

PGS. TS. TRỊNH LÊ HÙNG

**KỸ THUẬT
XỬ LÝ NƯỚC THẢI**

(Tái bản lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Chịu trách nhiệm nội dung :

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc Công ty CP Sách ĐH – DN
TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập và sửa bản in :

NGUYỄN HỒNG ANH

Trình bày bìa :

HOÀNG MẠNH DỨA

Chế bản :

QUANG CHÍNH

Bản quyền thuộc HEVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục.

LỜI NÓI ĐẦU

Vấn đề bảo vệ và sử dụng hợp lý tài nguyên nước liên quan mật thiết với các biện pháp tổng hợp về chống ô nhiễm nguồn nước tự nhiên do nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp gây ra. Một trong những biện pháp đó là phải xử lý nước thải trước khi chúng được hoà vào nguồn nước mặt tự nhiên.

Tuỳ thuộc vào từng loại nước thải và dựa trên những yêu cầu nhất định mà người ta lựa chọn sử dụng một phương pháp xử lý nào đó hoặc kết hợp nhiều phương pháp với nhau. Mỗi phương pháp xử lý nước thải đều có những ưu việt và những hạn chế. Không thể nào có một phương pháp duy nhất cho tất cả các loại nước thải, nhưng phương pháp nào cũng phải tính đến khả năng ngăn ngừa các ô nhiễm thứ cấp, nghĩa là không để tạo ra sự ô nhiễm mới vì các quá trình phụ cũng như các sản phẩm phụ mà nó sẽ sản sinh trong và sau quá trình xử lý.

Để lựa chọn được một phương pháp cần phải có những hiểu biết chung về môi trường và những kiến thức về các nguyên lý cơ bản cũng như công nghệ của phương pháp đó. Trên cơ sở đó mới có thể đưa ra giải pháp phù hợp. Tuy nhiên, xuất phát từ yêu cầu của sự phát triển thân thiện, hài hoà với môi trường và những ưu điểm nổi trội của phương pháp sinh học, điều đầu tiên phải tính đến là sử dụng phương pháp sinh học và sử dụng nó vào công đoạn nào khi đưa ra một phương án cụ thể cho việc xử lý ô nhiễm môi trường nước.

Môi trường luôn luôn có sự biến động nhưng mang tính chu kỳ và cân bằng, vì vậy cần phải tiến hành phân tích lặp lại nhiều lần để xác định các thông số cần thiết và thử nghiệm các quy trình trong một thời gian nhất định trước khi quyết định xây dựng các trạm xử lý nước thải nhằm tránh những khiếm khuyết do thiếu hiểu biết.

Tài liệu này được soạn ngắn gọn, có chọn lọc và mang tính hệ thống cao. Tác giả trình bày những kiến thức cơ sở tối thiểu nhằm giúp cho đông đảo bạn đọc muốn quan tâm hoặc đang tham gia vào vấn đề xử lý và quản lý nước thải hiện nay. Trong khuôn khổ của cuốn sách không thể

đi sâu vào tất cả các phương pháp, tác giả chỉ tập trung giới thiệu về phương pháp sinh học. Bạn đọc có thể xem đây như là cơ sở cho những hiểu biết chung về khoa học cơ bản và của công nghệ xử lý nước thải không chỉ riêng cho phương pháp sinh học mà có thể vận dụng cho các phương pháp khác. Các phương pháp khác chủ yếu giới thiệu về nguyên lý và cơ sở cho ứng dụng để giúp bạn đọc xem xét lựa chọn khả năng sử dụng. Đương nhiên, để đi sâu vào lĩnh vực môi trường nước, bạn đọc cần tham khảo thêm nhiều tài liệu khác nữa, nhưng khi đó sẽ thuận lợi hơn vì các bạn đã có những hiểu biết căn bản.

Trong phần 3, tác giả giới thiệu một số công trình xử lý nước thải hoặc ý tưởng mà tác giả đã chủ trì hoặc tư vấn để bạn đọc tham khảo.

Tác giả rất mong nhận được những nhận xét, góp ý của bạn đọc để cuốn sách ngày càng được hoàn thiện trong những lần xuất bản sau.

TÁC GIẢ

PHẦN MỘT

GIỚI THIỆU CHUNG

Chương 1

NƯỚC VÀ XỬ LÝ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG NƯỚC

1.1. NƯỚC TỰ NHIÊN

Nhờ có nước, sự sống trên Trái Đất đã được hình thành, tồn tại và phát triển từ xa xưa cho đến ngày nay. Nước chính là nguồn gốc của sự sống. Nước gắn liền với sự sống. Các quá trình sống được thực hiện rất phức tạp và chúng chỉ có thể diễn ra trong điều kiện có sự tham gia của nước.

Nước tự nhiên là chất lỏng trong suốt, không màu, không mùi, không vị, có những tính chất vật lý và hóa học khác hẳn so với các chất lỏng khác.

Ở $0,01^{\circ}\text{C}$ và áp suất hơi $0,006\text{atm}$, nước có thể tồn tại đồng thời cả 3 trạng thái rắn, lỏng và khí. Ở 4°C , nước có khối lượng riêng lớn nhất. Nước đóng băng ở 0°C . Nước là chất lỏng duy nhất nở ra khi đóng băng. Băng lại nổi trên mặt nước. Điều này dẫn đến hiện tượng phân tầng nhiệt trong các hồ nước và biển cả.

Nhiệt dung riêng của nước ($4184\text{J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$) lớn nhất so với mọi chất lỏng và chất rắn, nên đun nóng hoặc làm nguội cũng lâu hơn. Chính vì thế nó giữ cho sự sống diễn ra trong nước không bị biến động đột ngột về nhiệt.

Nhiệt hóa hơi của nước (2258kJ/kg) cũng cao nhất so với tất cả các chất lỏng khác. Do đó hơi nước đã tích lũy một lượng nhiệt lớn và giải phóng khi ngưng tụ. Vì vậy nước là yếu tố chính ảnh hưởng tới khí hậu của toàn cầu.

Về mặt hóa học, nước là hợp chất có khả năng tham gia vào nhiều loại phản ứng. Nước hòa tan nhiều chất hơn bất kỳ một dung môi nào khác. Nước cũng là tác nhân tham gia vào nhiều phản ứng hóa học. Nước hòa tan khí oxy nhiều hơn bất kỳ chất lỏng nào ($1\text{ lít nước ở }20^{\circ}\text{C}$ hòa tan

được 31ml khí oxy). Cũng vì thế, sự sống xuất hiện cả trong lòng ao, hồ, sông ngòi và biển cả.

Nước có mặt trong các cơ thể sống và mang dinh dưỡng đến tất cả các tế bào sống. Có thể nói, nước tham gia vào việc vận chuyển tất cả các chất tan đi khắp sinh quyển.

Quá trình vận động nước trong tự nhiên là một vòng tuần hoàn. Nước bốc hơi từ đại dương được không khí biển mang vào đất liền, hòa cùng với hơi nước được bốc lên từ ao, hồ, sông, suối và sự thoát nước từ thực vật, động vật đã ngưng tụ thành mưa hoặc tuyết rơi xuống mặt đất trở thành nước sạch cung cấp một phần cho thực vật, động vật, còn lại chủ yếu theo các nguồn nước mặt hoặc nước ngầm chảy ra biển cả.

Nước là một loại nguyên liệu đặc biệt, không chất nào có thể thay thế được. Nước cũng được xem là tài nguyên của một Quốc gia. Tổng trữ lượng nước trên Trái Đất rất lớn (1386 triệu km^3), nhưng nước ngọt và sạch dùng cho con người thì có hạn vì sự tái tạo lại dường như phân bố không đều và không kịp cho nhu cầu sử dụng. Nước ngọt chỉ chiếm 2,7% trong đó giữ lại ở dạng băng là 77,2%, nước ngầm 22,4%, hồ đầm 0,35%, sông suối 0,01%. Nguồn nước ngầm thường có xu thế giảm do khai thác nhiều mà không được bổ sung kịp thời.

Do nhu cầu đời sống và sản xuất, con người phải dùng nước cho sinh hoạt bản thân mình cũng như phải dùng một khối lượng nước nhất định để tạo ra một đơn vị sản phẩm. Trong đời sống, động vật có thể chết nếu bị mất từ 10 đến 20% lượng nước có trong cơ thể. Trung bình mỗi ngày, một người cần đưa vào cơ thể (qua ăn, uống nước) từ 2,5 đến 4 lít nước. Còn nước dùng cho sinh hoạt của một người lại lớn hơn rất nhiều. Xã hội càng phát triển, nhu cầu nước cho sinh hoạt càng tăng lên. Nhu cầu nước dùng trong sản xuất cũng rất lớn. Ví dụ, trong sản xuất thực phẩm, để làm ra một tấn bún hoặc bánh phở trung bình cần 10m^3 nước; trong sản xuất công nghiệp, để tinh chế 150 lít dầu mỏ cần dùng 3m^3 nước, sản xuất 1 tấn thép cần khoảng 25m^3 nước, còn sản xuất 1 tấn giấy cần tới 100m^3 nước.

1.2. NƯỚC THẢI

Nước đã qua sử dụng được gọi là nước thải. Nước thải thoát ra từ nhà ở, bệnh viện, phòng thí nghiệm, nhà máy, các cơ sở sản xuất thủ công của

làng nghề, các cơ sở chăn nuôi trồng trọt,... chảy qua một hệ thống cống nhưng không qua xử lý đổ thẳng vào sông, hồ đã làm thay đổi chất lượng nước bề mặt, gây ra ô nhiễm cho môi trường nước. Các biểu hiện của sự thay đổi chất lượng nước dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường nước. Có thể nhận biết sự ô nhiễm này bằng trực giác, song để nhận biết chính xác phải xác định hàm lượng cụ thể các chất hòa tan.

Bằng trực giác có thể thấy được các chất có hàm lượng tương đối cao hòa tan trong đó và nước thải có những biểu hiện đặc trưng:

1.2.1. Độ đục

Nước thải không trong suốt. Các chất rắn không tan tạo ra các huyền phù lơ lửng. Các chất lỏng không tan tạo dạng nhũ tương lơ lửng hoặc tạo váng trên mặt nước. Sự xuất hiện của các chất keo làm cho nước có độ nhớt.

1.2.2. Màu sắc

Nước tự nhiên không có màu. Sự xuất hiện màu trong nước thải rất dễ nhận biết. Màu xuất phát từ các cơ sở công nghiệp nói chung và các cơ sở tẩy nhuộm nói riêng. Màu của các chất hóa học còn lại sau khi sử dụng đã tan theo nguồn nước thải. Màu được sinh ra do sự phân giải của các chất lúc đầu không có màu. Màu xanh là sự phát triển của tảo lam trong nước. Màu vàng biểu hiện của sự phân giải và chuyển đổi cấu trúc sang các hợp chất trung gian của các chất hữu cơ. Màu đen biểu hiện của sự phân giải gần đến mức cuối cùng của các chất hữu cơ.

1.2.3. Mùi

Nước tự nhiên không có mùi. Mùi của nước thải chủ yếu là do sự phân hủy của các hợp chất hữu cơ trong thành phần có các nguyên tố Nitơ, Phốt pho và Lưu huỳnh. Xác của các vi sinh vật, thực vật và động vật có protein là hợp chất hữu cơ điển hình cấu tạo bởi các nguyên tố Nitơ, Phốt pho và Lưu huỳnh nên khi thối rữa đã bốc mùi rất mạnh. Các mùi khai là amoniac (NH_3), tanh là các amin (R_3N , R_2NH , RNH_2, \dots), Photphin (PH_3). Các mùi thối là khí Hydro sunphua (H_2S). Đặc biệt chất chỉ cần lượng rất ít, có mùi rất thối, bám dính rất dai là các hợp chất Indol và Scatol được sinh ra từ sự phân hủy tryptophan, một trong 20 aminoaxit tạo nên protein của vi sinh vật, thực vật và động vật.

1.2.4. Vị

Nước tự nhiên không có vị và trung tính với $\text{pH} = 7$. Nước có vị chua là do tăng độ axit của nước (pH nhỏ hơn 7). Các axit (H_2SO_4 , HNO_3 ,...) và oxit axit (SO_2 , CO_2 , N_xO_y ,...) có từ khí quyển và nước thải công nghiệp đã tan trong nước làm cho pH của nước thải giảm xuống. Vị nồng là biểu hiện của kiềm (pH lớn hơn 7). Các cơ sở công nghiệp dùng bazơ thì ngược lại, sẽ đẩy pH lên cao. Lượng amoniac sinh ra do quá trình phân giải Protein hòa tan trong nước cũng làm tăng pH . Vị mặn chát là do một số muối vô cơ hòa tan, điển hình là muối ăn (NaCl) có vị mặn, muối của Magie có vị chát,...

