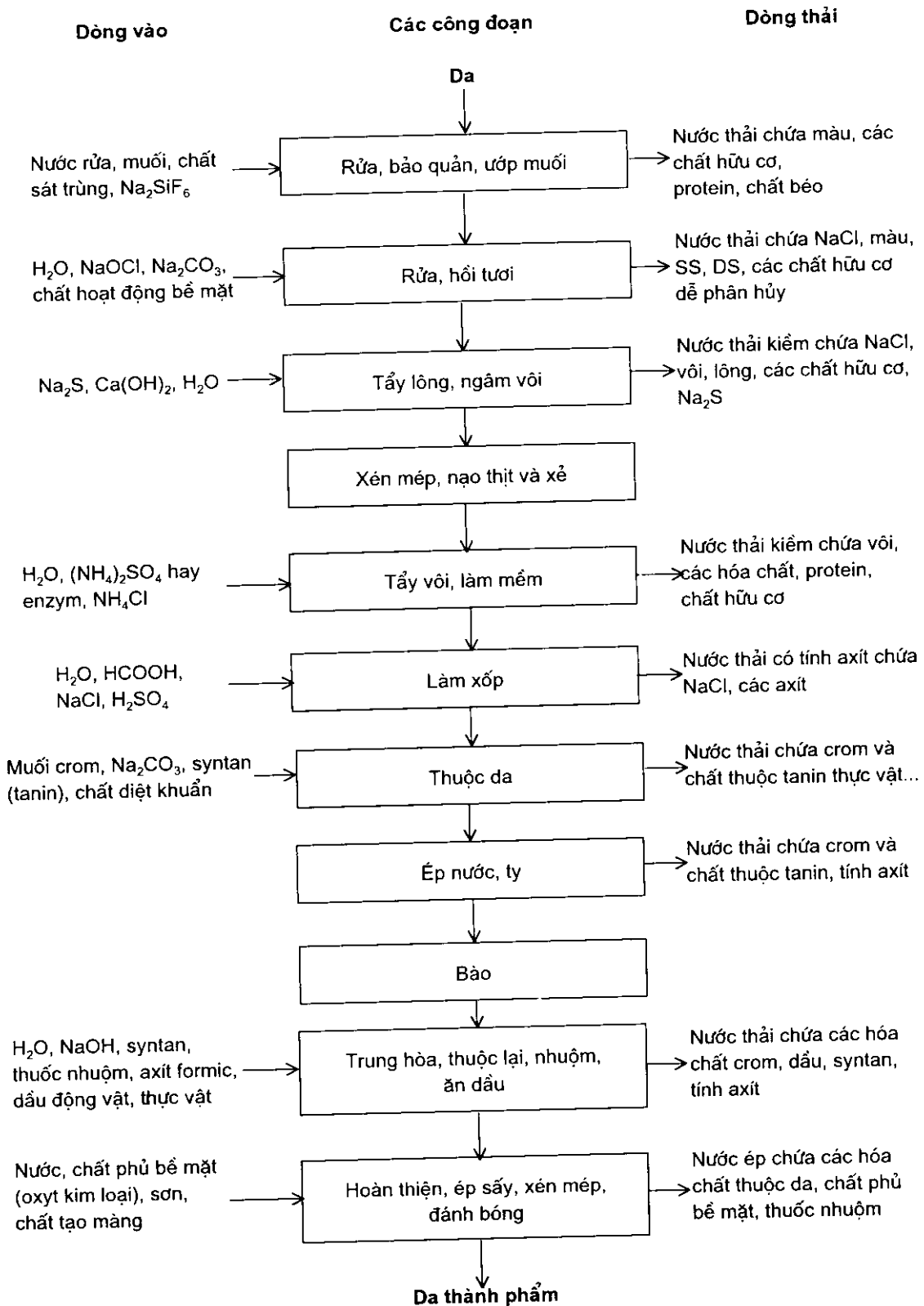
Công đoạn khử vôi và làm mềm da có sử dụng lượng nước lớn kết hợp với muối $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hay NH_4Cl để tách lượng vôi còn bám trong da và làm mềm

da bằng men tổng hợp hay men vi sinh. Các men này tác động đến cấu trúc da, tạo độ mềm mại của da. Nước thải của công đoạn này mang tính kiềm, có chứa hàm lượng các chất hữu cơ cao do protein của da tan vào nước và hàm lượng nitơ ở dạng amôn hay amoniac.

Bảng 15.6. Định mức hóa chất sử dụng trong công nghệ thuộc da (kg/100kg da muối)

Hóa chất	Cho sản xuất da cứng	Cho sản xuất da mềm
NaCl	10 - 30	10 - 30
Na ₂ S	3,0	3,0
Ca(OH) ₂	4,5	4,5
Na ₂ CO ₃	5,0	5,0
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,0	2,0
HCl	0,3	0,3
NaHO ₃	1,5	1,5
H ₂ SO ₄	4,0	4,0
Na ₂ SO ₃		2,0
Tanin	12,0	1,0
Crom sunfat Cr ₂ (SO ₄) ₃		10,0
Dầu thực vật		4,0
Syntan		3,0
Chất trợ nhuộm		3,8
Thuốc nhuộm		0,6
Chất hoàn thiện dung môi hữu cơ		4,0
Nước	30 - 35 m ³ /1 tấn da	30 - 60 m ³ /1 tấn da

Trong công đoạn làm xốp, các hóa chất sử dụng là axit như axit axetic, axit sunfuric và axit fomic. Các axit này có tác dụng chấm dứt hoạt động của enzym, tạo môi trường pH = 2,8 ÷ 3,5 thích hợp cho quá trình khuếch tán chất nước vào trong da. Quá trình làm xốp thường gắn liền với công đoạn thuộc crom. Nước thải của công đoạn này mang tính axit cao.



Hình 15.8. Sơ đồ công nghệ và các dòng nước thải trong sản xuất thuộc da

Nước thải của công đoạn thuộc mang tính axit và có hàm lượng Cr^{3+} cao (khoảng 100 - 200 mg/l) nếu thuộc crom và BOD_5 rất cao (khoảng 6000 mg/l - 2000 mg/l) nếu như thuộc tanin. Nước thải thuộc crom có màu xanh, còn nước thải thuộc tanin có màu tối, mùi khó chịu.

Nước thải của các công đoạn ép nước, nhuộm, trung hòa, ăn dầu, hoàn thiện thường là nhỏ và gián đoạn. Nước thải chứa các chất thuộc, thuốc nhuộm và lượng dầu mỡ dư.

Nước thải của cơ sở thuộc da nói chung có độ màu, chứa hàm lượng rắn TS, chất lơ lửng SS, hàm lượng ô nhiễm các chất hữu cơ BOD cao. Các dòng thải mang tính kiềm là nước thải của công đoạn hồi tươi, ngâm vôi, khử lông. Nước thải của các công đoạn làm xốp, thuộc mang tính axit. Ngoài ra nước thải thuộc da còn chứa sunfua, crom và dầu mỡ. Đặc tính nước thải thuộc da của từng công đoạn và của dòng thải chung có thể tham khảo bảng 15.7.

Bảng 15.7. Đặc tính của nước thải thuộc da

Công đoạn	Lượng nước thải ($\text{m}^3/\text{tấn da muối}$)	pH	TS (mg/l)	SS (mg/l)	BOD_5 (mg/l)
Hồi tươi	2,5 - 4,0	7,5 - 8,0	8000 - 28000	2500 - 4000	1100 - 2500
Ngâm vôi	6,5 - 10	10,0 - 12,5	16000 - 45000	4500 - 6500	6000 - 9000
Khử vôi	7,0 - 8,0	3, - 9,0	1200 - 12000	200 - 1200	1000 - 2000
Thuộc tanin	2,0 - 4,0	5,0 - 6,8	8000 - 50000	5000 - 20000	6000 - 12000
Làm xốp	2,0 - 3,0	2,9 - 4,0	16000 - 45000	600 - 6000	600 - 2200
Thuộc crom	4,0 - 5,0	2,6 - 3,2	2400 - 12000	300 - 1000	800 - 1200
Dòng tổng	30 - 35	7,5 - 10	10000 - 25000	1200 - 6000	2000 - 3000

Ngoài ra trong dòng nước thải chung còn chứa sunfua, crom, và dầu mỡ với hàm lượng sunfua: 120 - 170 mg/l; Cr^{3+} : 70 - 100 mg/l; dầu mỡ: 100 - 500 mg/l.

15.3.2. Tác động tới môi trường

Nước thải thuộc da nếu xả vào nguồn tiếp nhận sẽ gây tác động lớn tới môi trường vệ sinh sinh thái của nguồn. Nước chứa các hàm lượng chất hữu cơ cao làm giảm hàm lượng oxy hòa tan trong nước, gián tiếp ảnh hưởng tới đời sống của các loài thủy sinh sống trong nước. Nước thải chứa hàm lượng chất rắn lơ

lững dạng vô cơ và hữu cơ cao gồm các thành phần vô, lông, thịt làm cho dòng tiếp nhận bị vẩn đục và rơi lắng ảnh hưởng tới các loài động vật cá, phù du rong tảo. Các muối vô cơ tan làm tăng độ mặn của nước, tăng áp suất thẩm thấu và độ cứng của nước. Màu tối của nước thải làm cho nguồn tiếp nhận có màu, làm giảm quá trình quang hợp của các loại rong tảo. Nước thải chứa crom dư ở dạng Cr^{3+} thường ít độc so với Cr^{6+} (độc tố của Cr^{3+} bằng 1/100 độ độc của Cr^{6+}). Tuy nhiên Cr^{3+} có thể gây dị ứng ngoài da, làm xơ cứng động mạch. Sự có mặt của crom trong nước thải sẽ làm giảm hoạt động phân hủy chất hữu cơ của vi sinh vật. Nước chứa sunfua gây mùi, vị khó chịu và ngộ độc cho cá.

Nếu nước thải thuộc da ngấm vào đất sẽ làm cho đất trở nên cằn cỗi, kém màu mỡ do trong nước có chứa hàm lượng muối NaCl cao. mặt khác có ảnh hưởng xấu đến chất lượng nước ngầm.

15.3.3. Xử lý nước thải

Nước thải của công nghiệp thuộc da là loại nước thải công nghiệp chứa nhiều chất ô nhiễm nguồn nước như:

- Chất hữu cơ bao gồm: protein tan, lông, thịt, mỡ tách ra từ thành phần cấu trúc của da.
- Các hóa chất sử dụng trong tiền xử lý da, thuộc da và hoàn thiện da.

Để giảm chi phí cho quá trình xử lý nước thải, cần thực hiện các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm tại nguồn như:

- Nước rửa thiết bị có thể tuần hoàn sử dụng cho công đoạn rửa da, hồi tươi.
- Nước ngâm vôi có thể tuần hoàn sử dụng cho công đoạn hồi tươi hay ngâm vôi. Những loại nước tuần hoàn này cần cho qua hệ thống song chắn rác và bể lắng cặn để loại cặn bẩn và lông vụn.

Nếu sử dụng lại nước ngâm vôi thì những lần sau cần bổ sung thêm vôi và natri sunfua Na_2S . Theo tài liệu quản lý cho thấy dung dịch có thể tuần hoàn nhiều lần (10 - 20 lần) và qua đó có thể tiết kiệm được 26% Na_2S và 40% vôi cũng như 50% nước.

Tuần hoàn sử dụng lại crom: khả năng thu hồi crom từ dung dịch thuộc crom có thể bằng nhiều cách khác nhau. Tận dụng dịch thuộc các mẻ trước cho các mẻ sau có bổ sung thêm hóa chất và chất thuộc. Phương án 2 là bổ sung thêm

các chất có tính kiềm như Na_2CO_3 , NaOH , MgO ,... và dịch thuộc dư để tạo kết tủa $\text{Cr}(\text{OH})_3$, sau đó qua lắng gạn và thu được cặn $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Cặn này được bổ sung vào bể ở cuối giai đoạn làm xốp sẽ hòa tan crom hydroxit. Như vậy sẽ làm giảm lượng crom cần thiết cho công đoạn thuộc. Phương án 3 là dịch thuộc crom dư cùng với nước rửa được bổ sung các chất kiềm để tạo kết tủa và lắng cặn, sau đó bùn lắng đem lọc ép. Bã lọc được hòa tan trong axit sunfuric H_2SO_4 ở nhiệt độ sôi và tạo thành muối Cr^{3+} . Muối này được sử dụng như chất thuộc mới cho công đoạn thuộc. Cần chú ý rằng trong các phương án thu hồi tận dụng lại chất thuộc ở trên thì nước gạn lắng hay nước lọc là loại nước thải có tính kiềm yếu.

Do đặc tính nước thải của công nghệ thuộc da là hợp bởi các dòng thải có tính chất khác nhau (dòng mang tính axit, dòng mang tính kiềm) nên các chất ô nhiễm trong dòng thải có thể phản ứng với nhau, do đó khi lấy mẫu, đo đạc phân tích dòng thải tổng cần phải có nhận xét, phán đoán để tránh có những số liệu sai.

Để quá trình xử lý sinh học đạt hiệu quả cao, cần phân luồng dòng thải chứa Cr^{3+} (dạng tan) và sunfua S^{2-} để tiến hành xử lý cục bộ những dòng thải này.

1. Loại bỏ sunfua S^{2-}

Phương pháp loại bỏ sunfua S^{2-} đơn giản nhất là phương pháp oxy hóa. Các chất oxy hóa thường được sử dụng là H_2O_2 , NaOCl , v.v... Nhưng thông dụng nhất là dùng O_2 của không khí và có muối mangan II làm xúc tác (như MnSO_4). Phản ứng xảy ra như sau:



Thời gian làm thoáng (hay thời gian phản ứng) để khử sunfua thường từ 4 đến 6 giờ.

2. Khử Crom

Phương pháp khử Cr^{3+} thường được dùng trong xử lý nước thải thuộc da là phương pháp kết tủa. Hóa chất dùng là Na_2CO_3 hay MgO , mục đích làm tăng độ pH lên tới 9 để xảy ra phản ứng kết tủa:

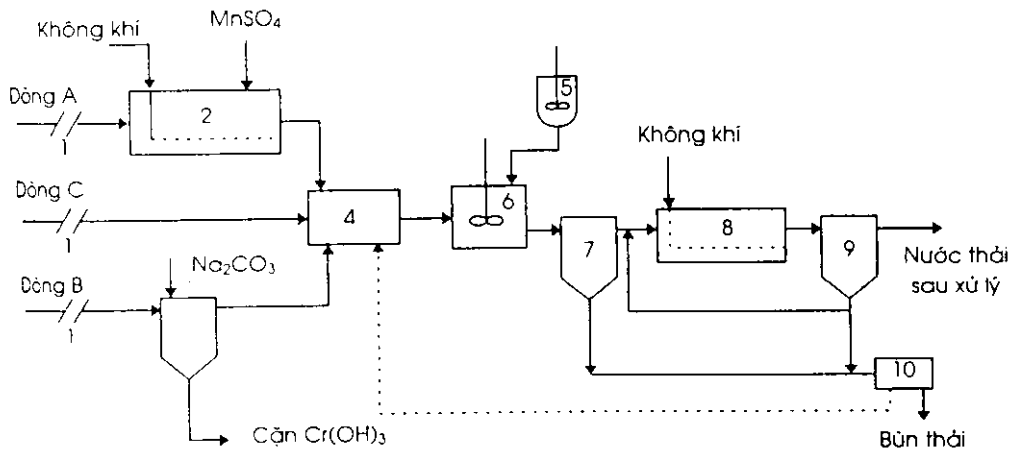


Cũng có thể dùng sữa vôi hay vôi làm chất trợ kết tủa, như vậy trong cặn ngoài $\text{Cr}(\text{OH})_3$ còn chứa cặn vôi. Với mục đích sử dụng lại $\text{Cr}(\text{OH})_3$ thì nên dùng kiềm natri hoặc xôđa.

Sau khi xử lý cục bộ các dòng thải này, nước thải tiếp tục được đưa vào hệ thống xử lý tập trung của thành phố với mục đích khử các chất ô nhiễm ở dạng lơ lửng và các chất hữu cơ.

Nguyên lý sơ đồ công nghệ xử lý nước thải ngành công nghiệp thuộc da được miêu tả trên hình 15.9.

Công nghệ bao gồm: song chắn rác để tách các tạp chất thô như lông, mẩu da, v.v... Dòng thải chứa Cr^{3+} và sunfua S^{2-} sau khi xử lý cục bộ được đưa vào thiết bị điều hòa cùng các dòng thải khác. Sau đó được qua bể tạo bông keo tụ và xử lý sinh học. Bùn lắng của hệ thống xử lý được xử lý bằng phương pháp tách nước, lọc ép rồi đem chôn lấp cùng với rác thải sinh hoạt.



Hình 15.9. Sơ đồ nguyên lý công nghệ xử lý nước thải công nghiệp thuộc da

Dòng A: Dòng thải chứa sunfua; Dòng B: Dòng thải chứa crom III;

Dòng thải C: Các dòng thải khác.

1- Song chắn (lưới lọc); 2- Thiết bị oxy hoá; 3- Thiết bị kết tủa $\text{Cr}(\text{OH})_3$; 4- Thiết bị điều hòa; 5- Thiết bị pha hóa chất; 6- Thiết bị đông tụ keo; 7, 9- Thiết bị lắng; 8- Thiết bị bùn hoạt hóa; 10- Hệ thống xử lý bùn thải.

15.4. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CỦA CÔNG NGHIỆP DỆT NHUỘM

15.4.1. Nguồn gốc nước thải

Sơ đồ nguyên lý công nghệ dệt nhuộm thành sợi bông và các dòng nước thải giới thiệu trên hình 15.10.

Nguồn nước thải phát sinh trong công nghiệp dệt nhuộm là từ các công đoạn hồ sợi, giũ hồ, nấu, tẩy nhuộm và hoàn tất, trong đó lượng nước thải chủ yếu do quá trình giặt sau mỗi công đoạn. Nhu cầu sử dụng nước trong nhà máy

dệt nhuộm rất lớn và thay đổi theo các mặt hàng khác nhau. Nhu cầu sử dụng nước cho 1m vải nằm trong khoảng 12 đến 65 l và thải ra từ 10 đến 40 l. Nhìn chung sự phân phối nước trong nhà máy dệt như sau:

1) Sản xuất hơi:	53%
2) Nước làm nguội thiết bị:	6,4%
3) Nước làm mát và xử lý bụi trong xí nghiệp sợi, dệt:	7,8%
4) Nước cho các quá trình chính trong XN dệt nhuộm:	72,3%
5) Nước vệ sinh:	7,6%
6) Nước cho việc chống cháy và các vấn đề khác:	<u>0,6%</u>
Tổng:	100%

Theo một số tài liệu nước ngoài, lượng nước thải tính cho 1 đơn vị sản phẩm của một số mặt hàng như sau:

- Hàng len nhuộm, dệt thoi (bao gồm xử lý sơ bộ và nhuộm) là
100 - 250 m³/1 tấn vải.
- Hàng vải bông, nhuộm, dệt thoi là 80 - 240 m³/1 tấn vải, bao gồm:

Hồ sợi:	0,02 m ³ /1 tấn
Nấu, giũ hồ, tẩy:	30 - 120 m ³ /1 tấn
Nhuộm:	50 - 120 m ³ /1 tấn.
- Hàng vải bông nhuộm, dệt kim là 70 - 180 m³/1 tấn vải;
- Hàng vải bông in hoa, dệt thoi là 65 - 280 m³/1 tấn vải, bao gồm:

Hồ sợi:	0,02 m ³ /1 tấn;
Giũ hồ, nấu, tẩy:	30 - 120 m ³ /1 tấn;
In sáy:	5 - 20 m ³ /1 tấn;
Giặt:	30 - 140 m ³ /1 tấn.
- Khăn len màu từ sợi polyacrylonitrit là 40 - 140 m³/1 tấn, bao gồm:

Nhuộm sợi:	30 - 80 m ³ /1 tấn;
Giặt sau dệt:	10 - 70 m ³ /1 tấn.
- Vải trắng từ polyacrylonitrit là 20 - 60 m³/1 tấn (cho tẩy giặt).

15.4.2. Đặc tính của nước thải và tác động tới môi trường

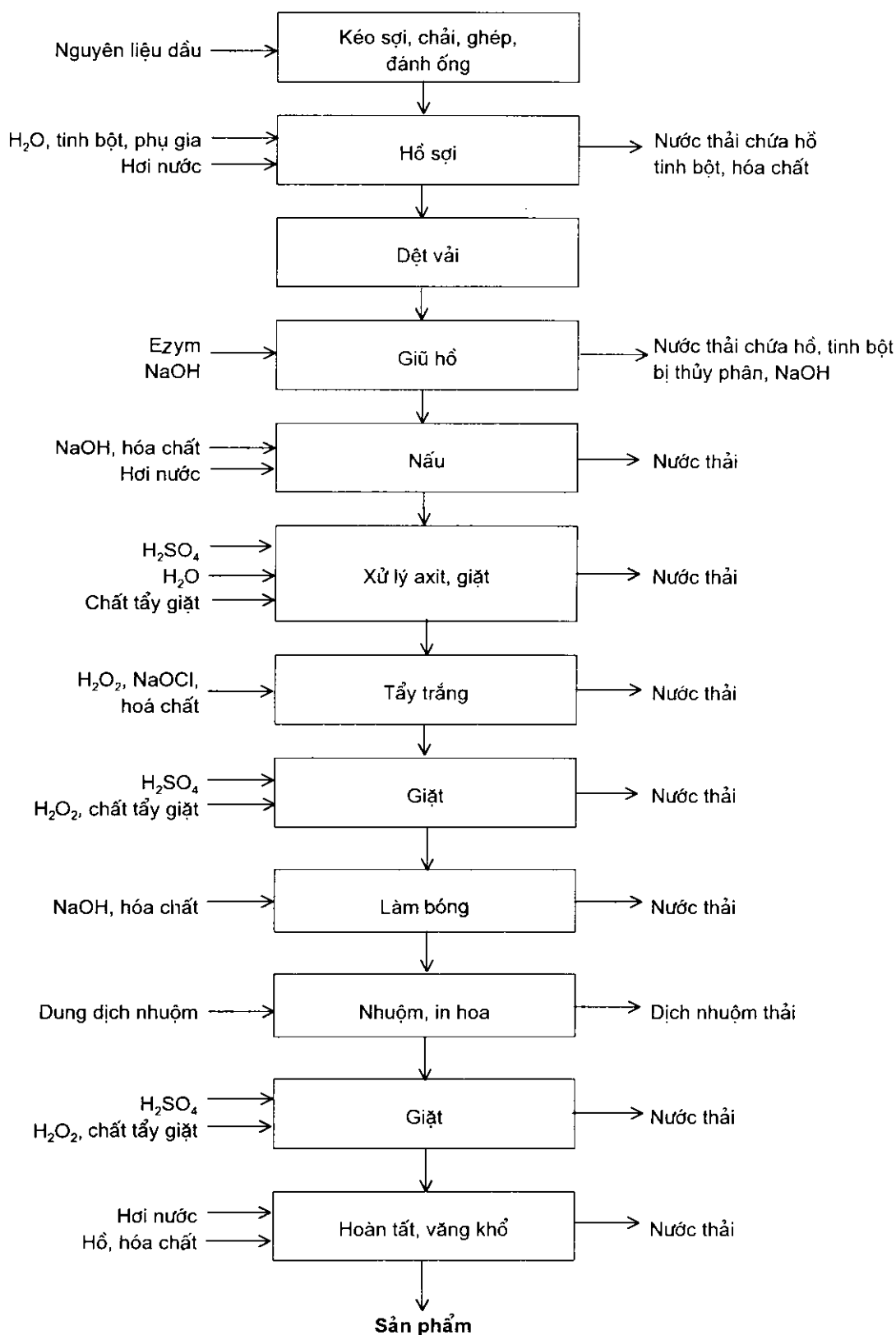
Các chất gây ô nhiễm chính trong nước thải công nghiệp dệt nhuộm bao gồm:

- Các tạp chất tách ra từ vải sợi như dầu mỡ, các hợp chất chứa nitơ, protein, các bụi bẩn bám dính vào sợi (trung bình chiếm 6% khối lượng xơ sợi).
- Các hóa chất sử dụng trong quy trình công nghệ như hồ tinh bột, H_2SO_4 , CH_3COOH , $NaOH$, $NaOCl$, H_2O_2 , Na_2CO_3 , Na_2SO_3 ,... các loại thuốc nhuộm, các chất trợ, chất ngâm, chất cầm màu, chất tẩy giặt. Lượng hóa chất sử dụng đối với từng loại vải, từng loại màu khác nhau và chủ yếu đi vào nước thải của từng công đoạn tương ứng.

Đặc điểm quan trọng nhất của nước thải từ các cơ sở dệt - nhuộm là sự dao động rất lớn cả về lưu lượng và tải lượng các chất ô nhiễm, nó thay đổi theo mùa, theo mặt bằng sản xuất và chất lượng của sản phẩm. Nhìn chung nước thải từ các cơ sở dệt - nhuộm có độ kiềm khá cao, có độ màu và hàm lượng chất hữu cơ, tổng chất rắn cao. Đặc tính nước thải và các chất gây ô nhiễm trong nước thải ngành dệt nhuộm được thể hiện trong bảng 15.8.

Bảng 15.8. Các chất gây ô nhiễm và đặc tính của nước thải ngành dệt - nhuộm

Công đoạn	Chất ô nhiễm trong nước thải	Đặc tính của nước thải
Hồ sợi, giũ hồ	Tinh bột, gluco, cacboxy methyl xenlulo, polyvinyl alcol, nhựa, chất dẻo và sáp	BOD cao (34 đến 50% tổng sản lượng BOD)
Nấu tẩy	$NaOH$, chất sáp và dầu mỡ, tro, xôđa, silicat natri và xơ sợi vụn	Độ kiềm cao, màu tối, BOD cao (30% tổng BOD)
Tẩy trắng	Hypoclorit, hợp chất chứa clo, $NaOH$, AOX, axit,...	Độ kiềm cao, chiếm 5% BOD
Làm bóng	$NaOH$, tạp chất	Độ kiềm cao, BOD thấp (dưới 1% tổng BOD)
Nhuộm	Các loại thuốc nhuộm, axit axetic và các muối kim loại	Độ màu rất cao, BOD khá cao (6% tổng BOD), TS cao
In hoa	Chất màu, tinh bột, dầu, đất sét, muối kim loại, axit	Độ màu cao, BOD cao và chứa dầu mỡ
Hoàn thiện	Vết tinh bột, mỡ động vật muối	Kiểm nhẹ, BOD thấp



Hình 15.10. Sơ đồ nguyên lý công nghệ dệt nhuộm và các nguồn nước thải

Hàm lượng các chất gây ô nhiễm trong nước thải của từng loại hình công nghệ và từng loại sản phẩm thường khác nhau và thay đổi từ cơ sở này sang cơ sở khác, cũng như thay đổi lớn trong ngày tại một cơ sở sản xuất. Các giá trị này phải được đo và lấy mẫu phân tích cho từng cơ sở và cũng như các thời điểm khác nhau đối với từng cơ sở. Thí dụ về đặc tính nước thải của một xí nghiệp dệt nhuộm mật hàng bông dệt kim với lượng nước thải 70 - 180 m³/1 tấn sản phẩm như ở bảng 15.9.

Bảng 15.9. Đặc tính nước thải sản xuất của xí nghiệp dệt - nhuộm hàng bông dệt kim /13/

Các thông số	Đơn vị	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị trung bình	Giá trị cực đại
pH		8,5	-	10,3
Nhiệt độ	0 ^c	25	27	38
COD	mg/l	420	650	1400
BOD ₅	mg/l	80	180	500
TOC	mg/l	100	202	350
Tổng phốtpho	mg/l	26	50	80
SO ₄ ²⁻	mg/l	750	810	1050
S ²⁻	mg/l	<0,1	<0,1	0,18
Cl ⁻	mg/l	400	800	1650
AOX	mg/l	0,5	0,8	1,2
Crom	mg/l	<0,01	0,015	0,034
Niken	mg/l	<0,1	<0,1	0,4

Nghiên cứu tại một số xí nghiệp dệt nhuộm ở Việt Nam cho kết quả trong bảng 15.10.

Thành phần nước thải công nghiệp dệt rất đa dạng, bao gồm các chất ô nhiễm dạng hữu cơ (thuốc nhuộm, tinh bột, tạp chất) và dạng vô cơ (các muối trung tính, các chất trợ nhuộm v.v...).

Ảnh hưởng của các chất gây ô nhiễm trong nước thải ngành dệt nhuộm tới nguồn tiếp nhận có thể nêu ra như sau:

Bảng 15.10. Đặc tính nước thải của một số XN nhuộm tại Việt nam /13/

Xí nghiệp Các thông số đặc tính sản phẩm	Đơn vị	1	2	4	5
		Hàng bông dệt thoi	Hàng pha dệt kim	Dệt len	Sợi
Nước thải	m ³ /t.vải	394	264	114	236
pH	-	8 - 11	9 - 10	9	9 - 11
TS	mg/l	400 - 1000	950 - 1380	420	800 - 1300
mg/l		70 - 135	90 - 220	120 - 130	90 - 130
COD	mg/l	150 - 380	230 - 500	400 - 450	210 - 230
Độ màu	Pt - Co	350 - 600	250 - 500	260 - 300	

Độ kiềm cao làm tăng độ pH của nước. Nếu pH trên 9 sẽ gây độc hại với các loài thủy sinh, gây ăn mòn vật liệu làm các công trình thoát nước và xử lý nước thải.

Muối trung tính làm tăng hàm lượng tổng chất rắn TS. Lượng thải lớn gây tác hại tới các loài thủy sinh do làm tăng áp suất thẩm thấu, ảnh hưởng tới quá trình trao đổi chất của tế bào.

Hồ tinh bột biến tính làm tăng BOD, COD của nguồn nước, gây tác hại đối với đời sống thủy sinh do làm giảm oxy hòa tan trong nguồn nước.

Độ màu cao do lượng thuốc nhuộm dư đi vào nước thải gây màu cho dòng tiếp nhận, ảnh hưởng tới quá trình quang hợp của các loài thủy sinh, ảnh hưởng xấu tới cảnh quan. Các chất độc như sunfit, kim loại nặng, hợp chất halogen hữu cơ (AOX) có khả năng tích tụ trong cơ thể sinh vật với hàm lượng tăng dần theo chuỗi thức ăn trong hệ sinh thái nguồn nước gây ra một số bệnh mãn tính hay ung thư đối với người và động vật.

Hàm lượng ô nhiễm các chất hữu cơ cao sẽ làm giảm oxy hòa tan trong nước, ảnh hưởng tới sự sống của các loài thủy sinh.

15.4.3. Xử lý nước thải

15.4.3.1. Các phương pháp ngăn ngừa, giảm thiểu

- Giảm nhu cầu sử dụng nước bằng cách thường xuyên kiểm tra hệ thống nước cấp, tránh rò rỉ nước. Sử dụng môđun tẩy, nhuộm, giặt hợp lý. <http://www.nuoc.com.vn>

động và tối ưu hóa quá trình giặt như giặt ngược chiều. Tuần hoàn và sử dụng lại các dòng nước giặt ít ô nhiễm và nước làm nguội.

- Hạn chế sử dụng hóa chất trợ, thuốc nhuộm ở dạng độc hay khó phân hủy sinh học. Nên sử dụng các hóa chất, thuốc nhuộm ít ảnh hưởng tới môi trường, thành phần kim loại trong thuốc nhuộm nằm trong giới hạn tiêu chuẩn cho phép, không gây độc hại cho môi trường.
- Sử dụng nhiều lần dịch nhuộm vừa tiết kiệm hóa chất, thuốc nhuộm và giảm được ô nhiễm môi trường. Ở đây có thể ứng dụng với một số trường hợp, cụ thể như sau:
 - Thuốc nhuộm axit đối với mặt hàng len và polyamid.
 - Thuốc nhuộm bazơ đối với mặt hàng polyacrylonitrit;
 - Thuốc nhuộm trực tiếp đối với mặt hàng bông;
 - Thuốc nhuộm phân tán cho sợi tổng hợp như polyeste.

Một số nhóm thuốc nhuộm do tính chất bị thủy phân như thuốc nhuộm hoạt tính hay bị oxy hóa khử như thuốc nhuộm lưu huỳnh, thuốc nhuộm hoàn nguyên trong quá trình nhuộm nên không cho phép hoặc hạn chế sử dụng lại nhiều lần.

Vấn đề thu hồi thuốc nhuộm từ dịch nhuộm hoặc từ nước giặt thường phức tạp. Cho đến nay có một số nước đã thành công trong việc thu hồi thuốc nhuộm indigo từ quá trình nhuộm sợi bông bằng phương pháp siêu lọc. Sau khi nhuộm thì phần thuốc không gắn vào sợi sẽ đi vào nước giặt với nồng độ 0,1 g/l. Bình thường nước giặt này là nước thải. Để thu hồi thuốc nhuộm, người ta dùng phương pháp siêu lọc nâng nồng độ của thuốc nhuộm sau lọc lên 60 - 80 g/l và có thể đưa vào bể nhuộm để sử dụng lại.

- Giảm các chất gây ô nhiễm nước thải trong quá trình tẩy. Trong các tác nhân tẩy thông dụng trừ hydroperoxit thì các chất còn lại đều chứa clo (NaOCl , NaClO_2). Các phản ứng phụ trong quá trình tẩy tạo các lớp chất hữu cơ chứa clo làm tăng hàm lượng AOX trong nước thải. Để giảm lượng chất tẩy dạng chất clo mà vẫn đảm bảo độ trắng của vải bông (độ trắng lớn hơn 80 theo Berger), có thể kết hợp tẩy hai cấp. Cấp I tẩy bằng NaOCl có bổ sung NaOH , sau 10 - 15 phút bổ sung H_2O_2 và đun nóng để thực hiện tẩy cấp II. Bằng phương pháp này có thể giảm AOX được 80%.

Cũng có thể thay thế NaOCl và NaClO₂ bằng peraxitaxetic $\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{|}{\text{C}}} - \text{O}$.
tẩy.

Ở điều kiện pH trong khoảng 7 - 8 và dùng cho tẩy các loại hàng bông, đảm bảo độ trắng như các chất tẩy chứa clo.

- Giảm ô nhiễm kiềm trong nước thải từ công đoạn làm bóng. Thông thường làm bóng vải thực hiện ở nhiệt độ thấp 10 - 20°C với dung dịch kiềm có nồng độ NaOH từ 280 đến 300 mg/l (tương ứng 28°Be) và thời gian lưu của vải trong bể làm bóng là 50 giây. Có thể thay phương pháp làm bóng lạnh bằng phương pháp làm bóng nóng với nhiệt độ 60 - 70°C, thời gian lưu còn lại 20 giây và lượng kiềm tiết kiệm được 7 - 10%. Hiện nay phương pháp kết hợp giữa làm bóng nóng và tận thu xút bằng phương pháp này có thể thu hồi xút để sử dụng lại. Hơi dư của quá trình cô đặc được quay lại sử dụng cho làm nóng dung dịch kiềm (thực hiện làm bóng nóng). Sau quá trình làm bóng dung dịch kiềm thường chứa các chất bẩn tách ra từ xơ sợi, hồ tinh bột, nên trước khi cô đặc để thu hồi xút thì phải tiến hành làm sạch bằng lắng, lọc và tuyển nổi bằng cách thổi khí có bổ sung H₂O₂.

Bằng phương pháp này có thể tiết kiệm được 15% lượng nước, 15% lượng hơi và 25% lượng axit so với phương pháp làm bóng lạnh. Ngoài ra phương pháp này còn có các ưu điểm khác như tiết kiệm hóa chất để trung hòa khi giặt, giảm ô nhiễm nước, tốc độ làm bóng cao và thực hiện ở nồng độ xút thấp hơn 226 g/l (~25°Be).

- Thu hồi và sử dụng lại dung dịch hồ từ công đoạn hồ sợi và giữ hồ.

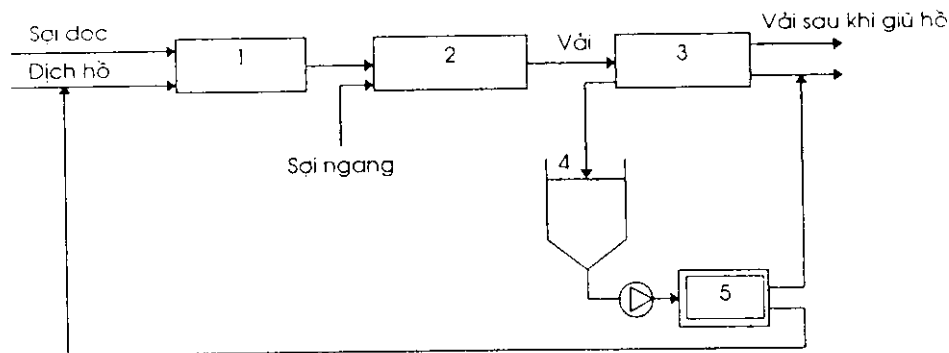
Trong quá trình hồ sợi, các loại hồ thường được dùng là tinh bột và tinh bột biến tính, cacboxymetyl xenlulo (CMC), polyvinylalcol (PVA), polyacrylat và galactomannan. Các loại hồ này làm tăng COD của nước thải, trong đó có các loại như CMC, PVA, polyacrylat là những chất khó phân hủy sinh học.

Thu hồi và sử dụng lại các loại hồ trong công nghiệp dệt nhuộm rất phức tạp và nhiều khi không kinh tế. Phương pháp có hiệu quả để thu hồi PVA là phương pháp siêu lọc được ứng dụng từ những năm 1974 ở Mỹ, nhưng sau đó mới được phổ biến ở nhiều nước trên thế giới.

Nguyên lý của phương pháp siêu lọc để thu hồi PVA mô tả ở hình 15.11.

Nguyên lý của phương pháp là nước thải sau giữ hồ và giặt có nồng độ khoảng 12 - 15 g/l được lọc cơ học để tách tạp chất, sau đó qua màng

siêu lọc. Sau siêu lọc nồng độ dịch hồ đạt được từ 80 đến 150 g/l (trung bình 110 - 120 g/l) được tuần hoàn sử dụng lại và phần nước trong cho quay trở lại làm nước giặt.



Hình 15.11. Nguyên lý phương pháp siêu lọc thu hồ

1- Thiết bị hồ sợi dọc; 2- Thiết bị dệt; 3- Thiết bị giữ hồ, giặt;
4- Bể chứa nước thải giữ hồ; 5- Thiết bị siêu lọc.

15.4.3.2. Các phương pháp xử lý

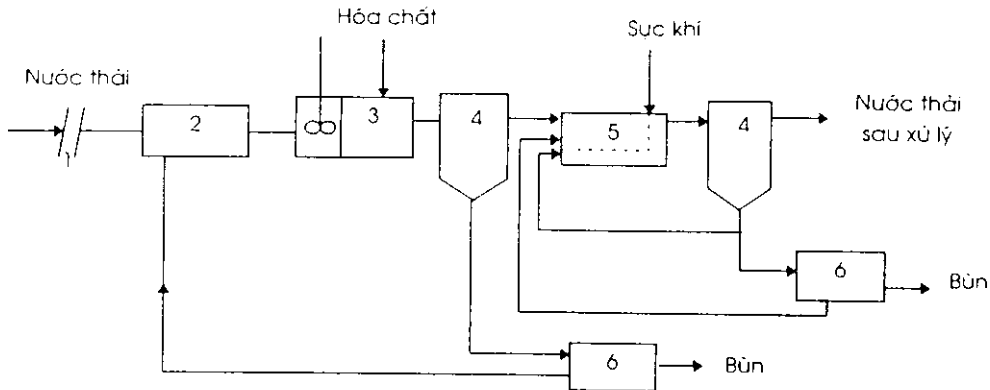
Để đạt hiệu quả xử lý, cần phân luồng dòng thải theo các loại:

- *Dòng ô nhiễm nặng* như dịch nhuộm thải, dịch hồ, nước giặt dầu của mỗi công đoạn.
- *Dòng ô nhiễm vừa* như nước giặt ở các giai đoạn trung gian.
- *Dòng ô nhiễm nhẹ* như nước làm nguội, nước giặt cuối. Dòng thải ô nhiễm nhẹ có thể xử lý sơ bộ hay trực tiếp tuần hoàn sử dụng lại cho sản xuất.

Với các loại nước thải đã phân luồng như vậy có thể ứng dụng các phương pháp:

- *Cơ học* như sàng, lọc, lắng để tách các tạp chất thô như cặn bẩn, xơ sợi, rác v.v...
- *Hóa lý* như trung hòa các dòng thải có tính chất kiềm với dòng thải có tính chất axit; đông tụ để khử màu, các tạp chất lơ lửng và các chất khó phân hủy sinh học; phương pháp oxy hóa, hấp phụ, điện hóa để khử màu thuốc nhuộm; phương pháp màng để thu hồi hóa chất như PVA, thuốc nhuộm indigo bằng siêu lọc; phương pháp sinh học để khử bỏ các chất hữu cơ....

Hình 15.12 giới thiệu dây chuyền công nghệ xử lý nước thải của nhà máy dệt nhuộm sản xuất vải bông.



Hình 15.12. Sơ đồ nguyên lý dây chuyền công nghệ xử lý nước thải nhà máy dệt nhuộm
 1- Song chắn rác; 2- Bể điều hòa; 3- Bể keo tụ; 4- Thiết bị lắng bùn;
 5- Bể sinh hóa; 6- Thiết bị xử lý bùn.

15.5. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP GIẤY

15.5.1. Nguồn gốc và đặc tính của nước thải

Các dòng thải chính của nhà máy sản xuất bột giấy và giấy bao gồm:

- Dòng thải rửa nguyên liệu chứa các chất hữu cơ hòa tan, đất đá, thuốc bảo vệ thực vật, vỏ cây,...
- Dòng thải của quá trình nấu và rửa sau nấu chứa phần lớn các chất hữu cơ hòa tan, các hóa chất nấu và một phần xơ sợi. Dòng thải có màu tối nên thường được gọi là dịch đen. Dịch đen có nồng độ chất khô khoảng 25 - 35%, tỉ lệ giữa chất hữu cơ và vô cơ là 70 : 30.
- Dòng thải từ công đoạn tẩy của các nhà máy sản xuất bột giấy bằng phương pháp hóa học và bán hóa chứa các hợp chất hữu cơ, lignin hòa tan và hợp chất tạo thành của những chất đó với chất tẩy ở dạng độc hại, có khả năng tích tụ sinh học trong cơ thể sống như các hợp chất clo hữu cơ, làm tăng AOX trong nước thải. Dòng thải này có độ màu, giá trị BOD và COD cao.
- Dòng thải từ quá trình nghiền bột và xeo giấy chủ yếu chứa xơ sợi mịn, bột giấy ở dạng lơ lửng và các chất phụ gia như nhựa thông, phẩm màu, cao lanh.

- Nước ngưng của quá trình cô đặc trong hệ thống xử lý thu hồi hóa chất từ dịch đen. Mức độ ô nhiễm của nước ngưng phụ thuộc vào loại gỗ, công nghệ sản xuất.
- Dòng thải từ công nghệ xeo giấy chứa chủ yếu bột giấy và các chất phụ gia. Nước này được tách ra từ các bộ phận của máy xeo giấy như khử nước, ép giấy.

Tùy theo từng công nghệ và sản phẩm, lượng nước thải tính trên sản phẩm giấy có thể từ 200 đến 500 m³/1 tấn giấy. Trong các nhà máy giấy hầu như tất cả lượng nước thải mang theo các tạp chất, hóa chất, bột giấy, các chất ô nhiễm dạng hữu cơ và vô cơ.

Kết quả khảo sát ở một số công ty giấy Việt Nam cho thấy, tải lượng nước thải tính cho 1 tấn giấy sản phẩm từ 200 đến 600 m³ (xem bảng 15.11). Các công ty này sản xuất cả bột giấy và giấy, trong đó chỉ có Công ty giấy Bãi Bằng có hệ thống thu hồi kiềm và hầu như các công ty khác đều không có tuần hoàn sử dụng nước trong công nghệ sản xuất giấy.

Bảng 15.11. Công nghệ sản xuất và tải lượng nước thải của một số công ty giấy ở Việt Nam

Cơ sở	Công nghệ sản xuất	Tải lượng nước thải (m ³ /1 t giấy)	Đặc tính nước thải		
			BOD ₅	COD	SS
1	Sunfat, có thu hồi kiềm	400 - 500	85	500	63
2	Hóa nhiệt, không thu hồi kiềm	200	80 - 160	400 - 800	150 - 200
3	Xút, không thu hồi kiềm	500	650	1050	172
4	Xút, không thu hồi kiềm	500 - 600	125	253	150

15.5.2. Xử lý nước thải

Giảm lượng nước thải trong sản xuất bột giấy và giấy có thể đạt được bằng các biện pháp:

- Bảo quản và làm sạch nguyên liệu đầu vào bằng phương pháp khô sẽ giảm được lượng nước rửa.
- Dùng súng phun tia để rửa máy móc, thiết bị, sàn.... sẽ giảm được lượng nước đáng kể so với rửa bằng vòi.

- Thay đổi công nghệ tách dịch đen ra khỏi bột ở thiết bị hình trống thông thường bằng ép vít tải, ép hai dây hay lọc chân không để giảm thể tích dòng thải.
- Bảo toàn hơi và nước, tránh thất thoát hơi, chảy tràn nước.
- Phân luồng các dòng thải để tuần hoàn sử dụng lại các nguồn nước ít ô nhiễm.

Giảm tải lượng các chất ô nhiễm trong nước thải có thể thực hiện bằng các biện pháp sau:

- Cần có giải pháp xử lý dịch đen để giảm ô nhiễm chất hữu cơ khó phân giải sinh học như lignin, giảm độ màu của nước thải, giảm hóa chất cho công đoạn nấu. Các phương pháp xử lý dịch đen bao gồm:
 - a) Tách dịch đen đậm đặc ban đầu từ lưới gạn bột giấy và tuần hoàn chúng lại nồi nấu đến khả năng có thể giảm tải lượng kiềm trong dòng thải.
 - b) Thu hồi hóa chất từ dịch đen bằng công nghệ cô đặc - đốt - xút hóa sẽ giảm tải lượng ô nhiễm COD tới 85%.
 - c) Xử lý dịch đen bằng phương pháp kị khí sẽ giảm tải lượng ô nhiễm hữu cơ từ 30 đến 40%.
- Thay thế hóa chất tẩy thông thường là clo và hợp chất của clo bằng H_2O_2 hay O_3 để hạn chế clo tự do không tạo ra AOX trong dòng thải.
- Thu hồi bột giấy và xơ từ các dòng nước thải để sử dụng lại như nguồn nguyên liệu ban đầu, đặc biệt đối với dòng thải từ công đoạn nghiền và xeo giấy. Các phương án có thể là lắng, lọc, tuyển nổi. Biện pháp này có thể tiết kiệm được nguyên liệu đầu vào, giảm được tải lượng chất rắn lơ lửng trong nước thải.
- Tránh rơi vãi, tổn thất hóa chất trong khi pha trộn và sử dụng.

Các phương pháp xử lý loại bỏ các chất nhiễm bản nước thải của ngành giấy bao gồm lắng đông tụ hóa học và xử lý sinh học.

Phương pháp lắng để tách các chất rắn dạng bột hay dạng xơ sợi, trước hết nước thải từ công đoạn nghiền và xeo giấy. Với mục đích thu hồi lại xơ sợi, bột giấy, người ta thường dùng thiết bị lắng hình phễu. Trong quá trình lắng cần phải tính toán thời gian lưu thích hợp vì với thời gian lưu dài dễ có hiện tượng phân hủy kị khí khi bùn lắng không được lấy ra thường xuyên. Để nước thải

loại này lắng được tốt và tạo điều kiện các hạt liên kết với nhau tạo thành bông cặn dễ lắng. người ta thường tính toán với tải trọng bề mặt từ 1 đến 2 m³/m².h (lưu lượng dòng chảy tính cho 1 đơn vị bề mặt bể lắng trong đơn vị thời gian). Để giảm thời gian lưu trong bể lắng, nâng cao hiệu suất lắng có thể thổi khí nén (áp suất từ 4 đến 6 bar) vào bể lắng. Loại bể lắng - tuyền nổi này thường có tải trọng bề mặt 5 - 10 m³/m².h.

Phương pháp đông tụ hóa học dùng để xử lý các hạt rắn ở dạng lơ lửng, một phần chất hữu cơ hòa tan, hợp chất photpho, một số chất độc và khử màu. Phương pháp đông tụ có thể tiến hành trước hoặc sau xử lý sinh học. Các chất keo tụ thường là phèn sắt, phèn nhôm và vôi. Các chất polyme dùng để trợ keo và tăng tốc độ của quá trình lắng. Đối với mỗi loại phèn đều cần chỉnh pH của nước thải ở giá trị thích hợp, chẳng hạn như phèn nhôm pH từ 5 đến 7, phèn sắt pH từ 5 đến 11 và dùng vôi thì pH > 11.

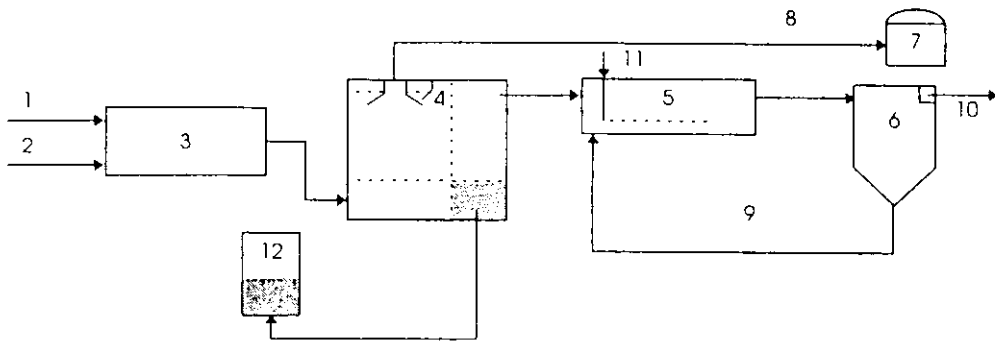
Phương pháp sinh học dùng để xử lý các hợp chất hữu cơ ở dạng tan. Nước thải của công nghiệp giấy và bột giấy có tải lượng ô nhiễm chất hữu cơ cao, đặc biệt có chứa hàm lượng các hợp chất lignin cao ở dòng thải của xí nghiệp. Các hợp chất lignin là những chất không có khả năng phân hủy hiếu khí và đối với phân hủy kỵ khí cũng xảy ra rất chậm. Do đó trước khi đưa nước thải vào xử lý sinh học thì dịch đen của quá trình sản xuất bột giấy cần được xử lý cục bộ để tách lignin.

Trong nước thải của sản xuất giấy và bột giấy có hàm lượng các hợp chất cacbonhydrat cao, là những chất dễ phân hủy sinh học nhưng lại thiếu nitơ và photpho là những chất dinh dưỡng cần thiết cho vi sinh vật phát triển. Do đó trong quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học cần bổ sung các chất dinh dưỡng, đảm bảo tỉ lệ cho quá trình hiếu khí BOD₅: N : P = 100 : 5 : 1; đối với quá trình kỵ khí BOD₅: N : P = 100 : 3 : 0,5.

Đặc tính cả nước thải ngành giấy thường có tỉ lệ BOD₅: COD ≥ 0,55 và hàm lượng COD cao (>1000 mg/l) nên trong xử lý thường kết hợp giữa phương pháp kỵ khí và hiếu khí. Một ví dụ điển hình về phương pháp xử lý kết hợp giới thiệu trên hình 15.13.

Nước thải trước khi đưa vào bể sinh học UASB được bổ sung đủ chất dinh dưỡng N và P.

Thiết bị xử lý sinh học kỵ khí có thể dùng hồ kỵ khí hay các loại thiết bị kỵ khí cao tốc như UASB, hiệu suất xử lý có thể tham khảo bảng 15.12.



Hình 15.13. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải công nghiệp giấy

1- Nước thải vào; 2- Bổ sung chất dinh dưỡng N và P; 3- Bể chứa hay bể axit hóa;
4- Bể UASB; 5- Bể hiếu khí - bùn hoạt tính; 6- Bể lắng; 7- Kết khí; 8- Khí biogas;
9- Bùn hoạt tính tuần hoàn (100%); 10- Nước thải đầu ra (sau xử lý); 11- Sục khí;
12- Bể chứa bùn.

Bảng 15.12. Hiệu quả xử lý của các bể kỵ khí

Thông số	Đơn vị	Hồ kỵ khí	Bể tiếp xúc	UASB
Thời gian lưu	Ngày	5 - 50	1 - 3	0,2 - 1
COD dòng vào	mg/l	-	tối thiểu 2000	tối thiểu 1000
BOD dòng vào	mg/l	-	tối thiểu 1000	tối thiểu 500
Tải trọng BOD ₅	g/m ³ ngày	30 - 45	-	-
Tải trọng COD	kg/m ³ .ngày	-	3 - 6	10 - 20
Hiệu suất khử BOD ₅	%	50 - 80	90	90
Hiệu suất khử COD	%	30 - 70	50 - 80	50 - 80
Tuổi bùn	ngày	-	30 - 100	≥ 100

Xử lý nước thải công nghiệp giấy bằng phương pháp hiếu khí thường gặp hiện tượng tạo bùn dạng sợi rất khó lắng. Nguyên nhân chủ yếu là do nước thải ngành này có hàm lượng các hợp chất cacbonhydrat cao, các hợp chất này là những chất dễ phân hủy sinh học, mặt khác nước thải có hàm lượng sunfit cao, kìm hãm sự phát triển của vi sinh vật. Ngoài ra còn do trong nước thải thiếu chất dinh dưỡng nitơ và phốtpho. Trong nhiều trường hợp, bể bùn hoạt

tính trong xử lý nước thải cần vận hành với chỉ số thể tích bùn cao khoảng từ 2 đến 4 g/l và tải trọng bề mặt của bể lắng thứ cấp là 0,3 - 0,4 m³/m².h.

Chọn phương án xử lý thích hợp cho từng cơ sở sản xuất cần phải nghiên cứu khảo sát xem cơ sở có xử lý dịch đen hay không, tỉ lệ nước tuần hoàn như thế nào và đặc tính của các dòng thải. Xử lý nước thải ngành giấy có thể thực hiện xử lý cục bộ từng dòng sau đó xử lý tập trung với các dòng khác trong nội bộ cơ sở hay xử lý tập trung với nước thải sinh hoạt.

15.6. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP SẢN XUẤT BIA

15.6.1. Nguồn gốc và đặc tính của nước thải

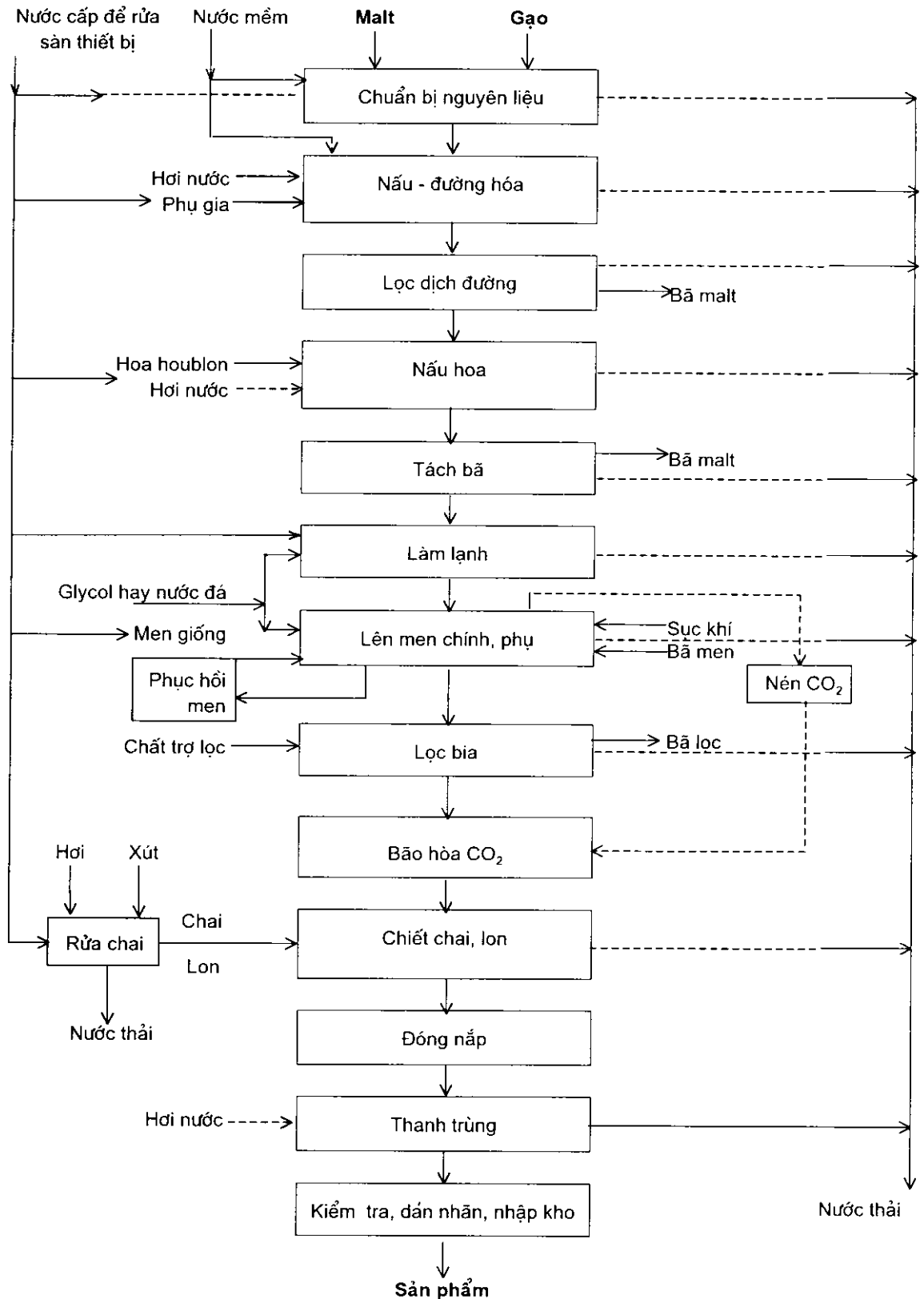
Hình 15.14 giới thiệu công nghệ sản xuất và các dòng nước thải của công nghiệp sản xuất bia.

Nước thải của công nghiệp sản xuất bia bao gồm:

- Nước làm lạnh, nước ngưng, ít hoặc không bị ô nhiễm, có khả năng tuần hoàn sử dụng lại.
- Nước thải từ bộ phận nấu - đường hóa, chủ yếu là nước vệ sinh thùng nấu, bể chứa, nhà sàn.... nên chứa bã malt, tinh bột, bã hoa, các chất hữu cơ,...
- Nước thải từ hầm lên men chủ yếu là nước vệ sinh các thiết bị lên men, thùng chứa, đường ống, sàn nhà, xường,... có chứa bã men và chất hữu cơ.
- Nước thải rửa chai có độ pH cao mang tính chất kiềm (xem bảng 15.13).

Bảng 15.13. Ô nhiễm nước thải từ nhà máy rửa chai bia

Thông số	Hàm lượng, mg/l		
	Thấp	Cao	Trung bình
COD	810	4480	2490
BOD ₅	330	3850	1723
Amôni NH ₄ ⁺	2,05	6,15	4,0
P tổng	7,9	32,0	12,8
Cu	0,11	2,0	0,52
Zn	0,20	0,54	0,35
AOX	0,10	0,23	0,17
pH = 8,3 ÷ 11,2 Nước tiêu thụ để rửa 1 chai từ 0,3 đến 0,5 l			



Hình 15.14. Công nghệ sản xuất bia và các dòng nước thải

Trong nước thải rửa chai có hàm lượng đồng và kẽm là do sử dụng loại nhãn dán chai có in ấn bằng các loại thuốc in chứa kim loại. Hiện nay loại nhãn dán chai có chứa kim loại đã bị cấm sử dụng ở nhiều nước. Trong nước thải tồn tại AOX là do quá trình khử trùng có dùng chất khử trùng là hợp chất clo.

Trong sản xuất bia, công nghệ ít thay đổi từ nhà máy này sang nhà máy khác. sự khác nhau có thể chỉ là sử dụng phương pháp lên men nổi hay chìm. vấn đề sử dụng nước cho quá trình rửa chai, lon, máy móc thiết bị, sàn nhà.... Điều đó dẫn đến tải lượng nước thải và hàm lượng các chất ô nhiễm của các nhà máy bia khác nhau. Ở các nhà máy bia có biện pháp tuần hoàn nước và công nghệ rửa tiết kiệm nước thì lượng nước thấp.

15.6.3. Xử lý nước thải

Do đặc tính nước thải công nghiệp sản xuất bia có chứa hàm lượng các chất hữu cơ cao ở trạng thái hòa tan và trạng thái lơ lửng, trong đó chủ yếu là hydratecarbon, protein và các axit hữu cơ, là các chất có khả năng phân hủy sinh học. Tỷ lệ BOD₅ và COD nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,7, thích hợp với phương pháp xử lý sinh học. Tuy nhiên trong những trường hợp thiếu nitơ và photpho cần được bổ sung.

Xử lý nước thải công nghiệp sản xuất bia thường dùng các phương pháp sinh học sau:

- Phương pháp bùn hoạt tính với tải lượng bùn (hay tỷ lệ thức ăn/vi sinh vật F/M) F/M bằng 0,05 - 0,1kg BOD₅/kg bùn/ngày và chỉ số bùn tới 270 ml/g. Do hàm lượng hữu cơ dạng hydratecarbon cao, nếu thiếu chất dinh dưỡng như nitơ và photpho thì quá trình sinh khối bùn dễ tạo ra bùn dạng sợi, khó lắng. Trong những trường hợp như vậy nên hạn chế bã men trong nước thải, vận hành thiết bị với tải trọng bùn không cao.
- Phương pháp màng sinh học hiếu khí với thiết bị dạng tháp, trong có lớp đệm bằng các hạt nhân tạo, gỗ..... loại này thường có tải trọng thể tích (kgBOD₅/m³ ngày) từ 0,1 đến 1,6 kg BOD₅/m³.ngày và tải lượng bùn F/M = 0,4 đến 0,64 kg/m³ngày.
- Hồ sinh học hiếu khí, có thể gồm một hoặc nhiều hồ nối tiếp hay song song được sục khí, vận hành với tải lượng thể tích tối đa từ 0,025 đến 0,03 kg BOD₅/m³.ngày và sau đó có bể lắng với thời gian lưu

là 1 ngày. Đáy hồ phải được chống thấm và đòi hỏi diện tích lớn (100m^2 cho 1000 l bia sản phẩm trong 1 ngày).

- Phương pháp sinh học kỵ khí sử dụng để xử lý nước thải chứa lượng chất hữu cơ cao ($\text{COD} > 2000 \text{ mg/l}$), càng lớn càng tốt. Do phương pháp kỵ khí có ưu điểm lượng bùn sinh ra ít, tiêu tốn ít năng lượng (không cần sục khí) và tạo ra khí metan có giá trị năng lượng nên nhiều nhà máy bia ở nước ngoài đã sử dụng phương pháp này để xử lý nước thải. Hoặc là do yêu cầu của dòng thải ra, nước thải nhà máy bia cần được xử lý kỵ khí trước để giảm tải trọng ô nhiễm trước khi tiến hành xử lý hiếu khí, kết hợp giữa phương pháp kỵ khí và hiếu khí. Thiết bị sinh học kỵ khí là UASB.

Bảng 15.14. Nêu đặc tính nước thải của một số nhà máy bia

Thông số	Đơn vị	Nhà máy I		Nhà máy II	Nhà máy III
		từ...đến	Trung bình		
pH	-	5,7 - 11,7	-	-	-
BOD ₅	mg/l	185 - 2400	1220	775	1622
COD	mg/l	310 - 3500	1909	1220	2944
Nitơ tổng	mg/l	48 - 348	79,2	19,2	-
Phốtpho tổng	mg/l	1,4 - 9,09	4,3	7,6	-
Chất không tan	mg/l	158 - 1530	634	-	-
Tải lượng nước thải	m ³ /1000 l bia	-	3,2	-	-
Tải trọng ô nhiễm	kgBOD ₅ /1000l bia	-	3,5	-	-

Thường COD ban đầu của dòng thải đưa vào thiết bị UASB có giá trị từ 1500 đến 4000 mg/l. Thời gian phản ứng từ 2 đến 10 h. Hiệu suất khử COD của thiết bị UASB đạt 75%.

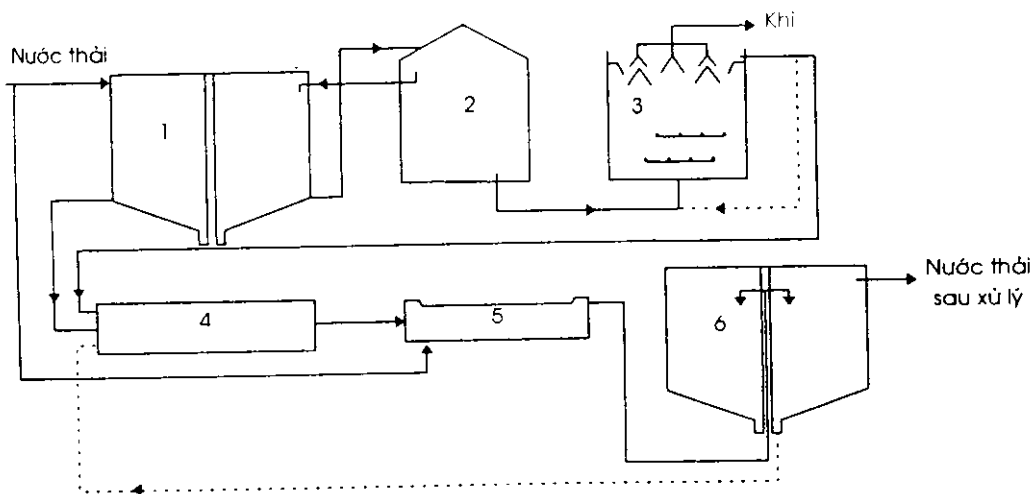
Hình 15.15 giới thiệu công nghệ xử lý nước thải nhà máy bia bằng phương pháp kết hợp giữa kỵ khí và hiếu khí. Nước thải đưa vào xử lý gồm từ ba dòng:

- Dòng 1: Nước thải của xí nghiệp sản xuất bia.
- Dòng 2: Nước thải của xí nghiệp sản xuất malt.

- Dòng 3: Nước thải của xí nghiệp nước giải khát.

Hệ thống xử lý bao gồm:

- Bể chứa (1) dùng để điều hòa, điều chỉnh pH.
- Bể axit hóa (2).
- Bể UASB (3).
- Bể ổn định tiếp xúc (4).
- Bể aeroten (5).
- Bể lắng thứ cấp (6).



Hình 15.15. Sơ đồ xử lý kỵ khí - hiếu khí của nhà máy sản xuất bia

Nước thải từ bể axit hóa được tuần hoàn một phần về bể chứa, một mặt có tác dụng tăng hiệu suất quá trình axit hóa, mặt khác ổn định độ pH của nước thải.

15.7. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CỦA CÔNG NGHIỆP LUYỆN KIM, GIA CÔNG KIM LOẠI

15.7.1. Nguồn gốc và đặc tính của nước thải

Nước thải trong công nghệ luyện kim và gia công kim loại bao gồm các nguồn:

- Nước làm mát lò cao, khuôn đúc máy nén, động cơ, máy cán,... Loại nước này ít bị nhiễm bẩn, có thể tuần hoàn sử dụng lại cho các mục đích dập lửa ở lò cốc hóa, làm nguội xỉ, khí thải lò cao.

- Nước làm nguội xỉ, tạo hạt xỉ và làm nguội, làm sạch khí của lò cao thường có hàm lượng chất rắn lơ lửng cao, chứa anion, xyanua, hợp chất lưu huỳnh, phenol và kim loại nặng.
- Dòng thải của công đoạn sàng, tuyển quặng, đặc biệt đối với một số công nghệ luyện kim màu đều chứa các tạp chất đất, đá, sỏi và các muối vô cơ tan.
- Nước thải của công nghệ luyện kim màu bằng phương pháp thủy luyện kết hợp với điện phân cũng như nước thải của công nghệ xử lý bề mặt đều mang tính axit và chứa kim loại nặng cũng như chất rắn lơ lửng.
- Nước thải của công nghệ mạ, sơn,... tạo bề mặt bảo vệ kim loại, có hàm lượng kim loại cao và các thành phần của chất trợ dung như CN^- , SO_4^{2-} , F^- , ... và ngoài ra còn chứa dầu mỡ.

15.7.2. Xử lý nước thải

Do đặc thù nước thải của ngành công nghiệp luyện kim và gia công kim loại có chứa các kim loại nặng như crom, chì, đồng, sắt, nhôm, niken, kẽm,... Các kim loại này có trong nước sẽ trực tiếp ảnh hưởng đến sức khỏe con người như gây các bệnh viêm loét da, dạ dày, đường hô hấp, gây ung thư máu.... Các kim loại nặng có khả năng tích tụ trong các loại động vật sống trong nước như cá, ốc, tôm, cua,... gián tiếp gây tác động đến sức khỏe con người.