1.2.5. Nhiệt độ

Tùy theo từng mùa nhiệt độ của nước sẽ thay đổi. Nước bề mặt ở Việt Nam dao động từ $14,3^\circ\text{C} - 33,5^\circ\text{C}$. Nguồn gốc gây ô nhiễm nhiệt độ chính là nhiệt của các nguồn nước thải từ bộ phận làm lạnh của các nhà máy. Khi nhiệt độ tăng lên còn làm giảm hàm lượng oxy hòa tan trong nước.

1.2.6. Độ dẫn điện

Các muối vô cơ tan trong nước tạo thành các ion, làm cho nước có khả năng dẫn điện. Độ dẫn điện của nước phụ thuộc vào nồng độ và khả năng linh động của các ion. Vì vậy khả năng dẫn điện của nước cũng phản ánh mức độ ô nhiễm môi trường nước.

Trường hợp hàm lượng các chất quá nhỏ, không có các biểu hiện đặc trưng, chúng chỉ được phát hiện với các thiết bị tinh vi:

– Các ion với hàm lượng quá nhỏ được xem như là các nguyên tố vi lượng và siêu vi lượng rất cần thiết cho cơ thể sống. Tuy nhiên nếu vượt qua ngưỡng thì lại trở thành mối nguy hiểm cho tất cả các cơ thể sống. Nguyên nhân gây ra sự ô nhiễm này là do nước mưa có độ axit cao đã hòa tan các quặng bị phong hóa, nước thải công nghiệp chưa qua xử lý, nước rò rỉ từ các bãi chôn lấp chất thải rắn không hợp quy cách và quá trình sử dụng các loại phân bón hóa học trong nông nghiệp. Việc xác định các nguyên tố hóa học có trong nước chỉ có thể thực hiện bằng phương pháp phân tích hóa học.

– Các chất hữu cơ hòa tan trong nước rất đa dạng và thật là khó khăn để có thể kiểm soát được. Các phân tử chất hữu cơ có thể tan hoàn toàn, hoặc tan ở dạng keo. Có những chất trơ. Có những chất gây độc cho sự sống. Có những chất là nguồn dinh dưỡng cho vi sinh vật và các sinh vật thủy sinh nói chung nên chúng biến đổi liên tục về hàm lượng. Có những

chất phải sau một thời gian nhất định, do tác động của môi trường chúng mới trở thành nguồn dinh dưỡng cho các vi sinh vật và sinh vật thủy sinh. Để biết tổng lượng các chất hữu cơ trong nước, phải phân tích xác định chỉ số COD. Để biết tổng lượng các chất hữu cơ trong nước mà vi khuẩn có thể sử dụng được, phải phân tích xác định chỉ số BOD.

– Hàm lượng oxy hòa tan trong nước (DO) được xem là một chỉ tiêu đánh giá mức độ ô nhiễm. Vi sinh vật vừa tiêu thụ các chất vô cơ và hữu cơ trong nước, vừa phải tiêu thụ khí oxy tan trong nước. Khi lượng oxy bị tiêu thụ quá nhanh, lượng oxy từ không khí không kịp tan bù vào thì những sinh vật cần oxy để sống nói chung sẽ chết.

– Các chỉ tiêu về Coliform hay *E. coli*. Đó là các vi sinh vật có nguồn gốc từ phân người và phân động vật máu nóng dùng để chỉ thị khả năng có sự hiện diện các vi sinh vật gây bệnh. Đương nhiên, số lượng cá thể các vi sinh vật này càng nhiều thì tình trạng ô nhiễm nguồn nước càng trầm trọng.

1.3. PHÂN LOẠI NƯỚC THẢI

Có 2 loại nước thải chủ yếu là nước thải gia đình và nước thải công nghiệp. Tuy nhiên, vì tính chất đặc thù của mỗi loại nước thải dẫn đến những tác động khác nhau của nó với môi trường, cần đòi hỏi cách xử lý riêng và cách quản lý riêng, nên phân ra 5 loại nước thải là thích hợp hơn cả:

1.3.1. Nước thải gia đình, nước thải sinh hoạt, nước thải đô thị

Đó là nước thải của các khu dân cư tập trung từ thị trấn đến thành phố, khu hoạt động thương mại, vui chơi, giải trí, công sở, trường học và các cơ sở tương tự khác. Nước thải loại này chứa chủ yếu là các chất bị phân rã dễ dàng từ nguồn thực phẩm phế liệu, ngoài ra còn một lượng nhỏ hóa chất được sử dụng trong đời sống hàng ngày như chất tẩy rửa, mỹ phẩm, thuốc sát trùng,... Nước thải loại này bốc mùi xú uế nồng nặc, có màu sẫm đen, có nhiều váng và cặn lơ lửng.

1.3.2. Nước thải bệnh viện

Đây là nguồn nước thải khó kiểm soát nhất về tính độc hại. Các vi trùng cũng chính là các vi khuẩn, virus được thải ra từ các người bệnh có thể dẫn đến lây lan. Các chất kháng sinh thải ra từ bệnh viện sẽ ngăn cản hoạt động của vi sinh vật trong tự nhiên, cũng như trong các hệ thống xử lý nước thải.

1.3.3. Nước thải sản xuất nông nghiệp

Dư lượng các hoá chất dùng trong sản xuất nông nghiệp như phân bón, thuốc trừ sâu, trừ cỏ,... trong chừng mực nào đó sẽ gây ra ô nhiễm môi trường đất canh tác. Nguồn nước này rất khó tập trung.

1.3.4. Nước thải công nghiệp thực phẩm

Đây là nguồn nước thải gần giống với nước thải sinh hoạt nhưng nồng độ các chất cao hơn nhiều. Tuy nhiên có thể tập trung và kiểm soát được nguồn nước thải này.

1.3.5. Nước thải các ngành công nghiệp khác

Đó là nước thải từ các nhà máy, xí nghiệp, các cơ sở sản xuất tập trung của làng nghề thủ công. Đối với loại nước thải này có thể kiểm soát được đầu vào nên thuận lợi hơn trong việc thu gom và lựa chọn phương pháp xử lý thích hợp.

1.4. CÁC CẤP ĐỘ XỬ LÝ

Dựa theo yêu cầu chất lượng nước sau xử lý, có thể phân ra 3 cấp xử lý:

1.4.1. Xử lý cấp I hay tiền xử lý bao gồm các quá trình xử lý sơ bộ, chủ yếu dùng cách lắng, gạn nhằm loại bỏ các vật rắn trôi nổi có kích thước lớn rồi thu gom về bể lắng cấp I. Tại bể này sẽ tạo ra 3 lớp. Các chất rắn có kích thước nhỏ lơ lửng trong nước thải (hạt huyền phù) sẽ lắng dần xuống đáy bể tùy thuộc vào khối lượng riêng và kích thước của từng hạt. Khi thời gian lắng kéo dài hơn, các chất keo cũng sẽ lắng xuống dần. Tất cả sẽ tạo ra lớp bùn ở đáy bể và được loại ra để xử lý theo kiểu chất thải rắn. Các chất dầu mỡ sẽ nổi lên trên mặt nước tạo ra lớp váng và cũng được thu gom xử lý theo kiểu chất thải rắn. Lớp nước nằm ở giữa chính là phần nước đã qua xử lý cấp I. Nếu không đạt tiêu chuẩn đổ ra môi trường, nước được chuyển sang xử lý cấp II.

1.4.2. Xử lý cấp II là quá trình xử lý chủ yếu. Căn cứ vào nguồn gốc phát sinh chất thải hòa tan để lựa chọn phương pháp hóa học hay sinh học hoặc kết hợp cả hai phương pháp. Đối với các hợp chất vô cơ thường thiên về các biện pháp hóa học vì có thể lợi dụng khả năng diễn ra nhanh chóng của các phản ứng hóa học để tách pha bằng cách kết tủa hoặc bay hơi. Đối với các hợp chất hữu cơ, có 2 loại. Một loại có nguồn gốc từ động vật

và thực vật dùng làm thực phẩm, gồm 4 đại phân tử trong tự nhiên là Gluxit (các chất đường, tinh bột, xenlulozơ có tên chung là Cacbohydrat hay Saccarit), Lipit (các chất béo chính là các chất dầu mỡ thực vật và động vật, không phải dầu mỡ khoáng có nguồn gốc từ dầu mỏ), Protein (các chất đạm gồm thịt, cá, trứng, sữa, đậu tương, đậu xanh,...), Axit Nucleic (các chất cấu tạo nên nhân tế bào) và một số các phân tử khác xuất hiện trong quá trình sống có khối lượng phân tử nhỏ hơn như các vitamin, các chất màu, mùi tự nhiên,... Các hợp chất này vì sinh vật phân giải được nên chủ yếu dùng các phương pháp sinh học để xử lý. Một loại khác là sản phẩm của các quá trình biến đổi hóa học do tự nhiên, hoặc do con người tạo ra như dầu mỏ, chất dẻo, phẩm nhuộm, thuốc sát trùng,... chỉ được vi sinh vật phân hủy khi đã có sự can thiệp nhất định của các quá trình hóa học và thường cần thời gian dài để các vi sinh vật thích nghi dần với các nguồn thức ăn mới. Trong trường hợp này, phải có sự kết hợp nhiều phương pháp xử lý, nhưng vai trò nòng cốt vẫn là hóa học và sinh học.

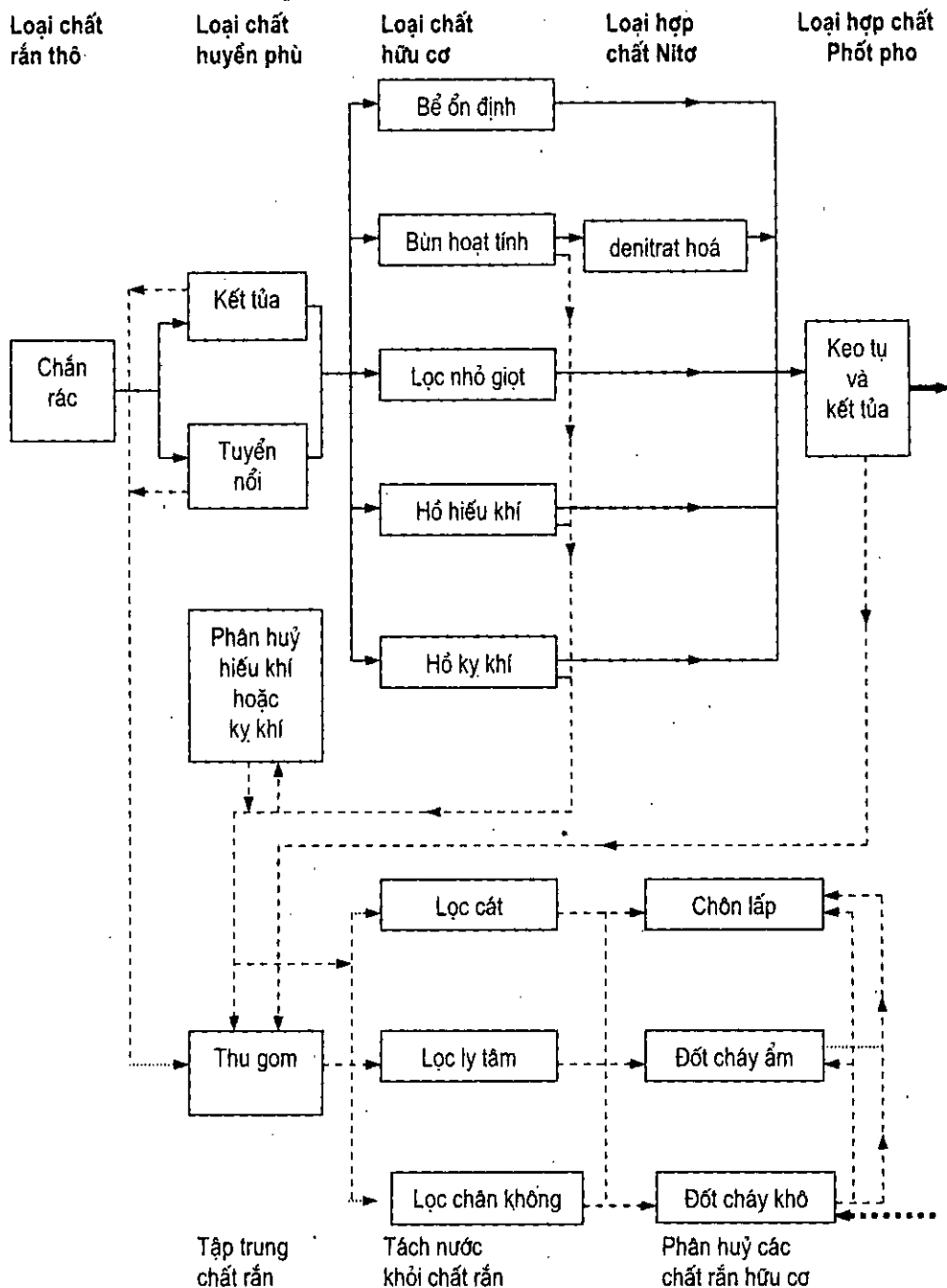
1.4.3. Xử lý cấp III là quá trình vi xử lý tiếp theo. Cần dùng các biện pháp tinh vi và đắt tiền nhằm đạt đến mức độ như nước cấp và tái sử dụng được. Đó là các phương pháp vi lọc, thẩm thấu ngược, trao đổi ion, hấp phụ bằng than hoạt tính, hoặc các chất có khả năng hấp phụ khác, sát trùng bằng clo hoặc ozon,...

Dựa theo kích thước chất gây ô nhiễm, cũng có thể phân ra 3 cấp xử lý:

Kích thước	Ví dụ	Cấp xử lý
1m	Cành cây	Xử lý cấp I
10cm	Viên đá nhỏ	
1cm	Đá cuội	
1mm	Mảnh vụn	
100 μ m	Huyền phù	Xử lý cấp II
10 μ m	Hạt siêu mịn	
1 μ m	Chất keo	Xử lý cấp III
0,1 μ m	Chất keo phân tán nhỏ	
100nm	Chất tan	
1nm		
1 Å		

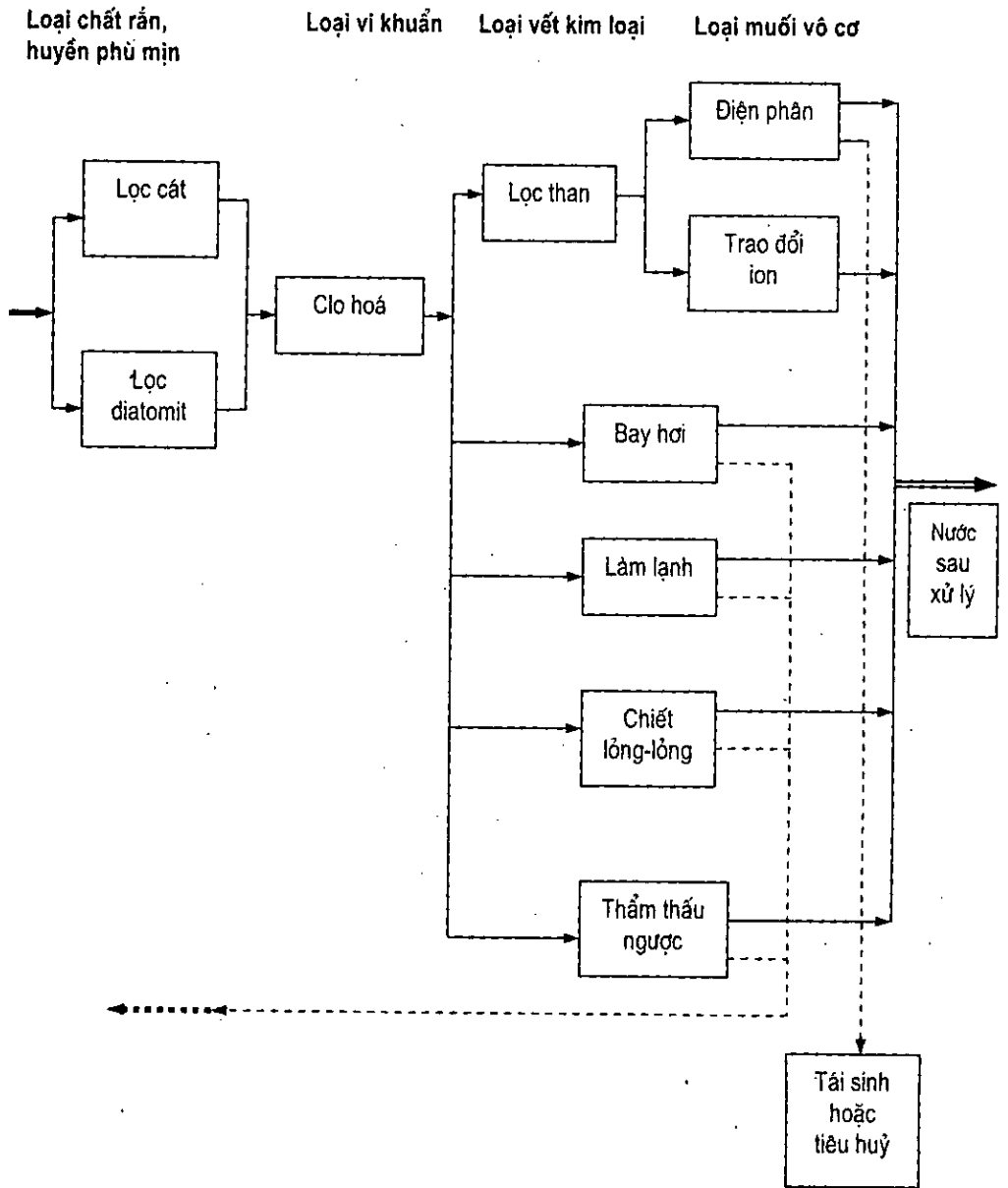
Ghi chú: $1\mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm}$, $1\text{nm} = 10^{-6} \text{ mm}$, $1\text{Å} = 10^{-7} \text{ mm}$

Các bậc với các phương pháp dùng trong quá trình xử lý nước thải:



Hình 1.1. Sơ đồ khối xử lý cấp I và cấp II

Ghi chú: Xử lý tiếp cấp III: —→ ; Xử lý chất thải rắn sau xử lý cấp III: ←.....
 Đường đi của nước thải trong quy trình xử lý: —→ ; Đường thu hồi phế thải: - - - - -→



Hình 1.2. Sơ đồ khối xử lý cấp III

Ghi chú: Xử lý từ cấp II sang cấp III: —> ; Đưa về xử lý chất thải rắn: <----->
 Đường đi của nước thải trong quy trình xử lý: —> Đường thu hồi phế thải: - - - ->

1.5. CÁC TIÊU CHUẨN CHẤT LƯỢNG NƯỚC

Căn cứ vào mức độ dư lượng gây độc hại cho môi trường sống và khả năng tự xử lý trong tự nhiên của mỗi loại chất thải, mỗi nước trên thế giới

đã xây dựng các đạo luật quy định mức độ tối thiểu cho phép sự hiện diện của các chất trong môi trường nước với các mục đích sử dụng khác nhau. Tuy nhiên, đáng chú ý nhất vẫn là các hợp chất liên quan hàng ngày đến sự sống. Đó là các hợp chất hữu cơ và các hợp chất có Nitơ và Phốt pho trong thành phần.

Bảng 1.1. Một vài thông số đặc trưng đối với chất lượng nước

Các thông số	Nước thải	Nước được chấp nhận sau xử lý
BOD, mg/l	100 – 250	5 – 15
COD, mg/l	200 – 700	15 – 75
Tổng Phốt pho, mg/l	6 – 10	0,2 – 0,6
Tổng Nitơ, mg/l	20 – 30	2 – 5
Chất rắn lơ lửng, mg/l	100 – 400	10 – 25

Dưới đây là các quy định về tiêu chuẩn chất lượng nước của Việt Nam.

Bảng 1.2. Tiêu chuẩn chất lượng nước uống cấp cho sinh hoạt và đô thị công nghiệp

Chỉ tiêu chất lượng	Tiêu chuẩn Việt Nam		Tiêu chuẩn WHO 1971	
	TCVN 33 – 85	TC – 20 TCN	Mức yêu cầu	Mức cho phép
Màu	<10 ⁰ thang coban	< 10 ⁰ thang coban	5 ⁰ Hazen	50 ⁰ Hazen
Độ trong Scheler, cm	> 30	> 30	–	–
Độ đục	–	–	5	25
Mùi vị	Không	Không	Không	Không
Tổng hàm lượng chất rắn, mg/l	–	< 1000	500	1500
Hàm lượng cặn không tan, mg/l	3	≤ 3	–	–
pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	7 – 8,5	6,5 – 9,2
Anion chất tẩy rửa, mg/l	–	–	0,2	1,0
Dầu khoáng, mg/l	–	–	0,01	0,3
Phenol, mg/l	–	–	0,001	0,002
Dẫn xuất phenol, mg/l	–	0	–	–
Độ cứng toàn phần	< 12d ⁰ H	< 12d ⁰ H	100mg CaCO ₃ /l	500mg CaCO ₃ /l

Chỉ tiêu chất lượng	Tiêu chuẩn Việt Nam		Tiêu chuẩn WHO 1971	
	TCVN 33 – 85	TC – 20 TCN	Mức yêu cầu	Mức cho phép
Canxi, mg/l	70 – 100	75–100	75	200
Clorua, mg/l	70 – 100	70 – 100 nội địa	200	600
Sắt, mg/l	≤ 0,3	≤ 0,3	0,1	1
Magie, mg/l		–	30	150
Mangan, mg/l	≤ 0,2	≤ 0,2	–	–
Sunfat, mg/l	250	250	200	400
Kẽm, mg/l		< 5	5,0	15
Amoniac, mgN/l		–	0,5	–
Nitrat, mg/l	6	< 6	< 45	–
Florua, mg/l		0,7–1,5	< 0,5	–
Asen, mg/l		< 0,05	–	0,05
Cadimi, mg/l		–	–	0,01
Xyanua, mg/l		0	–	0,05
Chi, mg/l		< 0,1	–	0,1
Thủy ngân, mg/l		–	–	0,001
Selen, mg/l		–	–	0,01
Độ oxy hoá KMnO ₄ , mg/l		0,5 – 2	–	–
Dihydro sunfua, mg/l		0	–	–
Iodua, mg/l		0,005 – 0,007	–	–
Phốt phat, mg/l	1,2 – 2,5	1,2 – 2,5	–	–
Crom, mg/l		0	–	–
Clor dư, mg/l			–	–
+ Đầu nguồn cuối nguồn	0,5 – 1	0,5 – 1		
+ Cuối nguồn	0,05	> 0,05		
Chỉ số <i>E.coli</i> , con/100ml nước	≤ 20	< 20	–	–
Vi khuẩn kỵ khí trong 1ml nước	0	0	–	–

Ghi chú: WHO (World Health Organization): Tổ chức Y tế thế giới

Bảng 1.3. Tiêu chuẩn chất lượng nước ngầm – TCVN 5944 – 1995.

Giá trị giới hạn cho phép của các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước ngầm

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn
1	pH		6,5 – 8,5
2	Màu	Pt – Co	5 – 50
3	Độ cứng (tính theo CaCO ₃)	mg/l	300 – 500
4	Chất rắn tổng số	mg/l	750 – 1500
5	Asen	mg/l	0,05
6	Cadimi	mg/l	0,01
7	Clorua	mg/l	200 – 600
8	Chi	mg/l	0,05
9	Crom (VI)	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 – 0,5
15	Nitrat	mg/l	45
16	Phenolat	mg/l	0,001
17	Sắt	mg/l	1 – 5
18	Sunfat	mg/l	200 – 400
19	Thuỷ ngân	mg/l	0,001
20	Selen	mg/l	0,01
21	Fecal-coli	MPN/100ml	Không
22	Coliform	MPN/100ml	3

Bảng 1.4. Tiêu chuẩn chất lượng nước mặt – TCVN 5942 – 1995

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn	
			A	B
1	pH		6 – 8,5	5,5 – 9
2	BOD ₅	mg/l	< 4	< 25
3	COD	mg/l	< 10	< 35
4	Oxy hoà tan	mg/l	≥ 6	≥ 2
5	Chất rắn lơ lửng	mg/l	20	80
6	Asen	mg/l	0,05	0,1
7	Bari	mg/l	1	4
8	Cadimi	mg/l	0,01	0,02
9	Chi	mg/l	0,05	0,1
10	Crom (VI)	mg/l	0,05	0,05
11	Crom (III)	mg/l	0,1	1
12	Đồng	mg/l	0,1	1
13	Kẽm	mg/l	1	2
14	Mangan	mg/l	0,1	0,8
15	Niken	mg/l	0,1	1
16	Sắt	mg/l	1	2
17	Thủy ngân	mg/l	0,001	0,002
18	Thiếc	mg/l	1	2
19	Amoni (tính theo Nitơ)	mg/l	0,05	1
20	Florua	mg/l	1	1,5
21	Nitrat (tính theo Nitơ)	mg/l	10	15
22	Nitrit (tính theo Nitơ)	mg/l	0,01	0,05
23	Xyanua	mg/l	0,01	0,05
24	Phenol (tổng số)	mg/l	0,001	0,02
25	Dầu, mỡ	mg/l	không	0,3
26	Chất tẩy rửa	mg/l	0,5	0,5
27	Tổng hoá chất bảo vệ thực vật (trừ DDT)	mg/l	0,15	0,15
28	DDT	mg/l	0,01	0,01
29	Coliform	MPN/100ml	5000	10000
30	Tổng hoạt độ phóng xạ α	Bq/l	0,1	0,1
31	Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/l	10	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 công nghiệp và nuôi trồng thủy sản có quy định riêng.