Để xử lý các nước thải chứa các kim loại có thể sử dụng các biện pháp.:

- 1) *Phương pháp kết tủa hóa học*: Phương pháp này dựa trên phản ứng hóa học giữa chất đưa vào nước thải với kim loại cần tách. Ở độ pH thích hợp sẽ tạo thành hợp chất kết tủa và được tách ra khỏi nước thải bằng phương pháp lắng.
- 2) *Phương pháp trao đổi ion*: Dựa trên nguyên tắc của phương pháp trao đổi ion dùng ionit nhựa hữu cơ tổng hợp, các chất cao phân tử có gốc hydrocacbon và các nhóm chất trao đổi ion. Quá trình trao đổi ion được tiến hành trong các cột cationit và anionit.
- 3) *Phương pháp điện hóa*: Dựa trên cơ sở của quá trình oxy hóa khử để tách kim loại trên các điện cực nhúng trong nước thải chứa kim loại nặng khi cho dòng điện một chiều chạy qua. Bằng phương pháp này cho phép tách các ion kim loại ra khỏi nước mà không cần cho thêm hóa chất, tuy nhiên thích hợp cho nước thải có nồng độ kim loại cao (>1 g/l).

4. *Phương pháp sinh học*: Dựa trên nguyên tắc một số loài thực vật, vi sinh vật trong nước sử dụng kim loại như chất vi lượng trong quá trình phát triển khối như bèo tây, bèo tổ ong, tảo.... với phương pháp này. nước thải phải có nồng độ kim loại nặng nhỏ hơn 60 mg/l và phải có đủ chất dinh dưỡng (nitơ, phốtpho,...) và các nguyên tố vi lượng cần thiết khác cho sự phát triển của các loài thực vật nước như rong tảo. Phương pháp cần có diện tích lớn và nước thải có lẫn nhiều kim loại thì hiệu quả xử lý kém.

15.8. CÔNG TÁC KIỂM TOÁN CHẤT THẢI

Kiểm toán chất thải là bước đầu tiên trong chương trình giảm thiểu - hạn chế tạo ra chất thải nhằm tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên và cải thiện, nâng cao hiệu quả sản xuất - ngăn ngừa - giảm thiểu ô nhiễm và bảo vệ môi trường.

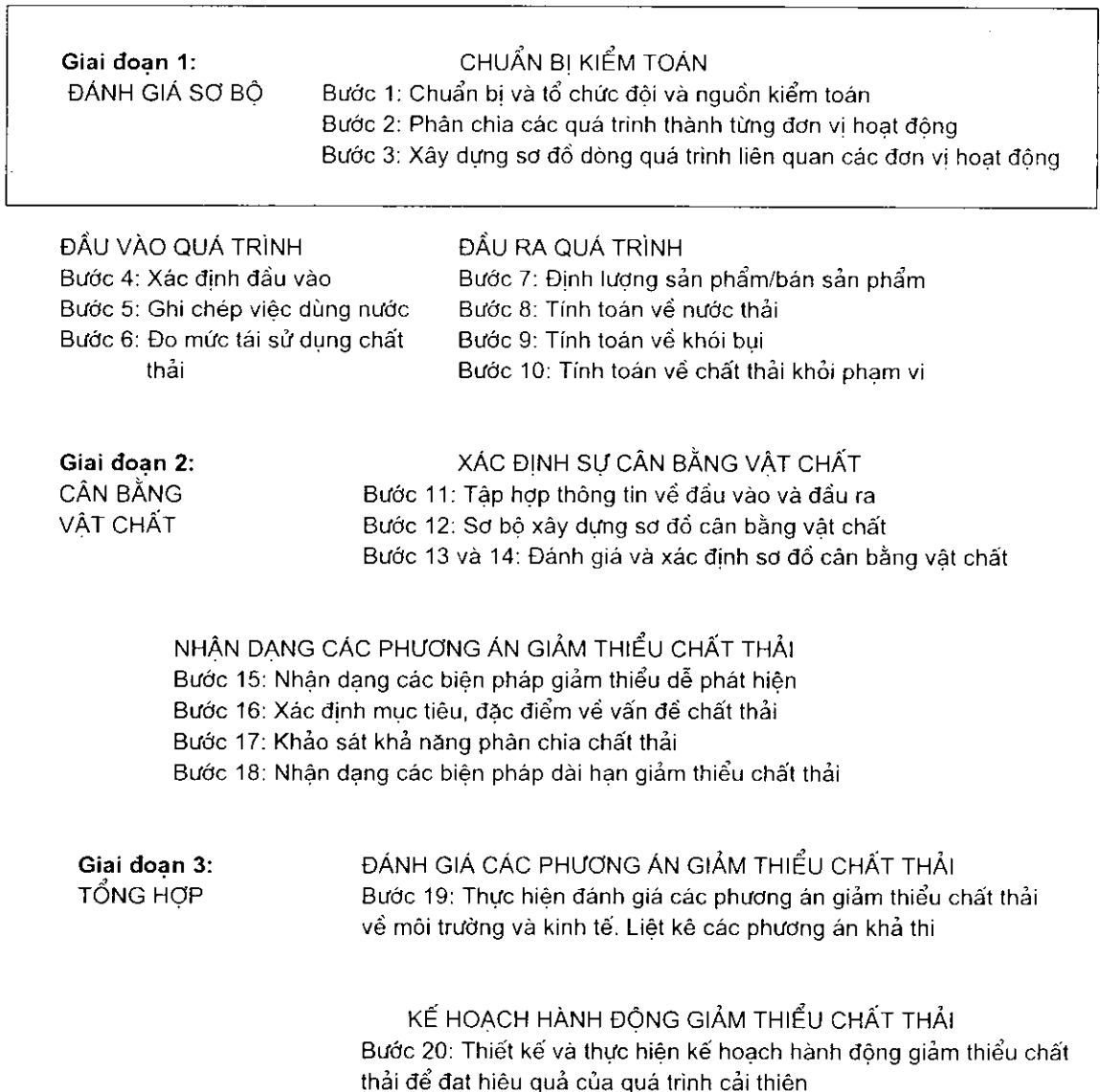
Đối với công nghiệp việc kiểm toán chất thải rất quan trọng. nó làm hiểu rõ thêm các quá trình sản xuất và sự cân bằng các dòng vật chất, từ đó mà đề xuất các giải pháp giảm thiểu lượng chất thải tạo ra để giảm chi phí đầu tư và bảo vệ môi trường. Kiểm toán chất lượng được thực hiện cùng với khảo sát, điều tra, đo đạc, ghi chép thu thập số liệu và phân tích mẫu chất thải. Tất nhiên việc kiểm toán phải thực hiện đúng phương pháp, xuyên suốt cùng với chương trình quản lý tổng thể và phải có sự hỗ trợ của cán bộ vận hành công nghệ, bao gồm các công việc:

- Xác định các nguồn, khối lượng và các loại chất thải tạo ra.
- Thu thập những thông tin về từng khâu công nghệ, nguyên liệu thô, sản phẩm sử dụng và nước thải.
- Nêu rõ các quá trình sản xuất không hiệu quả và những khâu quản lý kém.
- Giúp đỡ, hỗ trợ xây dựng mục tiêu giảm thiểu chất thải.
- Cho phép phát triển chiến lược có hiệu quả kinh tế cao.
- Nâng cao kiến thức về quá trình sản xuất.
- Giúp đỡ cải thiện hiệu quả sản xuất.

Quá trình kiểm toán có thể áp dụng cho các quy mô, phạm vi khác nhau. Việc kiểm toán chất thải ở một vùng có thể chỉ ra các vấn đề về xí nghiệp công

ngiệp. Cụ thể ở từng xí nghiệp, từng nhà máy, các chất thải có thể được nêu cụ thể các quá trình đặc biệt như quy hoạch vị trí xử lý.... Ở từng công đoạn sản xuất thì phải nhận dạng và xác định chính xác nguồn gốc chất thải, khả năng giảm thiểu chất thải tạo ra và đề xuất giải pháp giảm thiểu cụ thể.

Sơ đồ hình 15.16 giới thiệu hướng dẫn quá trình thực hiện kiểm toán chất thải ở các xí nghiệp công nghiệp.



Hình 15.16. Quá trình thực hiện kiểm toán chất thải ở các xí nghiệp công nghiệp

Phần III

CƠ SỞ THIẾT KẾ VÀ QUẢN LÝ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI

16

MẶT BẰNG TỔNG THỂ VÀ CAO TRÌNH TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI

16.1. NHỮNG YÊU CẦU VỆ SINH VÀ LỰA CHỌN PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

16.1.1. Khoảng cách vệ sinh và diện tích xây dựng

Chọn vị trí xây dựng liên quan tới việc bố trí mặt bằng các công trình và giải quyết một cách hợp lý nhất các hệ thống kỹ thuật bên trong như đường ô tô, điện nước,...

Bảng 16.1. Khoảng cách vệ sinh

Loại công trình xử lý	Quy mô trạm xử lý (1000m ³ /ngày)			
	0,2	0,2 - 0,5	5 - 50	≥ 50
Xử lý cơ học có sân phơi bùn	150	200	400	500
Xử lý sinh học trong điều kiện nhân tạo có sân phơi bùn	150	200	400	500
Bãi lọc	200	200	500	1000
Cánh đồng tưới	150	200	400	1000
Hồ sinh học	200	200	-	-
Mương oxy hóa	150	200	-	-
Aeroten kéo dài thời gian làm thoáng	70	100	-	-
Trạm bơm	15	20	20	30

Khoảng cách từ vị trí đặt trạm xử lý đến khu nhà ở và xí nghiệp chế biến thực phẩm phải đảm bảo giới hạn cho phép tối thiểu (khoảng cách vệ sinh). Khoảng cách đó tùy thuộc vào phương pháp và công suất xử lý. Chẳng hạn đối với trạm có công suất dưới 200 m³/ngày, khoảng cách vệ sinh phải từ 15 (nếu dùng bãi lọc ngầm) đến 200 m (nếu dùng bãi lọc lộ thiên). Còn nếu dùng

cách đồng tuổi và bãi lọc với lưu lượng nước thải trên 50 000 m³/ngày, thì khoảng cách vệ sinh tối thiểu là 1000 m. Đối với trạm xử lý bằng phương pháp cơ học và sinh học có lưu lượng dưới 50 000 m³/ngày khoảng cách đó là 300 - 500m. Trong trường hợp trên trạm xử lý có các công trình kín để lắng cặn, xử lý cặn và không bố trí sân phơi bùn thì khoảng cách vệ sinh có thể giảm xuống 30%.

Khoảng cách vệ sinh theo quy định có thể tham khảo ở bảng 16.1.

Theo nguyên tắc, khu đất đặt trạm xử lý phải nằm ở cuối hướng gió chủ đạo mùa hè, cuối nguồn nước cấp hoặc nguồn nước đi qua đô thị, có độ dốc để nước thải có thể tự chảy từ công trình này sang công trình kia, đất đai tốt, mực nước ngầm sâu. Vị trí đặt công trình xử lý và cống xả nước thải sau xử lý phải được cơ quan có trách nhiệm kiểm tra dịch tễ và môi trường.

Diện tích cần thiết của khu đất xây dựng trạm xử lý có thể lấy sơ bộ theo bảng 16.2.

Bảng 16.2. Diện tích khu đất xây dựng trạm xử lý nước thải

Lưu lượng nước thải (m ³ /ngày)	Diện tích (ha)	
	Xử lý cơ học	Xử lý sinh học nhân tạo
5000	0,7 - 0,5	1,3 - 1,0
10 000	1,2 - 0,8	2,0 - 1,5
15 000	1,5 - 1,0	2,5 - 2,0
20 000	1,8 - 1,2	3,0 - 2,3
30 000	2,5 - 1,6	4,3 - 3,5
40 000	3,2 - 2,0	6,0 - 4,5

16.1.2. Chọn phương pháp xử lý

Mức độ xử lý phải được tính toán theo điều kiện kinh tế kỹ thuật - vệ sinh. Chọn phương pháp xử lý và công trình đơn vị trong dây chuyền công nghệ phải dựa vào mức độ xử lý cần thiết, đặc điểm thành phần, lưu lượng nước thải và các điều kiện địa phương khác (xem phần 1.2, 2.6 và 3.3).

Nói chung nên dùng các công trình xử lý sau:

- Công suất dưới 50 m³/ngày: Bể tự hoại, khử trùng bằng clorua vôi.

- Dưới 5000 m³/ngày: Song chắn rác, bể lắng cát, bể lắng hai vỏ, trạm khử trùng bằng clo lỏng hoặc clorua vôi, sân phơi bùn.
- Dưới 10 000 m³/ngày: Song chắn rác, bể lắng cát, bể lắng đứng, trạm clorator, bể tiếp xúc, công trình xử lý cặn (bể metan và sân phơi bùn hoặc công trình xử lý cặn bằng phương pháp cơ học).
- Bể lắng ly tâm nên dùng khi lưu lượng nước thải lớn hơn 20000 m³/ngày.

Khi xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học, ngoài các công trình xử lý cơ học và xử lý cặn đã nêu ở trên, còn cần thêm một trong những công trình sau:

- Dưới 50 m³/ngày: Bãi lọc ngầm, hồ sinh học, bể lọc sinh học thường là bể biophin nhỏ giọt.
- Dưới 5000 m³/ngày: Cánh đồng tưới, bãi lọc, bể biophin cao tải.
- Trên 7000 m³/ngày: Cánh đồng tưới, bể aeroten.

Khi chọn loại công trình, phải lưu ý tới khả năng sử dụng vật liệu địa phương, đặc biệt đối với bể lọc sinh học, nếu phải vận chuyển vật liệu lọc từ nơi xa tới sẽ tăng giá thành lên rất nhiều.

Cánh đồng tưới, bãi lọc được sử dụng tùy thuộc vào tình hình sử dụng các nguồn nước ngầm, nước mặt, điều kiện đất đai, khí hậu, đặc điểm của đất, địa hình khu vực và khoảng cách vệ sinh. Nói chung khi lưu lượng nước thải quá nhiều mà dùng cánh đồng lọc thì sẽ không lợi, vì giá thành cao, tốn nhiều diện tích đất đai.

Nếu khu vực xây dựng trạm xử lý mà nước ngầm cao thì nên dùng bể lắng ngang để tránh đào sâu.

Chọn loại công trình nào là phải dựa trên cơ sở tính toán so sánh kinh tế kỹ thuật và đánh giá tác động môi trường các phương án và phải tính tới nguồn vốn đầu tư xây dựng ban đầu và các chi phí quản lý,... đặc biệt là phí dịch vụ thoát nước và khả năng chi trả của người sử dụng. Trong đó phải dùng các chỉ tiêu cụ thể theo điều kiện địa phương như giá thành vật liệu xây dựng, chiều dài đường ống dẫn nước v.v...

Vị trí của các công trình trong quy hoạch chung của trạm xử lý phải sao cho phù hợp về các quá trình công nghệ xử lý nước thải và chế biến cặn nhưng phải quản lý đơn giản dễ dàng. Phải tổ hợp tất cả các công trình sao cho có thể xây dựng trạm theo thứ tự từng bước và mở rộng nó khi lưu lượng nước thải tăng lên hoặc các công trình phải sửa chữa. Chiều dài của các đường ống

kỹ thuật trong trạm (kênh, mương, máng, diuke, ống dẫn....) phải quy hoạch ngắn nhất. Cao trình giữa các công trình phải đảm bảo mối liên hệ về độ chênh áp lực cần thiết.

Khi thiết kế mặt bằng tổng thể trạm xử lý, nên hợp nhất các công trình với nhau thành một khối hoặc phân khối theo chức năng. Ví dụ: song chắn, lò hơi, kho vật liệu, bể làm thoáng sơ bộ kết hợp lắng đợt I; bể lắng đợt I, bể aeroten với bể lắng đợt II; trạm pha chế với kho chứa clo; trạm thổi khí, trạm bơm bùn với xưởng cơ khí; phòng giao ca hành chính với phòng thí nghiệm; phòng thay quần áo với phòng tắm giặt.

16.1.3. Những công trình thiết khác trên trạm xử lý nước thải

Trên trạm xử lý có thể có các thiết bị cơ bản sau:

- 1) Những thiết bị để phân phối đều nước về các công trình, chúng có thể là những ngăn hoặc giếng phân phối nước thải ở trước các bể lắng đợt I và các bể metan khi cho cận liên tục vào bể; các bộ phận phân phối nước trước bể aeroten và bể lắng đợt II.
- 2) Những thiết bị đóng mở khi cần thiết không cho các công trình làm việc vì lý do duy tu bảo dưỡng hoặc sửa chữa hoặc vì bất kỳ lý do nào khác.
- 3) Thiết bị để xả nước thải trước và sau các công trình xử lý cơ học khi có sự cố.

Các kênh mương, máng chính cả trạm xử lý phải tính với lưu lượng giây lớn nhất có tính đến khả năng mở rộng của công trình.

Ngoài các công trình sản xuất chính, thì tùy thuộc vào điều kiện địa phương mà trong phạm vi trạm xử lý có thể còn có các công trình phục vụ khác như: lò hơi, xưởng cơ khí, trạm biến thế, nhà để xe, phòng hành chính, phòng thí nghiệm,...

Xung quanh trạm xử lý cần có hàng rào ngăn cách. Bên trong trồng nhiều cây xanh, chiếu sáng tốt, giao thông đi lại thuận tiện và an toàn.

16.2. MẶT BẰNG TỔNG THỂ VÀ CAO TRÌNH CỦA TRẠM XỬ LÝ

Thiết lập mặt bằng tổng thể trạm xử lý nước thải phải xét đến khả năng phát triển và mở rộng trong tương lai, thường được lập theo tỉ lệ 1 : 200, 1 : 500 hoặc 1 : 1000. Trên đó thể hiện đầy đủ các công trình chính phụ, đường ống kỹ thuật cấp thoát nước, điện, giao thông nội bộ,...

Cao độ của từng công trình ảnh hưởng lớn đến sơ đồ cao trình của trạm xử lý. Những công trình có chiều cao lớn (bể lắng đứng, bể lắng hai vỏ, bể metan....) nên đặt nửa chìm nửa nổi so với mặt đất để giảm khối lượng công tác đất. Đất đào lên cần được sử dụng để đắp trở lại cho các công trình cần đắp và công trình cách nhiệt.

Sân phơi bùn có kích thước lớn không nên đào sâu hoặc đắp cao mà nên đặt trên mặt đất. Như vậy, tùy thuộc vào địa hình khu vực, khi địa hình dốc sân phơi bùn có thể làm theo kiểu bậc thang. Trong nhiều trường hợp cốt của sân phơi bùn quyết định tới sơ đồ cao trình của trạm xử lý nước thải.

Nước thải chuyển động từ công trình làm sạch này đến công trình làm sạch khác khác theo nguyên tắc tự chảy. Thường dùng bơm để bơm cạn từ bể lắng đợt I về bể metan, bùn hoạt tính tuần hoàn từ bể lắng đợt II về bể aeroten. bùn dư về bể lắng đông tụ hoặc bể nén bùn trước khi đưa lên bể metan.

Để nước thải tự chảy qua các công trình được, thì mực nước ở công trình đầu tiên của trạm xử lý phải đạt cao độ đủ để khắc phục tổng tổn thất áp lực qua các công trình cộng thêm áp lực dự trữ 1,0 - 1,5 m (để nước chảy qua cống xả ra nguồn tiếp nhận).

Việc xác định chính xác tổn thất áp lực qua mỗi công trình thiết bị và cống dẫn là điều kiện tiên quyết đảm bảo cho trạm xử lý hoạt động bình thường.

Tổn thất áp lực trên trạm xử lý bao gồm:

- 1) Tổn thất theo chiều dài khi nước chảy trong ống, kênh mương nối các công trình với nhau.
- 2) Tổn thất khi nước thải chảy qua các máng tràn, cửa sổ dẫn nước vào và ra khỏi công trình, qua các thiết bị đo đếm kiểm tra lưu lượng nước.
- 3) Tổn thất qua từng công trình và tại những chỗ thay đổi hình dạng và kích thước dòng chảy nước thải.

Ngoài ra, cũng cần tính đến áp lực dự trữ khi mở rộng trạm xử lý trong tương lai.

Trong tính toán sơ bộ có thể chọn tổn thất áp lực qua từng công trình xử lý (không tính đến tổn thất cục bộ ở kênh, mương máng vào và ra khỏi công trình) như sau:

Song chắn rác	5 - 20 cm
Bể lắng cát	10 - 20 cm
Bể làm thoáng sơ bộ	15 - 25 cm

Bể lắng ngang	20 - 40 cm
Bể lắng đứng	40 - 50 cm
Bể lắng radian	50 - 60 cm
Bể lắng trong có tầng cặn lơ lửng	60 - 70 cm
Bể biophin, tưới nước bằng phản lực	H + 150 cm
Bể biophin với vòi phun bất động	H + 250 cm
Bể aeroten	25 - 40 cm
Bể tiếp xúc	40 - 60 cm
Bể trộn	10 - 30 cm

(H - chiều cao lớp vật liệu lọc)

Tổng số tổn thất áp lực trên trạm xử lý nước thải phụ thuộc vào cách bố trí các công trình (khoảng cách giữa các công trình), sơ bộ có thể lấy như sau:

- Khi xử lý bằng phương pháp cơ học: 3,5 m.
- Khi xử lý bằng phương pháp sinh học trên bể aeroten: 4,0 m.
- Khi xử lý bằng phương pháp sinh học trên bể biophin: 10 m.

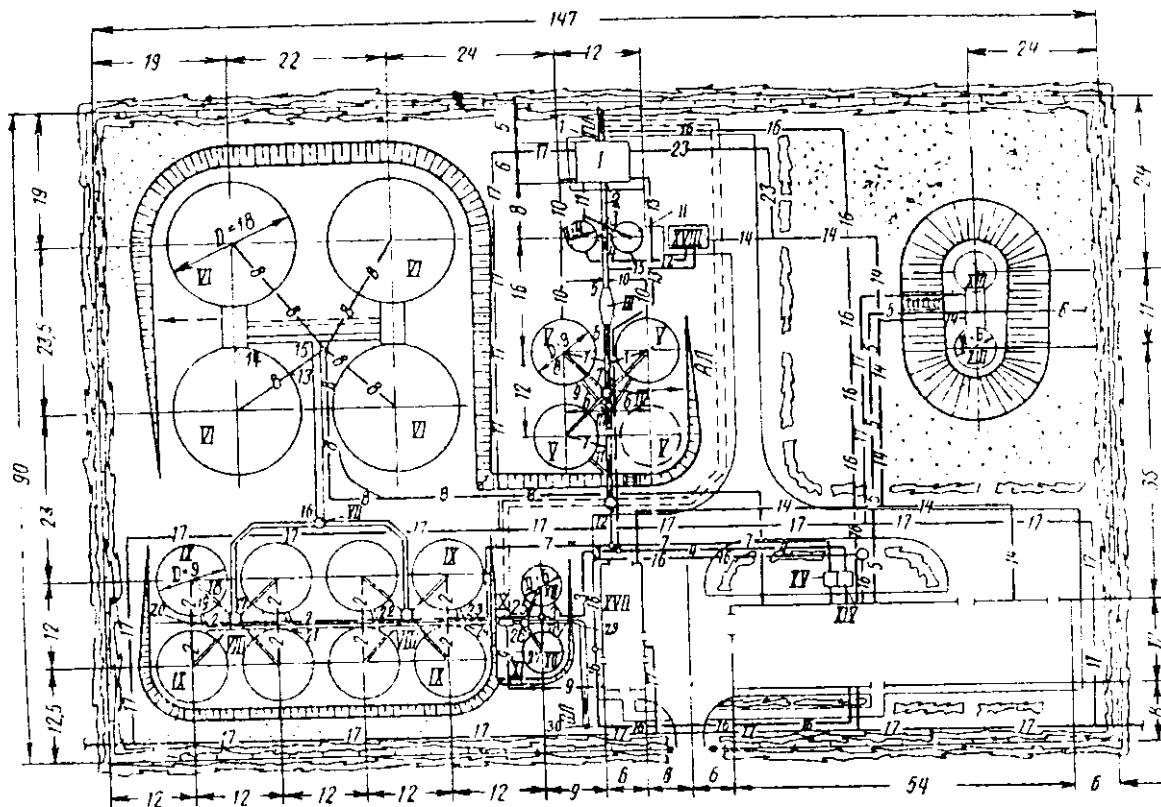
Cao độ mực nước tại các điểm khác nhau ở trên trạm xử lý liên quan đến việc xác định tổn thất áp lực cục bộ tại tất cả những điểm đưa nước ra, vào công trình, thiết bị đo nước, bể trộn, những chỗ thu hẹp, mở rộng hoặc thay đổi hướng dòng chảy v.v...

Để xác định mối quan hệ giữa các công trình về mặt cao trình, đồng thời với việc thiết lập mặt bằng tổng thể của trạm, phải dựng mặt cắt dọc theo chiều chuyển động của nước và bùn (gọi là mặt cắt dọc theo cao trình nước và theo cao trình bùn). Tỷ lệ sử dụng như sau: tỷ lệ ngang của trắc dọc lấy bằng tỷ lệ mặt bằng tổng thể (1 : 200; 1 : 500 và 1 : 1000); tỷ lệ đứng: 1 : 20; 1 : 50; 1 : 100 (10 lần lớn hơn so với tỷ lệ ngang).

Mặt cắt theo cao trình nước là mặt cắt triển khai các công trình theo cao trình chuyển động dài nhất của dòng chảy nước thải từ công trình đầu tiên đến công trình cuối cùng của trạm xử lý (từ cống dẫn nước vào trạm đến miệng xả nước ra nguồn tiếp nhận).

Mặt cắt theo cao trình bùn bắt đầu từ bể lắng đợt I đến sân phơi bùn.

Trên trắc dọc thể hiện đầy đủ các cốt mực nước, cốt đáy kênh, mương máng, cống và các điểm quan trọng khác của công trình, cốt mặt đất tự nhiên và cốt san nền,...



Hình 16.1. Mặt bằng tổng thể trạm xử lý với bể biophin cao tải công suất 7000 m³/ngày

I. Nhà song chắn rác; II. Bể lắng cát ngang nước chuyển động vòng; III. Máng đo lưu lượng; IV. Giếng phân phối; V. Bể lắng đứng đợt II; VI. Bể biophin cao tải; VII và VIII. Các giếng phân phối; IX Bể lắng đứng đợt II; X. Bể trộn; XI. Giếng phân phối; XII. Bể tiếp xúc; XIII. Bể metan; XIV. Bể chứa bùn (màng vi sinh) XV. Bể chứa nước tuần hoàn; XVI. Khối N^o1; XVII. Khối N^o2; XVIII. Vị trí hố cát.

1- Cạn tươi; 2- Màng vi sinh; 3- Màng vi sinh và cạn của bể tiếp xúc; 4- Ống lấy cạn tươi, màng vi sinh và cạn của bể tiếp xúc; 5- Ống dẫn cạn tươi, màng vi sinh vào bể metan; 6- Ống dẫn cạn đã lên men ra sân phơi bùn; 7- Ống dẫn nước tuần hoàn; 8- Ống phân phối nước vào bể biophin cao tải; 9- Ống dẫn dung dịch clo; 10- Nước kỹ thuật cho bơm phun tia; 11- Ống dẫn nước kỹ thuật; 12- Ống dẫn hỗn hợp cát nước ra hố chứa cát; 13- Dẫn rác nghiền; 14- Ống dẫn nhiệt; 15- Ống dẫn nước từ hố cát; 16- Ống thoát nước sinh hoạt của trạm; 17- Ống cấp nước sinh hoạt, chữa cháy.

Hình 16.1 là ví dụ về mặt bằng tổng thể một trạm xử lý nước thải có lưu lượng 7000 m³/ngày với phương pháp xử lý sinh hóa trên bể biophin cao tải. Đặc điểm của bản thiết kế là hợp nhất thành các khối công trình sản xuất và các nhà hành chính theo quy trình công nghệ chung và sử dụng các công trình theo thiết kế định hình bằng các khối bê tông cốt thép đúc sẵn.

Hình 16.2 là sơ đồ cao trình theo đường nước của trạm.

Ở nhà song chắn rác đặt hai song chắn rác cơ giới, một máy nghiền và một máy bơm phun tia dùng cho bể lắng cát.

Bể lắng cát chọn kiểu ngang nước chuyển động vòng và xả cát bằng bơm phun tia. Cát chuyển đến các boongke, sau khi rửa chất lên xe tải chở đi sử dụng.

Bể lắng đợt I dùng bể lắng đứng bê tông cốt thép lắp ghép. Xả cặn từ bể lắng nhờ áp lực thủy tĩnh theo ống $d = 200$ mm tới bể chứa cặn tươi, từ đó nhờ máy bơm 4Hp tới ngăn phân phối trước bể metan. Ngăn phân phối tính với dung tích bằng 15 phút công suất của máy bơm.

Ở khối N⁰² của trạm xử lý gồm: trạm bơm nước đã lắng qua đợt I, nước tuần hoàn lên bể biophin, trạm bơm bùn cặn, lò hơi, trạm điều khiển, trạm biến thế, xưởng cơ khí, kho chứa, phòng thí nghiệm hóa nước vi sinh và các phòng sinh hoạt.

Trạm pha chế clo (trạm clorator) đặt chung với kho chứa clo.

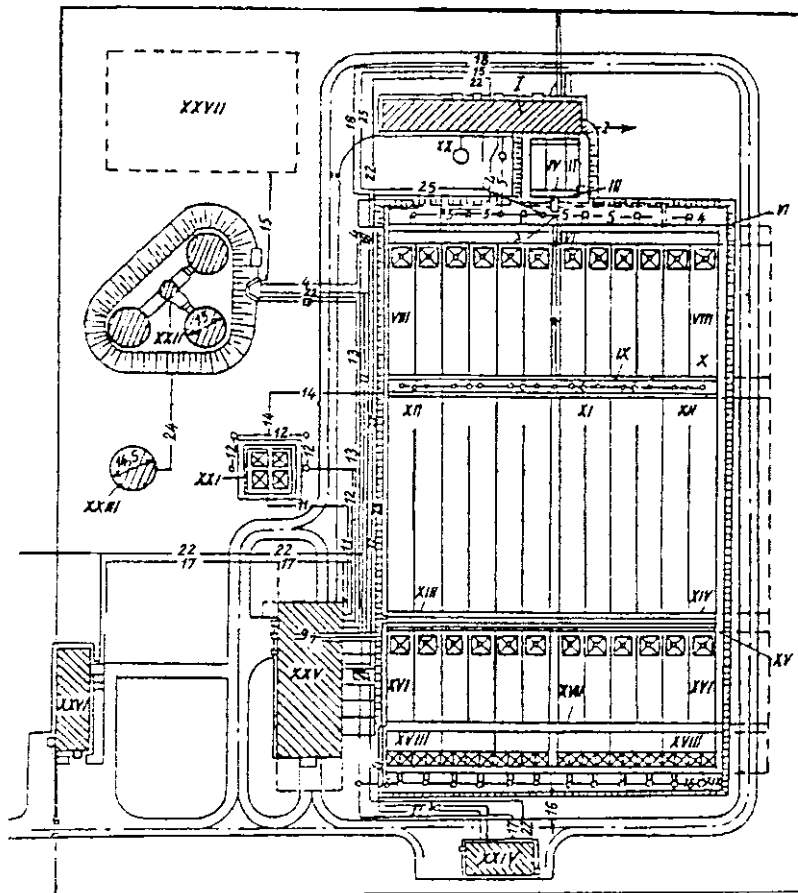
Trong trạm xử lý dùng các bể biophin cao tải theo thiết kế mẫu với hệ thống phân phối nước bằng phản lực, các bể lắng đợt II, bể tiếp xúc sâu 3,3m với các tấm panen định hình cao 3,6m.

Để lên men cặn tươi và màng vi sinh, dùng bể metan lắp ghép bằng các tấm panen định hình.

Sân phơi bùn đặt trực tiếp trên nền đất tự nhiên.

Hình 16.3 và 16.4 là sơ đồ mặt bằng và mặt cắt theo đường nước của trạm xử lý nước thải với lưu lượng lớn hơn và được xử lý sinh học hoàn toàn trên các bể aeroten. Ở đây có phối hợp các công trình công nghệ chủ yếu và một loạt nhà sản xuất, nhà phục vụ đồng thời dùng các khối bê tông lắp ghép và công nghiệp hóa trong công tác xây dựng.

Một trong những phương án thiết kế được dùng là sử dụng bể lắng ly tâm (hình 16.5). Để tăng cường quá trình lắng cặn sử dụng ngăn làm thoáng sơ bộ hoặc đông tụ sinh học kết hợp trong bể lắng đợt I.



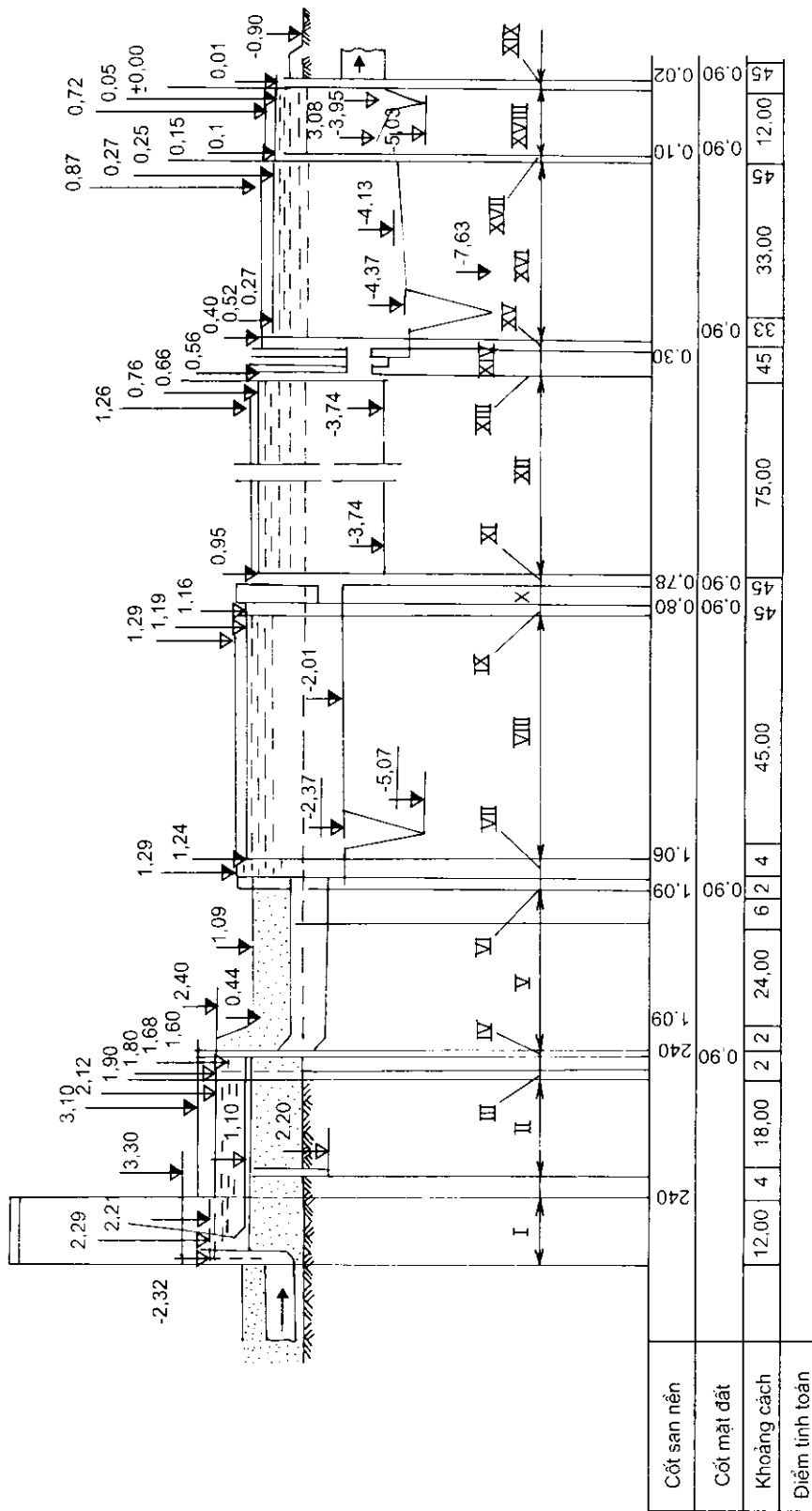
Hình 16.3. Mặt bằng tổng thể trạm xử lý sinh hóa hoàn toàn nước thải trên aeroten, công suất 160 000 m³/ngày

I. Nhà song chắn rác (5 song chắn, mỗi song chắn với kích thước B x H = 1400 x 2020 mm, trong đó 3 làm việc $q = q/3 = 0,74 \text{ m}^3/\text{s}$, 2 dự phòng); II. Bể lắng cát ngang (3 bể, kích thước mỗi bể B x l = 6 x 18 m, trong đó 2 làm việc 1 dự phòng); III. Máng thu nước của bể lắng cát; IV. Máng dẫn nước ra khỏi bể lắng cát; V. Điuke ($d = 1200\text{mm}$; $l = 35\text{m}$; $q/2 = 1,11 \text{ m}^3/\text{s}$; $v = 0,98\text{m/s}$); VI. Bể tái sinh bùn hoạt tính; VII. Bể làm thoáng sơ bộ; VIII. Bể lắng ngang đợt I (12 bể, kích thước mỗi bể B x l = 9 x 15 m; $q/12 = 0,185 \text{ m}^3/\text{s}$); IX. Máng thu nước của bể lắng đợt I; X. Điuke ($d = 700 \text{ mm}$); XI. Kênh phân phối nước vào bể aeroten; XII. Bể aeroten hai hành lang (6 bể, mỗi bể 2B x l = 2 x 9 x 75 m; $q/6 = 0,33\text{m}^3/\text{s}$); XIII. Kênh phân phối

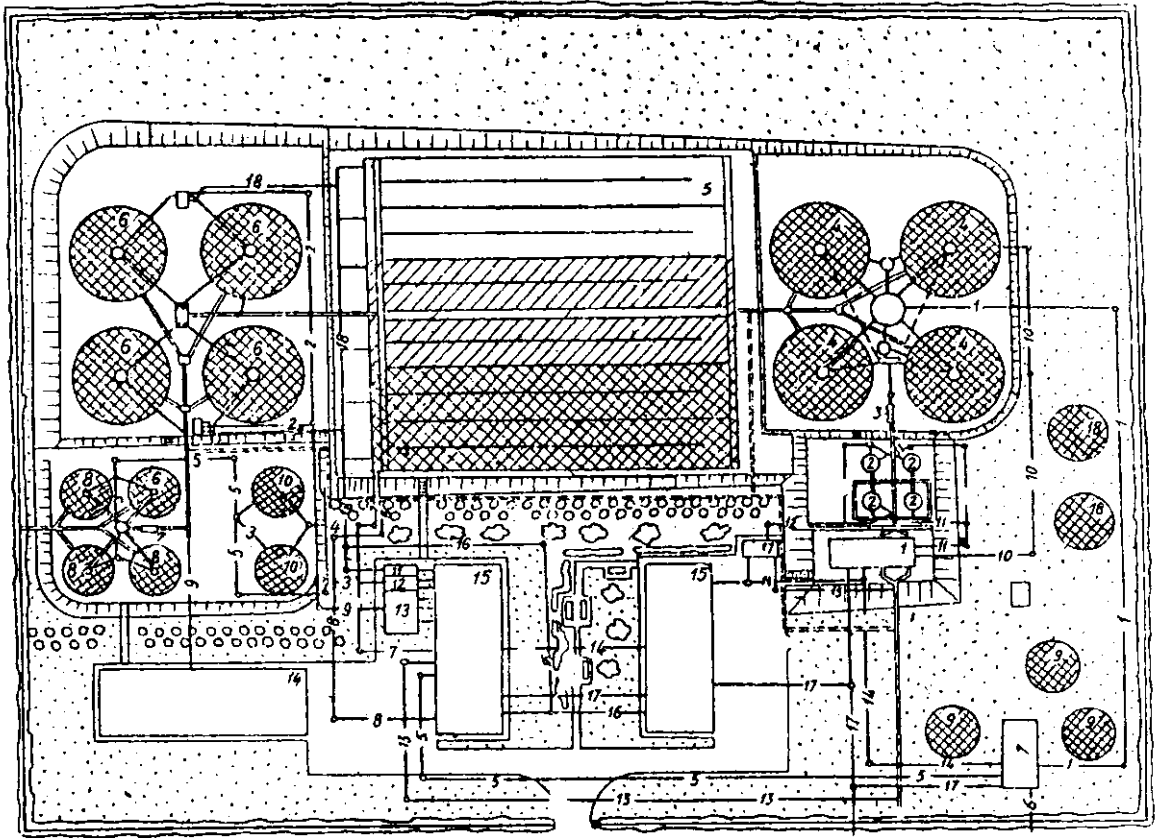
sau bể aeroten ($\frac{1,5 \cdot q}{6} = 0,555 \text{ m}^3/\text{s}$); XIV. Điuke ($d = 800 \text{ mm}$); XV. Kênh phân phối nước vào bể lắng đợt II;

XVI. Bể lắng ngang đợt II (12 bể, kích thước mỗi bể B x l = 9 x 33m; $q/12 = 0,185 \text{ m}^3/\text{s}$); XVII. Máng thu nước của bể lắng đợt II; XVIII. Bể tiếp xúc (6 bể, kích thước mỗi bể B x l = 1,8 x 12 m; $q/6 = 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$); XIX. Máng thu nước của bể tiếp xúc; XX. Bể chứa rác nghiến; XXI. Bể cô đặc bùn; XXII. Bể metan; XXIII. Bình chứa ga; XXIV. Trạm clorator và kho chứa clo; XXV. Khối A (trạm khí nén, trạm bơm bùn, xưởng cơ khí,...); XXVI. Khối B (phòng thí nghiệm, các xưởng sản xuất,...); XXVII. Khu đất dự trữ cho phân xưởng chế biến cặn bằng cơ giới.

1- Nước vào trạm xử lý; 2- Nước công tác tự chảy vào thiết bị bơm phun tia; 3- Ống rút cặn tươi và xả cặn; 4- Ống đẩy cặn tươi và rác đã nghiến; 5- Ống dẫn cặn tươi tự chảy và xả cặn bể lắng; 6- Ống dẫn chất nổi; 7- Ống hút bùn hoạt tính; 8- Ống đẩy bùn hoạt tính tuần hoàn; 9- Ống hút bùn hoạt tính dư; 10- Ống đẩy bùn hoạt tính vào ngăn làm thoáng sơ bộ; 11- Ống dẫn bùn hoạt tính dư vào bể nén bùn; 12- Ống hút bùn hoạt tính đã lên men; 13- Ống đẩy bùn hoạt tính đã lên men; 14- Nước từ bể nén bùn; 15- Dẫn cặn đã lên men ra sân phơi bùn hoặc tới xưởng xử lý cặn bằng cơ học; 16- Ống tự chảy từ bể tiếp xúc; 17- Thoát nước sinh hoạt tự chảy; 18- Thoát nước sinh hoạt có áp; 19- Xả cặn; 20- Ống dẫn nước công tác tự chảy vào ejector của trạm clorator; 21- Ống đẩy dung dịch clo; 22- Cấp nước; 23- Ống dẫn không khí; 24- Ống dẫn ga; 25- Xả sự cố; 26- Nước đã xử lý.



Hình 16.4. Sơ đồ mặt cắt theo cao trình nước của trạm xử lý công suất 160 000 m³/ngày
(Chú thích xem trên hình 16.3)



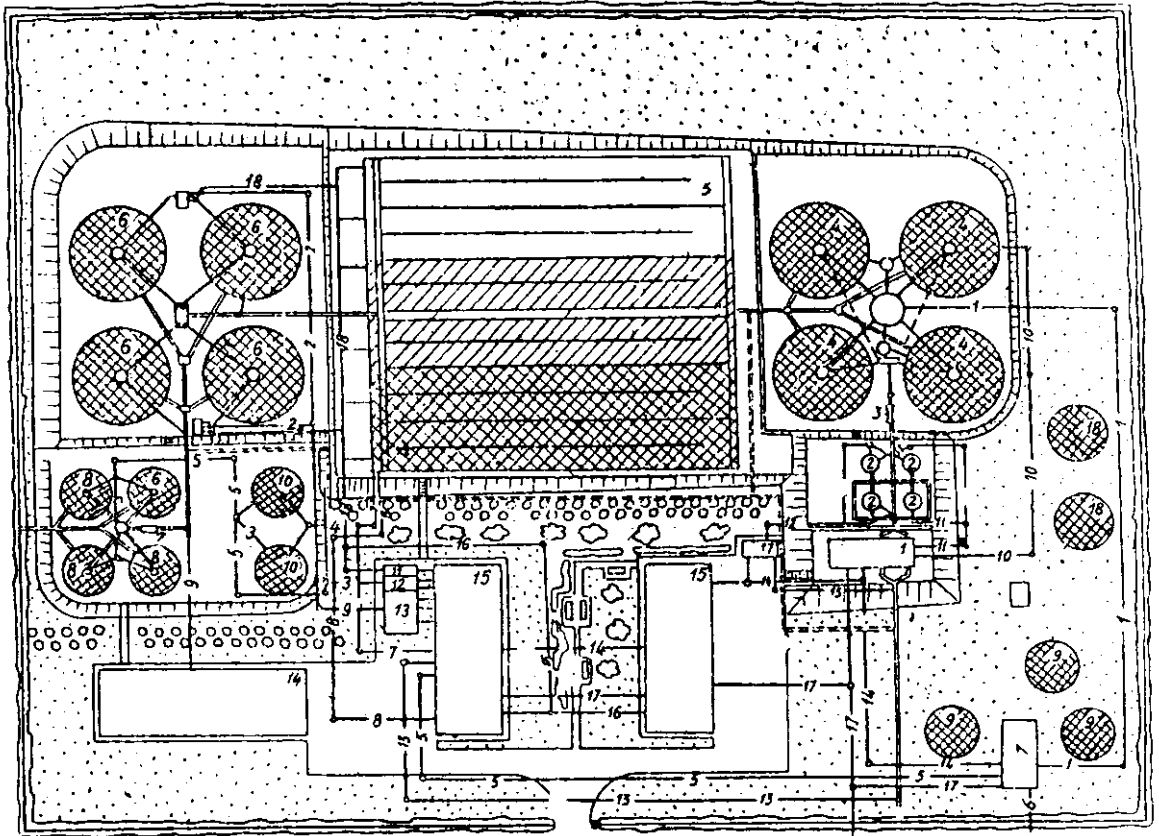
Hình 16.5. Mặt bằng tổng thể trạm xử lý sinh học với bể lắng ly tâm công suất (7 - 32) ngàn m³/ngày

Các công trình:

1- Nhà song chắn rác; 2- Bể lắng cát D = 4000 mm; 3- Máng đo lưu lượng; 4- Bể lắng ly tâm đợt I, D = 18m; 5- Bể aeroten; 6- Bể lắng ly tâm đợt II, D = 18 m; 7- Bể trộn; 8- Bể tiếp xúc, D = 9m; 9- Bể metan, D = 9m; 10- Bể nén bùn; 11- Bể chứa nước thải sinh hoạt của trạm; 12- Bể chứa cặn tươi; 13- Bể chứa bùn hoạt tính; 14- Kho và trạm clorator; 15- Trạm khí nén và trạm bơm; 16- Nhà hành chính; 17- Hồ cát; 18- Bình chứa ga.

Các đường ống kỹ thuật:

1- Dẫn cặn tươi; 2- Dẫn bùn hoạt tính; 3- Cặn từ bể tiếp xúc; 4- Dẫn bùn hoạt tính vào bể cô đặc bùn; 5- Dẫn cặn tươi và cặn từ bể tiếp xúc; 6- Dẫn cặn đã lên men ra sân phơi bùn; 7- Dẫn bùn hoạt tính tuần hoàn; 8- Dẫn không khí; 9- Dẫn clo; 10- Dẫn nước kỹ thuật; 11- Nước kỹ thuật vào thiết bị nâng thủy lực; 12- Hỗn hợp cát nước ra hồ cát; 13- Thoát nước sinh hoạt có áp; 14- Dẫn nhiệt; 15- Dẫn nước từ hồ cát; 16- Thoát nước sinh hoạt; 17- Cấp nước sinh hoạt và chữa cháy; 18- Xả cặn các công trình.



Hình 16.5. Mặt bằng tổng thể trạm xử lý sinh học với bể lắng ly tâm công suất (7 - 32) ngàn m³/ngày

Các công trình:

1- Nhà song chắn rác; 2- Bể lắng cát D = 4000 mm; 3- Máng đo lưu lượng; 4- Bể lắng ly tâm đợt I, D = 18m; 5- Bể aeroten; 6- Bể lắng ly tâm đợt II, D = 18 m; 7- Bể trộn; 8- Bể tiếp xúc, D = 9m; 9- Bể metan, D = 9m; 10- Bể nén bùn; 11- Bể chứa nước thải sinh hoạt của trạm; 12- Bể chứa cặn tươi; 13- Bể chứa bùn hoạt tính; 14- Kho và trạm clorator; 15- Trạm khí nén và trạm bơm; 16- Nhà hành chính; 17- Hồ cát; 18- Bình chứa ga.

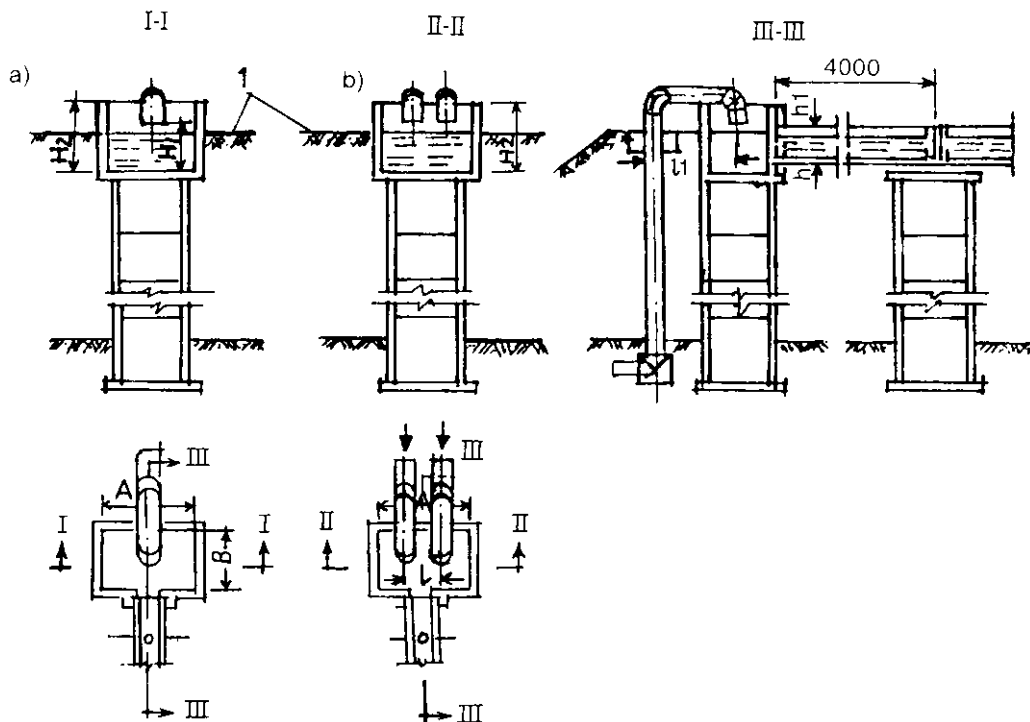
Các đường ống kỹ thuật:

1- Dẫn cặn tươi; 2- Dẫn bùn hoạt tính; 3- Cặn từ bể tiếp xúc; 4- Dẫn bùn hoạt tính vào bể cô đặc bùn; 5- Dẫn cặn tươi và cặn từ bể tiếp xúc; 6- Dẫn cặn đã lên men ra sân phơi bùn; 7- Dẫn bùn hoạt tính tuần hoàn; 8- Dẫn không khí; 9- Dẫn clo; 10- Dẫn nước kỹ thuật; 11- Nước kỹ thuật vào thiết bị nâng thủy lực; 12- Hỗn hợp cát nước ra hố cát; 13- Thoát nước sinh hoạt có áp; 14- Dẫn nhiệt; 15- Dẫn nước từ hố cát; 16- Thoát nước sinh hoạt; 17- Cấp nước sinh hoạt và chữa cháy; 18- Xả cặn các công trình.

16.3. PHÂN PHỐI NƯỚC THẢI VÀO CÁC CÔNG TRÌNH

Nước thải dẫn vào trạm xử lý có thể theo ống có áp hoặc theo kênh mương tự chảy đổ vào ngăn tiếp nhận. Tùy thuộc vào địa hình và dây chuyền công nghệ được lựa chọn, ngăn tiếp nhận có thể xây trên mặt đất hoặc được đặt trên các giá đỡ bằng bê tông cốt thép (xem hình 16.6), kích thước tham khảo bảng 16.3.

Để phân phối, vận chuyển nước thải và cặn lắng tới từng công trình cần thiết, dùng các kênh mương hở tiết diện chữ nhật hoặc dùng các ống tròn. Tuy nhiên dùng kênh mương hở dễ dàng và thuận tiện trong quản lý hơn là dùng ống tròn (theo dõi, quan sát và tẩy rửa....).



Hình 16.6. Ngăn tiếp nhận đặt trên cột đỡ

a) Dẫn nước theo một ống đẩy; b) Dẫn nước theo hai ống đẩy.

1- Cột san nền.

Khi dẫn nước thải tới các công trình theo kiểu diuke thì phải dùng ống tròn (chẳng hạn dẫn nước thải từ bể lắng đợt I đến bể biophin). Các mương dẫn nước nên có nắp đậy. Kích thước kênh mương và ống xác định theo tính toán thủy lực với tốc độ dòng chảy: đối với kênh mương $v = 0,4 \div 0,6$ m/s (ở các trạm xử lý nhỏ 0,2 - 0,3 m/s) khi lưu lượng Q_{\min} và không quá 1 m/s khi lưu

lượng tối đa. Chiều cao xây dựng của keng mương lấy lớn hơn 0.1 - 0.2 m so với chiều sâu lớp nước của dòng chảy.

Keng tiết diện chữ nhật có $b = 2h$ sẽ cho tiết diện tốt nhất về mặt thủy lực.

Tốc độ nước chảy trong ống dẫn phải chọn lớn hơn tốc độ trong keng mương để tránh cặn lắng xuống đáy ống.

Bảng 16.3. Kích thước của ngăn tiếp nhận nước thải trên trạm xử lý

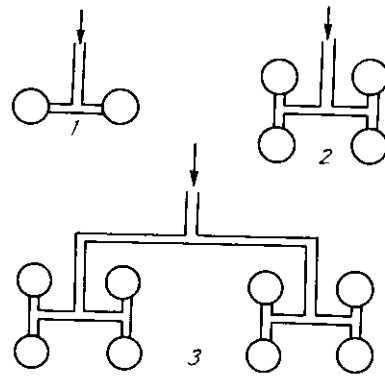
Lưu lượng (m ³ /h)	Kích thước (m)									Đường kính ống dẫn (mm)	
	A	B	H	H ₁	h	h ₁	b	l	l ₁	khi 1 đường	khi 2 đường
100 - 160	1500	1000	1300	1000	400	400	250	600	800	150 - 250	150
250	1500	1000	1300	1000	400	500	350	600	800	250	150
400 - 630	1500	1000	1300	1000	400	650	500	600	800	400	250
1000 - 1250	2000	2300	2000	1600	750	750	600	1000	1200	600	250
1600 - 2000	2000	9300	2000	1600	750	900	800	1000	1200	700	400

Để phân phối nước thải vào các công trình khi kích thước keng mương có chiều rộng dưới 1 m, có thể sử dụng sơ đồ như ở hình 16.7.

Khi lưu lượng nước thải lớn hoặc để phân phối cặn vào các công trình, người ta dùng các ngăn phân phối hoặc keng làm thoáng.

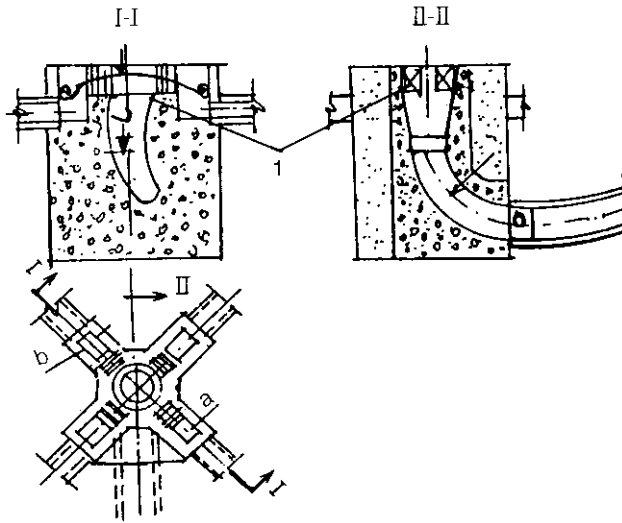
Hình 16.8 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của một loại ngăn phân phối nước.

Đường kính của ống dẫn điuke hoặc kích thước của máng dẫn nước thải vào các công trình được xác định bằng tính toán thủy lực. Tốc độ nước chảy trong ống điuke lấy bằng 0.8 - 0.9m/s khi lưu lượng tối thiểu và bằng 1,25 - 1,3 m/s khi lưu lượng tối đa. Bán kính ngoặt của ống điuke dẫn vào không nhỏ hơn 2.3d. Nước thải chảy tràn qua các lỗ theo dạng chảy tự do phân phối đều về từng công trình.



Hình 16.7. Sơ đồ phân phối đều nước vào các công trình

- 1- Hai đơn nguyên; 2- Bốn đơn nguyên;
3- Tám đơn nguyên.



Hình 16.8. Ngăn phân phối với các ống dẫn nước

1- Các cửa chắn.

Chiều rộng b của các lỗ tràn hoặc áp lực tự do tại các cửa ra của ống diuke xác định theo công thức máng tràn tự do:

$$Q_{tb} = mb \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} \quad (16.1)$$

trong đó: Q_{tb} - lưu lượng trung bình dòng chảy nước thải vào từng ngăn thu;
 m - hệ số lưu lượng phụ thuộc vào cấu tạo diuke và ngăn thu nước, có thể lấy khi thiết kế sơ bộ $m = 0,65$.

16.4. THIẾT BỊ ĐO LƯU LƯỢNG NƯỚC THẢI

Để các công trình xử lý làm việc được bình thường, không những phải biết lưu lượng tổng cộng lên trạm, mà còn phải biết lưu lượng nước vào từng công trình. Ngoài ra còn cần biết sự dao động theo giờ trong ngày.

Để xác định lưu lượng nước thải có thể dùng các thiết bị đo nước khác nhau. Trên ống áp lực thường đặt thiết bị đo lưu lượng kiểu ventury hoặc đồng hồ đo nước với áp kế vi sai. Trên các kênh mương bố trí các:

- Đập tràn thành mỏng.
- Đập tràn có mực nước xác định ở thượng và hạ lưu.
- Cổng nước chảy dưới cửa chắn....

Được sử dụng nhiều nhất là loại đập tràn thành mỏng:

- 1) Nếu cửa chữ nhật với nước chảy không ngập (hình 16.9), lưu lượng được xác định theo công thức:

$$Q = m_o b \sqrt{2g} H^{3/2}, \quad (16.2)$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải, m^3/s ;

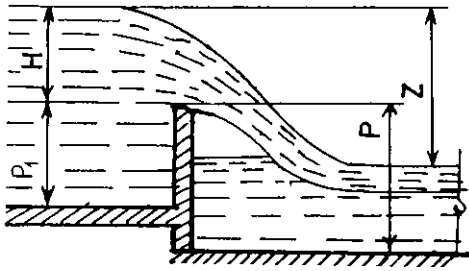
b - chiều rộng đập tràn, m;

H - cột nước tràn (m) tức là chiều cao mặt nước thượng lưu so với đỉnh đập;

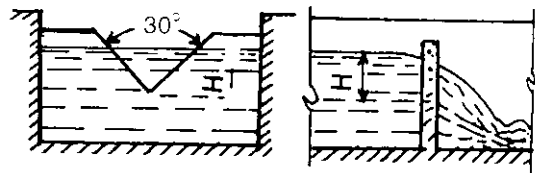
m_o - hệ số lưu lượng, phụ thuộc vào cột nước tràn H , chiều cao của tường đập P_1 và xác định bằng thực nghiệm:

Theo Badanh:

$$m_o = \left(0.405 + \frac{0.003}{H}\right) \left[1 + 0.55 \left(\frac{H}{H + P_1}\right)^2\right], \quad (16.3)$$



Hình 16.9. Máng tràn thành mỏng không ngập nước



Hình 16.10. Máng tràn thành mỏng hình tam giác

- 2) Nếu nước chảy qua các cửa tam giác với góc đỉnh 90° (hình 16.10) thì lưu lượng có thể xác định theo công thức:

$$Q = 1.343 H^{2.47}, \quad (16.4)$$

Theo công thức (16.4), có thể thành lập bảng xác định lưu lượng qua đập với giá trị H từ 0,03 đến 0,65m (xem bảng 16.4).

- 3) Nếu nước chảy dưới cửa chắn (hình 16.11), lưu lượng xác định theo công thức:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gH}, \quad (16.5)$$

trong đó: μ - hệ số lưu lượng chọn bằng 0,6 - 0,7;

H - cột nước tính từ mặt nước tới tâm của phần mở cửa của cửa cống;

ω - diện tích của phần mở cửa cống.

Hiện nay, trên các trạm xử lý công suất lớn thường dùng máng đo parsan để đo lưu lượng nước thải. Máng làm việc theo nguyên tắc dòng chảy co hẹp (hình 16.12).

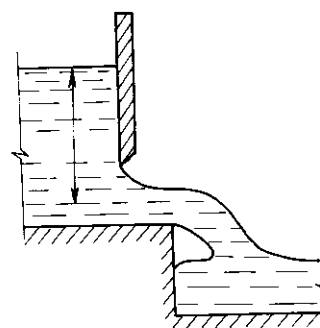
Bảng 16.4. Lưu lượng nước qua đập Q với chiều sâu H khác nhau

H (m)	Q (l/s)	H (m)	Q (l/s)	H (m)	Q (l/s)
0,03	0,23	0,12	7,14	0,30	68,67
0,04	0,47	0,14	10,45	0,35	100,4
0,05	0,81	0,15	12,40	0,40	139,9
0,06	1,29	0,16	14,54	0,45	186,9
0,07	1,88	0,18	19,43	0,50	242,7
0,08	2,62	0,20	25,29	0,55	306,0
0,09	3,50	0,255	43,82	0,60	386,1
0,10	4,55	0,175	55,36	0,65	463,2

Máng đo kiểu này có độ chính xác tới 1% và tổn thất thủy lực trong đó nhỏ hơn 25% so với các thiết bị đo kiểu đập tràn các loại. Ngoài ra không gây cản trở đối với hạt rắn trong nước thải.

Cấu tạo của máng đã được tiêu chuẩn hóa với những kích thước định hình. Máng gồm các phần chính sau: phần thu hẹp, hống và phần mở rộng.

Thông thường máng được đặt tại những chỗ kênh mương thẳng có tiết diện chữ nhật, chiều rộng không nhỏ hơn 40 cm. Ở phần giữa (hống) các đường biên của máng phải thẳng đứng và song song tuyệt đối. Đáy làm độ dốc 0.375 theo hướng nước chảy. Chiều dài, chiều rộng của những máng thu hẹp và mở rộng phụ thuộc vào chiều rộng b của hống.



Hình 16.11. Nước chảy dưới cửa chắn

Để xác định lưu lượng dòng chảy qua máng chỉ cần đo chiều sâu h (m) của lớp nước ở điểm đầu của đường cong dốc, tại tiết diện II - II.

Chiều sâu này được đo bằng thước mia hoặc áp kế vi sai với thiết bị tự ghi nối với bộ phận cơ học đo giờ hoặc động cơ điện truyền từ xa.

Do đó có thể đo lưu lượng nước ở bất kỳ thời điểm nào cũng như tổng lưu lượng nước ngày đêm.

Máng thường được làm bằng bê tông cốt thép.

Lưu lượng có thể xác định theo công thức thực nghiệm:

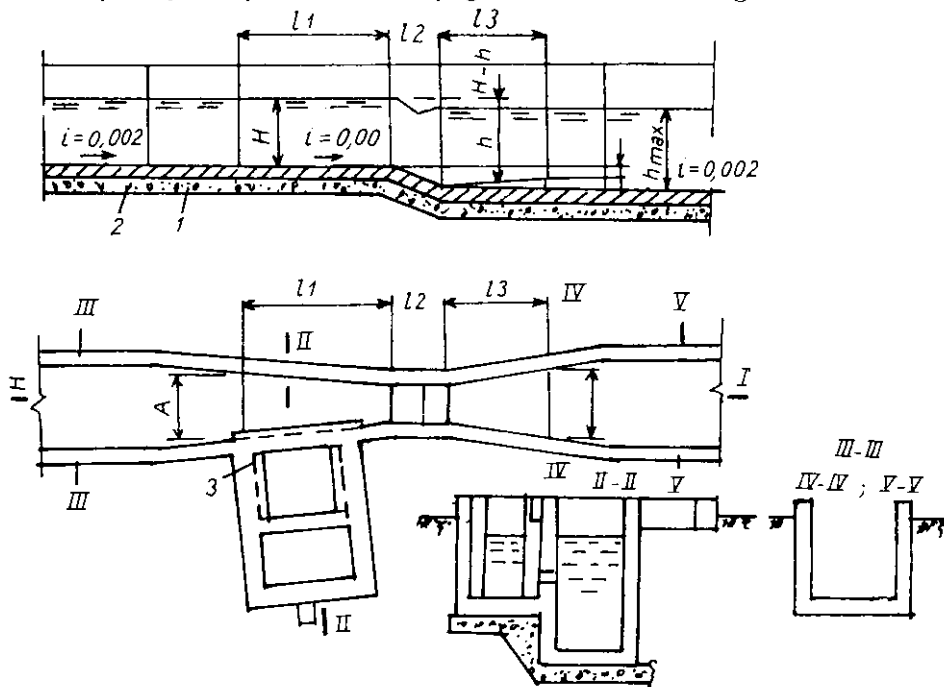
Khi $b = 0.15$ m:

$$Q = 0.384.b.H^{1.58} \quad (16.6)$$

Khi $b = 0.3 - 1.5$:

$$Q = 2.356.b.H^n \quad (16.7)$$

Số mũ n chọn tùy thuộc vào chiều rộng b , tham khảo bảng 16.5.



Hình 16.12. Máng đo lưu lượng kiểu parson

1- Đáy bê tông cốt thép; 2- Lớp bê tông lót mác 50 - 100; 3- Ống thép $d = 65$ mm

Bảng 16.5. Lựa chọn giá trị n theo b

b (m)	0,3	0,5	0,75	1,0	1,25	1,50
n	1,522	1,54	1,558	1,572	1,577	1,585

Những công thức trên cho kết quả chính xác khi chiều sâu lớp nước so với cửa máng tràn tại D (ranh giới giữa l_1 và l_2) nhỏ hơn $0,5H$ với $b = 15$ cm và nhỏ hơn $0,7H$ với $b \geq 30$ cm.

Tùy thuộc lưu lượng nước thải mà kích thước máng đo có thể lấy theo bảng 16.6.

Bảng 16.6. Lựa chọn kích thước máng đo lưu lượng

Khả năng tải (l/s)		Kích thước (cm)							
Min	Max	b	l_1	l_2	l_3	$\frac{2}{3}l_1$	A	B	C
5	110	25	132,5	60	90	90	78	55	22,5
5	500	30	135	60	90	92,5	84	60	22,5
10	750	50	145	60	90	98,5	108	80	22,5
10	1150	75	157,5	60	90	107	138	105	22,5
20	1500	100	170	60	90	115,5	168	130	22,5
20	2000	125	182,5	60	90	124	198	155	22,5
30	3000	150	195	60	90	132	228	180	22,5

Đối với thiết bị đo lường, yêu cầu không cho phép lắng cặn, máng phải làm việc tốt kể cả khi độ chênh áp lực có giá trị nhỏ (tổn thất áp lực thấp).

Để đo lưu lượng chung của trạm xử lý, thiết bị đo lưu lượng nên đặt tại khoảng giữa bể lắng cát và bể lắng đợt I.

Bảng 16.6. Lựa chọn kích thước máng đo lưu lượng

Khả năng tải (l/s)		Kích thước (cm)							
Min	Max	b	l_1	l_2	l_3	$\frac{2}{3}l_1$	A	B	C
5	110	25	132,5	60	90	90	78	55	22,5
5	500	30	135	60	90	92,5	84	60	22,5
10	750	50	145	60	90	98,5	108	80	22,5
10	1150	75	157,5	60	90	107	138	105	22,5
20	1500	100	170	60	90	115,5	168	130	22,5
20	2000	125	182,5	60	90	124	198	155	22,5
30	3000	150	195	60	90	132	228	180	22,5

Đối với thiết bị đo lường, yêu cầu không cho phép lắng cặn, máng phải làm việc tốt kể cả khi độ chênh áp lực có giá trị nhỏ (tổn thất áp lực thấp).

Để đo lưu lượng chung của trạm xử lý, thiết bị đo lưu lượng nên đặt tại khoảng giữa bể lắng cát và bể lắng đợt I.

17

CƠ SỞ QUẢN LÝ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI

17.1. NGHIỆM THU CÔNG TRÌNH

Sau khi xây dựng xong công trình phải thu dọn sạch sẽ các đồ vật, đất đá bên trong và ngoài công trình.... Sau đó tiến hành nghiệm thu. Để nghiệm thu công trình thường phải thành lập một ban nghiệm thu, trong đó có đại diện của cơ quan quản lý thoát nước.