Bảng 1.5. Giá trị giới hạn cho phép của các thông số và nồng độ các chất ô nhiễm trong nước biển ven bờ – TCVN 5943 – 1995

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		
			Bãi tắm	Nuôi thủy sản	Các nơi khác
1	Nhiệt độ	°C	30		
2	Mùi		Không khó chịu		
3	pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
4	Oxy hoà tan	mg/l	≥ 4	≥ 5	≥ 4
5	BOD ₅ (20°C)	mg/l	< 20	< 10	< 20
6	Chất rắn lơ lửng	mg/l	25	50	200
7	Asen	mg/l	0,05	0,01	0,05
8	Amoniác (tính theo N)	mg/l	0,1	0,5	0,5
9	Cadimi	mg/l	0,005	0,005	0,01
10	Chì	mg/l	0,1	0,05	0,1
11	Crom (VI)	mg/l	0,05	0,05	0,05
12	Crom (III)	mg/l	0,1	0,1	0,2
13	Clo	mg/l		0,01	
14	Đồng	mg/l	0,02	0,01	0,02
15	Florua	mg/l	1,5	1,5	1,5
16	Kẽm	mg/l	0,1	0,01	0,1
17	Mangan	mg/l	0,1	0,1	0,1
18	Sắt	mg/l	0,1	0,1	0,3
19	Thủy ngân	mg/l	0,005	0,005	0,01
20	Sunfua	mg/l	0,01	0,005	0,01
21	Xyanua	mg/l	0,01	0,01	0,02
22	Phenol tổng số	mg/l	0,001	0,001	0,002
23	Váng dầu mỡ	mg/l	Không	Không	0,3
24	Nhũ dầu mỡ	mg/l	2	1	5
25	Tổng hoá chất bảo vệ thực vật	mg/l	0,05	0,01	0,05
26	Coliform	MPN/100ml	1000	1000	1000

Bảng 1.6. Nước thải công nghiệp – TCVN 5945 – 1995.*Giá trị giới hạn các thông số và nồng độ chất ô nhiễm*

STT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		
			A	B	C
1	Nhiệt độ	°C	40	40	45
2	pH		6 – 9	5,5 – 9	5 – 9
3	BOD ₅ (20°C)	mg/l	20	50	100
4	COD	mg/l	50	100	400
5	Chất rắn lơ lửng	mg/l	50	100	200
6	Asen	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 (VI)	mg/l	0,05	0,1	0,5
11	Crom (III)	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	Phốt pho hữu cơ	mg/l	0,2	0,5	1
19	Phốt pho tổng số	mg/l	4	6	8
20	Sắt	mg/l	1	5	10
21	Tetracloetylen	mg/l	0,02	0,1	0,1
22	Thiếc	mg/l	0,2	1	5
23	Thuỷ ngân	mg/l	0,005	0,005	0,01
24	Tổng nitơ	mg/l	30	60	60
25	Tricloetylen	mg/l	0,5	0,3	0,3
26	Amoniac (Tính theo N)	mg/l	0,1	1	10
27	Florua	mg/l	1	2	5
28	Phenolat	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	Coliform	MPN/100ml	5000	10000	
32	Tổng hoạt độ phóng xạ α	Bq/l	0,1	0,1	
33	Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/l	1,0	10	

KPHĐ: Không phát hiện được

Tham khảo về tiêu chuẩn chất lượng nước của một số Quốc gia trên thế giới.

Bảng 1.7. Tiêu chuẩn dòng thải xả vào nguồn nước mặt của Thụy Sĩ

Thông số	Nồng độ cực đại cho phép trong dòng xả
BOD	30/20*
Chất rắn lơ lửng (SS)	20 – 30
Giá trị permanganat	90/60*
Các chất độc:	
CN	0,1
Cr ⁺⁶	0,1
Hg	0,1
Cd	1,0
As	1,0
Pb	1,0
Sulfua (tính theo S)	0,1
Clo hoạt động	0,5
Dầu, mỡ	20
Khoáng chất	10
Phenol	0,05
Nhiệt độ	30°C
Các dung môi hữu cơ	Vết

Ghi chú:

- Tất cả các giá trị trừ pH và nhiệt độ đều đo ở mức mg/l;
- * Số đầu là giá trị lớn nhất, số thứ hai là giá trị trung bình 24 giờ.

Bảng 1.8. Các tiêu chuẩn chung của các sông trong quản lý môi trường ở nước Anh

Các thông số	Nồng độ cực đại cho phép trong dòng xả
Chất rắn lơ lửng	30 mg/l
BOD	20 mg/l
PV 4 giờ	20 mg/l
Xyanua (tính theo HCN)	
Xyanua hoà tan đơn thuần	0,1 mg/l
Hợp chất xyanua bổ sung	0,1 mg/l
Sunfua (S)	0,1 mg/l
Clo tự do	1,0 mg/l
Dầu mỡ	5,0 mg/l
Tổng kim loại độc	0,5 mg/l
Phenol	0,5 mg/l
Nhiệt độ	20°C
pH	6 – 9

Bảng 1.9. Các tiêu chuẩn dòng thải công nghiệp đã được phê chuẩn và thực hiện ở Ấn Độ

Các thông số	Giới hạn cho phép xả dòng thải công nghiệp			Giới hạn cho phép cho nước mặt trong đất liền
	Vào nước mặt trong đất liền	Vào cống công cộng	Lên bề mặt đất để đốt	Nước dùng cho cấp nước công cộng, vệ sinh
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
BOD ₅ , mg/l	30 ⁽¹⁾	500	500	3
Oxy hoà tan, % bão hoà	–	–	–	4
pH	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0	6,0 – 9,0
Tổng chất rắn lơ lửng lọc qua lưới 850µm, mg/l	100	600	–	–
Tổng chất rắn vô cơ hoà tan, mg/l	–	2100 ⁽²⁾	2100	–

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nhiệt độ	Không vượt quá 40°C tại tiết diện bất kỳ của dòng sông trong phạm vi 15m cách cửa thải	45°C		
Dầu, mỡ (mg/l)	10	100	30	–
Các hợp chất phenol tính theo C ₆ H ₅ OH, mg/l	1,0	5	–	0,01
Xyanua, tính theo CN, mg/l	0,2	–	–	0,001
Sunfua tính theo S, mg/l	2,0	2,0	–	–
Florua tính theo F, mg/l	1,0	–	–	1,5
Tổng clo dư, mg/l	2,0	–	–	0,2
Thuốc trừ sâu	–	–	–	–
Asen (tính theo As), mg/l	–	–	–	–
Bari (tính theo Ba), mg/l	–	–	–	–
Cadimi (tính theo Cd), mg/l	–	–	–	0,06
Crom (tính theo Cr), mg/l	–	2	1	–
Đồng (tính theo Cu), mg/l	–	3	–	0,1
Chì (tính theo Pb), mg/l	–	1	–	–
Thủy ngân (tính theo Hg), mg/l	–	–	–	–
Niken (tính theo Ni), mg/l	–	2	–	0,05
Selen (tính theo Se), mg/l	–	–	–	–
Bạc (tính theo Ag), mg/l	–	–	–	–
Kẽm (tính theo Zn), mg/l	–	15	2	–
Bo (tính theo B), mg/l	–	2,0 ⁽²⁾	–	–
Sunfat (tính theo SO ₄), mg/l	–	1000 ⁽²⁾	1000	–

Ghi chú:

- (1) Có thể cho phép tới 100ppm trong những trường hợp nhất định vì những lý do chính đáng không thể đạt được giới hạn này.
- (2) Những yêu cầu này sẽ chỉ áp dụng trong trường hợp sau khi xử lý nước cống thải lên bề mặt đất để tưới tiêu.

Bảng 1.10. Các tiêu chuẩn đồng thái thương mại cho phép do Bộ Công nghiệp Thái Lan quy định

Thông số	Chỉ tiêu
BOD ₅ (20°C)	Tối đa 20ppm hoặc không vượt quá 60ppm tùy thuộc vào điều kiện địa lý của điểm xả chất thải
Chất rắn lơ lửng	Tối đa 30ppm
Chất rắn hoà tan	Tối đa 2000ppm
pH	Giữa 5 – 9
Giá trị permanganat	Tối đa 60ppm
Sunfua (tính theo H ₂ S)	Tối đa 1ppm
Xyanua (tính theo HCN)	Tối đa 0,2ppm
Hắc ín	Không
Formandehit	Tối đa 1ppm
Phenol và cresol	Tối đa 1ppm
Clo tự do	Tối đa 1ppm
Kẽm	Tối đa 5ppm
Crom	Tối đa 0,5ppm
Asen	Tối đa 0,25ppm
Đồng	Tối đa 1,0ppm
Thủy ngân	Tối đa 0,005ppm
Cadimi	Tối đa 0,03ppm
Coban	Tối đa 1,0ppm
Selen	Tối đa 0,02ppm
Chi	Tối đa 0,2ppm
Niken	Tối đa 0,2ppm
Thuốc diệt côn trùng	Không
Các chất phóng xạ	Không
Nhiệt độ	Tối đa
Màu và mùi	Không bị phản đối khi trộn với nguồn tiếp nhận nước

Bảng 1.11. Các tiêu chuẩn nước cho những mục đích sử dụng khác nhau của Hoa Kỳ theo tài liệu của Ủy ban cố vấn kỹ thuật cho F.W.P.A về chỉ tiêu chất lượng (U.S. Dept. Interior, June 30, 1967. Washington D.C)

Chất lượng nước	Nghỉ ngơi giải trí và thẩm mỹ	Cấp nước công cộng		Cá và sinh vật hoang dại dưới nước			Nông nghiệp		
Màu, các đơn vị đo		75	<10	10% ánh sáng xuyên tới đáy	10% ánh sáng xuyên qua 1,8m				
Nhiệt độ, °C	<30	<30	<30	28-35,5 trong 6 giờ					13-30
Số Coli của phân/100ml	2000-200	2000	20						4000
Độ kiềm (CaCO ₃), ppm		30 - 500	30-500	>20	35-200	35-200			
Clorua, ppm		250	25						
Crom (VI), ppm		0,05	Không có				0,05	0,05	5-20
Đồng, ppm		1,0	Không có				1,0		0,2-5
Oxy hoà tan, ppm		>3,0	Gần tới bão hoà	>4,0	Đáy ở điều kiện ưa khí	>4,0			
Độ cứng CaCO ₃ , ppm		300-500	60-120						
Sắt, ppm		0,3	Không thấy bằng mắt thường				0,3		

Chất lượng nước	Nghỉ ngơi giải trí và thẩm mỹ	Cấp nước công cộng		Cá và sinh vật hoang dại dưới nước			Nông nghiệp		
Mangan, ppm		0,05	Không có				0,05		2,0-20
Nitrat, ppm		10,0 (N) Ind. NO ₂	Không thấy bằng mắt thường				45,0		
pH	5,0 - 9,0	6,0 - 8,5		6 - 9	7,0 - 9,2	6,5-8,5	6,0-8,5		4,5-9
Sunfat, ppm		250	50						
Tổng chất rắn hoà tan, ppm		500	200				500-5000	10,0	0 - 5000
Cacbon cloroform có thể chiết, ppm		0,15	0,04				0,0001 - 0,02		
Thuốc trừ sâu, ppm		0,001 - 0,1	Không có	Thay đổi với vi sinh vật	Thay đổi với vi sinh vật	Thay đổi với vi sinh vật			
Phenol, ppm		0,001	Không có						
Tổng độ phóng xạ β, μC/l		1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Xyanua, ppm		0,20	Không có				0,20		
Độ đục, ppm			Không thấy bằng mắt thường	10-50					

Chương 2

ĐẶC TRƯNG CHỦ YẾU CỦA NƯỚC THẢI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH XÁC ĐỊNH MỘT SỐ CHỈ TIÊU

2.1. ĐẶC TRƯNG CHỦ YẾU CỦA NƯỚC THẢI

Sự có mặt của một hỗn hợp phức tạp các chất vô cơ và hữu cơ hòa tan trong nước thải đã gây ra ô nhiễm cho môi trường nước. Bằng các phương pháp phân tích với các thiết bị hiện đại của các phòng thí nghiệm, ngày nay người ta có thể nhận dạng được tất cả các hợp chất này. Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng có thể làm được điều này vì sự chi phí tốn kém của nó, không những thế, các mẫu lấy phân tích nhiều khi cũng chưa thật đặc trưng cho nhiều mét khối nước, vì mỗi mẫu phân tích chỉ dùng một vài mililit nước (phần triệu mét khối nước).