Nội dung nghiệm thu bao gồm:

- Kiểm tra công trình có được xây đúng thiết kế đã duyệt không.
- Kiểm tra số lượng và quy cách lắp đặt các thiết bị, kể cả dự trữ.
- Kiểm tra chất lượng thi công: dùng nước sạch để kiểm tra rò rỉ của từng công trình. Đầu tiên tiến hành thử độ kín khí của công trình, sau đó kiểm tra các thông số thủy lực, sự làm việc của các van, phai chắn nước cũng như từng bộ phận của thiết bị, vị trí tương quan về cao độ giữa các công trình, độ dốc có đảm bảo để nước tự chảy không....

Chỉ sau khi kiểm tra xong mới được dẫn nước thải vào công trình. Không nên xả kiệt nước khỏi công trình mà nên để lại một ít nước sạch rồi dẫn nước thải vào.

Đối với các cống ngầm và các công trình ngầm khác phải có đủ biên bản và chứng từ của mỗi giai đoạn thi công để thông qua tiểu ban nghiệm thu.

Quản lý công trình xử lý cũng tiến hành theo quy trình “quản lý kỹ thuật các hệ thống cấp thoát nước”.

17.2. GIAI ĐOẠN ĐƯA CÔNG TRÌNH VÀO HOẠT ĐỘNG

Sau khi nghiệm thu công trình thì bước sang giai đoạn đưa công trình vào hoạt động hay còn gọi là “quản lý thử”.

Để đưa công trình vào hoạt động, cần có các hồ sơ kỹ thuật sau đây:

- Các văn bản nghiệm thu công trình.
- Giấy phép xả nước của cơ quan quản lý nguồn nước.
- Các bản vẽ hoàn công.
- Các tài liệu hướng dẫn lắp đặt và sử dụng các thiết bị, công trình xử lý nước thải.

Tùy theo tính chất và quy mô công trình xử lý nước thải mà quy định thời gian đưa công trình vào hoạt động, thời gian khởi động... Công việc này cần các chuyên gia có kinh nghiệm theo dõi và tiến hành hiệu chỉnh. Thời gian khởi động một số loại công trình xử lý nước thải có thể tham khảo theo bảng 17.1.

Bảng 17.1. Thời gian đưa các công trình xử lý nước thải vào hoạt động

Tên công trình	Thời gian khởi động	Yêu cầu quản lý vận hành trong thời gian khởi động
Bể tự hoại	Lắng cặn: Sau 1 ÷ 3 ngày Lên men cặn lắng: Sau 3 tháng	Đưa lượng cặn đã lên men bằng khoảng 15 ÷ 20% dung tích phần chứa cặn để gây men
Bể lắng hai vò	Lắng cặn: Sau 3 ÷ 5 ngày Lên men cặn lắng: Sau 3 tháng	Đưa lượng cặn đã lên men bằng khoảng 15 ÷ 20% dung tích phần chứa cặn để gây men
Bể lọc kị khí	Từ 2 ÷ 3 tháng	Lưu lượng nước thải cấp cho bể trong thời gian khởi động tăng dần từ 25 đến 100% lưu lượng thiết kế
Bể lọc sinh học	Từ 2 ÷ 3 tháng cho đến khi xuất hiện nitrat trong nước thải sau xử lý	Tăng dần lưu lượng nước thải từ 10 đến 25% lưu lượng thiết kế. Thời gian 1 chu kỳ tưới từ 5 đến 6 phút
Bể aeroten	Từ 1 đến 2 tháng cho đến khi chỉ số bùn đo trong bình Imhoff là 200 ÷ 300ml/l (nếu có bùn hoạt tính từ nơi khác đưa về thì thời gian này giảm xuống còn từ 2 tuần đến 1 tháng)	Cho bùn hoạt tính lấy từ nơi khác để sục khí với khoảng 30% lưu lượng nước thải trong thời gian đầu. Sau đó tăng dần công suất cấp nước thải cho đến khi chỉ số bùn là 200 ÷ 300 ml/l
Hồ sinh học	Từ 2 đến 3 tháng sau khi hình thành hệ sinh vật trong hồ	Giai đoạn đầu có thể bơm nước sông vào đáy hồ, sau đó xả nước thải dần dần vào hồ
Bãi lọc ngập nước	Từ 2 đến 3 tháng sau khi cây phát triển phía trên bề mặt	

Trong thời gian đưa công trình vào hoạt động, cần tiến hành nghiên cứu, phân tích nước thải để xác định được là công trình đó có đảm bảo làm sạch theo yêu cầu hay không. Các số liệu thu nhận được trong giai đoạn này được bổ sung vào quy trình vận hành công trình xử lý nước thải. Nước thải đưa về công trình trong giai đoạn này phải có lưu lượng và nồng độ thấp hơn giá trị thiết kế.

Hiệu quả và thời gian của giai đoạn khởi động chủ yếu phụ thuộc vào trình độ chuyên môn và ý thức trách nhiệm của công nhân vận hành. Công nhân trực tiếp quản lý công trình xử lý nước thải phải nắm được các quá trình cơ bản diễn ra công trình đó. Điều kiện quản lý vận hành các công trình xử lý nước thải rất nghiêm ngặt vì vậy đòi hỏi người công nhân phải có tinh thần trách nhiệm đối với công việc của mình.

Trong suốt giai đoạn đưa công trình vào hoạt động phải tiến hành kiểm tra và điều chỉnh chế độ làm việc của từng công trình. Lúc đầu khi điều chỉnh, đối với đa số các công trình thường dùng nước sạch như đã nói ở trên để đảm bảo các điều kiện vệ sinh khi cần sửa chữa lại.

Đối với song chắn rác, bể lắng cát, bể lắng, trạm clorator, sân phơi bùn thì thời gian đưa vào hoạt động tương đối ngắn. Trong thời gian đó tiến hành chỉnh và cho các bộ phận cơ khí, van khóa và các thiết bị đo lường, phân phối vào hoạt động.

Đối với các công trình xử lý, trong đó diễn ra các quá trình sinh hóa thì giai đoạn đưa vào hoạt động đòi hỏi tương đối dài, đủ để vi sinh vật phát triển với một lượng cần thiết và để quá trình xử lý diễn ra được bình thường, nghĩa là các công trình xử lý đã được chín muồi.

Do đó giai đoạn đưa công trình vào hoạt động còn gọi là giai đoạn "chín muồi" và là giai đoạn quyết định, nên đòi hỏi phải lưu ý và hàng ngày phải kiểm tra hiệu quả làm việc của công trình.

Với bể lắng hai vò: giai đoạn đưa vào hoạt động là giai đoạn điều chỉnh sự làm việc cửa máng lắng và ngăn chứa bùn. Đầu tiên nước thải phải được phân phối đều theo tiết diện ngang của máng lắng. Muốn vậy phải đặt đúng vị trí của máng phân phối nước vào và thu nước ra. Máng phải đặt vuông góc với dòng chảy.

Cấu tạo của cửa vào bể phải tốt để nước thải vào máng phân phối được điều hòa theo toàn bộ chiều rộng của máng. Đỉnh máng phân phối phải ngang thẳng để nước chảy tràn qua được đều.

Để cặn nhanh chóng đạt được giai đoạn lên men metan ở phân tự hoại, phải lấy ít cặn lên men ở bể lắng hai vỏ khác, hoặc bể metan đang làm việc bình thường hoặc mức cặn bùn ở đầm hồ lâu năm cho vào ngăn chứa bùn của bể. Lượng cặn - "bùn chín" này thường lấy bằng 15 - 20% thể tích ngăn chứa bùn của bể. Sau đó cho nước thải chảy qua và cho bể làm việc bình thường. Nếu không đủ lượng bùn chín thì cho nước thải chảy qua bể từ từ tới khi lượng cặn tươi tích đọng lại bằng lượng bùn chín và cho công trình ngừng hoạt động một thời gian để cặn lên men. Khi bùn chín - tức là phản ứng kiểm xuất hiện, không còn mùi của hydrosulfua, xuất hiện màu bùn đen, thì lại tiếp tục cho nước thải chảy qua. Cứ như thế làm lặp đi lặp lại cho tới khi lượng cặn chín đạt 20% thì cho công trình hoạt động bình thường.

Nếu không có bùn chín ban đầu, thì thời gian để đưa bể lắng hai vỏ vào hoạt động bình thường phải kéo dài tới 6 - 12 tháng tùy thuộc vào nhiệt độ của nước thải.

Việc xả cặn bã đã lên men - bùn chín lần đầu có thể tiến hành khi mức cặn trong ngăn chứa thấp hơn khe hở của máng lắng 1 m.

Với bể biophin: giai đoạn đưa vào hoạt động được bắt đầu từ lúc thau rửa bể lọc để loại bỏ rác, cát và các vật dính vào vật liệu lọc. Tất cả các thứ đó sẽ bị giữ lại ở bể lắng đợt II và xả đi.

Sau khi rửa bể lọc vài ngày, bắt đầu cho nước thải chảy vào với lưu lượng nhỏ để trên hạt vật liệu lọc tạo thành màng vi sinh vật với một lượng đủ để làm sạch nước thải. Tốc độ tăng trưởng của màng phụ thuộc vào nhiệt độ của nước thải ở trong thân bể lọc. Với nhiệt độ 9 - 10°C quá trình tăng trưởng diễn ra chậm; với nhiệt độ 5 - 6°C thì quá trình hầu như bị đình trệ. Do đó ở các nước xứ lạnh người ta thường cho bể biophin đi vào hoạt động vào mùa ấm khi nhiệt độ của nước thải không dưới 17 - 18°C.

Ban đầu tưới nước thải lên bể biophin một lượng bằng 1/10 - 1/4 lưu lượng tính toán. Cứ thế cho tới khi xuất hiện nitrat với 50% lượng muối amôn (khoảng chừng 15 - 20 mg/l) ở trong nước đầu ra khỏi bể.

Sau đó tăng dần lưu lượng và khoảng sau một tháng sẽ tăng tới lưu lượng tính toán.

Để tăng nhanh quá trình tăng trưởng của màng vi sinh vật trong bể biophin hoặc aeroten có thể cho thêm vào bể biophin một lượng bùn hoạt tính nhưng không được vượt quá 10% thể tích vật liệu lọc (tính theo thể tích cặn sau khi lắng 1 giờ).

Với bể aeroten: giai đoạn đưa vào hoạt động là giai đoạn tích lũy lượng bùn hoạt tính cần thiết để làm việc bình thường.

Bùn hoạt tính có thể tạo ra từ bản thân nước thải. Muốn vậy, nước sau khi đã lắng trong ở các bể lắng đợt I sẽ đưa vào bể aeroten. Ở đó cho thổi khí và cho nước vào với lưu lượng không quá một nửa lưu lượng tính toán. Sau đó bùn thu được ở bể lắng đợt II lại bơm trở lại bể aeroten rồi tạm dừng không cho nước chảy vào bể nữa, đồng thời liên tục thổi khí vào bùn cho tới khi không còn thấy nitơ của muối amôn nữa, mà lại thấy xuất hiện nitrat (nếu bể phải xử lý tới giai đoạn nitrat hoá) và tích lũy oxy hòa tan.

Ngoài ra còn phải quan sát xem quá trình lắng bông bùn hoạt tính có diễn ra nhanh không. Tiếp theo lại tiếp tục cho nước thải vào bể với tải trọng bùn tăng dần cho đến khi đạt giá trị tính toán.

Nếu bể xử lý với mức độ không hoàn toàn, thì việc tạo bùn hoạt tính cũng tiến hành tương tự, như tăng dần tải trọng lên và đánh giá theo BOD_5 của nước thải đầu ra mà không phải theo lượng nitrat (khi xử lý không hoàn toàn thì không tạo thành nitrat). Thời gian đưa bể vào hoạt động có thể tổ chức như sau: cho nước vào bể với tải trọng nhỏ và thường xuyên bơm bùn từ bể lắng đợt II về. Khi đã tích lũy đủ bùn cho tăng dần tải trọng tới giá trị tính toán.

Nếu trên trạm xử lý có bể aeroten cũ hoặc bể aeroten đã hoạt động bình thường thì chỉ việc bơm bùn hoạt tính dư vào bể mới.

Nếu dùng bùn hoạt tính của trạm xử lý khác, thì có thể dùng ô tô təc để chở trong điều kiện thoáng gió liên tục. Thời gian đưa bể vào hoạt động trong trường hợp này có thể làm ngay.

Để rút ngắn thời gian đưa công trình vào hoạt động có thể dùng bùn hoạt tính đã được hâm nóng.

Đối với nước thải sản xuất, khi cho bể aeroten vào hoạt động, đầu tiên nên dùng bùn hoạt tính của nước thải sinh hoạt.

Với cánh đồng tưới, bãi lọc, thời gian đưa vào hoạt động là thời gian cần để vi sinh trong đất phát triển và tạo ra quá trình hiếu khí. Giai đoạn này bắt đầu từ lưu lượng nhỏ rồi tăng dần đến lưu lượng thiết kế sau khi chất lượng nước đầu ra (chất lượng nước tiêu thoát) đạt yêu cầu xử lý.

Song song với công tác nghiệm thu và đưa công trình vào hoạt động, cần thiết lập hồ sơ hướng dẫn quản lý từng công trình và sơ đồ cấu tạo của chúng, cũng như các biện pháp khắc phục khi gặp sai sót, sự cố trong quản lý.

17.3. NGUYÊN TẮC QUẢN LÝ VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Các công trình xử lý nước thải được vận hành theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5576 - 91 Hệ thống cấp thoát nước - Quy phạm quản lý kỹ thuật / 3 / và Quy chuẩn Hệ thống cấp thoát nước trong nhà và công trình / 4 /. Nguyên tắc vận hành các công trình phải phù hợp với các quá trình xử lý nước thải diễn ra trong đó. Yêu cầu và trình độ vận hành các công trình xử lý nước thải phụ thuộc vào loại công trình xử lý nước thải tại chỗ hay là xử lý nước thải tập trung.

17.3.1. Quản lý vận hành các công trình xử lý nước thải tại chỗ

Các công trình xử lý nước thải tại chỗ như bể tự hoại, giếng thấm, bãi lọc ngầm, bể thu dầu mỡ... được xây dựng trong khuôn viên các ngôi nhà, các công trình dịch vụ công cộng. Các công trình xử lý nước thải loại này phải được quản lý, vận hành theo một số yêu cầu cơ bản sau đây:

Bùn cặn trong bể tự hoại phải được thường xuyên lấy ra khỏi bể tự hoại với chu kỳ từ 6 tháng đến 1 năm (thực tế ở ta thời gian đó lâu hơn). Khi lấy bùn phải để lại khoảng 20% bùn đã lên men để làm môi cho quá trình phân hủy chu kỳ sau. Khi hút bùn, đầu ống hút máy bơm phải cho xuống tận đáy bể. Váng cặn trong bể phải được phá và vớt thường xuyên để chống tắc ống dẫn nước thải. Trên nắp bể tự hoại không được trồng cây hoặc xây dựng các công trình khác. Nếu mùi khó chịu do quá trình lên men axit trong bể bốc lên thì phải cho thêm vôi cùng nước thải chảy vào bể trong một vài ngày.

Nước thải trước khi xả vào giếng thấm phải được tách rác, cát và cặn. Giếng thấm được bảo dưỡng chu đáo bằng cách mở nắp ra theo dõi thường xuyên. Nếu khả năng thấm bị hạn chế thì phải xúc rửa lớp cát phía trên. Khi độ thấm nước không đảm bảo được nữa thì phải đào giếng mới ở vị trí khác.

Dầu, mỡ và các loại chất nổi khác phải được vớt thường xuyên ra khỏi bể thu dầu mỡ. Sau mỗi lần đóng bể 4 giờ, cần rửa bể bằng nước sạch. Lượng nước rửa bể thông thường bằng 15% dung tích hữu ích của bể. Mỡ phải được vớt ra khỏi bể và chỉ để lại một lớp dày không quá 15 cm.

17.3.2. Các công trình của trạm xử lý nước thải tập trung

Các công trình của trạm xử lý nước thải tập trung thường được xây dựng hợp khối chia thành hai nhóm: nhóm các công trình lắng kết hợp lên men bùn cặn và nhóm các công trình xử lý sinh học nước thải.

Bể lắng hai vỏ (bể lắng Imhoff) bao gồm hai phần: máng lắng và ngăn bùn. Nước thải chảy vào máng lắng phải được phân bố đều khắp tiết diện ngang của máng. Phía cuối máng lắng phải có tấm chắn nổi (đặt sâu dưới mức nước khoảng 10 - 15 cm). Các chất nổi, váng bùn.... phải được vớt thường xuyên. Khi lớp cặn trong ngăn bùn chỉ cách khe hở máng lắng 1,0m thì xả cặn đã lên men đợt đầu ra khỏi bể. Cứ sau 10 ngày thì xả cặn một lần. Lượng bùn giữ lại sau một lần xả tối thiểu là 30% tổng lượng bùn trong bể. Cặn chín có độ ẩm là 90% và độ tro cao. Nếu có bùn nổi lên trong vùng lắng hoặc có bọt khí trong vùng mặt thoáng của bể thì điều đó chứng tỏ quá trình lên men không ổn định và phải thực hiện một trong các biện pháp sau đây:

- Thay cặn lên men không ổn định bằng cặn chín của ngăn bùn hoạt động tốt.
- Cho bể ngừng hoạt động một thời gian và bổ sung vôi sữa vào sau đó khuấy trộn đều.

Đối với bể lắng hai vỏ kép để cặn phân phối đều trong hai ngăn bùn, định kỳ hai ngày một lần phải thay đổi chức năng của vào và của ra của máng lắng.

Để bể lọc sinh vật làm việc bình thường cần phải:

- Thường xuyên xem xét và tẩy rửa thiết bị phân phối nước.
- Thường xuyên xem xét khoảng không ở đáy bể, các kênh dẫn và phân phối khí, các máng thu nước. Trong trường hợp bị tắc máng thu thì phải rửa bằng nước cấp từ hệ thống cấp nước vào và thông rửa bể.
- Loại trừ lớp bùn thối rửa trên bề mặt lớp vật liệu lọc bằng cách xúc ra và rửa sạch, sau đó xếp lại; thường xuyên bổ sung vật liệu thiếu hụt trong quá trình này.
- Kiểm tra lượng không khí cấp vào bể, hiệu suất thông gió... bằng cách phân tích mẫu nước (xác định các chỉ tiêu hóa lý như pH, oxy hòa tan...).

Đối với bể aeroten, điều kiện để bể làm việc ổn định là phải đủ bùn hoạt tính. Nồng độ thể tích bùn hoạt tính, xác định bằng phương pháp đo trong ống Imhoff, phải trên 200ml/l thì bể mới có thể hoạt động được. Khi nồng độ thể tích bùn hoạt tính từ 300 đến 600 ml/l thì bể hoạt động tốt. Hàm lượng oxy hòa tan trong bể aeroten phải thường xuyên được đảm bảo từ 2 đến 4mg/l. Để các quá trình sinh hóa trong aeroten diễn ra ổn định, các máy bơm bùn và máy sục khí phải làm việc đạt công suất yêu cầu và liên tục. Nước thải và

bùn hoạt tính phải được trộn đều tại tất cả mọi vị trí trong bể. Hiệu quả xử lý nước thải trong bể được xác định qua các chỉ tiêu chất lượng nước, nồng độ oxy hòa tan, liều lượng bùn hoạt tính. Khi tải lượng hữu cơ (BOD) trong bể tăng, bùn hoạt tính có thể bị trương, dễ tạo thành các hạt nhỏ, rời rạc và khó lắng. Trong bùn xuất hiện nhiều vi sinh vật hình sợi. Khi oxy không đủ hoặc có chất độc hại trong nước thải, hiện tượng này cũng thường xảy ra. Một số biện pháp khắc phục hiện tượng bùn trương như sau:

- Tăng cường sục khí.
- Xả bùn dư.
- Tạm thời giảm tải trọng thủy lực của bể.
- Pha loãng nước thải bằng nước sông, hồ.
- Tháo kiệt, cọ sạch và xả đợt nước thải mới vào bể.

Trường hợp bùn hoạt tính trong bể aeroten bị nổi có thể do tải lượng hữu cơ quá thấp dẫn đến quá trình nitrat hóa xảy ra. Trong bể lắng đợt II lại diễn ra quá trình khử nitrat, kèm theo việc nổi bọt khí nitơ. Mật độ bùn giảm xuống đến mức bùn có thể nổi lên mặt nước và tràn ra khỏi bể lắng đợt II. Để khắc phục hiện tượng bùn nổi, cần giảm thời gian sục khí và cọ rửa bùn ở đáy và thành bể lắng đợt II.

Đối với các loại aeroten thổi khí kéo dài, yêu cầu vận hành và bảo dưỡng rất nghiêm ngặt. Vì vậy các công trình này đòi hỏi phải có công nhân trình độ cao theo dõi, quản lý. Kênh oxy hóa tuần hoàn, một dạng aeroten thổi khí kéo dài, có nồng độ thể tích bùn hoạt tính tuần hoàn dưới 200ml/l. Bùn thừa phải thường xuyên đưa ra khỏi mương. Việc xả bùn và tháo kiệt mương nên làm trong mùa nóng để bùn hoạt tính mới hình thành nhanh hơn. Các thiết bị cơ khí như máy khuấy, guồng quay, máy bơm, van, khóa... phải thường xuyên bảo dưỡng, bôi dầu mỡ...

Trong trạm xử lý nước thải phải có phòng thí nghiệm phân tích nước để kiểm tra hiệu quả làm việc của các công trình. Đối với các trạm xử lý nước thải công suất dưới 1400m³/ngày thì mẫu nước có thể được kiểm nghiệm tại các phòng phân tích nước của cơ quan quản lý môi trường địa phương. Các chỉ tiêu phân tích thường là lưu lượng pH, nồng độ oxy hòa tan, hàm lượng cặn lơ lửng, BOD, độ kiềm, liều lượng bùn hoạt tính, nồng độ thể tích bùn hoạt tính, hàm lượng nitrat, nitơ amôn, photphat, fecal coliform... trong nước thải dòng vào, dòng ra và ngay tại các công trình xử lý nước thải.

Công nhân vận hành các công trình xử lý nước thải phải được hướng dẫn về quy trình vận hành các công trình, các nguyên tắc về an toàn lao động và phòng cháy, chữa cháy, các biện pháp phòng ngừa và khắc phục sự cố... Các cán bộ kỹ thuật của trạm có nhiệm vụ:

- Bảo đảm chế độ làm việc bình thường của từng công trình và của toàn trạm.
- Bảo đảm việc sửa chữa thường kỳ và sửa chữa lớn các công trình và thiết bị.
- Theo dõi việc ghi sổ trực của công nhân vận hành công trình.
- Lập các báo cáo kỹ thuật về quản lý công trình hàng tháng và hàng năm.
- Bảo quản các hồ sơ kỹ thuật tất cả các công trình và bổ sung các tính năng kỹ thuật các thiết bị, công trình vào các hồ sơ này trong quá trình quản lý.
- Nghiên cứu chế độ hoạt động của từng công trình để hoàn thiện và cải tiến quy trình vận hành, bảo dưỡng...
- Tổ chức các lớp học nâng cao trình độ cho công nhân, giới thiệu các nguyên tắc về an toàn lao động, phòng cháy, chữa cháy...

17.4. NHỮNG PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA THEO DÕI CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ

Để trạm xử lý làm việc bình thường thì phải thường xuyên kiểm tra chế độ công tác của từng công trình và của toàn trạm.

Thực hiện kiểm tra theo các chỉ tiêu sau:

- Lượng nước thải chảy vào từng công trình và toàn trạm.
- Lượng cát, cặn, bùn hoạt tính và hơi khí thu được.
- Lưu lượng không khí, hơi nóng và nước nóng
- Lượng hóa chất tiêu thụ (để khử trùng hoặc xử lý bằng phương pháp hóa học).
- Hiệu suất công tác của các công trình theo số liệu phân tích hóa học và vi sinh vật nước thải trước và sau khi xử lý.
- Liều lượng bùn hoạt tính trong bể aeroten.

Điều quan trọng là phải xem lưu lượng thực tế có đúng với lưu lượng thiết kế hay không. Nên tiến hành đo lưu lượng nước thải bằng các dụng cụ thiết bị tự ghi. Qua bảng tự ghi có thể biết được lưu lượng tổng cộng và sự dao động của lưu lượng theo giờ trong ngày.

Nếu toàn bộ nước thải được đưa vào công trình xử lý bằng trạm bơm chung có trang bị đồng hồ đo lưu lượng thì không phải đo lưu lượng tổng cộng ở trạm xử lý nữa. Khi có các số liệu về lưu lượng nước thải thì phải thường xuyên chuyển số liệu từ trạm bơm về trạm xử lý.

Lượng cặn tươi và bùn hoạt tính có thể xác định theo dung tích của bể chứa (buồng thu nhận) trong trạm bơm bùn và xác định theo lưu lượng bơm.

Lượng không khí cấp vào bể aeroten hoặc bể aerophon và lượng gas ở bể metan có thể đo bằng đồng hồ đo khí hoặc áp kế vi sai tự ghi.

Người ta còn phải đo lượng oxy tự do hòa tan trong nước bằng phương pháp tự động hóa. Thường lượng oxy hòa tan trong nước sau khi xử lý phải bằng 2 mg/l hoặc lớn hơn.

Lượng hơi và nước nóng dùng để hâm nóng cặn trong bể metan có thể đo bằng đồng hồ đo khí và đồng hồ đo nước. Nhiệt độ trong bể metan đo bằng nhiệt kế điện trở.

Năng lượng điện tiêu thụ phải đo theo từng phân xưởng (ở trạm làm thoáng, trạm bơm bùn, bộ phận cơ giới của thanh gạt ở bể lắng) và trong toàn bộ trạm xử lý.

Những chỉ tiêu cơ bản đặc trưng cho thành phần của nước thải là: cặn (theo thể tích) sau khi lắng 2 giờ trong phòng thí nghiệm (ml/l); chất lơ lửng theo trọng lượng (mg/l), sấy khô ở nhiệt độ 105°C; nhiệt độ của nước thải (°C); độ trong (cm); độ màu (theo pha loãng nước thải bằng nước cất đến khi mất màu); màu sắc; lượng clorua (mg/l); độ oxy hòa tan (mg O₂/l); BOD; nitơ của muối amôn, nitrit, nitrat; oxy hòa tan (mg/l) và độ pH v.v...

Trong nhiều trường hợp còn phải xác định cả lượng sunfat, photphat, kali, tinh cặn khi nung ở nhiệt độ 600°C; độ phóng xạ,...

Về vi sinh vật thì phải xác định lượng vi khuẩn trong 1 ml nước ở nhiệt độ 37°C, lượng trứng giun sán trong nước thải trước và sau khi xử lý.

Để đánh giá đặc tính của cặn, ta xác định độ ẩm, độ tro (%) và thành phần hóa học của cặn (lượng mỡ, đạm, đường).

Nếu có nước thải sản xuất tham gia vào trạm với lưu lượng lớn thì khối lượng phân tích phải nhiều hơn vì phải xác định các tạp chất đặc trưng cho loại nước thải đó.

Mỗi quý một lần, phải tiến hành phân tích một cách hoàn chỉnh toàn bộ nước thải trước và sau khi xử lý. Phải lấy mẫu nước qua từng khoảng thời gian nhất định trong ngày để phân tích. Đối với từng công trình, mẫu lấy nước lấy theo thời gian lưu nước trong đó. Vì thành phần của nước thải thay đổi theo thời gian trong ngày, nên mỗi tháng một lần theo tỉ lệ có tính đến sự dao động về lưu lượng để lấy mẫu nước trung bình. Những mẫu nước để phân tích phải lấy ở những điểm và chiều sâu nhất định do người phụ trách công nghệ quy định.

Đồng thời với việc lấy mẫu nước để phân tích, đo nhiệt độ của nước tối thiểu một ngày một lần. Một ngày ba lần ghi nhiệt độ của không khí vào lúc 7, 12, 19 giờ. Để theo dõi nhiệt độ của không khí có thể dùng nhiệt kế tự ghi.

Những kết quả của mỗi lần phân tích, kết quả trung bình sau thời gian một năm được chỉnh lý và ghi vào sổ lưu.

Các chỉ tiêu công tác cơ bản của từng công trình như sau:

- Đối với song chắn rác: Lượng rác được giữ lại.
- Đối với bể lắng cát: Lượng cát được giữ lại và theo nước trôi đi.
- Đối với bể lắng: Lượng SS được giữ lại và theo dòng nước trôi đi.
- Đối với bể aeroten: Lượng vật chất hữu cơ được oxy hóa, các dạng nitơ, lượng oxy hòa tan v.v...
- Đối với cánh đồng tưới: Các dạng nitơ, oxy hòa tan...

Việc phân tích như vậy phải tiến hành thường xuyên hàng ngày. Đối với mỗi công trình phải có sổ ghi riêng, trong đó ghi tất cả các số liệu về thành phần đặc trưng cho hiệu suất xử lý cũng như tất cả hiện tượng bất bình thường xảy ra.

Tùy thuộc vào lưu lượng và mức độ phức tạp của trạm xử lý để tổ chức điều khiển, có thể xây dựng:

- 1) Đường điện thoại và các điểm thường trực.
- 2) Điều khiển từ xa hoàn toàn hoặc từng bộ phận của các công trình và dây chuyền.

- 3) Điều khiển theo chương trình hoàn toàn hoặc từng bộ phận các công trình và dây chuyền.
- 4) Tự động hóa hoàn toàn hoặc từng bộ phận của quá trình công nghệ, hoặc các bộ phận cơ giới của các công trình.

Để sửa chữa các máy móc thiết bị kiểm tra chế độ công tác bình thường của trạm, trên trạm xử lý cần có trạm cơ khí sửa chữa.

Song song với việc điều khiển từ xa và tự động hóa các công trình xử lý, vẫn phải duy trì sự điều khiển thủ công để đảm bảo cho các công trình vận hành liên tục trong những lúc có sự cố về nguồn điện hoặc một bộ phận tự động nào đó bị hỏng.

Đối với các trạm có lưu lượng lớn phải xây dựng những nút điều khiển từng công trình và phòng điều khiển trung tâm cho toàn trạm.

Những chỉ số của các thiết bị ở từng điểm điều khiển riêng rẽ chuyển về trung tâm (kể cả các chỉ tiêu công nghệ như nhiệt độ, lượng khí và các chỉ tiêu về chất lượng nước thải). Đối với các trạm có lưu lượng nhỏ, phạm vi diện tích nhỏ có thể chỉ cần xây dựng một điểm điều khiển chung cho toàn bộ các công trình.

Có thể điều chỉnh việc phân phối nước tới các công trình, song chắn, máng phân phối, nhóm các bể lắng v.v... bằng các thiết bị điện tự động.

Tín hiệu đóng mở được báo từ các thiết bị phao của máng đo hoặc từ trung tâm điều khiển.

Tự động hóa song chắn là tự động điều khiển các song chắn cơ giới, máy nghiền rác, các cánh cửa cống dẫn nước vào. Phương án này chỉ thực hiện khi song chắn cơ giới được điều khiển tự động theo độ chênh lệch mực nước ở kênh vào và ra. Nếu điều khiển cục bộ đối với từng song chắn và máy nghiền rác thì dùng nút điện.

Xả cát từ các bể lắng cát được tiến hành tự động bằng các bơm phun tia theo biểu đồ nhờ thiết bị điện đặt ở sở chỉ huy. Khi thiết bị máy truyền xung lượng đến bộ phận xả cạn thì các khóa (đóng mở bằng điện) sẽ mở cho nước tới ejector rồi xả cát từ bể lắng cát. khi đó máy bơm cũng bắt đầu làm việc. Thời gian vận hành của ejector tùy thuộc vào thời gian làm việc của bể lắng cát. Nếu bơm và khóa có sự cố thì sẽ có tín hiệu bảo vệ trạm điều khiển.

Trong các bể lắng ly tâm đợt I việc xả cạn có thể tự động hóa theo biểu đồ và cạn sẽ chuyển ngay về bể metan. Quá trình này có thể thực hiện như sau:

Qua những quãng thời gian nhất định sẽ chuyển xung lượng cho bộ phận cơ giới của thanh gạt làm việc. Tiếp đó qua một thời gian định trước sẽ chuyển xung lượng để mở khóa cho cặn từ bể lắng vào ống hút của bơm bùn và bơm sẽ đẩy cặn về bể metan... Việc bơm cặn tiến hành như vậy cho tất cả các bể lắng. Sau khi xả cặn xong thì khóa trên ống hút đóng lại và tắt bộ phận cơ giới của thanh gạt.

Khi thanh gạt bị dừng lại do sự cố, khóa bị tắc, bơm bùn không làm việc thì sẽ có tín hiệu báo về trạm điều khiển.

Ở bể biophin nhiều ngăn, thì nhờ thiết bị tự động có thể điều chỉnh nước phân phối đều về các ngăn.

Để các bể aeroten làm việc được tốt phải điều chỉnh lượng không khí vào bể tương ứng với lượng oxy hòa tan và mức độ yêu cầu xử lý. Trong các bể aeroten phải có các thiết bị đo kiểm tra để biết lưu lượng không khí và xác định lượng oxy hòa tan ở đầu, giữa và ở cuối bể. Ngoài ra còn phải đo và ghi cả lượng bùn hoạt tính tuần hoàn và nồng độ (liều lượng) của nó ở trong bể, cũng như nhiệt độ của nước thải ở máng vào và ra khỏi bể.

Đối với các bể aeroten - lắng có thể tự động hóa cả việc đo nồng độ bùn hoạt tính ở phần lắng nữa. Việc xả bùn dư từ ngăn lắng được điều khiển theo mức bùn.

Đối với bể lắng đợt II, thì quan trọng nhất là vấn đề tự động hóa việc xả bùn hoạt tính theo chiều cao và độ ẩm của nó.

17.5. NHỮNG NGUYÊN NHÂN PHÁ HỦY CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC BÌNH THƯỜNG CỦA CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ. BIỆN PHÁP KHẮC PHỤC

Nước thải sau khi xử lý xả ra nguồn tiếp nhận phải đáp ứng những yêu cầu vệ sinh. Muốn vậy phải quản lý tốt để các công trình làm việc được bình thường. Để quản lý tốt các công trình, phải thường xuyên theo dõi kiểm tra các quá trình công nghệ.

Những nguyên nhân chủ yếu phá hủy chế độ làm việc bình thường của trạm xử lý là:

- Các công trình bị quá tải.
- Lượng nước thải đột xuất chảy vào quá lớn, hoặc có nước thải sản xuất với chất lượng không đáp ứng yêu cầu để chảy vào hệ thống thoát nước đô thị.

- Nguồn cung cấp điện bị ngắt.
- Ngập lụt toàn bộ hoặc tại một vài công trình.
- Tới kỳ hạn, nhưng không kịp sửa chữa, đại tu các công trình và thiết bị cơ điện.
- Cán bộ công nhân quản lý không tuân thủ quy tắc quản lý kỹ thuật kể cả kỹ thuật an toàn.

Quá tải có thể do lượng nước thải chảy vào trạm vượt quá lượng tính toán, do phân phối nước và cặn không đúng và không đều giữa các công trình, hoặc do một bộ phận công trình phải ngừng để đại tu hoặc sửa chữa bất thường.

Phải có tài liệu hướng dẫn về sơ đồ công nghệ của toàn bộ trạm xử lý và cấu tạo của từng công trình. Trong đó ngoài các số liệu về mặt kỹ thuật, còn cần chỉ rõ lưu lượng thực tế và lưu lượng thiết kế của các công trình.

Khi xác định lưu lượng toàn bộ các công trình phải kể đến trạng thái công tác tăng cường - tức là một phần các công trình ngừng để sửa chữa hoặc đại tu. Phải đảm bảo khi ngừng hoạt động một công trình thì số còn lại phải cảng đáng với lưu lượng trong giới hạn cho phép.

Để tránh quá tải làm phá hủy chế độ công tác của các công trình, phòng chỉ đạo kỹ thuật công nghệ của trạm xử lý phải tiến hành kiểm tra một cách hệ thống về thành phần tính chất của nước thải theo các chỉ tiêu về số lượng và chất lượng. Nếu có hiện tượng vi phạm quy tắc quản lý thì phải kịp thời chấn chỉnh ngay.

Khi công trình bị quá tải một cách thường xuyên do tăng lưu lượng và nồng độ của nước thải thì phải báo cáo lên cấp trên và cơ quan thanh tra vệ sinh để có biện pháp xử lý.

Trong khi chờ đợi, có thể đề ra chế độ quản lý tạm thời cho đến khi có biện pháp mới nhằm giảm tải trọng đối với công trình.

Nước thải chảy vào trạm với lưu lượng lớn bất thường có thể do những nguyên nhân sau đây:

- 1) Nước thải chảy vào một cách rất không đều, tức là do chế độ xả nước sinh hoạt và sản xuất vào mạng lưới thoát nước đô thị không đều hoặc do chế độ bơm không hợp lý.
- 2) Không thường xuyên cọ rửa kênh mương dẫn nước tới các công trình gây lắng đọng cặn dọc kênh mương tạo hiện tượng ứ đọng tạm thời.

Để khắc phục hiện tượng trên thì công nhân quản lý mạng lưới, trạm bơm và trạm xử lý phải thực hiện theo các quy trình sau:

- Nước thải sản xuất có lưu lượng và nồng độ dao động lớn trong ngày thì chỉ được phép xả vào mạng lưới thoát nước độ thị sau khi đã qua xử lý cục bộ trong xí nghiệp công nghiệp.
- Điều chỉnh chế độ bơm cho phù hợp với công suất của trạm xử lý.
- Tiến hành tẩy rửa kênh mương đều đặn.
- Để tránh sự cố ngắt nguồn điện, ở trạm xử lý nên dùng hai nguồn điện độc lập.

17.6. TỔ CHỨC QUẢN LÝ VÀ KỸ THUẬT AN TOÀN

17.6.1. Tổ chức quản lý

Quản lý các trạm xử lý nước thải được thực hiện dưới sự chỉ đạo trực tiếp của cơ quan quản lý hệ thống thoát nước toàn đô thị hoặc vùng dân cư. Cơ cấu lãnh đạo, thành phần cán bộ kỹ thuật, số lượng công nhân ở mỗi trạm tùy thuộc vào công suất của trạm, mức độ xử lý nước thải, các đặc điểm kỹ thuật và cả mức độ cơ giới, tự động hóa của trạm.

Về lãnh đạo: ở trạm lớn thì có: giám đốc và kỹ sư trưởng; ở các trạm nhỏ thì chỉ cần kỹ sư trưởng hoặc cán bộ trung cấp kỹ thuật. Đối với các trạm lớn có thể chia thành các phân xưởng: xử lý cơ học, xử lý sinh học, xử lý cặn....

Về cán bộ kỹ thuật: ở trạm lớn và trung bình phải gồm có các chuyên gia hóa học, sinh hóa, nếu có cánh đồng tưới, bãi lọc thì còn cần cán bộ nông học.

Trong trạm xử lý phải có phòng thí nghiệm để kiểm tra chất lượng nước thải trước và sau khi xử lý, kiểm tra các quá trình công nghệ và nghiên cứu các biện pháp tăng hiệu suất của các quá trình đó. Ở các trạm nhỏ, nếu không có phòng thí nghiệm để kiểm nghiệm chế độ công tác của các công trình thì có thể thực hiện ở các phòng thí nghiệm ở các trạm lớn ở gần đó hoặc ở các trạm vệ sinh dịch tễ địa phương.

Nhiệm vụ chức năng của các cá nhân, phòng ban.... được công bố rõ ràng.

Phòng kỹ thuật có trách nhiệm:

- 1) Quản lý về các mặt: kỹ thuật an toàn, phòng hỏa và các biện pháp tăng năng suất.

- 2) Tất cả các công trình phải có hồ sơ sản xuất. Nếu có những thay đổi về chế độ quản lý công trình thì phải kịp thời bổ sung vào hồ sơ.
- 3) Đối với tất cả các công trình phải giữ nguyên không được thay đổi về chế độ công nghệ.
- 4) Tiến hành sửa chữa, đại tu đúng kỳ hạn theo kế hoạch đã duyệt.
- 5) Nhắc nhở những công nhân thường trực ghi đúng sổ sách và kịp thời sửa chữa sai sót.
- 6) Hàng tháng lập báo cáo kỹ thuật về ban quản lý công trình.
- 7) Nghiên cứu chế độ công tác của từng công trình và dây chuyền, đồng thời hoàn chỉnh các công trình, dây chuyền đó.
- 8) Tổ chức cho công nhân học tập kỹ thuật để nâng cao tay nghề và làm cho việc quản lý công trình được tốt hơn, đồng thời cho họ học tập kỹ thuật an toàn lao động.
- 9) Tổ chức thi đua giữa các tổ, ca, phân xưởng, xí nghiệp và giữa các ngành nghề.

Cán bộ quản lý ở các trạm xử lý nước thải cần có những biện pháp tăng cường công suất của công trình, đảm bảo chất lượng xử lý, áp dụng kỹ thuật mới và các thành tựu khoa học kỹ thuật vào lĩnh vực xử lý nước thải. Ứng dụng các phương pháp tổ chức lao động tiên tiến và giảm giá thành quản lý 1 m³ nước thải.

17.6.2. Kỹ thuật an toàn

Khi công nhân mới vào làm việc phải đặc biệt lưu ý họ về an toàn lao động. Phải hướng dẫn, giảng dạy cho họ về cấu tạo, chức năng nhiệm vụ của các công trình, kỹ thuật quản lý và an toàn lao động; hướng dẫn cách sử dụng các máy móc thiết bị và tránh cho họ tiếp xúc trực tiếp với nước thải và cặn.

Mọi công nhân phải được trang bị quần áo và các phương tiện bảo hộ lao động khác. Ở những nơi làm việc cạnh các công trình phải có chậu rửa, tắm và thùng nước sạch. Đối với công nhân tẩy rửa cặn ở các công trình, rửa vật liệu lọc ở bể biophin, phá màng cặn ở bể lắng hai vỏ, bể metan.... phải có nhà tắm nước nóng. Các công việc liên quan đến clo nước, clorua vôi thì phải có những hướng dẫn và quy tắc đặc biệt.

Khi làm việc ở bể metan liên quan tới khí độc, dễ nổ, dễ cháy phải có những biện pháp ngăn ngừa và an toàn.

17.7. THỐNG KÊ VỀ CÔNG NGHỆ CỦA CÁC CÔNG TRÌNH

Để đánh giá về kinh tế kỹ thuật phải lập bảng thống kê công nghệ về kết quả công tác của từng công trình và của toàn bộ trạm xử lý.

Các chỉ tiêu công tác chủ yếu và đặc trưng của các công trình xử lý là:

- 1) Lưu lượng nước thải đến trạm và đến từng công trình xử lý.
- 2) Lượng rác được giữ lại ở song chắn, độ ẩm, thành phần, dung trọng và độ tro của nó.
- 3) Lượng cát giữ lại ở bể lắng cát, dung trọng, độ tro, thành phần cỡ hạt trong cát.
- 4) Lượng cặn tươi giữ lại ở bể lắng đợt I, độ ẩm, độ tro, lượng cặn trôi đi tính theo thể tích và trọng lượng.
- 5) Lượng và nhiệt độ của cặn bùn đã cô đặc và đưa vào bể metan, ra khỏi bể metan. Độ ẩm, độ tro của chúng. Lượng khí thu được và lượng hơi nóng tiêu thụ.
- 6) Lưu lượng không khí, liều lượng bùn hoạt tính trong bể aeroten.
- 7) Lượng bùn hoạt tính tuần hoàn, lượng bùn hoạt tính dư đưa về bể làm thoáng sơ bộ hoặc bể cô đặc bùn.
- 8) Hàm lượng bùn hoạt tính trôi theo nước sau lắng đợt II.
- 9) Lượng clo tiêu thụ.
- 10) Chi phí năng lượng điện và lượng nước cho tất cả các công trình.

Thống kê lần thứ nhất do công nhân thường trực thực hiện. Người công nhân ghi tất cả các số liệu về chế độ làm việc của tất cả các công trình vào sổ theo dõi từng ca và sẽ tổng kết vào ca ban ngày. Ở sổ công tác, ngoài các chỉ tiêu cơ bản còn phải ghi tất cả những hiện tượng quản lý sai hoặc sai lệch bất thường của thiết bị và công trình. Trên cơ sở thống kê số liệu đó, lập bảng tổng kết.

Hàng tháng theo quy cách đã định, dựa vào các bảng tổng kết, làm báo cáo kỹ thuật về chế độ làm việc của các công trình. Kèm theo báo cáo kỹ thuật là thuyết minh ngắn gọn phân tích chế độ làm việc của các công trình theo các số liệu đã có. Trong báo cáo kỹ thuật ghi tất cả những khuyết điểm, thành tích quản lý và phản ánh các kết quả công tác nghiên cứu khoa học, ứng dụng công nghệ mới và các phương pháp tiên tiến. Dựa vào báo cáo hàng tháng lập báo cáo tổng kết hàng năm, trong đó đưa ra những giai đoạn công tác chủ yếu và các chỉ tiêu kinh tế.

Hiệu suất công tác của các công trình xử lý phải được đánh giá bằng các chỉ tiêu kinh tế và giá thành nước. Mỗi trạm xử lý phải là một xí nghiệp doanh thu. Ở những trạm xử lý lớn thì mỗi phân xưởng phải là một bộ phận doanh thu. Nhiệm vụ cơ bản là tăng nhanh thời gian khấu hao của trạm xử lý.

Trên cơ sở của báo cáo hàng quý, hàng năm xí nghiệp hoặc phân xưởng phải có những con số về chỉ tiêu sản xuất, thu nhận nước thải, nhân lực, chi phí trực tiếp, chi phí theo từng phân xưởng, đại tu, đơn giá và tiêu chuẩn thu đơn vị về điện, nước, hơi nóng và khí đốt v.v...

PHỤ LỤC

Phụ lục I KHOẢNG CÁCH TỪ CỬA XẢ TỚI MẶT CẮT XÁO TRỘN HOÀN TOÀN

Tỉ lệ giữa lưu lượng nước nguồn và nước thải Q:q	Khoảng cách (km) từ cửa xả nước thải tới mặt cắt xáo trộn hoàn toàn với lưu lượng nước nguồn (m ³ /h)			
	Đến 5	5 - 10	50 - 500	> 500
1:1 - 5:1	0,54	0,72	0,9	1,35
5:1 - 25:1	0,54	4,0	6	9
25:1 - 125:1	10	12	15	20
125:1 - 600:1	25	30	35	50
>600	50	60	70	100

Phụ lục II LƯỢNG OXY KHÔNG KHÍ HÒA TAN VÀO NƯỚC (mg/l) DƯỚI ÁP SUẤT 760 mm CỘT THỦY NGÂN

Nhiệt độ (°C)	5	10	12	14	16
Lượng oxy hòa tan	12,79	11,27	10,75	10,26	9,82

18	20	22	24	26	28
9,4	9,02	8,67	8,33	8,027	7,72

Phụ lục III KÍCH THƯỚC CỦA BỂ LẮNG CÁT NGANG NƯỚC CHUYỂN ĐỘNG VÒNG

Công suất (l/s)	Số lượng bể	Kích thước bể (mm)				Chiều rộng	Chiều cao phần hình chữ nhật	Chiều cao phần hình tam giác	Chiều cao toàn phần
		Chiều cao toàn phần	Chiều cao phần hình trụ	Chiều cao phần hình nón	Đường kính				
25	2	3500	500	3000	4000	600	500	450	950
50	2	3500	500	3000	4000	600	500	450	950
75	2	3500	500	3000	4000	600	500	450	950
100	2	3500	500	3000	4000	600	500	450	950
150	2	3500	500	3000	4000	900	500	700	1200
200	2	3500	500	3000	4000	900	500	700	1200

Phụ lục IV
THỜI GIAN NƯỚC LƯU TRONG ỐNG THỰC NGHIỆM VỚI LỚP NƯỚC H
VÀ HIỆU SUẤT LẮNG CHO TRƯỚC

Hiệu suất lắng (%)	Thời gian lắng (s) ở trong ống nghiệm với chiều cao 500 mm										
	Đối với cặn keo tụ				Đối với cặn vô cơ tàn sắc với khối lượng riêng 2 - 3 g/cm ³ (n = 0,4)			Đối với cặn tho với khối lượng riêng 5 - 6 g/cm ³ (n = 0,6)			
	Nồng độ (mg/l)										
	100	200	300	400	500	1000	2000	3000	200	300	400
20	600	300	-	-	150	140	100	40	-	-	-
30	900	540	320	260	180	150	120	50	-	-	-
40	1320	650	450	390	200	180	150	60	75	60	45
50	1900	900	640	450	240	200	180	80	120	90	60
60	3800	1200	970	680	360	240	200	100	180	120	75
70	-	3600	2000	1830	1920	280	230	130	390	180	130
80	-	-	-	5260	-	690	570	370	3000	580	380
90	-	-	-	-	-	3230	1470	1080	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	3600	1850	-	-	-

Phụ lục V
CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN BỂ LẮNG ĐỢT I

Tên thông số	Đơn vị đo	Giá trị các thông số	
		Khoảng dao động	Giá trị tiêu chuẩn
Nước trực tiếp vào bể lắng đợt I			
Thời gian lưu nước	Giờ (h)	1,5 - 2,5	2
Tải trọng bề mặt:			
Giờ trung bình	m ³ /m ² ngày	31 - 50	40,0
Giờ cao điểm	m ³ /m ² ngày	81 - 122	89,0
Tải trọng máng thu	m ³ /m dài ngày	124 - 490	248
Nước thải sau khi trộn với bùn hoạt tính của bể lắng đợt II cho vào bể lắng đợt I			
Thời gian lưu nước	Giờ (h)	1,5 - 2,5	2
Tải trọng bề mặt:			
Giờ trung bình	m ³ /m ² ngày	25 - 32	28
Giờ cao điểm	m ³ /m ² ngày	48 - 69	61
Tải trọng máng thu	m ³ /m dài ngày	124 - 490	250

Phụ lục VI
THÔNG SỐ THIẾT KẾ BỂ LẮNG ĐỢT I

Tên thông số	Đơn vị đo	Giá trị các thông số	
		Khoảng dao động	Giá trị tiêu chuẩn
Bể chữ nhật			
Sâu	m	3 - 4,8	4,2
Dài	m	15 - 90	25 - 40
Rộng	m	3 - 25	5 - 10
Tốc độ máy gom cặn	m/phút	0,6 - 1,2	0,9
Bể tròn			
Sâu	m	3 - 4,8	4,2
Đường kính	m	3 - 60	12 - 45
Độ dốc đáy	m/m dài	1:10 - 1:13	1:1,2
Tốc độ máy gom cặn	Vòng /phút	0,02 - 0,03	0,03

Phụ lục VII
TIÊU CHUẨN TƯỚI NƯỚC TRUNG BÌNH NGÀY (VỚI LƯỢNG MƯA HÀNG NĂM TỪ 300 ĐẾN 500 mm) ĐỐI VỚI CÁN ĐỒNG TƯỚI CÔNG CỘNG

Nhiệt độ trung bình năm của không khí (°C)	Loại cây trồng	Tiêu chuẩn tưới đối với loại đất (m ³ /ha.ngày)		
		Á sét	Á cát	Cát
6 - 9,5°C	Vườn	45	60	80
	Đồng	25	30	40
9,5 - 11°C	Vườn	60	70	85
	Đồng	30	35	45
11 - 15°C	Vườn	70	80	90
	Đồng	35	40	45

Phụ lục VIII
TIÊU CHUẨN TƯỚI BÓN

Loại cây trồng	Tiêu chuẩn tưới (m ³ /ha)
Bắp cải sớm và xúp lơ	2500 - 6300
Bắp cải muộn	5000 - 7000
Cà chua	4000 - 4500
Củ cải	3000 - 6500
Khoai tây	1800 - 2500
Hành tỏi rau thơm	5000 - 10000 và nhiều hơn

Phụ lục IX
TIÊU CHUẨN TƯỚI LÊN BÃI LỌC Ở NHỮNG VÙNG CÓ
LƯU LƯỢNG MƯA HÀNG NĂM 300 - 500 mm

Loại đất	Nhiệt độ trung bình	Tiêu chuẩn tưới nước m ³ /ha.ngày, khi mực nước ngầm:		
		1,5m	2,0m	3,0m
Á sét	6 - 11°C	70	75	85
	11 - 15°C	80	85	100
Á cát	6 - 11°C	100	100	130
	11 - 15°C	120	130	150
Cát	6 - 11°C	160	130	235
	11 - 15°C	180	210	350

Phụ lục X
KÍCH THƯỚC THÀNH PHẦN CỦA THÙNG ĐIỀU LƯỢNG

Tên gọi thành phần	Đường kính ống xiphông (mm)					
	15	200	300	400	500	600
Đường kính của cốc (chuông) D_k (mm)	300					
Khoảng cách từ đỉnh cốc đến miệng ống xiphông	50					
Khoảng cách từ trục cốt dưới của ống không khí đến đáy thùng điều lượng	125					
Khoảng cách từ đầu tự do của ống không khí đến đáy thùng điều lượng Δ (mm)	225					
Chiều cao giá đỡ cốc (mm)	75					
Đường kính của ống điều áp, d_1 (mm)	19					
Đường kính của ống không khí d_2 (mm)	19					
Khi $H = 1,8$ m:						
- Phần nhô cao của ống xiphông ở trong cốc (m).	0,59					
- Áp lực công tác (m)	0,91					
- Chiều cao của cốc h_k (m)	0,565					
Khi $H = 1,5$ m:						
- Phần nhô cao của ống xiphông (m)	0,43					
- Áp lực công tác (m)	0,57					
- Chiều cao của cốc h_k (m).	0,407					

Phụ lục XI
CÔNG SUẤT HÒA TAN OXY VÀO NƯỚC
CỦA CÁC THIẾT BỊ PHÂN PHỐI BỘT KHÍ

Bảng XI.1. Công suất hòa tan oxy vào nước của thiết bị phân phối bột khí nhỏ, mịn

Điều kiện thí nghiệm	Điều kiện tối ưu		Điều kiện trung bình	
	$g O_2/m^3.m$	$kg O_2/KW$	$g O_2/m^3.m$	$kg O_2/kW$
Nước sạch $h = 20^\circ C$	12	2,2	10	1,7
Nước thải $T = 20^\circ C$; $\alpha = 0,8$	8,5	1,5	7	1,2

Bảng XI.2. Công suất hòa tan oxy vào nước của thiết bị phân phối bột khí kích thước trung bình

Điều kiện thí nghiệm	Điều kiện tối ưu		Điều kiện trung bình	
	$g O_2/m^3.m$	$kg O_2/KW$	$g O_2/m^3.m$	$kg O_2/kW$
Nước sạch $h = 20^\circ C$	12	2,2	10	1,7
Nước thải $T = 20^\circ C$; $\alpha = 0,8$	8,5	1,5	7	1,2

Bảng XI.3. Công suất hòa tan oxy vào nước của thiết bị inka

Điều kiện thí nghiệm	Điều kiện tối ưu		Điều kiện trung bình	
	$g O_2/m^3.m$	$kg O_2/KW$	$g O_2/m^3.m$	$kg O_2/kW$
Nước sạch $h = 20^\circ C$	7	1,4	6	1,1
Nước thải $T = 20^\circ C$; $\alpha = 0,8$	5,5	1,1	4,5	0,8

Bảng XI.4. Công suất hòa tan oxy vào nước của thiết bị phân phối bột khí lớn

Điều kiện thí nghiệm	Điều kiện tối ưu		Điều kiện trung bình	
	$g O_2/m^3.m$	$kg O_2/KW$	$g O_2/m^3.m$	$kg O_2/kW$
Nước sạch $h = 20^\circ C$	12	2,2	10	1,7
Nước thải $T = 20^\circ C$; $\alpha = 0,8$	8,5	1,5	7	1,2

Bảng XI.4 (tiếp theo)

Điều kiện thí nghiệm	Điều kiện tối ưu		Điều kiện trung bình	
	g O ₂ /m ³ .m	kg O ₂ /KW	g O ₂ /m ³ .m	kg O ₂ /KW
	Phân phối khí trực tiếp vào nước			
Nước sạch T = 20°C	6	1,2	5	0,9
Nước thải T = 20°C; α = 0,8	4,5	0,9	4	0,7
	Phân phối khí qua ống đứng			
Nước sạch T = 20°C	7,5	1,6	7	1,5
Nước thải T = 20°C; α = 0,8	6,5	1,3	5,5	1

Phụ lục XII

TCVN 6772:2000 - CHẤT LƯỢNG NƯỚC - NƯỚC THẢI SINH HOẠT - GIỚI HẠN Ô NHIỄM CHO PHÉP

Water Quality - Domestic Wastewater Standards

1. Phạm vi áp dụng: *Tiêu chuẩn áp dụng đối với nước thải sinh hoạt các loại cơ sở dịch vụ, cơ sở công cộng và chung cư khi xả vào các vùng nước quy định ở những nơi chưa có HTTN và XLNT tập trung.*
2. Giới hạn ô nhiễm cho phép:

Bảng XII.1. Thông số ô nhiễm và giới hạn cho phép

TT	Thông số	Giá trị giới hạn				
		Mức I	Mức II	Mức III	Mức IV	Mức V
1	pH	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9	5 - 9
2	BOD ₅ (mg/l)	30	30	40	50	200
3	Chất rắn lơ lửng (mg/l)	50	50	60	100	100
4	Chất rắn có thể lắng (mg/l)	0,5	0,5	0,5	0,5	KQĐ
5	Tổng chất rắn hòa tan (mg/l)	500	500	500	500	KQĐ
6	Hydro sunfua (theo H ₂ S) (mg/l)	1,0	1,0	3,0	4,0	KQĐ
7	Nitrat (NO ₃ ⁻) (mg/l)	30	30	40	50	KQĐ
8	Dầu mỡ (thực phẩm) (mg/l)	20	20	20	20	100
9	Phôphat (PO ₄ ³⁻) (mg/l)	6	6	10	10	KQĐ
10	Coliform, MPN/100ml	1000	1000	5000	5000	10000

Ghi chú: KQĐ - Không quy định giá trị;

Các mức I,II,III,IV và V: theo loại hình và quy mô công trình dịch vụ như sau.

Bảng XII.2. Các mức áp dụng đối với các cơ sở dịch vụ, công cộng và khu chung cư

Loại hình	Quy mô	Mức áp dụng theo bảng 1	Ghi chú
1. Khách sạn	Dưới 60 phòng	Mức III	
	Từ 60 đến 200 phòng	Mức II	
	Trên 200 phòng	Mức I	
2. Nhà trọ, nhà khách	Từ 10 đến 50 phòng	Mức IV	
	Từ 50 đến 250 phòng	Mức III	
	Trên 250 phòng	Mức II	
3. Bệnh viện nhỏ, trạm xá	Từ 10 đến 30 giường	Mức II	Phải khử trùng nước thải
	Trên 30 giường	Mức I	
4. Bệnh viện đa khoa		Mức I	
5. Trụ sở các cơ quan hành chính, văn phòng đại diện...	Từ 5000 đến 10000m ²	Mức III	Diện tích tính là khu vực làm việc
	Từ 10000 đến 50000m ²	Mức II	
	Trên 50000 m ²	Mức I	
6. Trường học, viện nghiên cứu và các cơ sở tương tự	Từ 5000 đến 25000m ²	Mức II	
	Trên 25000 m ²	Mức I	
7. Cửa hàng bách hóa, siêu thị	Từ 5000 đến 25000 m ²	Mức II	
	Trên 25000 m ²	Mức I	
8. Chợ thực phẩm tươi sống	Từ 500 đến 1000 m ²	Mức IV	
	Từ 1000 đến 1500 m ²	Mức III	
	Từ 1500 đến 25000 m ²	Mức II	
	Trên 25000 m ²	Mức I	
9. Nhà hàng ăn uống, nhà ăn công cộng, cửa hàng thực phẩm	Dưới 100 m ²	Mức V	
	Từ 100 đến 250 m ²	Mức IV	
	Từ 250 đến 500 m ²	Mức III	
	Từ 500 đến 2500 m ²	Mức II	
	Trên 2500 m ²	Mức I	
10. Khu chung cư	Dưới 100 căn hộ	Mức III	
	Từ 100 đến 500 căn hộ	Mức II	
	Trên 500 căn hộ	Mức I	

Ghi chú: Đối với các thông số không có trong bảng 1 thì nồng độ giới hạn cho phép của nó được xác định theo TCVN 5945 - 1995.

Phụ lục XIII
TCXD 188:1996 - NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ - TIÊU CHUẨN THẢI
 Urban Wastewater - Discharge Standards

1. Phạm vi ứng dụng: *Tiêu chuẩn này quy định nồng độ giới hạn cho phép của các chất ô nhiễm chủ yếu có trong nước thải đô thị khi xả vào nguồn nước mặt phục vụ làm nguồn cung cấp cho trạm xử lý nước ăn uống và sinh hoạt (nguồn loại A) và vào HTTN chung của thành phố (nguồn loại B).*
2. Giá trị giới hạn các thông số ô nhiễm trong nước thải đô thị.

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn	
			Loại A	Loại B
1	Nhiệt độ	°C	40	40
2	pH		6 - 9	5 - 9
3	Độ màu	Độ Pt/Co	20	50
4	Độ đục	NTU	50	100
5	Tổng chất rắn lơ lửng (SS)	mg/l	50	100
6	Tổng chất rắn hòa tan	mg/l	1.000	3.000
7	COD	mg/l	50	100
8	BOD ₅	mg/l	20	50
9	Clorua (Cl ⁻)	mg/l	250	1.000
10	Sunfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	200	1.000
11	Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/l	0,1	2,0
12	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/l	50	-
13	Dầu mỡ khoáng	mg/l	0,001	1,0
14	Clo dư	mg/l	1,0	2,0
15	Coliform	MPN/100ml	5000	10000

Ghi chú: Nồng độ giới hạn của các chỉ tiêu ô nhiễm khác không nêu trong bảng này có thể xác định theo TCVN 5945 - 1995.

Phụ lục XIV
NỒNG ĐỘ GIỚI HẠN MỘT SỐ CHỈ TIÊU Ô NHIỄM TRONG
CÁC THỦY VỰC NƯỚC MẶT THEO QUY ĐỊNH CỦA BỘ KHOA HỌC,
CÔNG NGHỆ VÀ MÔI TRƯỜNG

TT	Thông số	TCVN 5942 - 1995		TCVN 943 - 1995	TCVN 6774-2000	TCVN 6773-2000
		Loại A	Loại B			
1	pH	6 - 8,5	5,5 - 9	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	5,5 - 8,5
2	BOD ₅ (mg/l)	4	25	20	10	
3	COD (mg/l)	10	35			
4	Oxy hòa tan (mg/l)	6	2	4	5	2
5	Chất rắn lơ lửng (SS) (mg/l)	20	80	25	100	
6	Amoniac (tính theo N) (mg/l)	0,05	1	0,1	1,49 (pH = 6,5) 0,93 (pH = 8)	
7	Nitrat (tính theo N) (mg/l)	10	15			
8	Nitrit (tính theo N) (mg/l)	0,01	0,05			
9	Dầu mỡ (mg/l)	không	0,3	không	không	
10	Chất tẩy rửa (mg/l)	0,5	0,5			
11	Sắt (mg/l)	1	2	0,1		
12	Xyanua (mg/l)	0,01	0,05	0,01	0,005	
13	Arsen (mg/l)	0,05	0,1	0,05	0,02	0,05 - 0,1
14	Phenol tổng số (mg/l)	0,001	0,02	0,001		
15	Tổng hóa chất bảo vệ thực vật (mg/l)	0,15	0,15	0,05		
16	Tổng chất rắn hòa tan (mg/l)				1000	Theo chỉ số SAR
17	Coliform, MPN/100 ml	5000	10000	1000		200 cho vùng trồng rau

Ghi chú: TCVN 5942 - 1995 - Chất lượng nước - Tiêu chuẩn chất lượng nước mặt (loại A - nguồn cung cấp nước cho trạm xử lý nước cấp, loại B - nguồn cung cấp nước cho các mục đích khác); TCVN 5943 - 1995 - Chất lượng nước - Tiêu chuẩn chất lượng nước biển ven bờ (trường hợp dùng làm bãi tắm); TCVN 6774:2000 - Chất lượng nước - Chất lượng nước ngọt bảo vệ đời sống thủy sinh; TCVN 6773:2000 - Chất lượng nước - Chất lượng nước dùng cho thủy lợi.

Phụ lục XV
PHẠM VI SỬ DỤNG MỘT SỐ CÔNG TRÌNH XLNT QUY MÔ NHỎ VÀ VỪA

TT	Công trình	Hiệu quả xử lý tối đa	Công suất (m ³ /ngày)							
			50	100	200	500	1000	5000	10000	
1	Bể tự hoại	C = 60 mg/l								
2	Bể lắng hai vỏ	C = 100mg/l								
3	Bể lắng đứng	C = 120mg/l								
4	Bể lắng trong thổi khí tự nhiên	C = 80mg/l								
5	Bể UASB	L = 80mg/l								
6	Bể SBR	L = 10mg/l								
7	Bể aeroten trộn kết hợp lắng	L = 25mg/l								
8	Kênh oxy hóa tuần hoàn	L = 15mg/l								
9	Bể lọc sinh học nhỏ giọt	L = 15mg/l								
10	Bể lọc sinh học cao tải	L = 25mg/l								
11	Đĩa lọc sinh học	L = 15mg/l								
12	Hồ sinh học	L = 10mg/l								
13	Bãi lọc ngập nước	L = 10mg/l								

Ghi chú: C - Hàm lượng cặn lơ lửng của nước thải sau xử lý; L - BOD₅ của nước thải sau xử lý.

Phụ lục XVI
MỘT SỐ DÂY CHUYỀN CÔNG NGHỆ XLNT ĐÔ THỊ QUY MÔ NHỎ VÀ VỪA

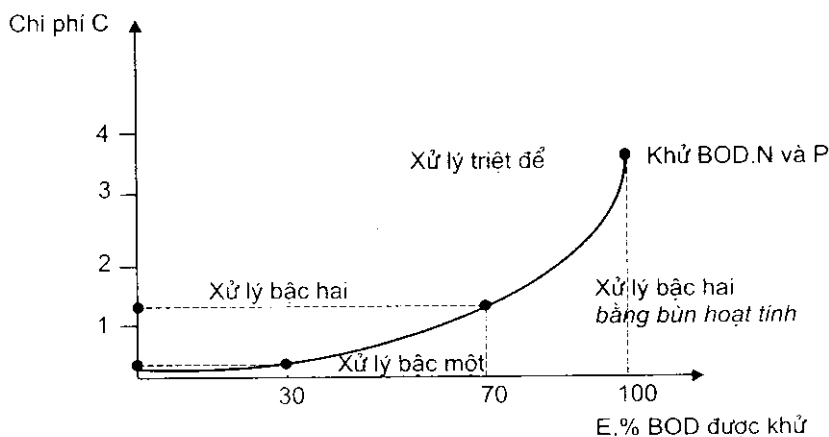
Đối tượng thoát nước	Các công trình xử lý nước thải			Nguồn tiếp nhận
	Xử lý bậc 1	Xử lý bậc 2	Xử lý bậc 3	
Khu dân cư $Q < 50m^3/ngày$	Bể tự hoại hoặc bể lắng đứng	Bể lọc kị khí	(có thể khử trùng khi cần)	Sông, hồ ngoại thành sông hồ nội thành
		Bãi lọc ngập nước	Không khử trùng	
		SBR	Cần khử trùng	
Khu dân cư $Q = 50 ÷ 150 m^3/ngày$	Bể lắng đứng hoặc bể lắng hai vò	Bể lọc kị khí, Bể lọc sinh học nhỏ giọt aeroten trộn hoặc đĩa lọc sinh học	Khử trùng	Sông hồ ngoại thành
		Hồ sinh học hoặc bãi lọc ngập nước	Không khử trùng	
		SBR hoặc hệ aeroten bardenpho	Khử trùng	
Khu dân cư $Q = 150 ÷ 500 m^3/ngày$	Bể lắng đứng hoặc bể lắng hai vò	Bể lọc kị khí, Bể lọc sinh học nhỏ giọt aeroten trộn, bioten, kênh ô xy hóa tuần hoàn hoặc đĩa lọc sinh học	Khử trùng	Sông hồ ngoại thành
		Hồ sinh học hoặc bãi lọc ngập nước	Không khử trùng	
		SBR hoặc hệ aeroten bardenpho	Khử trùng	
Khu dân cư $Q=500 ÷ 1500 m^3/ngày$	Bể lắng đứng, bể lắng trong thổi khí tự nhiên hoặc bể lắng hai vò	Bể lọc sinh học nhỏ giọt, aeroten trộn hoặc kênh oxy hóa tuần hoàn	Khử trùng	Sông hồ ngoại thành
		Hồ sinh học hoặc bãi lọc ngập nước	Không khử trùng	
		SBR hoặc hệ aeroten bardenpho	Khử trùng	

Phụ lục XVII

XÁC ĐỊNH CHI PHÍ QUẢN LÝ VÀ VẬN HÀNH CÁC TRẠM XLNT QUY MÔ VỪA VÀ NHỎ

Các trạm xử lý nước thải quy mô vừa và nhỏ phù hợp với việc xử lý nước thải phân tán hoặc xử lý nước thải tại chỗ. Công tác vận hành kỹ thuật của các công trình xử lý nước thải quy mô vừa và nhỏ không phức tạp và không đòi hỏi trình độ cao như đối với các trạm xử lý nước thải công suất lớn. Tuy nhiên chi phí đầu tư xây dựng và chi phí quản lý vận hành các trạm nhỏ xét trên tổng thể đô thị thì có thể cao hơn các chi phí của trạm xử lý nước thải công suất lớn. Mặt khác, đối với hệ thống thoát nước phân tán, mỗi trạm xử lý nước thải có một công nghệ riêng nên việc quản lý và vận hành không được thống nhất, kiểm soát chất lượng nước cũng gặp khó khăn. Tuy nhiên trong điều kiện Việt Nam và các nước đang phát triển khác, hệ thống xử lý nước thải phân tán và xử lý nước thải tại chỗ phù hợp với khả năng đầu tư theo từng giai đoạn cũng như điều kiện tự nhiên của mình.