Các tiêu chuẩn cho nước thải đã được các Quốc gia quy định, do vậy bất kỳ nguồn nước nào có hàm lượng các chất lớn hơn mức cho phép đều phải được xử lý. Các đặc trưng chủ yếu của nước thải là các tiêu chí quan trọng để đánh giá sơ bộ mức độ ô nhiễm. Thông thường nước thải có hàm lượng chất độc hại lớn hơn rất nhiều so với chỉ tiêu cho phép. Trừ một số hợp chất vô cơ, một số hợp chất hữu cơ đặc biệt độc hại với hàm lượng rất nhỏ, đòi hỏi phải có cách đánh giá và quản lý riêng, còn lại chủ yếu có thể đánh giá mức độ ô nhiễm thông qua một số chỉ tiêu chủ yếu sau đây:

2.1.1. Độ pH

Đó là thước đo tính axit hoặc bazơ của dung dịch nước. Nhìn chung, sự sống tồn tại và phát triển tốt nhất trong điều kiện môi trường nước trung tính có $pH = 7$. Tuy nhiên, sự sống vẫn chấp nhận một khoảng nhất định trên dưới giá trị trung tính ($6 < pH < 8,5$), đôi khi còn rộng hơn và

cá biệt vẫn có những vi sinh vật sống được ở các pH cực tiểu ($0 < \text{pH} < 1$) và cực đại $\text{pH} = 14$. Trong tự nhiên luôn luôn tồn tại một hệ đệm, do vậy, sự thay đổi nồng độ axit (H^+) hoặc bazơ (OH^-) đến một mức nào đó mới dẫn đến sự thay đổi pH.

2.1.2. Hàm lượng oxy hòa tan trong nước – DO (Dissolved Oxygen)

Các sinh vật sống trong nước gồm động vật và các vi sinh vật hiếu khí cần oxy, các vi sinh vật kỵ khí không cần oxy, thực vật nói chung cũng như thực vật sống trong nước nói riêng ban ngày quang hợp nên nhả oxy cho môi trường, còn ban đêm lại tiêu thụ một phần oxy. Như vậy, nguồn oxy hòa tan trong nước chủ yếu được đưa vào từ không khí thông qua mặt thoáng của khối nước trao đổi với không khí. Ở nhiệt độ và áp suất bình thường, lượng oxy hòa tan trong nước nằm trong khoảng 8 – 15mg/l. Trong môi trường có nhiều dinh dưỡng, các vi sinh vật hiếu khí hoạt động mạnh, cần tiêu thụ rất nhiều oxy nên lượng oxy hòa tan trong nước giảm đi rõ rệt. Việc giảm lượng oxy hòa tan trong nước đã tạo điều kiện cho các vi khuẩn yếm khí hoạt động nên đã sinh nhiều các hợp chất có mùi xú uế. Như vậy, việc xác định chỉ tiêu DO có thể đánh giá được sơ bộ mức độ ô nhiễm của môi trường nước. Nước có DO thấp thường là nước ô nhiễm.

2.1.3. Nhu cầu oxy theo lý thuyết – ThOD (Theoretical Oxygen Demand)

Nhu cầu oxy theo lý thuyết là lượng oxy cần thiết để oxy hoá hoàn toàn các chất hữu cơ có trong mẫu nước thải, được tính là số miligam oxy cần thiết trên một lít nước thải. Khi biết được chính xác thành phần và cấu tạo của từng chất hữu cơ có trong nước thải, về lý thuyết sẽ tính được lượng oxy cần thiết cho phản ứng oxy hóa triệt để các hợp chất này. Tuy nhiên, việc phân tích để xác định cấu tạo của từng chất cụ thể sẽ rất khó khăn và rất tốn kém. Vì vậy, có thể thông qua các phương pháp phân tích đơn giản hơn, với các thông số trung gian, để xác định được hàm lượng của các chất hòa tan trong nước thải.

2.1.4. Nhu cầu oxy tổng số – TOD (Total Oxygen Demand)

Nhu cầu oxy tổng số là lượng oxy cần thiết để oxy hoá hoàn toàn tất cả các chất hữu cơ, kể cả những chất hữu cơ khó phân huỷ bằng biện pháp oxy hoá thông thường, ví dụ như pyridin, benzen, kể cả amoni.

2.1.5. Nhu cầu oxy hóa học – COD (Chemical Oxygen Demand)

Nhu cầu oxy hoá học (COD) là lượng oxy cần thiết để oxy hoá các chất hữu cơ hoà tan trong mẫu nước bằng 2 chất oxy hóa mạnh là Kali – permanganat hoặc Kali bicromat trong môi trường axit mạnh.

Chỉ số này được dùng để đánh giá một cách tương đối tổng hàm lượng của các chất hữu cơ hòa tan trong nước thải. Chỉ số COD càng cao, mức độ ô nhiễm càng nặng và ngược lại.

2.1.6. Nhu cầu oxy hóa sinh – BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Nhu cầu oxy hoá sinh (BOD) là lượng oxy cần thiết để oxy hoá các chất hữu cơ có khả năng thoái biến sinh học trong mẫu nước thải bằng sự chuyển hoá hoá sinh hiếu khí.

Nhu cầu oxy đối với nước thải liên quan đến 3 loại chất trong nước thải:

1) Các chất hữu cơ được xem như là nguồn cacbon của vi sinh vật hiếu khí.

2) Các hợp chất nitrit, amoni và các hợp chất hữu cơ có nitơ được xem như là nguồn dinh dưỡng của một số loại vi khuẩn đặc biệt (ví dụ Nitrosomonas và Nitrobacter).

3) Các chất hoá học mang tính khử như sắt hoá trị 2 (Fe^{2+}), sunfit (SO_3^{2-}) và sunfua (S^{2-}) bị oxy hoá bởi oxy hoà tan trong nước.

Việc đo lượng oxy hòa tan bị giảm trong môi trường kín sẽ xác định được chỉ số BOD. Thời gian cần cho quá trình này kéo dài nhiều ngày. Thường là 5 ngày (BOD_5), 21 ngày (BOD_{21}) hoặc dài hơn nữa. Chỉ số BOD bao giờ cũng nhỏ hơn chỉ số COD, bởi vì không phải chất hữu cơ nào vi sinh vật cũng có thể sử dụng ngay được trong thời gian 5 ngày, 21 ngày. Cuối cùng, theo quy luật của tự nhiên về sự thích nghi với môi trường sống, chắc chắn sẽ xuất hiện những vi sinh vật có khả năng sử dụng được các chất mà trước đó chúng đã không sử dụng được, nhưng thời gian là chưa thể xác định được.

Mối tương quan giữa các chỉ số này có thể được xác định như sau (nếu coi ThOD là cao nhất):

Bảng 2.1. Tương quan chung giữa các chỉ số của một nguồn thải

Các chỉ số	Phần trăm
ThOD	100%
TOD	92%
COD (với phương pháp chuẩn)	83%
COD (với phương pháp thử nhanh)	70%
BOD ₂₁ (có sự oxy hoá nitơ)	65%
BOD ₂₁ (không sự oxy hoá nitơ)	55%
BOD ₅ (có sự oxy hoá nitơ)	58%
BOD ₅ (không sự oxy hoá nitơ)	52%

Bảng 2.2. Tương quan giữa BOD₅ và COD của một số nguồn thải

Loại nước thải	Chất ô nhiễm chủ yếu	BOD ₅	COD
Lò mổ	Chất rắn lơ lửng, protein	2600	4150
Nhà máy đường	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat	850	1150
Chế biến gỗ	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat	430	1400
Rượu, bia	Cacbohydrat, protein	550	
Chế biến thịt	Chất rắn lơ lửng, chất béo, protein	8000	17940
Nhà máy hóa học	Chất rắn lơ lửng, axit, kiềm, chất hữu cơ	500	980
Hoá than			
– Cốc	Phenol, xyanit	780	1670
– Khí than	Thioxyanat, Thiosunfat	6500	16400
– Khói	Amoni	20000	
Chung cất	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat, protein	7000	10000
Nước cống	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat, mỡ động vật, protein	350	300
Nước sản xuất NN	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat	1500	1800
Nước chuối vại	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat, lignin	1600	3600
Nước thải giặt	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat, xà phòng	1600	2700

Loại nước thải	Chất ô nhiễm chủ yếu	BOD ₅	COD
Sản xuất malt	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat	1240	1480
Sản xuất giấy	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat, lignin, sunfat	25,000	76,000
Công nghiệp men			
- Lên men		4,560	4,120
- Tổng hợp hoá học		960	1,580
- Bao gói		145	217
Chế biến dầu mỏ	Phenol, hydrocacbon, sunfua	840	1,500
Sản xuất nhựa	Phenol, formaldehyt, urê	7,400	12,900
Sản xuất bột	Chất rắn lơ lửng, cacbohydrat, protein	12,000	17,150
Thuộc da	Cacbohydrat, protein, sunfit	2,300	5,100

2.1.7. Chỉ số Nitơ

Cũng như Cacbon, nguyên tố Nitơ gắn liền với sự sống. Các hợp chất của Nitơ rất đa dạng. Sự phân giải các chất sống đến cuối cùng đã tạo ra Amoniac (NH_3) hòa tan tốt trong nước. Trong môi trường kiềm, khí Amoniac thoát ra có mùi khai khó chịu, cạnh tranh sự hòa tan của oxy trong nước, đầu độc các động vật thủy sinh. Trong môi trường trung tính và axit, Amoniac tồn tại dưới dạng cation amoni (NH_4^+), tạo điều kiện cho rêu tảo phát triển khi có ánh sáng. Vì vậy ở các ao hồ bẩn, nước thường có màu xanh lục. Khi có oxy và các vi khuẩn tự dưỡng, Amoniac (NH_3) được oxy hóa thành các oxyt của nitơ với các hoá trị khác nhau. Các hợp chất này đều độc với người và động vật ở các mức độ khác nhau. Sản phẩm cuối cùng của sự oxy hóa Amoniac cho oxyt có hóa trị cao nhất hòa tan trong nước tạo ra axit Nitric, tồn tại trong nước dưới dạng anion NO_3^- . Cũng như cation amoni (NH_4^+), anion (NO_3^-) cũng tạo điều kiện cho rêu tảo phát triển khi có ánh sáng. Trong điều kiện thiếu khí, anion NO_3^- sẽ bị denitrat hoá, chuyển về Nitơ.

Các chỉ số về Nitơ chủ yếu được thể hiện qua hàm lượng của toàn bộ dạng khử, dạng oxy hóa và tổng Nitơ.

Dạng khử: Nitơ hữu cơ, Nitơ amoniac N-NH_3 .

Dạng oxy hoá: nitrit N-NO_2^- , nitrat N-NO_3^- .

Nitơ tổng là toàn bộ Nitơ có trong các hợp chất hữu cơ nói chung. Hàm lượng Nitơ của từng dạng liên kết trong các hợp chất này là không thể xác định được. Chỉ có thể xác định tổng của các dạng nitơ bằng phương pháp phân tích Kjeldahl trên nguyên tắc Nitơ được phân giải để chuyển hết thành Nitơ amoniac $N-NH_3$, sau đó mới phân tích xác định NH_4^+ . Đương nhiên, cần phải phân tích hàm lượng NH_4^+ tự do để hiệu chỉnh.

2.1.8. Chỉ số Phốt pho

Nguyên tố Phốt pho tuy không tham gia vào cấu trúc của tất cả các chất sống, nhưng sự sống muốn phát triển được cần phải cung cấp năng lượng và chính các hợp chất Phốt pho đã làm nhiệm vụ cung cấp năng lượng dưới dạng hoá năng (các hợp chất ATP), trong đó chủ yếu là H_3PO_4 . Tuy nhiên, trong nước tự nhiên, H_3PO_4 khó tồn tại vì anion PO_4^{3-} rất dễ kết hợp với các cation khác (ví dụ ion Ca^{2+}) tạo ra các hợp chất kết tủa hầu như không tan trong nước. Các chỉ số về Phốt pho vì vậy thường ít khi vượt quá ngưỡng cho phép. Trong những điều kiện nhất định (ví dụ nước có độ pH thấp), các hợp chất của Phốt pho hoà tan dần trong nước, xuất hiện các anion $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} , và đến lúc đó, sự sống mới bắt đầu có điều kiện hoạt động và phát triển. Vì vậy, hiện tượng phú dưỡng được gắn liền với việc xuất hiện các anion trên có nhiều trong nước.

Tổng Phốt pho có mặt trong nước thải được tính là tổng hàm lượng của các hợp chất Phốt pho vô cơ (orthophotphat, polyphotphat,...) và các hợp chất Phốt pho hữu cơ như các hợp chất Phốt pho lipid, Phốt pho trong các hợp chất cấu tạo nên nhân tế bào (ADN và ARN) và màng tế bào, Phốt pho trong hợp chất ATP (Adenosin triphotphat),...

2.1.9. Chỉ số vi sinh vật

Coliform và Fecal coliform (coliform phân) là nhóm các vi sinh vật dùng để chỉ thị khả năng có sự hiện diện của các vi sinh vật gây bệnh. Nhóm Coliform gồm những vi sinh vật hiếu khí và kỵ khí tùy tiện, Gram âm, không sinh bào tử, hình que, lên men đường lactozơ và sinh hơi trong môi trường nuôi cấy lỏng. Dựa vào nhiệt độ tăng trưởng, nhóm này lại được chia thành hai nhóm nhỏ là Coliform và Coliform phân có nguồn gốc từ phân các loài động vật. Trong môi trường, Coliform phân được

quan tâm nhiều hơn vì Coliform phân có nguồn gốc từ ruột người và các động vật máu nóng, bao gồm các giống *Escherichia*, *Klebsiella* và *Enterobacter*. Khi Coliform phân hiện diện với số lượng lớn trong mẫu thì mẫu có khả năng bị nhiễm nước phân và có khả năng chứa các vi sinh vật gây bệnh hiện diện trong phân. Trong số các vi sinh vật của nhóm Coliform phân thì *E.coli* là loài được quan tâm nhiều nhất.