Khi xác định hiệu quả kinh tế của trạm xử lý nước thải cần phải xác định suất đầu tư tính cho 1m^3 nước thải hoặc tính cho một người dân mà hệ thống thoát nước phục vụ. Song cũng rất khó dẫn ra được các giá trị tổng quát do các khoản chi phí luôn thay đổi do giá cả biến động, mức thuế không ổn định và điều kiện mỗi địa phương, mỗi khu vực một khác. Chi phí đầu tư cũng phụ thuộc vào công suất hệ thống thoát nước và công nghệ triển khai. Mối quan hệ giữa mức độ xử lý nước thải yêu cầu và chi phí xử lý tính cho 1m^3 nước thải được biểu diễn trên hình XVII.1.



Hình XVII.1. Biểu đồ quan hệ giữa chi phí và hiệu quả XLNT

Chi phí đầu tư được lập theo nguyên tắc lập hồ sơ dự toán xây dựng cơ bản có tính đến tất cả các yếu tố như diện tích đất xây dựng, chuẩn bị mặt bằng, san nền và hạ mực nước ngầm, xây lắp công trình, các thiết bị lắp đặt, hóa chất và điện năng để vận hành chạy thử, các chi phí xây dựng cơ bản khác và thuế giá trị gia tăng. Chi phí xây dựng giữa các công trình xử lý nước thải xây dựng hợp khối và không hợp khối cũng khác nhau rất nhiều. Khi xây dựng hợp khối các công trình, diện tích đất xây dựng giảm nhưng chi phí cho kết cấu công trình lại tăng lên. Kết hợp các ao hồ, đồng ruộng, bãi đất có sẵn để xử lý nước thải thì giá thành xây dựng trạm sẽ giảm đi. Trong điều kiện cho phép, sau khi qua bể tự hoại, nếu nước thải xử lý tại chỗ trong ao hồ sinh vật, bãi lọc ngầm, giếng thấm... thì chi phí đầu tư xây dựng sẽ giảm đi rất nhiều. Giá thành xử lý nước thải bao gồm chi phí khấu hao và chi phí quản lý. Chi phí khấu hao là cố định. Ở nước ngoài người ta thường lấy chi phí khấu hao trung bình là 2,5% cho các công trình thoát nước và xử lý nước thải. Đối với công trình trên mặt đất chi phí khấu hao lấy là 1,25% và công trình dưới mặt đất là 5% chi phí đầu tư. Đối với các công trình xử lý nước thải hợp khối giá thành xử lý có thể phân bố như sau [9]:

- Chi phí khấu hao: 20 - 30%.
- Chi phí năng lượng (điện, ga...): 25 - 40%.
- Chi phí hóa chất: 10 - 15%.
- Chi lương và các phụ phí khác: 30 - 50%.
- Sửa chữa thường kỳ và bảo dưỡng thiết bị: 5 - 10%.

Quy mô công trình càng nhỏ, số người sử dụng trạm xử lý nước thải càng ít thì chi phí xây dựng và chi phí quản lý tính cho một người dân hoặc cho một mét khối nước thải xử lý càng tăng. Chi phí vận hành, quản lý các công trình xử lý nước thải là yếu tố cần phải tính đến khi lựa chọn dây chuyền công nghệ xử lý nước thải. Các biểu thức xác định giá thành xử lý một mét khối nước thải đô thị C, được thiết lập trên cơ sở tổng hợp các số liệu về chi phí vận hành các trạm xử lý nước thải của các dự án trong và ngoài nước trong nhiều năm qua [14, 15], như sau.

- XLNT bậc I trong bể lắng và khử trùng nước thải:

$$C = 10,2Q^{0,36}, \text{ cent/m}^3 \quad (\text{XVII.1})$$

- XLNT bằng phương pháp sinh học và khử trùng nước thải với hiệu suất xử lý dưới 90% khi BOD₅ của nước thải ban đầu dưới 250 mg/l.

$$C = 23,8.Q^{0,36}, \text{ cent/m}^3 \quad (\text{XVII.2})$$

- XLNT bằng phương pháp sinh học và khử trùng nước thải với hiệu suất xử lý dưới 90% khi BOD₅ của nước thải ban đầu từ 250 đến 500 mg/l:

$$C = 34,8.Q^{0,37}, \text{ cent/m}^3 \quad (\text{XVII.3})$$

- XLNT bằng phương pháp sinh học và khử trùng nước thải với hiệu suất xử lý trên 90% khi BOD₅ của nước thải ban đầu dưới 250 mg/l:

$$C = 34.Q^{0,36}, \text{ cent/m}^3 \quad (\text{XVII.4})$$

- XLNT bằng phương pháp sinh học và khử trùng nước thải với hiệu suất xử lý dưới 90% khi BOD₅ của nước thải ban đầu từ 250 đến 500 mg/l:

$$C = 46,8.Q^{0,37}, \text{ cent/m}^3 \quad (\text{XVII.5})$$

- XLNT trong hồ sinh vật:

$$C = 1,76.Q^{0,41}, \text{ cent/m}^3 \quad (\text{XVII.6})$$

Trong các biểu thức trên đây C là giá thành xử lý 1m³ nước thải tính theo cent và Q là công suất trạm xử lý nước thải tính theo nghìn m³/ngày.

Chi phí nhân công N , đô la Mỹ/năm, bao gồm lương công nhân trực tiếp vận hành công trình, chi phí giám sát, chi phí hành chính, bảo hiểm xã hội, công tác phòng thí nghiệm..., theo Tổ chức Bảo vệ môi trường Mỹ EPA / 45 /, xác định như sau:

$$N = 8,31.Q^{0,717}, \quad (\text{XVII.7})$$

trong đó: Q - lưu lượng nước thải trung bình trong ngày, m³/ngày.

Giá thành xây dựng và chi phí quản lý vận hành các công trình thoát nước và xử lý nước thải sinh hoạt theo nghiên cứu của Tổ chức Bảo vệ môi trường Mỹ (EPA) được nêu trong bảng XVII.1.

Khi xác định chi phí quản lý vận hành, ngoài hiệu quả kinh tế có thể tính được, còn phần quan trọng khác là hiệu quả môi trường không tính toán được nhưng có tác động rất lớn tới kinh tế xã hội cần phải được đề cập đầy đủ. Hiện nay các dự án XLNT do các tổ chức nước ngoài lập cho Việt Nam đều quan tâm tới những vấn đề này.

Bảng XVII.1. Giá thành xây dựng và chi phí quản lý, vận hành các công trình thoát nước và xử lý nước thải đô thị theo nghiên cứu của EPA

Công trình	Giá thành xây dựng C	Chi phí vận hành, quản lý M	Thời hạn phục vụ T
Cống thoát nước tự chảy	$4.512Q^{0.568}$	$97Q^{0.301}$	50
Trạm bơm chuyển bậc	$0,00004Q^2+34Q+316.261$	$0,80Q+18.526$	15
Xử lý sơ bộ bằng bể lắng cát và thiết bị chắn rác	$674Q^{0.611}$	$0,96Q+25.038$	30
Xử lý sơ bộ bằng bể lắng cát và không có thiết bị chắn rác	$531Q^{0.616}$	$0,96Q+25.038$	30
Bể lắng đợt I có bơm bùn	$-0,00002Q^2+19,29Q+220.389$	$1,69Q+11.376$	50
Bể aeroten truyền thống	$72Q+368.043$	$4,58Q+36.295$	40
Bể aeroten có ngăn khử nitơ	$90Q+612.777$	$93Q^{0.834}$	40
Bể lắng đợt II sau aeroten	$2941Q^{0.609}$	$3,32Q+5.842$	40
Bể lọc sinh học cao tải	$-0,00007Q^2+56,89Q+244,791$	$278Q^{0.505}$	50
Bể lắng đợt II sau bể lọc sinh học cao tải (kể cả bơm tuần hoàn)	$-0,0000Q^2+44,77Q+323.702$	$-0,000003Q^2+5,2Q+5733$	40
Ngăn nitrat hóa và bể lắng	$-0,00006Q^2+77Q+636.567$	$-0,000005Q^2+3Q+52.683$	40
Ngăn khử nitrat và bể lắng	$-0,00004Q^2+45Q+398.838$	$14,5Q+61.827$	40
Hệ thống clorator khử trùng	$795Q^{0.958}$	$-0,000001Q^2+2,36Q+24.813$	15
Trạm bơm bùn	$-0,0000Q^2+44,77Q+323.702$	$-0,000003Q^2+5,2Q+5733$	10
Bể nén bùn trọng lực	$177Q^{0.68}$	$-0,0000003Q^2+0,18Q+4136$	50
Bể ổn định hiếu khí bùn	$-0,00002Q^2+23,7Q+208.627$	$8,54Q^{0.916}$	40
Sân phơi bùn	$89Q^{0.854}$	$-0,00002Q^2+2,57Q+8003$	20
Thiết bị ép lọc bùn cặn	$10.255Q^{0.481}$	$3165Q^{0.348}$	15
Các công trình phụ trợ khác	$1438Q^{0.567}$	$-0,000003Q^2+1,97Q+57.349$	50

Ghi chú: Q - lưu lượng nước thải trung bình trong ngày, m³/ngày; C - giá thành xây dựng (xây lắp và thiết bị) của công trình, đô la Mỹ; M - chi phí quản lý và vận hành công trình, đô la Mỹ/năm; T - thời gian hoạt động của công trình, năm.

Phụ lục XVIII VÍ DỤ TÍNH TOÁN

VÍ DỤ 1: Thiết kế bể lắng đợt I để xử lý nước thải của thị xã với các điều kiện sau: $Q_{\min} = 2000 \text{ m}^3/\text{ngày}$; $Q_{\max} = 4500 \text{ m}^3/\text{ngày}$. Không xây dựng bể điều hòa, chọn kiểu bể lắng ngang, tỉ số giữa chiều dài và chiều rộng 4:1. Chiều cao vùng lắng 3,6m. Tải trọng bề mặt $U_o = 35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ ngày}$.

Yêu cầu xác định kích thước bể lắng, thời gian lưu nước, vận tốc tới hạn, hiệu quả khử BOD₅ và khử SS.

Giải:

1) *Tính diện tích bề mặt cần thiết của bể lắng*

$$F = \frac{Q}{U_o} = \frac{2000}{35} = 57 \text{ m}^2$$

2) *Chiều rộng bể*

$$F = B.L = B.4B = 4B^2 = 57 \text{ m}^2$$

$$B = 3,7\text{m lấy tròn } 4 \text{ m}$$

Chiều dài: $L = 16\text{m}$

Diện tích: $F = 4 \times 16 = 64 \text{ m}^2$

3) *Tải trọng bề mặt*

a- Giờ có Q_{\min} : $U_o = \frac{2000}{64} = 31,26 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{ngày}$

b- Giờ có Q_{\max} : $U_o = \frac{4500}{64} = 70,3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{ngày}$

nằm trong giới hạn cho phép ghi ở bảng PL V.

4) *Thể tích bể lắng*

$$V = 64 \times 3,6 = 230 \text{ m}^3$$

5) *Thời gian lưu nước trong bể*

a- Khi $Q = Q_{\min}$: $t = \frac{V}{Q} = \frac{230 \times 24}{2000} = 2,76 \text{ giờ}$

b- Khi $Q = Q_{\max}$: $t = \frac{V}{Q} = \frac{230 \times 24}{4500} = 1,23 \text{ giờ}$

6) *Vận tốc giới hạn*

$$V_H = \left(\frac{88k(\rho - 1)gd}{f} \right)^{1/2} = \left(\frac{8 \times 0,05 \times 0,25 \times 9,8 \times 10^{-4}}{0,0025} \right)^{1/2} = 0,0064 \text{ m/s}$$

trong đó: V_H - vận tốc giới hạn trong vùng lắng, m/s;

k - hằng số phụ thuộc vào tính chất cặn $k = 0,04$ đối với hạt cát; $k = 0,06$ đối với hạt

cặn có khả năng dính kết. Ở bể lắng đợt I xử lý nước thải sinh hoạt có thể lấy $k = 0,05$;

ρ - tỉ trọng của hạt thường từ 1,2 đến 1,6 chọn $\rho = 1,25$;

g - gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$;

d - đường kính tương đương của hạt (m) thường chọn $d = 10^{-4} \text{ m}$;

f - hệ số ma sát phụ thuộc vào đặc tính bề mặt của hạt và số Raynol của hạt khi

lắng: $f = 0,02 \div 0,03$ có thể lấy $f = 0,025$.

Vận tốc nước chảy trong vùng lắng ứng với Q_{\max} :

$$V_{\max} = \frac{Q_{\max}}{BH} = \frac{4500}{4 \times 3,6 \times 84600} = 0,0037\text{m/s} < V_H$$

- Máng thu nước ra bố trí một máng ngang chạy suốt 4 m chiều rộng bề và ba máng dọc vuông góc với máng ngang, mỗi máng dài 2 m. Tổng chiều dài máng $l = 4 + 2 \times 3 = 10$ m.
- Tải trọng thủy lực của máng $q_{\max} = \frac{4500}{10} = 450 \text{ m}^3/\text{m}$ dài ngày.
- Vận tốc nước chảy vào máng tại mặt cắt ngang với độ sâu 3,6m (mặt tiếp giáp vùng chứa cặn):

$$V = \frac{Q}{F} = \frac{4500}{4 \times 2 \times 84600} = 0,0066 \text{ m/s} < V_H$$

7) Hiệu quả khử BOD và SS

Lưu lượng Q_{\min} : $R_{BOD} = \frac{t}{a + b \times t} = \frac{2,76}{0,018 + 0,02 \times 2,76} = 37,7\%$

$$R_{SS} = \frac{2,76}{0,0075 + 0,02 \times 1,23} = 59,8\%$$

Giờ cao điểm Q_{\max} : $R_{BOD} = \frac{1,23}{0,0018 + 0,02 \times 1,23} = 28,8\%$

VÍ DỤ 2: Tính toán dung tích hồ hiếu khí và hồ lắng, xác định số lượng thiết bị làm thoáng bề mặt để xử lý nước thải công suất 1200 m³/ngày với chỉ tiêu chất lượng như sau:

Đầu vào:

- Chất lơ lửng: SS = 150 mg/l, trong đó 65% là cặn hữu cơ sẽ bị phân hủy
- BOD₅ = 200 mg/l; $\frac{BOD_5}{COD} = 0,68$
- Hằng số động học chọn $Y = 0,65$; $K_d = 0,07$; $K_{20} = 2,5$. Độ tro của bùn hoạt tính $Z = 0,2$.

Đầu ra:

- Hàm lượng cặn lơ lửng: SS = 22 mg/l;
- BOD₅ = 50 mg/l;

Điều kiện tự nhiên:

- Nhiệt độ nước thải về mùa đông: 18°C;
- Nhiệt độ không khí mùa đông: 10°C;
- Nhiệt độ nước về mùa hè: 25°C;
- Nhiệt độ không khí về mùa hè: 35°C.

Điều kiện địa chất và địa hình cho phép hồ đào sâu 3,5 m nước.

Giải:

1) Tính lượng BOD₅ hòa tan ở đầu ra

Lượng BOD₅ có trong cặn lơ lửng ở đầu ra:

$$a = 22 \text{ mg} \times 0,65 \times 1,42 \times 0,68 = 13,8 \text{ mg/l} \text{ (trong đó 1,42 - là BOD để biến chất hữu cơ trong cặn lơ lửng thành cặn).}$$

Lượng BOD₅ hòa tan cho phép ở đầu ra:

$$b = 50 - 13,8 = 36,2 \text{ mg/l}$$

2) Nhiệt độ nước trong hồ

a- Mùa đông: $T = \frac{AfT_a + QYT_i}{Af + Q}$,

trong đó: T_i - nhiệt độ nước thải khi chảy vào hồ, °C;

T_a - nhiệt độ không khí trên mặt hồ, °C;

A - diện tích mặt hồ, m²;

Q - lưu lượng nước thải cần xử lý, m³/ngày;

f - hệ số tỉ lệ, phụ thuộc vào cường độ khuấy trộn bằng gió, độ ẩm của không khí thường lấy bằng 0,5.

Chọn thời gian lưu nước: $\theta = \frac{V}{Q} = 3$ ngày.

Thể tích hồ $V = 3Q = 3 \times 1200 = 3600 \text{ m}^3$.

Chiều sâu hồ 3,0m.

Diện tích mặt hồ: $A = \frac{3600}{3,0} = 1200 \text{ m}^2$.

Ta có: $T_a = \frac{1200 \times 0,5 \times 10 + 1200 \times 18}{1200 \times 0,5 + 1200} = 15,330 \text{ }^\circ\text{C}$

b. Mùa hè:

$$T_a = \frac{1200 \times 0,5 \times 35 + 1200 \times 25}{1200 \times 0,5 + 1200} = 35 \text{ }^\circ\text{C}$$

3) Hằng số tốc độ phản ứng K_T

Mùa đông: $K_T = K_{20} 0^{T-20}$

$$K_{20} = 2,5$$

$$\theta = 1,06$$

$$T = 15,33$$

$$K_T = 2,5 \times 1,06^{15,33 - 20} = 1,65$$

Mùa hè: $\theta = 1,06$

$$T = 35$$

$$K_T = 2,5 \times 1,06^{35 - 20} = 3,1$$

4) Hiệu quả xử lý

Nước thải đi vào hồ đã qua song chắn rác, bể lắng cát, không cần bể lắng đợt I và hồ điều hòa lưu lượng:

$$S = S_0 \cdot \frac{1}{1 + K_T t}$$

trong đó: $S_0 = 200 \text{ mg/l}$

$$\theta = 3 \text{ ngày}$$

$K_T = 1,65$ mùa đông và $K_T = 3,1$ về mùa hè.

a. Hàm lượng BOD_5 nước thải đầu ra về mùa đông S_1

$$S_1 = 200 \times \frac{1}{1 + 1,65 \times 3} = 33,6 \text{ mg/l}$$

b. Hàm lượng BOD_5 nước thải đầu ra về mùa hè

$$S_2 = 200 \times \frac{1}{1 + 3,1 \times 3} = 19,41 \text{ mg/l}$$

Tỉ số $\frac{47,4}{33,21} = 1,43$.

5) Lượng bùn hoạt tính sinh ra trong hồ hiếu khí

$$P_X = QX = Q \cdot \frac{Y(S_0 - S)}{1 + K_d t} \cdot 10^{-3} \text{ kg/ngày}$$

$$Q = 1200 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

$$Y = 0,65$$

$$K_d = 0,07$$

$$\theta_c = \theta = \frac{V}{Q} = 3 \text{ ngày}$$

$$P_X = 1200 \times \frac{0,65(200 - 19,41)}{1 + 0,07 \times 3} = 116 \text{ kg/ngày}$$

6) Tính lượng oxy cần thiết OC

$$OC_o = \frac{Q \cdot (S_o - S)}{f} \cdot 10^{-3} - 1,42P$$

$$Q = 1200 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

$$S_o - S = 180 \text{ mg/l}$$

$$f = \frac{BOD_5}{COD} = 0,68$$

$$P_x = 116 \text{ kg/ngày}$$

$$OC_o = \frac{1200 \times 20 \cdot 10^{-3}}{0,68} - 1,42 \times 116 = 187,28 \text{ kg O}_2/\text{ngày}.$$

Ở nhiệt độ 35°C nồng độ oxy bão hòa trong nước (xem phụ lục $C_s = 6,93 \text{ mg/l}$).

Lượng oxy duy trì trong hồ $C = DO = 1,5 \text{ mg/l}$.

Lượng oxy cần thực tế do các thiết bị làm thoáng cấp vào:

$$OC_t = OC_o \times \frac{C_s}{C_s - C} = 187,28 \times \frac{6,93}{6,93 - 1,5}$$

$$OC_t = 239 \text{ kg O}_2/\text{ngày} = 9,959 \text{ kg O}_2/\text{h}.$$

7) Bố trí thiết bị làm thoáng bề mặt

- Diện tích mặt hồ 1200 m². Mặt bằng hình vuông mỗi cạnh 36 m. Hồ sâu 3 m.

- Để đảm bảo yêu cầu khuấy trộn, chia mặt hồ thành 9 ô có diện tích 12×12m, tại tâm mỗi ô đặt một thiết bị turbin làm thoáng bề mặt. Công suất khuấy trộn của mỗi ô có kích thước:

$$V = 12 \times 12 \times 3 \text{ là } 7 \text{ kW (xem bảng 5.9 chương 5)}.$$

Công suất khuấy trộn cần thiết của hồ: $9 \times 7 = 63 \text{ kW/h}$

Công suất hòa tan cần thiết của một thiết bị:

$$OU = \frac{OC_t}{n \cdot a},$$

trong đó: n - số thiết bị trong hồ. $n = 9$;

$$OC_t + 9,959 \text{ kg O}_2/\text{h};$$

- Hệ số giảm công suất hòa tan oxy do cạn và các chất hoạt tính bề mặt, lấy bằng 0,75.

$$OU = \frac{9,9 \times 59}{9 \times 0,75} = 1,42 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

Với công suất hòa tan oxy: $OU \geq 1,42 \text{ kg O}_2/\text{h}$, công suất điện $N_o = 7 \text{ kW/h}$ để dàng chọn được loại máy turbin làm thoáng bề mặt.

8) Hồ lắng

a- Thời gian lắng

$$T = 18 \text{ giờ} = 2/3 \text{ ngày}$$

b- Chiều cao lắng: $H_{\text{lắng}} = 1,2 \text{ m}$

c- Diện tích mặt bằng của bể lắng

$$F_{\text{lắng}} = \frac{V_{\text{lắng}}}{H_{\text{lắng}}} = \frac{3/2 \text{ ngày} \cdot 1200 \text{ m}^3/\text{ngày}}{1,2} = 666 \text{ m}^2$$

Chọn kích thước hồ lắng hình chữ nhật, chiều dài 35 m, rộng 19 m.

d- Tính chiều sâu phần chứa cặn

Dự tính cặn lắng phân hủy ở đáy hồ với thời gian 4 năm lấy đi 1 lần. Do cặn ở đáy bể lắng bị phân hủy kỵ khí, cặn hữu cơ bay hơi, sau một năm thường bị phân hủy từ 40 - 60% thành khí metan và các khí khác. Lượng cặn còn lại có thể tính theo công thức của Adams và Eckenfelder:

$$W = W_0 e^{-K_d t}$$

trong đó: W - khối lượng cặn của chất hữu cơ còn lại sau t năm;

W_0 - khối lượng hữu cơ ban đầu, kg;

K_d - hệ số phân hủy (năm⁻¹), có thể lấy K_d từ 0,3 năm⁻¹ đến 0,5 năm⁻¹;

t - thời gian (ngày hoặc năm).

- *Lượng cặn lơ lửng trong nước khi ra khỏi hồ hiếu khí trong năm*

Độ tro của cặn 0,2:

$$G = \left[0,8SS + \frac{Y(S_0 - S)}{1 + K_d \theta} \right] \cdot 10^{-3} \cdot Q \cdot 365,$$

$SS = 150$ mg/l;

$Y = 0,65$;

$K_d = 0,07$;

$Q = 1200$ m³/ngày;

$365 = 365$ ngày/1 năm;

$\theta = 3$ ngày.

$G_1 = [120 + 96,6] \cdot 10^{-3} \times 1200 \times 365 = 94870$ kg/năm

Cặn có độ tro $Z = 0,2$ nên tổng lượng cặn hữu cơ bay hơi là:

$G_2 = 0,8G_1 = 0,8 \times 94870 = 75896$ kg/năm.

Cặn vô cơ:

$G_3 = 0,2G_1 = 18974$ kg/năm

- *Tính lượng cặn sau khi phân hủy còn tích lại trong bể sau 4 năm*

Lượng cặn vô cơ:

$G_{1,4} = 4 \times 18974 = 75896$ kg

Lượng cặn hữu cơ sau một năm phân hủy còn:

$W = W_0 e^{-0,07 \times 4} = 0,25W_0$

Thời gian phân hủy 4 năm, trong đó 3 năm đầu được tính hoàn toàn, năm cuối hiệu quả phân hủy thấp vì tất cả cặn không đủ thời gian lưu 1 năm.

Như vậy lượng cặn hữu cơ còn lại sau 4 năm phân hủy:

$G_{2,4} = W_0 + 9t - 1 \times 0,25 W_0$

$G_{2,4} = 75896 \times 3 \times 0,25 \times 752818 = 208714$ kg

- *Tính thể tích phần chứa cặn*

Giả sử sau 4 năm nén, độ ẩm của cặn là 85% (15% cặn, 85% nước) tỉ khối cặn $\gamma = 1100$ kg/m³.

Thể tích cần thiết:

$$V_{\text{cặn}} = \frac{208714 \text{ kg}}{1100 \times 0,15} = 1265 \text{ m}^3$$

- *Chiều sâu chứa cặn*

$$H_{\text{cặn}} = \frac{V_{\text{cặn}}}{F_{\text{lắng}}} = \frac{1265}{666} = 1,9 \text{ m}$$

Tổng chiều cao hố lắng: $H = H_{\text{lắng}} + H_{\text{cặn}} = 1,2 + 1,9 = 3,1$ m.

Chiều cao này nằm trong điều kiện địa chất và tự nhiên cho phép ($H = 3,5$ m).

Hố lắng cần phải có chỗ và đường xuống để lấy cặn sau mỗi hoạt động.

VÍ DỤ 3: Tính toán bể aeroten để xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí.

- Lưu lượng nước thải $Q_t = 4000 \text{ m}^3/\text{ngày}$
- Lượng BOD_5 đầu vào 300 mg/l . Tỷ lệ $\text{BOD}_5/\text{COD} = 0,6$
- Nhiệt độ nước thải $t = 20^\circ\text{C}$
- Nước đã xử lý đạt tiêu chuẩn $\text{BOD} \leq 20 \text{ mg/l}$, hàm lượng $\text{SS} = 30 \text{ mg/l}$ gồm 65% là cặn hữu cơ
- Lượng bùn hoạt tính trong nước thải đầu vào bể $X_0 = 0$

Các thông số vận hành như sau:

- 1) Nồng độ bùn hoạt tính trong bể: $X = 2500 \text{ mg/l}$ (cặn bay hơi).
- 2) Độ tro của cặn 0,3 - nồng độ bùn lắng ở đáy bể lắng đợt II và cũng là nồng độ cặn tuần hoàn $10\,000 \text{ mg/l}$.
- 3) Thời gian lưu của bùn hoạt tính (tuổi của cặn) trong công trình $\theta_c = 10$ ngày.
- 4) Chế độ thủy lực của bể: khuấy trộn hoàn chỉnh.
- 5) Giá trị của các thông số động học $Y = 0,46$, $K_d = 0,006/\text{ngày}$.
- 6) Độ tro của cặn hữu cơ lơ lửng ra khỏi bể lắng là 0,3 (70% là cặn bay hơi).
- 7) Nước thải có đủ chất dinh dưỡng $\text{BOD}_5:\text{N}:\text{P} = 100:5:1$ và có các chất khoáng ở nồng độ rất nhỏ. Tổng hàm lượng muối dưới 500 mg/l . Xác định: dung tích bể, lượng cặn xả ra, lưu lượng bùn tuần hoàn, thời gian lưu nước trong công trình, tốc độ ρ và chỉ số F/M .

Giải:

1) *Xác định hiệu quả xử lý*

- a- Lượng cặn hữu cơ trong nước ra khỏi bể: $0,65 \times 30 = 19,5 \text{ mg/l}$
- b- Lượng cặn hữu cơ tính theo COD: $1,42 \times 19,5 \times 0,7 = 19,3 \text{ mg/l}$
- c- Lượng BOD_5 có trong cặn ra khỏi bể lắng: $0,6 \times 19,3 = 11,58 \text{ mg/l}$
Lượng BOD_5 hòa tan ra khỏi bể lắng bằng tổng BOD_5 , cho phép ở đầu ra trừ đi lượng BOD_5 có trong cặn lơ lửng: $20 - 11,58 = 8,42 \text{ mg/l}$.
- d- Hiệu quả xử lý tính theo BOD_5 hòa tan:

$$E = \frac{300 - 8,42}{300} \times 100\% = 97,2\%$$

2) *Thiết tích bể aeroten tính theo công thức 5.30*

$$V = \frac{QY\theta_c(S_0 - S)}{X(1 + K_d\theta_c)} = \frac{4000 \times 0,46 \times 10 \times (300 - 8,42)}{2500 \times (1 + 0,06 \times 10)} = 1341,3 \text{ m}^3.$$

3) *Thời gian lưu nước trong bể*

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{1341,3}{4000} = 0,3353 \text{ ngày} = 8,04 \text{ h}$$

4) *Lượng bùn hữu cơ lơ lửng sinh ra khi khử BOD_5 đến 97,2%*

a- Tốc độ tăng trưởng của bùn theo công thức

$$Y_t = \frac{Y}{1 + \theta_c K_d} = \frac{0,46}{1 + 10 \times 0,06} = 0,2875$$

b- Lượng bùn hoạt tính sinh ra trong ngày

$$A_{\text{bùn}} = Y_t \times Q(S_0 - S)$$

$$A_{\text{bùn}} = 0,2875 \times 4000 \times (300 - 8,42) = 335340 \text{ g} = 335,34 \text{ kg}$$

5) *Tính lưu lượng xả bùn $Q_{\text{xá}}$ theo công thức 5.34*

$$\theta_c = \frac{V \cdot X}{Q_{\text{xá}} X_T + Q_r Z_r} \text{ rút ra:}$$

$$Q_{\text{xá}} = \frac{V \cdot X - Q_r X_r \theta_c}{X_T \theta_c}$$

trong đó: V - thể tích bể = 1342 m³;

$Q_r = Q_v = 4000$ m³/ngày (coi lượng nước theo bùn là không đáng kể)

$X = 2500$ mg/l

$\theta_c = 10$ ngày

$X_T = 0,7 \times 10000 = 7000$ mg/l

$X_r = 19,5 \times 0,7 = 13,65$ (0,7 là tỉ lệ lượng cặn bay hơi trong tổng số cặn hữu cơ, cặn không tro)

$$Q_{xa} = \frac{1342 \times 2500 - 4000 \times 13,65 \times 10}{7000 \times 10} = 40,2 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

6) Thời gian tích lũy cặn không xả cặn ban đầu

$$T = \frac{VX}{A_{bun}} = \frac{1342 \times 2500}{335340} = 11 \text{ ngày}$$

7) Lượng bùn hữu cơ xả ra thường ngày (sau khi hệ thống hoạt động ổn định)

$$B = Q_{xa} \times 10\,000 \text{ g/m}^3 = 40,2 \times 10\,000 = 420\,000 \text{ g} = 420 \text{ kg/ngày}$$

Trong đó cặn bay hơi: $B' = 0,7 \times 420 = 294$ kg

Cặn bay hơi trong nước đã xử lý đi ra khỏi bể lắng $Q_r X_r$:

$$B'' = 4000 \text{ m}^3/\text{ngày} \times 13,65 = 54 \text{ kg.}$$

Tổng cặn hữu cơ sinh ra: $B' + B'' = 294 + 54 = 348 \text{ kg} \sim A_{bun}$

8) Xác định lưu lượng tuần hoàn Q_T

Để nồng độ bùn trong bể luôn giữ giá trị $X = 2500$ mg/l, ta có: $Q_r X_r = (Q_v + Q_T)X$, rút ra:

$$\frac{Q_T}{Q_v} = \frac{X}{X_T - X} = \frac{2500}{7000 - 2500} = 0,5555$$

$$Q_T = 0,5555 \times 4000 = 2222,3 \text{ m}^3/\text{ngày.}$$

9) Kiểm tra giá trị của tốc độ ρ sử dụng chất nền (BOD_5) của 1 g bùn hoạt tính trong giờ

$$\rho = \frac{S_o - S}{X} \cdot \frac{1}{\theta} = \frac{300 - 8,42}{2500} \times \frac{1}{8,04} = 14,5 \text{ mg } BOD_5/\text{1 g bùn.h}$$

hay $\rho = 0,348$ (mg/l BOD_5 mất đi)/(1 mg/l bùn hoạt tính trong ngày).

$$\text{Tỉ số } \frac{F}{M} = \frac{S_o}{\theta X} = \frac{300 \text{ mg/l } BOD_5}{0,3353 \times 2500} = 0,378 \text{ mg } BOD_5/\text{mg bùn ngày.}$$

VÍ DỤ 4: Tính toán thiết kế hệ thống phân phối khí dạng bọt nhỏ, mịn cho bể aeroten làm thoáng kéo dài công suất $Q_{max} = 150$ m³/h; $Q_{min} = 80$ m³/h, $Q_{tb} = 100$ m³/h; $Q_{ng\ddot{a}y} = 2400$ m³; $BOD_5 = 150$ mg/l; $COD = 250$ mg/l; tổng $N = 60$ mg/l.

Giải:

1) Tính thể tích bể

$$V = \frac{QS_o}{XF} \cdot M$$

Tra theo bảng 5.1, chương 5, chọn các thông số:

$$Q = 2400 \text{ m}^3/\text{ngày}; \quad S_o = 150 \text{ mg/l};$$

$$X = 2000 \text{ mg/l}; \quad F/M = 0,075.$$

$$V = \frac{2400 \times 150}{2000 \times 0,075} = 2400 \text{ m}^3.$$

Thời gian lưu nước trung bình 24 giờ.

2) *Tính lượng oxy cần thiết*

$$OC_o = \frac{Q(S_o - S)}{1000 f} - 1,42 P_s + \frac{4,7(N_o - N)}{1000} \text{ kg/ngày}$$

trong đó:

$$Q = 2400; S_o = 150; S = 20; N_o = 60; N = 30$$

$$P_s = Y_b Q(S_o \cdot S \cdot 10^{-3}) = 0,3 \times 2400 \times 130 \times 10^{-3} = 86,4 \text{ kg/ngày.}$$

$$f = \frac{BOD_5}{COD} = 0,6$$

$$OC_o = \frac{2400 \times (150 - 20)}{1000 \times 0,6} - 1,42 \times 86,5 + \frac{4,5(60 - 30)}{1000} = 398 \text{ kg/ngày}$$

Nhiệt độ nước thải $T = 20^\circ\text{C}$. Độ muối dưới 5000 mg/l

$$C_s = 9,08 \text{ mg/l.}$$

Lượng oxy cần duy trì trong bể $C = 2 \text{ mg/l}$.

Lượng oxy thực tế:

$$OC_t = OC_o \times \frac{C_s}{C_s - C} \times \frac{1}{1,024^{(T-20)}}$$

$$OC_t = 398 \times \frac{9,08}{9,08 - 2} \times \frac{1}{1,024^{(T-20)}} = 510,5 \text{ kg/ngày,}$$

$$OC_{tb} = \frac{510,5}{24} = 21,2 \text{ kg O}_2/\text{h.}$$

$$OC_{max} = 31,8 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

$$OC_{min} = 17 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

3) *Lượng không khí*

Chọn hệ thống phân phối bọt khí nhỏ, tra bảng sau.

Công suất hòa tan oxy vào nước của thiết bị bọt khí nhỏ, mịn

Điều kiện thí nghiệm	Điều kiện tối ưu		Điều kiện trung bình	
	Ou (gO ₂ /m ³ .m)	OE (kgO ₂ /KW)	Ou (gO ₂ /m ³ .m)	OE (kgO ₂ /kW)
Nước sạch ở điều kiện T = 20°C	12	2,2	10	1,7
Nước thải α = 0,7	8,5	1,5	7	1,2

$$O_u = 7 \text{ g O}_2/\text{m}^3.\text{m};$$

Bể sâu 4,2m, độ ngập nước $h = 4\text{m}$.

Công suất hòa tan của thiết bị: $OU = O_u.h = 7 \times 4 = 28 \text{ g O}_2/\text{m}^3.$

Lượng không khí cần thiết tính theo công thức:

$$Q_k = \frac{OV_t}{OU} \cdot f = \frac{510,5}{0,028} \times 1,5 = 27348 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

trong đó: OC_t - lượng oxy cần thiết tính theo công thức (5.36 và 5.37);

f - hệ số an toàn, thường từ 1,5 đến 2;

$OU = O_u.h$ - công suất hòa tan oxy vào nước thải của thiết bị phân phối tính theo g oxy cho 1 m³ không khí;

Ou - công suất hòa tan oxy vào nước thải của thiết bị phân phối tính theo g oxy cho 1 m³ không khí ở độ sâu ngập nước $h = 1$ m có thể chọn theo bảng 1,2,3 và 4 của PL XI;

h - độ sâu ngập nước của thiết bị phân phối.

$$Q_{Ktb} = 1139 \text{ m}^3/\text{h}; Q_{Kmax} = 1710 \text{ m}^3/\text{h}; Q_{Kmin} = 911 \text{ m}^3/\text{h}.$$

4) Ống phân phối

$$N_{q \max} = \frac{Q_{\max}}{q_{\max}} = \frac{1710}{21,6} = 80$$

$$N_{q \min} = \frac{Q_{\min}}{q_{\min}} = \frac{911}{10,8} = 85 \text{ ống}$$

5) Kích thước bể aeroten và cách bố trí ống

Thiết kế bể sâu 4,5m: 0,3 m dự trữ, nước sâu 4,2 m; $h = 4$ m.

Diện tích mặt bể: $2400 : 4,2 = 571 \text{ m}^2$.

Ống phân phối không khí bố trí dọc theo thành bể.

Chiều rộng của mỗi hành lang: $b = 1,5 h = 1,5 \times 4 = 6$ m.

Chiều dài của hành lang: $571 : 6 = 96$ m.

Trong bể bố trí 4 hành lang, kích thước bể 24×24 m.

Chiều dài dàn ống xương cá: $L = (24 - 6) \times 4 = 72$ m.

Khoảng cách giữa các ống trong hệ phân phối:

$$l = \frac{L}{n_{q \min}} = \frac{72}{85} = 0,85 \text{ m}.$$

Cường độ thổi gió: $q = \frac{27348}{2400} = 11,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Chỉ tiêu gió: $a = \frac{27348}{Q(S_o - S) \cdot 10^{-3}} = \frac{27348}{384} = 71,2 \text{ m}^3 \text{ khí}/1 \text{ kg BOD}_5$.

VÍ DỤ 5: Tính toán thiết kế bể aeroten và bể lắng đợt II để xử lý nước thải công suất $Q = 900 \text{ m}^3/\text{h}$ ($Q = 21\,600 \text{ m}^3/\text{ngày}$). BOD_5 của nước thải đầu vào 250 mg/l , nhiệt độ 20°C , BOD_5 đầu ra yêu cầu 20 mg/l với điều kiện: Độ tro của bùn hoạt tính $Z = 0,2$; Nồng độ cặn trong dòng tuần hoàn $C_i = 10\,000 \text{ g/m}^3$ hay 8000 g/m^3 là cặn bay hơi; Nồng độ bùn hoạt tính trong bể $X = 3500 \text{ g/m}^3$, từ đó tính được $C_o = 3500/0,8 = 4375 \text{ g/m}^3$; Thời gian lưu bùn hoạt tính trong bể $\theta_c = 10$ ngày; cặn lơ lửng đầu ra $\text{SS} = 22 \text{ mg/l}$ chứa 65% cặn hữu cơ phân hủy BOD_{20} ; $\text{BOD}_5 = 0,68\text{BOD}_{20}$; Bùn hoạt tính trong nước đầu vào ~ 0 , trong nước thải có đủ N,P.

Giải:

I. Tính toán bể aeroten

1) Tính nồng độ BOD_5 hòa tan trong nước đầu ra

Lượng BOD_5 chứa trong cặn lơ lửng ra khỏi bể lắng:

a- $\text{BOD}_5 = 0,65 \times 22 = 14,3 \text{ mg/l}$

b- Lượng BOD_5 khi bị oxy hóa hết chuyển thành cặn tăng lên 1,42 lần (1 mg BOD_5 tương đương 1,42 mg O_2):

$$b = 14,3 \times 1,42 = 20,3 \text{ mg/l}$$

c- Lượng BOD_5 chứa trong cặn lơ lửng đầu ra

$$c = 20,3 \times 0,68 = 13,8 \text{ mg/l}$$

d- Lượng BOD_5 hòa tan trong nước ra khỏi bể lắng đợt II

$$d = 20 - 13,8 = 6,2 \text{ mg/l}$$

2) Tính hiệu quả làm sạch

Hiệu quả làm sạch theo BOD₅ hòa tan:

$$E_a = \frac{S_0 - S}{S_0} = \frac{250 - 6,2}{250} \times 100\% = 97,5\%$$

3) Tính thể tích của bể aeroten

Áp dụng công thức 5.30:

$$V = \frac{21600 \times 0,5(250 - 6,2) + 10}{3500(1 + 10 \times 0,06)} = 4694 \text{ m}^3$$

trong đó: $\theta_c = 10$ ngày; $X = 3500$ mg/l; $Q = 21\ 600$ m³/ngày; lấy $Y = 0,50$ g/g; $S_0 = 250$ mg/l; $S = 6,2$ mg/l và $K_d = 0,06$ ngày⁻¹.

4) Tính lưu lượng cặn dư

a- Hệ số tạo cặn từ BOD₅

$$Y_t = \frac{Y}{1 + K_d \theta_c} = \frac{0,5}{1 + 0,06 \times 10} = 0,3125$$

b- Lượng bùn hoạt tính sinh ra do khử BOD₅:

$$P_x = Y_b Q (S_0 - S) \cdot 10^{-3} = 0,3125 \times 21600(250 - 6,2) \times 10^{-3} = 1646 \text{ kg/ngày.}$$

c- Tính lượng cặn lơ lửng sinh ra theo độ tro của cặn

$$P_{xl} = \frac{1646}{1 - 0,2} = 2057 \text{ kg/ngày}$$

d- Lượng cặn dư hàng ngày phải xả ra

$$P_{xa} = P_{xl} \cdot Q \times 22 \text{ mg/l} \cdot 10^{-3}$$

$$P_{xa} = 2057 \cdot 21600 \times 22 \times 10^{-3} = 1582 \text{ kg/ngày}$$

5) Lượng bùn xả ra hàng ngày

$$\theta_c = \frac{VX}{Q_{xa} C_t + Q_{ra} C_{ra}} = \frac{4694 \times 3500}{Q_{xa} \times 800 + 21600 \times 22} \rightarrow Q_{xa} = 146 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

6) Xác định hệ số tuần hoàn

$$(Q + Q_t)X = Q_t C_t$$

trong đó: $C_t = 8000$ mg/l;

$X = 3500$ mg/l;

$Q = 900$ m³/h

$$\alpha = \frac{Q_t}{Q} = 0,78$$

Lượng tuần hoàn $q_t = 0,78 \cdot Q = 0,78 \times 900 = 702$ m³/h

7) Xác định thời gian lưu nước trong bể

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{4694}{21600} = 0,217 \text{ ngày} = 5,21 \text{ giờ.}$$

8) Xác định lượng oxy cần thiết

a- Xác định lượng oxy cần thiết trong điều kiện tiêu chuẩn:

$$\theta C_o = \frac{Q \times (S_0 - S)}{f} - 1,42 P_x = \frac{21600(250 - 6,2)}{0,68} - 1,42 \times 1646 = 5408 \text{ kg O}_2/\text{ngày.}$$

Trong đó: $Q = 21600$ m³/ngày; $S_0 = 250$ mg/l; $S = 6,2$ mg/l; $f = 0,68$; $P_x = 1646$ kg/ngày.

b- Lượng oxy cần thiết trong điều kiện thực ở nhiệt độ 20°C

$$OC_t = OC_o \frac{C_s}{C_{SH} - C_L} = 5408 \times \frac{9,08}{9,08 - 2} = 6936 \text{ kg/ngày}$$

Trong đó: C_s - nồng độ oxy hòa tan trong nước ở 20°C $C_s = 9,08 \text{ mg/l}$;

C_t - nồng độ oxy duy trì trong bể aeroten $C_t = 2 \text{ mg/l}$.

C_{SH} - nồng độ oxy bão hòa trong nước sạch ứng với nhiệt độ và cao độ trạm xử lý.

9) Kiểm tra chỉ tiêu làm việc của bể aeroten

$$a. \quad \frac{F}{M} = \frac{S_o}{OX} = \frac{250}{0,217 \times 3500} = 0,33 \text{ mg/mg.ngày}$$

$$b. \quad \rho = \frac{S_o - S}{OX} = \frac{250 - 6,2}{0,217 \times 3500} = 0,321 \text{ g/g.ngày}$$

c- Tải trọng thể tích:

$$L = \frac{S_o Q}{V} = \frac{250 \times 21600 \times 10^{13}}{4694} = 1,15 \text{ kgBOD}_5/\text{m}^3.\text{ngày}$$

10) Tính lượng không khí cần thiết

a- Áp dụng hệ thống phân phối gió bột khí lớn kiểu bơm airlift với hệ số $\alpha = 0,8$.

Công suất hòa tan oxy: $OC = 5,5 \text{ g O}_2/\text{m}^3$ khí tính đối với 1 m sâu.

Thiết kế bể aeroten sâu 4,0 m. Tổng diện tích mặt bằng bể: $1173,5 \text{ m}^2$. Xây dựng 2 bể, diện tích mỗi bể: $1173,5:2 = 586,75 \text{ m}^2$. Bể xây dựng hình chữ nhật chiều dài bằng 5 lần chiều rộng.

$$5B^2 = 586,75 \rightarrow B = 10,8 \text{ m} \sim 11\text{m.}$$

$$L = 5 \times 11 = 55\text{m.}$$

b- Lượng không khí cần thiết

$$Q_{\text{khí}} = \frac{OC_t}{OC_{\text{th}}} = \frac{6936 \times 1000}{3,8 \times 5,5} = 332000 \text{ m}^3/\text{ngày}$$

Trong một bể đặt 5 bơm airlift, lưu lượng khí cho mỗi bơm: $1384 \text{ m}^3/\text{h}$.

Đường kính ống bơm airlift: $D = 0,00066 \text{ m}$.

Lưu lượng bơm: $Q_b = 0,00066.Q = 0,00066 \times 1384 = 0,95 > 0,07B$ cho phép.

c- Kiểm tra chỉ tiêu cấp khí

Lưu lượng cấp cho 1m^3 nước thải:

$$C = 332000 : 21600 = 15,3 \text{ m}^3/\text{m}^3.$$

Lưu lượng khí cần để khử 1 kg BOD_5 :

$$a_{\text{khử}} = \frac{Q_{\text{khí}}}{Q(S_o - S).10^{-3}} = 65,7 \text{ m}^3 \text{ khí}/\text{kg BOD}_5 \text{ khử.}$$

11) Chọn thiết bị làm thoáng

Công suất hòa tan oxy cần thiết của một thiết bị:

$$OC_{\text{thi}} = \frac{6936}{10} = 693,6 \text{ kg O}_2/\text{ngày} = 28,9 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

II. Tính toán bể lắng đợt II

1) Diện tích mặt bằng của bể lắng

$$S = \frac{Q(1 + \alpha)C_o}{C_t V_L} \text{ m}^2 = \frac{900(1 + 0,78) \times 4375}{10000 \times 0,34} = 2061,39 \text{ m}^2 \sim 2062 \text{ m}^2.$$

trong đó: $Q = 900 \text{ m}^3/\text{h}$; $\alpha = 0,78$; $C_o = 4375 \text{ g/m}^3$; $C_t = 10\,000 \text{ g/m}^3$;
 V_L - vận tốc lắng của bề mặt phân chia ứng với nồng độ C_t ;
 $C_L = 1/2 C_t = 1/2 \times 10\,000 = 5\,000 \text{ g/m}^3$.

Xác định vận tốc lắng V_L :

$$V_L = V_{\max} \cdot e^{-KC_t \cdot 10^{-6}} = 7 \cdot e^{-600 \cdot 5000 \cdot 10^{-6}} = 0,34 \text{ m/h}$$

Diện tích phần lắng của bể:

$$S = \frac{900(1 + 0,78) \times 4375}{10000 \times 0,34} = 2061,39 \text{ m}^2 \sim 2062 \text{ m}^2$$

Tính cả diện tích buồng phân phối trung tâm:

$$S_{\text{bể}} = 1,1 \times 2062 = 2268 \text{ m}^2$$

Xây dựng 2 bể loại radian, đường kính của mỗi bể: $D = 38 \text{ m}$, diện tích $S = 1134 \text{ m}^2$. Đường kính buồng phân phối trung tâm $d = 0,25D = 9,5 \text{ m}$, diện tích buồng phân phối trung tâm $f = 70,8 \text{ m}^2$.

Diện tích vùng lắng của 1 bể: $S_L = 1134 \cdot 71 = 1063 \text{ m}^2$.

Tải trọng thủy lực:

$$a = \frac{S}{Q} = \frac{21600}{2 \times 1063} = 10,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ ngày}$$

Vận tốc đi lên của dòng nước trong bể:

$$V = 10,2/24 = 0,425 \text{ m/h}$$

Máng thu nước đặt ở vòng tròn có đường kính bằng 0,8 đường kính bể:

$$D_{\text{máng}} = 0,8 \times 38 = 30,4 \text{ m.}$$

Chiều dài máng thu:

$$L = \pi D_{\text{máng}} = 3,14 \times 30,4 = 95,45 \text{ m.}$$

Tải trọng thu nước trên 1 m dài của máng:

$$a_L = \frac{Q}{L} = \frac{21600}{2 \times 95,45} = 113,2 < 125 \text{ m}^3/\text{m dài ngày.}$$

Tải trọng bùn:

$$b = \frac{(Q + Q_t)C_o}{24S} = \frac{1,78 \times 21600 \times 435 \cdot 10^{-3}}{24 \times 2 \times 1063} = 3,29 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$$

2) Xác định chiều cao bể

Chọn chiều cao bể: $H = 4 \text{ m}$, trong đó chiều cao dự trữ trên bể là $h_1 = 0,3 \text{ m}$. Chiều cao cột nước trong bể: $3,7 \text{ m}$ gồm:

Chiều cao phần nước trong: $h = 1,5 \text{ m}$

Chiều cao phần hình chóp có độ dốc 2% về tâm:

$$h_3 = H - h_1 = h_2 - i_3 = 4 - 0,3 - 1,5 - 0,38 = 1,82 \text{ m}$$

Thể tích phần chứa bùn:

$$V_b = S \times h_3 = 1,134 \times 1,82 = 2,064 \text{ m}^3.$$

Nồng độ trung bình bùn trong bể:

$$C_{tb} = \frac{C_L + C_t}{2} = \frac{5000 + 10000}{2} = 7500 \text{ g/m}^3 = 7,5 \text{ kg/m}^3.$$

Lượng bùn chứa trong một bể lắng: $G_{\text{bùn}} = V_b \times C_{tb} = 7,5 \times 2,064 = 15,480 \text{ kg}$.

Lượng bùn cần thiết trong một bể aeroten:

$$G_{\text{can}} = V.X = \frac{1}{2} \times 4694 \times 4,375 = 10,268 \text{ kg}$$

3) Thời gian lưu nước trong bể

Dung tích bể lắng:

$$V = H \times S = 3,7 \times 2,268 = 8,391 \text{ m}^3$$

Nước đi vào bể lắng:

$$Q_1 = (1 + \alpha)Q = 1,78 \times 900 = 1,602 \text{ m}^3$$

Thời gian lắng:

$$T = \frac{V}{Q + Q_1} = \frac{8,391}{1,602} = 5,23 \text{ giờ.}$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường.
Các tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam về môi trường. Tập 1: Chất lượng nước. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, 1995.
2. Bộ Xây dựng 20TCN 51 - 84.
Thoát nước, mạng lưới bên ngoài và công trình - Tiêu chuẩn thiết kế. Nxb. Xây dựng, Hà Nội, 1989.
3. TCVN5576 - 91.
Hệ thống cấp thoát nước - Quy phạm quản lý kỹ thuật. Hà Nội, 1992.
4. Bộ Xây dựng.
Quy chuẩn hệ thống cấp thoát nước trong nhà và công trình. Nxb. Xây dựng, Hà Nội, 2000.
5. *Chiến lược Quốc gia bảo vệ thiên nhiên và phát triển bền vững,* năm 1985.
6. *Chiến lược Quốc gia về Cấp nước, Thoát nước, Quản lý chất thải rắn đô thị, Chiến lược phát triển đô thị.* Bộ Xây dựng, 1995.
7. *Công nghệ xây dựng công trình ngầm (Thiết bị của hãng DITCH WITCH - USA).* Trung tâm Công nghệ Xây dựng ngầm BCM - VN Thành phố Hồ Chí Minh phát hành.
8. *Định hướng phát triển thoát nước đô thị đến năm 2020.* Hà Nội, tháng 11/1998.
9. *Công trình làm sạch nước thải loại nhỏ.* Nxb. Xây dựng, Hà Nội, 1995 Grulo I.
10. Hoàng Văn Huệ.
Cấp thoát nước. Nxb. Xây dựng, Hà Nội, 1994.
11. Hoàng Văn Huệ.
Xử lý nước thải. Nxb. Xây dựng, Hà Nội, 1996.
12. Hoàng Văn Huệ.
Thoát nước tập I, II, III. Đại học Kiến trúc, Hà Nội, 1977.
13. Trần Văn Nhân và Ngô Thị Nga:
Công nghệ xử lý nước thải. Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, 1999.
14. Trần Đức Hạ. Báo cáo đề tài NCKH B94 - 16 - 6D - 37.
Mô hình các trạm xử lý nước thải công suất nhỏ trong điều kiện Việt Nam. Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội, 1995.

15. Trần Đức Hạ. Báo cáo đề tài NCKH B96 - 34 - 06
Xử lý nước thải và phế thải rắn bệnh viện. Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội, 1998.
16. Trần Hiếu Nhuệ, Lâm Minh Triết.
Xử lý nước thải. Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội, 1978.
17. Trần Hiếu Nhuệ.
Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học. Trường Đại học Xây dựng, Hà Nội, 1990.
18. Trần Hiếu Nhuệ:
Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp. Nxb.Khoa học và kỹ thuật, 1999.
19. Trịnh Xuân Lai.
Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải. Nxb.Xây dựng.2000.
20. Ủy ban Nhà nước Liên Xô về xây dựng.
Thoát nước - Hệ thống thoát nước bên ngoài và công trình (Quy phạm СНИП 2.04.03 - 85 СНИП 2.04.03 - 85). Moxkva, 1986 (tiếng Nga).
21. Kedrov B.C. Palgunov D.P., Xomov M.A.
Cấp thoát nước. Nxb. Xây dựng, Moxkva, 1994 (tiếng Nga).
22. Karelin Ia.A. Jucốp D.D. Jucốp V.N.Repin B.N.
Xử lý nước thải công nghiệp trong aeroten. Nxb. Xây dựng, Moxkva, 1973 (tiếng Nga).
23. Giukov A.I., Karelin IA.A., Kolobanov X.K., Iakovlev X.V.
Thoát nước. Nxb. Xây dựng, Moxkva, 1975 (tiếng Nga).
24. Iakovlev S.V. Laskov Iu.M.....
Xử lý nước thải công nghiệp dệt. Moxkva, 1975 (tiếng Nga).
25. Iakovlev. S.V, Kalysun B.I.
Xử lý nước thải bằng phương pháp cơ học. Nxb. Xây dựng, Moxkva, 1972 (tiếng Nga).
26. Siphorin X.M.
Thoát nước. Nxb. Đại học, Moxkva, 1970 (tiếng Nga).
27. Sinhep O.P.
Tăng cường xử lý sinh học nước thải. Nxb. Kỹ thuật, Kiép, 1983 (tiếng Nga).

28. Jacôvlev X.V.Karelin J.A. và các người khác.
Thoát nước. Nxb. Xây dựng, Moxkva, 1975 (tiếng Nga).
29. Jukov A.I.,...
Thoát nước. Moxkva, 1975 (tiếng Nga)
30. Jukov A.I.,...
Thoát nước các xí nghiệp công nghiệp. Moxkva, 1969 (tiếng Nga).
31. Barnes D.,Wilson F.
The Design and Operation of Small Sewage Works. E and F.N. Spon, London,1976.
32. BS 629/:1983.
British Standard Code of practice for Design and installation of small sewage treatment works and cesspools. BSI,London,1983.
33. *Decentralised Wastewater Treatment in Developing Countries (DEWATS)*. BORDA, Bremen,1998.
34. Degremont.
Water Treatment Handbook. Paris,1979.
35. Eckenfelder W.W *Activated Sludge Treatment of Industrial Wastewater*. Eckenfelder Inc., Tennessee, 1975.
36. Environmental Protection System, focused on waste water. EBARA HATAKEYTA Memorial Fund, EBARA CORPORATION TOKYO JAPAN. Hội thảo chuyên đề hệ thống bảo vệ môi trường, vấn đề nước thải 31/10 - 2/11/1995 tại Hà Nội.
37. Ernest W.S. *Water Supply and Sewerage*. Foueth edition, International Stydent Edition, Mc Graw Hill Book Company, ING, 1960.
38. Escap United Nation:
Industrial Pollution guideline /VII: Tanning industry, 1982
39. M, Izdatensvo literaturu po stroitenstvu, 1971.
Mara D.D. *Sewage Treatment in Hot Climates*. ELBS,1975.
40. Mark.J. Hammer.
Water and Wastewater Technology.Prentice Hall. International,Inc.,1996.
41. Melcalf and Eddy Inc.
Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, 3rd edition, McGraw - Hill,Inc.,New York,1991.

42. Nemerow N.L:
Industrial Water Pollution: Orgins, Characteristics anh Treatment, 1985.
43. Terence J McGhee, Water Supply and Sewwerage, 6th Edition, McGraw - Hill International Editions, Civil Engineering Series, 1991.
44. Radionov A.I, Klusin V.N, Torotreshnicov N.X:
Technology of Environmrnt Protecstion, Pub. "Chemistry", 1989.
45. Robert A.Corbitt.
Standard Handbook of Environmental Engineering. McGraw - Hill, Inc., New York,1990.
46. Ronal L. Droste.
Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment. John Wiley&Sons, Inc. New York,1997.
47. Syed R. Qasim.
Wastewater treatment plants. Technomic Publishing Co.Inc..1999.
48. *The Handbook on Water Treatment*. Kemira Kemi AB,Helsingborg,1998.
49. US EPA.
Design Manual: On - site wastewater treatment and disposal systems. EPA 625/1 - 80 - 012, Office of water program operation. Washinton D. C., 1980.
50. US EPA.
Manual: Wastewater treatment / Disposal for Small Communities.Washinton D. C., 1980.
51. US EPA.
Operation of Wastewater Treatment Plant. EPA Office of water program operation. Washinton D. C., 1980.
52. Veestra Ir.S.
Wastewater Treatment. ZHE - DELF, 1995.
53. *Techniques et economie de l'epuration deseaux résiduaires*. Cahiers techniques de la prévention des pollutions, Paris, 1980.

MỤC LỤC

Trang

LỜI TỰA	III
LỜI NÓI ĐẦU	V
KÝ HIỆU CHỮ ĐẦU VÀ TỪ VIẾT TẮT	VII

Phần I

NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI

<i>Chương 1.</i> NGUỒN GỐC VÀ NHỮNG ĐẶC ĐIỂM VỀ THÀNH PHẦN TÍNH CHẤT CỦA NƯỚC THẢI.....	3
1.1. Nguồn gốc và lưu lượng nước thải.....	3
1.2. Thành phần tính chất nước thải đô thị và các dạng chất bẩn	7
<i>Chương 2.</i> BẢO VỆ NGUỒN NƯỚC KHỎI BỊ NHIỄM BẨN BỞI NƯỚC THẢI... ..	19
2.1. Dấu hiệu nguồn nước bị nhiễm bẩn.....	19
2.2. Các tiêu chuẩn để Quản lý môi trường nước	23
2.3. Kiểm soát ô nhiễm môi trường nước.....	26
2.4. Khả năng tự làm sạch của nguồn nước.....	27
2.5. Nguyên tắc xả nước thải vào nguồn nước (nguồn tiếp nhận).....	33
2.6. Xác định mức độ xử lý nước thải.....	38
<i>Chương 3.</i> SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI.....	47
3.1. Các phương pháp xử lý.....	47
3.2. Các công đoạn xử lý nước nước thải.....	51
3.3. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải.....	53

Phần II

CÁC QUÁ TRÌNH VÀ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

<i>Chương 4.</i> CÁC CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP CƠ HỌC.....	59
4.1. Song chắn rác và lưới lọc.....	59

4.2. Bể lắng cát.....	65
4.3. Bể tách dầu mỡ.....	75
4.4. Bể điều hòa lưu lượng và chất lượng	76
4.5. Bể lắng.....	78
Chương 5. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC TRONG ĐIỀU KIỆN NHÂN TẠO VỚI QUÁ TRÌNH BÙN HOẠT TÍNH	99
5.1. Cơ sở lý thuyết của quá trình xử lý nước thải	99
5.2. Xử lý hiếu khí trong bể aeroten (Aerotank)	112
5.3. Xử lý kỵ khí qua lớp cặn lơ lửng trong bể UASB	174
Chương 6. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC TRONG ĐIỀU KIỆN NHÂN TẠO VỚI QUÁ TRÌNH MÀNG SINH HỌC.....	177
6.1. Sự sinh trưởng dính bám bằng màng sinh học.....	177
6.2. Xử lý hiếu khí trên bể biophin.....	178
6.3. Xử lý kỵ khí qua lớp vật liệu lọc nổi.....	204
Chương 7. BỂ LẮNG ĐỢT II VÀ BỂ LẮNG BÙN.....	207
7.1. Bể lắng đợt II.....	207
7.2. Bể nén bùn.....	214
Chương 8. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC TRONG ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN.....	221
8.1. Các hệ thống thoát nước kết hợp tái sử dụng nước thải và bùn cặn trong nước thải	221
8.2. Xử lý hiếu khí.....	225
8.3. Xử lý kỵ khí.....	234
8.4. Sử dụng nước thải để nuôi trồng thủy sản và nuôi cá.....	238
Chương 9. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA LÝ.....	241
9.1. Xử lý nước thải bằng phương pháp tuyển nổi.....	241
9.2. Xử lý nước thải bằng phương pháp hấp phụ	261
9.3. Xử lý nước thải bằng phương pháp trích ly	281
9.4. Xử lý nước thải bằng phương pháp trao đổi ion	294
9.5. Các quá trình tách bằng màng	301
9.6. Xử lý nước thải bằng phương pháp làm thoáng và chưng bay hơi.....	311

<i>Chương 10. XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP HÓA HỌC</i>	325
10.1. Xử lý nước thải bằng phương pháp đông tụ và keo tụ.....	325
10.2. Xử lý nước thải bằng phương pháp trung hòa	330
10.3. Xử lý nước thải bằng phương pháp oxy hóa khử	338
10.4. Các phương pháp điện hóa.....	352
 <i>Chương 11. KHỬ HỢP CHẤT NITƠ, KHỬ HỢP CHẤT PHÔTPHO TRONG NƯỚC THẢI</i>	359
11.1. Khử hợp chất Nitơ trong nước thải.....	359
11.2. Khử hợp chất photpho trong nước thải.....	367
 <i>Chương 12. KHỬ TRÙNG NƯỚC THẢI</i>	375
12.1. Khử trùng nước thải.....	375
12.2. Khử trùng bằng clo.....	376
 <i>Chương 13. XỬ LÝ BÙN CẶN CỦA NƯỚC THẢI</i>	389
13.1. Đặc tính của bùn cặn và các phương pháp xử lý	389
13.2. Các công trình và thiết bị xử lý bùn cặn.....	401
 <i>Chương 14. XỬ LÝ NƯỚC THẢI QUY MÔ NHỎ</i>	441
14.1. Đặc điểm hệ thống thoát nước thải quy mô nhỏ.....	441
14.2. Các loại nước thải của các đối tượng thoát nước quy mô nhỏ.....	444
14.3. Các phương pháp xử lý nước thải.....	446
14.4. Một số công trình đặc trưng xử lý nước thải quy mô nhỏ.....	449
 <i>Chương 15. XỬ LÝ NƯỚC THẢI CỦA MỘT SỐ NGÀNH CÔNG NGHIỆP</i>	461
15.1. Phương pháp tiếp cận xử lý nước thải công nghiệp.....	461
15.2. Xử lý nước thải công nghiệp phân bón hóa học	467
15.3. Xử lý nước thải công nghiệp thuộc da.....	479
15.4. Xử lý nước thải của công nghiệp dệt nhuộm.....	485
15.5. Xử lý nước thải công nghiệp giấy	494
15.6. Xử lý nước thải công nghiệp sản xuất bia.....	499
15.7. Xử lý nước thải của công nghiệp luyện kim, gia công kim loại ...	503
15.8. Công tác kiểm toán chất thải.....	505

Phần III
CƠ SỞ THIẾT KẾ VÀ QUẢN LÝ KỸ THUẬT
TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Chương 16. MẶT BẰNG TỔNG THỂ VÀ CAO TRÌNH TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI.....	509
16.1. Những yêu cầu vệ sinh và lựa chọn phương pháp xử lý.....	509
16.2. Mặt bằng tổng thể và cao trình của trạm xử lý.....	512
16.3. Phân phối nước thải vào các công trình.....	521
16.4. Thiết bị đo lưu lượng nước thải.....	523
 Chương 17. CƠ SỞ QUẢN LÝ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI.....	 529
17.1. Nghiệm thu công trình.....	529
17.2. Giai đoạn đưa công trình vào hoạt động.....	529
17.3. Nguyên tắc quản lý vận hành công trình xử lý nước thải.....	534
17.4. Những phương pháp kiểm tra theo dõi chế độ làm việc của các công trình xử lý.....	537
17.5. Những nguyên nhân phá hủy chế độ làm việc bình thường của các công trình xử lý. biện pháp khắc phục.....	541
17.6. Tổ chức quản lý và kỹ thuật an toàn.....	543
17.7. Thống kê về công nghệ của các công trình.....	545

PHỤ LỤC

<i>Phụ lục I.</i> Khoảng cách từ cửa xả tới mặt cắt xáo trộn hoàn toàn.....	547
<i>Phụ lục II.</i> Lượng oxy không khí hòa tan vào nước (mg/l) dưới áp suất 760 mm cột thủy ngân.....	547
<i>Phụ lục III.</i> Kích thước của bể lắng cát ngang nước chuyển động vòng.....	547
<i>Phụ lục IV.</i> Thời gian nước lưu trong ống thực nghiệm với lớp nước h và hiệu suất lắng cho trước.....	548
<i>Phụ lục V.</i> Các thông số tính toán bể lắng đợt I.....	548
<i>Phụ lục VI.</i> Thông số thiết kế bể lắng đợt I.....	549
<i>Phụ lục VII.</i> Tiêu chuẩn tưới nước trung bình ngày (với lượng mưa hàng năm từ 300 đến 500 mm) đối với cánh đồng tưới công cộng.....	549
<i>Phụ lục VIII.</i> Tiêu chuẩn tưới bón.....	549

<i>Phụ lục IX.</i> Tiêu chuẩn tưới lên bãi lọc ở những vùng có lưu lượng mưa hàng năm 300 - 500 mm	550
<i>Phụ lục X.</i> Kích thước thành phần của thùng điều lượng	550
<i>Phụ lục XI.</i> Công suất hòa tan oxy vào nước của các thiết bị phân phối bọt khí.....	551
<i>Phụ lục XII.</i> TCVN 6772:2000 Chất lượng nước - Nước thải sinh hoạt - Giới hạn ô nhiễm cho phép Water Quality - Domestic Wastewater Standards	552
<i>Phụ lục XIII.</i> TCXD 188:1996 - Nước thải đô thị - Tiêu chuẩn thải Urban Wastewater - Discharge Standards.....	554
<i>Phụ lục XIV.</i> Nồng độ giới hạn một số chỉ tiêu ô nhiễm trong các thủy vực nước mặt theo quy định của Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường.....	555
<i>Phụ lục XV.</i> Phạm vi sử dụng một số công trình XLNT quy mô nhỏ và vừa	556
<i>Phụ lục XVI.</i> Một số dây chuyền công nghệ XLNT đô thị quy mô nhỏ và vừa	557
<i>Phụ lục XVII.</i> Xác định chi phí quản lý và vận hành các trạm XLNT quy mô vừa và nhỏ.....	558
<i>Phụ lục XVIII.</i> Ví dụ tính toán	562
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	575

PGS, TS. HOÀNG VĂN HUỆ (chủ biên)
PGS, TS. TRẦN ĐỨC HẠ

THOÁT NƯỚC

TẬP II

XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Chịu trách nhiệm xuất bản : PGS, TS. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập : THANH ĐỊNH, LAN PHƯƠNG
Kỹ mỹ thuật : ĐỖ PHÚ, KHÁNH THỊNH
Sửa bản in : THANH NGA, TÚ HƯƠNG
Trình bày bìa : HƯƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HƯNG ĐẠO - HÀ NỘI

In 1.000 bản, khổ 19 x 27cm, tại Công ty In Công Đoàn Việt Nam, 167 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội.
Giấy phép XB số: 111 - 179 cấp ngày 18/7/2002. In xong và nộp lưu chiểu tháng 12 năm 2002.