2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH XÁC ĐỊNH MỘT SỐ CHỈ TIÊU CỦA NƯỚC THẢI

2.2.1. Xác định chỉ số COD

Nguyên tắc chung là dùng chất oxy hoá mạnh để oxy hoá tất cả chất hữu cơ, cụ thể là oxy hoá cacbon đến mức oxy hoá cao nhất tạo ra CO_2 . Các chất oxy hoá mạnh thường dùng là KMnO_4 trong môi trường trung tính, hoặc iếm và $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ trong môi trường axit.

2.2.1.1. Dùng Kali bicromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

Kali bicromat là chất oxy hoá các hợp chất hữu cơ có trong mẫu nước. Lượng $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dư được chuẩn độ bằng dung dịch muối Mohr [$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$] với chỉ thị Feroin. Để phản ứng oxy hoá được xảy ra hoàn toàn cần bổ sung tinh thể Ag_2SO_4 làm xúc tác. HgSO_4 được sử dụng để loại bỏ ảnh hưởng của ion Cl^- trong quá trình phân tích.

a) Cách phân tích

Lấy V_m (ml) mẫu nước cần phân tích cho vào bình cầu, thêm V_1 (ml) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25N và một ít HgSO_4 tinh thể, lắc đều. Cho 2 – 3 viên đá bọt, lắp bình cầu vào sinh hàn hồi lưu. Hoà tan một ít tinh thể Ag_2SO_4 trong ($V_1 + V_m$) ml axit H_2SO_4 đặc. Đổ từ từ dung dịch hòa tan trên vào bình cầu. Đun hồi lưu trong 2 giờ, để nguội đến nhiệt độ phòng. Chuyển toàn bộ dung dịch trong bình cầu sang bình nón, tráng bình cầu bằng nước cất từ 2 – 3 lần. Thêm 1 – 2 giọt chỉ thị Feroin, lắc đều. Chuẩn độ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dư bằng dung dịch muối Mohr 0,1N đến khi dung dịch chuyển từ màu xanh sang màu nâu đỏ thì kết thúc phép chuẩn độ.

Chỉ số COD được xác định theo công thức:

$$\text{COD}(\text{mg/l}) = \frac{(V_1 \times N_1 - V_2 \times N_2) \times 8 \times 1000}{V_m}$$

Trong đó:

V_m : Thể tích mẫu nước đem phân tích (ml).

V_1 : Thể tích dung dịch $K_2Cr_2O_7$ (ml).

V_2 : Thể tích dung dịch muối Mohr (ml).

N_1 : Nồng độ đương lượng của $K_2Cr_2O_7$ (N).

N_2 : Nồng độ đương lượng của muối Mohr (N).

8 : Đương lượng gam của oxy.

1000 : Hệ số chuyển đổi thể tích từ mililít sang lít.

b) Một số điểm cần chú ý

– Mẫu nước phân tích cần phải lọc trong, vì đối tượng xác định nhu cầu oxy ở đây là các hợp chất hữu cơ hoà tan trong nước.

– Mẫu nước phân tích cần được dự đoán độ đậm nhạt để pha loãng ở mức độ thích hợp sao cho lượng $K_2Cr_2O_7$ sau phản ứng phải còn dư.

– Dung dịch muối Mohr nên dùng ngay sau khi pha, nếu pha rồi sau một vài ngày mới dùng thì cần phải chuẩn độ lại để xác định nồng độ muối Mohr một cách chính xác.

– Có thể dùng phương pháp so màu để xác định $K_2Cr_2O_7$ dư.

+ Cũng có thể chỉ cần đun trong khoảng 15 phút (không cần đến 2h) nhưng phải hiệu chỉnh kết quả, giá trị phân tích COD xác định được chỉ đạt 75%. Với cách làm này cho kết quả không chính xác và chỉ có ý nghĩa xác định nhanh một cách tương đối chỉ số COD.

2.2.1.2. Dùng Kali permanganat ($KMnO_4$)

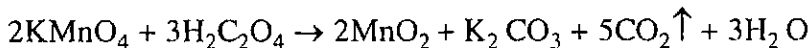
a) Trong môi trường axit

Cho vào mẫu nước thải một lượng dung dịch Kali permanganat và đun sôi trong 30 phút. Dung dịch sau khi đun vẫn còn màu tím, được làm nguội và thêm vào một lượng amoni oxalat ($(NH_4)_2C_2O_4$) đến khi mất màu hoàn toàn. Chuẩn độ lượng oxalat dư bằng dung dịch Kali – permanganat cho đến khi xuất hiện màu trở lại. Tính toán lượng oxalat và lượng Kali permanganat, suy ra COD. Cho đến trước năm 1965, đây được xem là phương pháp chuẩn. Ngày nay, chủ yếu dùng phương pháp kali

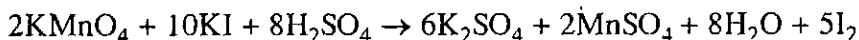
bicromat. Tuy nhiên, đối với một số loại mẫu nhất định, phương pháp này tỏ ra có hiệu quả nhưng lại phải tiến hành trong môi trường trung tính hoặc kiềm.

b) Trong môi trường trung tính hoặc kiềm yếu

Với môi trường này phản ứng giữa Kali permanganat (KMnO_4) và chất hữu cơ có trong nước (ví dụ axit oxalic $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) xảy ra như sau:



Xác định lượng dư KMnO_4 bằng phương pháp Iốt theo phương trình phản ứng sau:



Lượng iốt giải phóng ra được chuẩn độ bằng dung dịch thiosunfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) có nồng độ biết trước. Thể tích dung dịch thiosunfat tiêu hao trong quá trình tương quan với lượng iốt tự do được giải phóng ra và tương quan với lượng KMnO_4 còn dư. Để tính toán đơn giản, lượng KMnO_4 ban đầu cũng được xác định tương quan với thể tích dung dịch thiosunfat.

c) Cách phân tích

Lấy chính xác 10ml mẫu nước và 10ml dung dịch KMnO_4 0,02N cho vào bình 3 cổ, lắc đều. Cho thêm vài viên đá bọt. Lấp sinh hàn hồi lưu. Đun hồi lưu và giữ nhiệt độ ở khoảng 150°C trong 10 phút. Để nguội và chuyển toàn bộ sang bình nón, tráng bình cầu bằng nước cất 2, 3 lần. Dung dịch thu được phải có màu tím hồng hoặc tím xanh.

Chú ý: Nếu dung dịch sau khi đun hồi lưu và làm nguội có màu nâu hung, chứng tỏ lượng KMnO_4 không đủ cho phản ứng và không còn dư, phép phân tích về sau là không thích hợp nữa. Khi đó phải làm lại và pha loãng mẫu hơn nữa.

Cho 0,5 gam KI (hoặc 5ml dung dịch KI 10%) và 5ml dung dịch H_2SO_4 (1 thể tích axit đặc và 3 thể tích nước) vào bình nón, lắc đều ta được dung dịch màu vàng. Chuẩn độ dung dịch này bằng thiosunfat cho đến khi dung dịch có màu vàng nhạt, sau đó cho 1ml dung dịch hồ tinh bột, dung dịch chuyển màu xanh lam, tiếp tục chuẩn độ đến khi dung dịch không màu. Ghi thể tích thiosunfat tiêu tốn.

Chỉ số COD được xác định theo công thức:

$$\text{COD (mg/l)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 8 \times 1000}{V_m}$$

Trong đó:

V_m : Thể tích mẫu nước thải đem phân tích (ml).

V_1 : Thể tích dung dịch thiosunfat đã sử dụng trong phép xác định tương quan (ml).

V_2 : Thể tích dung dịch thiosunfat sử dụng khi chuẩn độ mẫu nước thải (ml).

N : Nồng độ tương đương của dung dịch thiosunfat.

8 : Đương lượng gam của oxy.

1000 : Hệ số chuyển đổi thể tích từ mililít sang lít.

Ưu điểm của phương pháp KMnO_4 là có thể phân tích xác định COD trong trường hợp nước thải có nhiều ion Cl^- . Ví dụ như muốn xác định chỉ số COD của nước biển ta phải làm theo phương pháp này.

2.2.2. Xác định chỉ số BOD

Sử dụng một chai thuỷ tinh có nút kín, thể tích 250 – 300ml. Lấy một lượng mẫu nhất định cho vào chai thuỷ tinh trên và pha loãng bằng nước cất đã bão hoà oxy, có bổ sung một số nguyên tố dinh dưỡng chính như N, P, K và một số nguyên tố dinh dưỡng vi lượng như Fe, Mg, Mn, Zn,... Điều chỉnh pH = 7 bằng cách dùng hệ đệm phốt phát. Xác định lượng oxy hoà tan ban đầu. Nút kín và ủ trong tủ tối có nhiệt độ ổn định là 20°C trong thời gian 5 ngày (hoặc 21 ngày). Xác định lượng oxy hoà tan còn lại trong mẫu sau 5 ngày (hoặc 21 ngày). Giá trị BOD_5 được tính theo công thức sau:

$$\text{BOD}_5 \text{ (mg/l)} = \frac{D_1 - D_2}{P}$$

Trong đó:

D_1 : Nồng độ oxy hoà tan của mẫu nước thải pha loãng trước khi ủ (mg/l).

D_2 : Nồng độ oxy hoà tan của mẫu nước thải pha loãng sau khi ủ 5 ngày ở 20°C (mg/l).

P : Tỷ số pha loãng, được tính như sau:

$$P = \frac{\text{Thể tích mẫu nước thải đem phân tích}}{\text{Tổng thể tích nước thải và nước pha loãng}}$$

Trong trường hợp dự tính mẫu nước thải sau khi pha loãng không bảo đảm đủ số lượng vi sinh vật cần thiết, người ta phải bổ sung thêm vi sinh vật, khi đó BOD₅ được tính theo công thức sau:

$$\text{BOD}_5 \text{ (mg/l)} = \frac{(D_1 - D_2) - (B_1 - B_2) \cdot F}{P}$$

Trong đó:

D₁: Nồng độ oxy hoà tan của mẫu nước thải pha loãng đã bổ sung thêm vi khuẩn trước khi ủ (mg/l).

D₂: Nồng độ oxy hoà tan của mẫu nước thải pha loãng đã bổ sung thêm vi khuẩn sau khi ủ 5 ngày ở 20°C (mg/l).

B₁: Nồng độ oxy hoà tan của nước pha loãng đã bổ sung thêm vi khuẩn trước khi ủ (mg/l) (dùng làm đối chứng).

B₂: Nồng độ oxy hoà tan của nước pha loãng đã bổ sung thêm vi khuẩn sau khi ủ 5 ngày ở 20°C (mg/l) (dùng làm đối chứng).

F: Tỷ số giữa thể tích chất lỏng bổ sung vi khuẩn trong mẫu và trong đối chứng:

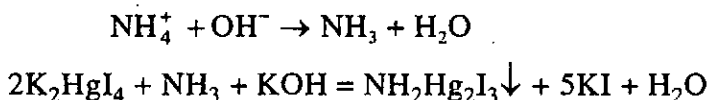
$$F = \frac{\text{Thể tích chất lỏng bổ sung vi khuẩn trong } D_1}{\text{Thể tích chất lỏng bổ sung vi khuẩn trong } B_1}$$

P: Tỷ số pha loãng như phân trên.

2.2.3. Xác định hàm lượng amoni trong nước bằng phương pháp so màu với chỉ thị Nessler

2.2.3.1. Nguyên tắc chung

Nguyên tắc chung là trong môi trường kiềm, NH₄⁺ tác dụng với K₂HgI₄ tạo thành kết tủa màu vàng nâu (NH₂Hg₂I₃):



Tùy thuộc vào hàm lượng NH_4^+ có trong dung dịch mà kết tủa có màu từ vàng đến đỏ nâu và ổn định trong khoảng 1 giờ.

2.2.3.2. Yếu tố cản trở và cách loại trừ

Nguyên nhân cản trở việc xác định amoni theo phương pháp này là các yếu tố như độ cứng của nước, sắt, sunfit, clo, độ vẩn đục của nước. Khắc phục độ cứng của nước bằng dung dịch muối xecnet hay complexon III. Các ion sắt, sunfit và vẩn đục được loại trừ bằng cách làm lắng trong với muối kẽm (1ml dung dịch $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 10% tinh khiết cho 100ml mẫu nước). Clo cản trở khi hàm lượng bằng 0,01mg/l, được loại trừ bằng cách thêm Natri thiosunfat hay Natri acsenat.

2.2.3.3. Các hoá chất cần thiết

a) Chuẩn bị dung dịch NH_4 tiêu chuẩn

– Dung dịch A: Hoà tan 0,2965 gam NH_4Cl tinh khiết đã sấy khô đến khối lượng không đổi ở 105 – 110°C trong 2 giờ bằng nước cất 2 lần trong bình định mức dung tích 1 lít, thêm nước cất đến vạch và thêm 1ml clorofooc (để bảo vệ). 1ml dung dịch này có 0,1mg NH_4^+ .

– Dung dịch B: Lấy 100ml dung dịch A pha loãng bằng nước cất 2 lần đến vạch 1 lít và thêm 1ml clorofooc. 1ml dung dịch này có 0,01mg NH_4^+ .

b) Dung dịch muối xecnet

Hoà tan 50 gam muối Kali natri tactrat ($\text{KNaC}_2\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) trong nước cất và thêm nước đến 100ml. Sau khi lọc, cho thêm 5ml dung dịch NaOH 10% và đun nóng một thời gian để đuổi hết NH_3 . Thể tích dung dịch sau khi đun còn 100ml.

c) Chuẩn bị thuốc thử Nessler

Hoà tan 80 gam KI và 115 gam HgI_2 bằng 500ml nước cất không có amoniac vào cốc dung tích 1 lít, cẩn thận trộn đều và thêm 500ml dung dịch NaOH 6N. Để lắng tủa vài ngày (chỗ tối) và gạn dung dịch trong suốt cho vào lọ có nút kín (chỗ tối). Thuốc thử có màu vàng nhạt. Tủa lắng không làm hỏng thuốc thử, nhưng để xác định chính xác cần thận trọng lấy chất lỏng trong suốt ở trên mặt.

2.2.3.4. Cách phân tích

a) Phân tích các mẫu thực

Pha loãng mẫu bằng nước cất sao cho nồng độ mẫu nằm trong khoảng đường chuẩn. Lấy 5ml mẫu cho vào ống nghiệm khô, thêm 0,2ml Xecnet và 0,3ml Nessler, lắc đều, để yên 10 phút và đo quang ở bước sóng 420nm. Tính toán nồng độ amoni trong mẫu theo phương trình đường chuẩn.

b) Dụng đường chuẩn cho phép phân tích

Lấy vào các ống nghiệm khô lượng các dung dịch tiêu chuẩn B ($0,01\text{mg/ml NH}_4^+$) như sau:

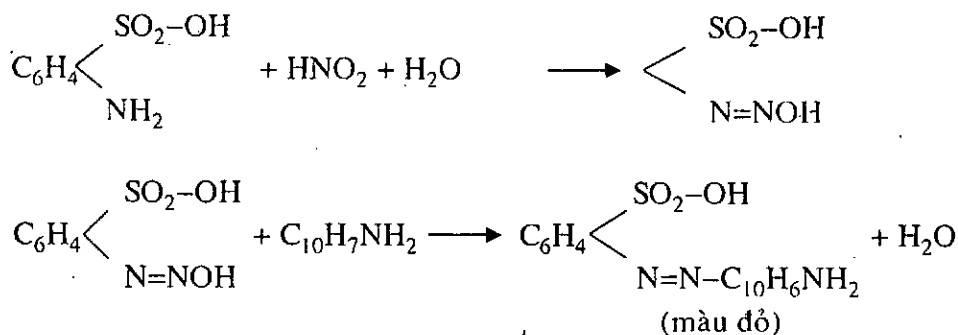
Ống nghiệm	TT dung dịch tiêu chuẩn B (ml)	Nước cất (ml)	Xecnet (ml)	Nessler (ml)
1	0,00	5,00	0,2	0,3
2	0,05	4,95	0,2	0,3
3	0,10	4,90	0,2	0,3
4	0,20	4,80	0,2	0,3
5	0,40	4,60	0,2	0,3
6	0,50	4,50	0,2	0,3
7	0,60	4,40	0,2	0,3
8	0,80	4,20	0,2	0,3
9	1,00	4,00	0,2	0,3
10	1,20	3,80	0,2	0,3
11	1,50	3,50	0,2	0,3

Sau khi cho thuốc thử, lắc đều các ống nghiệm, để yên 10 phút rồi đem đo màu ở bước sóng 420nm bằng máy đo quang Jenway 6300 Spectrophotometer. Xây dựng đường chuẩn biểu diễn sự phụ thuộc độ hấp thụ quang vào nồng độ amoni trong mẫu nước từ kết quả của mật độ quang đo được.

2.2.4. Xác định hàm lượng NO_2^- trong nước bằng phương pháp so màu với thuốc thử Griss

2.2.4.1. Nguyên tắc

Nguyên tắc chung là trong môi trường axit axetic, ion NO_2^- phản ứng với axit sunfanilic và α -naphthylamin tạo thành hợp chất có màu đỏ.



Cường độ màu tỷ lệ với hàm lượng nitrit có trong nước. Đo quang trên máy ở bước sóng 520nm. Từ mật độ quang thu được và dựa vào phương trình đường chuẩn, ta rút ra được hàm lượng nitrit tương ứng.

2.2.4.2. Các yếu tố ảnh hưởng và cách loại trừ

– Ảnh hưởng của sự vẩn đục và màu của nước được khắc phục bằng cách lọc qua giấy lọc băng xanh trước khi phân tích.

– Hầu hết các cation Fe^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Sb^{2+} , Pb^{2+} đều gây ảnh hưởng cho việc xác định nitrit. Chúng được loại trừ bằng cách cho dung dịch đi qua cột cationit dạng NH_4^+ .

– Lượng Cl^- lớn hơn 3mg/l cũng gây ảnh hưởng, khi đó có thể loại trừ bằng cách thêm Ag_2SO_4 để tạo kết tủa AgCl , sau đó lọc bỏ đi.

– Ion NO_3^- không gây ảnh hưởng gì cho việc xác định.

2.2.4.3. Hoá chất cần thiết

a) Chuẩn bị thuốc thử Griss

– Dung dịch axit sunfanilic: Hoà tan 0,5 gam axit sunfanilic trong 150ml dung dịch CH_3COOH 12%. Dung dịch được giữ trong lọ màu sẫm.

– Từ axit axetic đặc pha thành 150ml dung dịch CH_3COOH 12%.

Khi sử dụng sẽ trộn lẫn hai dung dịch với thể tích như nhau.

b) Chuẩn bị dung dịch tiêu chuẩn NaNO_2

Hoà tan 0,1497 gam NaNO_2 tinh khiết đã sấy khô ở 105°C trong 2 giờ bằng nước cất, pha loãng đến vạch 1 lít. 1ml dung dịch này có $0,1\text{mg NO}_2^-$.

– Dung dịch 1: Dung dịch có hàm lượng $0,01\text{mg/l}$, chuẩn bị bằng cách pha loãng 10 lần dung dịch trên bằng nước cất. Dung dịch pha trong ngày phân tích.

– Dung dịch 2: Dung dịch có hàm lượng $0,001\text{mg/l}$, chuẩn bị bằng cách pha loãng 10 lần dung dịch 1 bằng nước cất. Dung dịch chuẩn bị trong ngày phân tích.

2.2.4.4. Tiến hành phân tích

Lấy 5ml mẫu nước cho vào ống nghiệm khô, thêm 1ml axit sulfanilic và 1ml α -naphtylamin. Lắc đều, để yên 20 phút rồi đem đo mật độ quang ở bước sóng 520nm.

2.2.4.5. Lập đường chuẩn

Lần lượt cho vào các ống nghiệm khô những thể tích dung dịch tiêu chuẩn NaNO_2 $0,001\text{mg/ml}$ như sau:

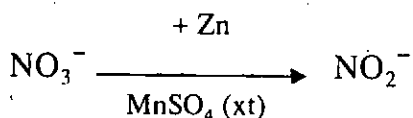
Ống nghiệm	TT DD tiêu chuẩn NaNO_2 $0,001\text{mg/ml}$ (ml)	TT nước cất (ml)	Sulfanilic (ml)	α -Naphty- lamin (ml)
1	0,0	5,0	1	1
2	0,1	4,9	1	1
3	0,2	4,8	1	1
4	0,4	4,6	1	1
5	0,5	4,5	1	1
6	0,8	4,2	1	1
7	1,0	4,0	1	1
8	1,6	3,4	1	1
9	2,0	3,0	1	1
10	2,5	2,5	1	1
11	5,0	0,0	1	1

Sau khi cho thuốc thử, lắc đều, để yên trong 20 phút, đo quang bằng máy Novaspeci ở bước sóng 520nm.

2.2.5. Xác định nitrat hàm lượng NO_3^- trong nước bằng phương pháp đo màu

2.2.5.1. Nguyên tắc chung

Nguyên tắc chung là dưới tác dụng của Zn và xúc tác là MnSO_4 trong môi trường axit axetic 10%, toàn bộ NO_3^- bị khử về NO_2^- . Khi đó, có thể xác định hàm lượng nitrat một cách gián tiếp dựa vào việc xác định hàm lượng nitrit tạo thành.



Khi mẫu nước phân tích có cả nitrat và nitrit, ta xác định hàm lượng nitrit trước (theo phương pháp như trên), sau đó tiến hành khử nitrat về nitrit rồi xác định tổng hàm lượng nitrit có trong mẫu. Hàm lượng nitrat trong mẫu được xác định bằng cách lấy mật độ quang tương ứng với tổng hàm lượng nitrit tạo thành ở phản ứng trên và hàm lượng nitrit ban đầu trừ đi mật độ quang tương ứng với hàm lượng nitrit có trong mẫu phân tích ban đầu, lấy mật độ quang thu được so vào phương trình đường chuẩn của nitrat, suy ra được hàm lượng nitrat tương ứng.

2.2.5.2. Hoá chất và thuốc thử cần thiết

- CH_3COOH 10%.
- Hỗn hợp 100g MnSO_4 và 1g Zn (không chứa NO_3^-) được nghiền mịn trong cối sứ (hỗn hợp A).
- Hỗn hợp 10mg α -Naphtylamin và 20mg axit sulfanilic hoà tan trong 50ml axit axetic 10% (hỗn hợp B).
- Pha dung dịch chuẩn NO_3^- 0,1mg/l: Hoà tan 0,1631g KNO_3 tinh khiết phân tích đã sấy khô ở 105°C trong 2 giờ bằng nước cất hai lần, lắc kỹ rồi định mức đến 1lít. 1ml dung dịch này có hàm lượng 0,1mg NO_3^- .
- Pha dung dịch chuẩn NO_3^- 0,01mg/ml: Pha loãng dung dịch chuẩn trên 10 lần ta được dung dịch chuẩn NO_3^- 0,01mg/ml.

2.2.5.3. Quy trình phân tích mẫu thực

Lấy 5ml mẫu cho vào ống nghiệm khô, cho 2ml CH₃COOH 10%, lắc đều rồi cho 0,1g hỗn hợp bột (MnSO₄ + Zn), lắc đến tan hết. Thêm tiếp 0,5ml hỗn hợp B, lắc đều. Để yên 15 phút rồi đem so màu ở bước sóng 520nm.

2.2.5.4. Lập đường chuẩn

Cho vào các ống nghiệm khô lượng các dung dịch chuẩn NO₃⁻ 0,01mg/ml: 0,0, 0,2, 0,4, 0,8, 1,2, 1,6, 2,4, 3,0, 5,0, 8,0, 10,0ml. Lần lượt cho các thuốc thử như trên rồi đem đo quang ở bước sóng 520nm. Từ mật độ quang thu được, ta xây dựng phương trình đường chuẩn cho nitrat.

2.2.6. Xác định Nitơ tổng số bằng phương pháp Kjeldahl

2.2.6.1. Nguyên tắc chung

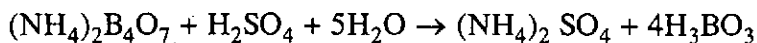
Bằng các phương pháp nêu trên, ta có thể xác định được hàm lượng của Nitơ tồn tại dưới dạng amoni cũng như dưới dạng NO₂⁻ và NO₃⁻. Còn một lượng Nitơ không nhỏ tồn tại trong các hợp chất hữu cơ vẫn chưa được xác định. Cấu trúc của Nitơ trong các hợp chất hữu cơ này lại rất đa dạng. Tuy nhiên, nếu thoái biến đến cùng các hợp chất hữu cơ này thì toàn bộ Nitơ sẽ được chuyển thành amoni. Do đó để phân tích hàm lượng của Nitơ, người ta chỉ xác định được hàm lượng chung của Nitơ gọi là Nitơ tổng số theo phương pháp Kjeldahl.

Nguyên tắc chung của phương pháp này là dùng axit sunfuric đậm đặc oxy hoá toàn bộ các hợp chất hữu cơ có Nitơ về amoniac (NH₃). Do vậy, để không lẫn với lượng amoni mới được hình thành ta phải phân tích xác định NH₃ tự do có sẵn trong mẫu nước thải trước để hiệu chỉnh về sau. NH₃ mới sinh và NH₃ tự do đều kết hợp với axit sunfuric đậm đặc để chuyển thành muối amoni sunfat. Sau đó lại tách toàn bộ NH₃ từ amoni sunfat (vừa hình thành) bay ra khỏi dung dịch bằng cách đun nóng dung dịch với NaOH. Có 2 cách hấp thụ NH₃ và hơi nước cùng bay ra:

- Bằng dung dịch axit boric (H₃BO₃):



Định lượng (NH₄)₂B₄O₇ bằng H₂SO₄ 0,1N



– Bằng dung dịch axit sunfuric (H_2SO_4):



Định lượng H_2SO_4 dư bằng NaOH có cùng nồng độ đương lượng gam.

2.2.6.2. Cách phân tích

Lấy 10ml mẫu vào bình Kjeldahl, sau đó thêm vào 10 – 20ml H_2SO_4 đậm đặc. Đậy bình, lắc nhẹ, đặt lên bếp đun trong khoảng 30 – 40 phút. Chuyển dung dịch sang bình khác có lắp ống dẫn với bình đựng dung dịch H_3BO_3 hoặc H_2SO_4 . Nếu bình hứng dùng H_3BO_3 ta lấy 20ml H_3BO_3 3%, thêm vài giọt chỉ thị Tariso. Nếu bình hứng dùng H_2SO_4 ta lấy 20ml H_2SO_4 0,1N, thêm vài giọt thuốc thử hỗn hợp metyl.

a) Dùng H_3BO_3

– Rót từ từ khoảng 70ml NaOH, sau đó lắc đều và đun để NH_3 bay ra cùng hơi nước sang bình hứng có H_3BO_3 tạo thành $(NH_4)_2B_4O_7$. Tiến hành trong 30 phút hoặc hơn, tùy thuộc vào phép thử giấy quỳ (tại giọt nước từ ống dẫn sang) không đổi từ màu hồng sang xanh là được.

– Định lượng amoni tetraborat $(NH_4)_2B_4O_7$ tạo thành trong bình hứng bằng dung dịch H_2SO_4 0,1N đến khi xuất hiện màu hồng nhạt và tính kết quả theo công thức sau:

$$N(\text{mg/l}) = \frac{n \times 1,42 \times 1000}{V}$$

Trong đó:

n : số ml H_2SO_4 0,1N dùng để chuẩn độ.

1,42 : số mg nitơ ứng với 1ml H_2SO_4 0,1N.

1000: hệ số chuyển đổi từ mililit sang lít.

V : thể tích của mẫu.

b) Nếu dùng H_2SO_4 để hấp thụ NH_3 thì chuẩn độ bằng dung dịch NaOH 0,1N và tính kết quả theo công thức sau:

$$N(\text{mg/l}) = \frac{(n_1 - n_2) \times 1,42 \times f \times 1000}{V}$$

Trong đó:

n_1 : số ml H_2SO_4 0,1N cho vào bình hứng.

n_2 : số ml NaOH 0,1N dùng để chuẩn độ axit dư.

f : hệ số điều chỉnh nồng độ H_2SO_4 ở bình hứng, $f = 1$ nếu nồng độ H_2SO_4 chính xác bằng 0,1N.

1,42 : số mg nitơ ứng với 1ml H_2SO_4 0,1N.

1000: hệ số chuyển đổi từ mililit sang lít.

V : thể tích của mẫu.

2.2.7. Xác định Coliform và *E.coli*

Có 2 cách định lượng: Coliform và *E.coli*.

2.2.7.1. Bằng phương pháp MPN (Most Probable Number)

Phương pháp này dựa trên nguyên tắc mẫu được pha loãng thành một dãy thập phân (hai nồng độ kế tiếp nhau khác nhau 10 lần). 3 hoặc 5 mẫu có độ pha loãng thập phân liên tiếp được ủ trong ống nghiệm chứa môi trường thích hợp có ống bẫy khí Durham. Mỗi nồng độ pha loãng được ủ từ 3 đến 5 ống lặp lại. Theo dõi sự sinh hơi và đổi màu để định tính sự hiện diện trong từng ống nghiệm (đây là các ống dương tính). Ghi nhận số ống nghiệm cho phản ứng dương tính ở mỗi nồng độ pha loãng và dựa vào bảng MPN để suy ra số lượng nhóm vi sinh vật tương ứng hiện diện trong 1ml mẫu ban đầu.

2.2.7.2. Bằng phương pháp đếm khuẩn lạc (CFU: Colony-Forming Unit)

Mẫu được pha loãng và đưa một thể tích nhất định lên môi trường thạch chọn lọc thích hợp chứa lactozơ. Đếm số khuẩn lạc lên men lactozơ và sinh axit sau khi ủ ở $44^\circ C$ trong 24 – 48h. Coliform phân được tính dựa trên số lượng khuẩn lạc điển hình đếm được, tỷ lệ khẳng định và độ pha loãng mẫu trước khi cấy vào đĩa. Đối với *E.coli* cần kiểm tra bằng các thử nghiệm IMVC (Indol, Metyl red, Voges-Proskauer, Citrat). Cách tính kết quả:

$$A \text{ (CFU / ml)} = \frac{N}{n_1 v f_1 + \dots + n_i v f_i} \times R$$

Trong đó:

N: tổng số khuẩn lạc đếm được.

n_i : số đĩa có số khuẩn lạc được chọn tại mỗi độ pha loãng.

v : dung tích mẫu (ml) cấy vào mỗi đĩa.

f_i : độ pha loãng có số khuẩn lạc được chọn tại các đĩa đếm.

R : tỷ lệ khẳng định.

PHẦN HAI

KỸ THUẬT XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Chương 3

XỬ LÝ CẤP I – TIỀN XỬ LÝ NƯỚC THẢI (XỬ LÝ SƠ BỘ)

3.1. KHẢO SÁT VÀ ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ Ô NHIỄM

Để tiến hành xử lý một nguồn nước thải, trước hết phải biết thành phần các chất gây ô nhiễm và nguồn gốc phát sinh ra chúng. Biết nguồn gốc phát sinh có thể dự đoán được thành phần của nước thải, tuy nhiên đó cũng chỉ là dự đoán. Phải phân tích xác định các chỉ tiêu để làm cơ sở cho việc lựa chọn các phương pháp xử lý thích hợp. Việc xác định các chỉ tiêu không thể chỉ tiến hành phân tích một mẫu, với các cơ sở phân tích có uy tín, có thiết bị tin cậy là đủ mà phải phân tích rất nhiều mẫu và chấp nhận sai số hệ thống với mục đích là tìm sự biến thiên của các chỉ số đó trong môi trường. Hiện nay ở nước ta đã có nhiều cơ sở xử lý nước thải, nhưng trong số đó không ít các cơ sở không đáp ứng được yêu cầu xử lý. Nguyên nhân chủ yếu là do chưa có đủ các số liệu thực tế, chính xác nên bài toán bị sai ngay từ ban đầu. Bên cạnh đó, các nhà thiết kế hầu như lại sao chép nguyên mẫu từ các tài liệu nước ngoài mà không tính đến các hoàn cảnh cụ thể của nước ta, và sâu xa hơn là thiếu sự hiểu biết về các biến đổi lý học, hoá học, sinh học của vật chất.

Việc lấy mẫu để khảo sát là rất quan trọng. Càng nhiều mẫu càng phản ánh đúng thực trạng của nguồn nước. Các mẫu phải đại diện được cho các vị trí không gian và thời gian.

Một số thông số có thể biến đổi trong quá trình chuyên chở và bảo quản mẫu, vì vậy nếu có các thiết bị đo nhanh tại hiện trường là tốt nhất. Ví dụ như có thể đo pH, nhiệt độ, độ dẫn, DO, CO₂, H₂S, NH₃,... bằng các thiết bị đo sử dụng các phương pháp đo điện thế, đo màu, đo thể tích.

Ưu điểm của các phép đo này là đơn giản, thao tác dễ dàng, có thể đo được nhiều vị trí, cho kết quả tức thời và cho được nhiều dữ liệu. Song các kết quả thu được thường có độ chính xác thấp hơn so với các phương pháp đo được tiến hành ở phòng thí nghiệm. Do vậy vẫn cần phải lấy mẫu và bảo quản mẫu (chủ yếu là nút kín và bảo quản lạnh dưới 10°C) để đưa về phòng thí nghiệm phân tích các thông số quan trọng. Tuy mỗi lần phân tích chỉ dùng chừng 1 – 20ml nhưng khi lấy mẫu ở hiện trường lại phải lấy thể tích gấp rất nhiều lần số thể tích cần cho một lần phân tích để hạn chế sai số. Trước khi phân tích, toàn bộ thể tích mẫu đã lấy phải được khuấy trộn đều, sau đó mới lấy ra một mẫu để phân tích. Để kết quả phân tích chính xác, cần phải tiến hành phân tích một số lần. Kết quả chính xác là kết quả có độ lặp lại cao hơn cả.

Trên cơ sở những thông số thu được từ các kết quả phân tích nhanh và phân tích trong phòng thí nghiệm, cùng với yêu cầu xử lý nước đặt ra, chúng ta mới có thể lựa chọn các bậc xử lý cũng như các phương pháp được sử dụng.

3.2. PHƯƠNG PHÁP TRUNG HÒA

Nước thải có độ pH dưới 6,5 hoặc cao hơn 8,5 phải được trung hoà để thải, hoặc sử dụng cho các công nghệ xử lý tiếp theo. Nguyên tắc chung là thực hiện một phản ứng trung hoà giữa axit và bazơ. Tùy hoàn cảnh cụ thể, có thể dùng các tác nhân phản ứng thích hợp và thực hiện việc trung hoà bằng các cách sau:

- Trộn lẫn nước thải axit với nước thải kiềm;
- Bổ sung các tác nhân phản ứng;
- Lọc nước axit đi qua lớp vật liệu có tác dụng trung hoà;
- Hấp thụ khí axit bằng dung dịch kiềm hoặc hấp thụ khí amoniac bằng axit.

3.2.1. Trung hoà bằng cách trộn lẫn 2 loại nước thải

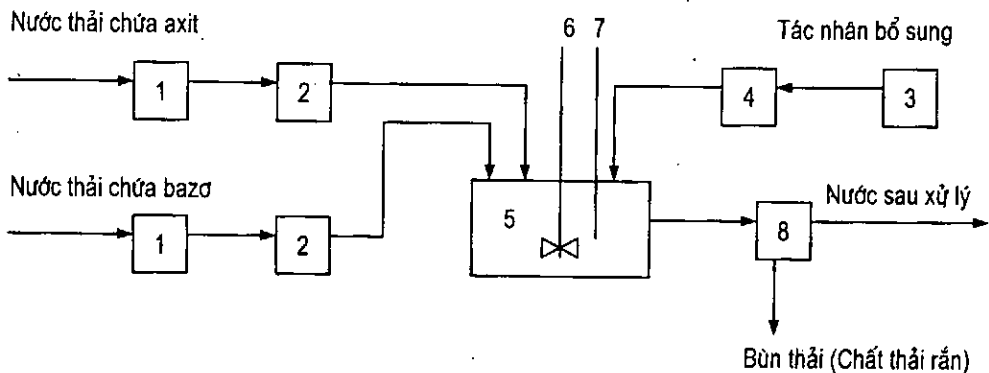
Khi có 2 nguồn nước thải ở gần nhau nhưng khác loại nhau (axit và bazơ) nên tận dụng là tốt nhất. Trong trường hợp này, chỉ cần trộn 2 dòng nước thải lại với nhau trong một bể có cánh khuấy, hay sục khí và theo dõi độ pH. Tùy điều kiện thực tế cho phép, có thể lựa chọn tiến hành liên tục hay gián đoạn.

3.2.2. Trung hoà bằng cách bổ sung các tác nhân phản ứng

– Đối với axit, sử dụng các tác nhân phản ứng là các chất bazơ như vôi (CaO), vôi tôi (Ca(OH)₂), xút (NaOH), nước amoniac (NH₄OH), hoặc muối của một bazơ mạnh và một axit yếu như soda (Na₂CO₃), đá vôi (CaCO₃),... Trong thực tế, rẻ hơn cả vẫn là dùng đá vôi nếu pH của nước thải thấp và dùng vôi hay sữa vôi (vôi tôi được hoà trộn với nước ở dạng như sữa) nếu pH của nước thải cao hơn. Tuy nhiên, dùng đá vôi hay sữa vôi sẽ xuất hiện các kết tủa tạo bởi một số gốc axit trong nước thải với ion Canxi, ví dụ như tạo ra thạch cao (CaSO₄), Canxi photphat (Ca₃(PO₄)₂),... Trong trường hợp này, các kết tủa được thu gom và xử lý như chất thải rắn.

– Đối với bazơ, về nguyên tắc tiến hành sẽ ngược lại với axit, nghĩa là các tác nhân cần dùng ở đây là các axit, thường là axit sunfuric (H₂SO₄), axit clohydric (HCl), khí cacbonic (CO₂). Vì khí cacbonic tồn tại trong không khí nên trong các trường hợp môi trường bị ô nhiễm bazơ (pH cao) thường có xu thế giảm dần. Khác với môi trường axit, môi trường bazơ thường khó lan toả vì khi gặp một số ion kim loại tồn tại trong tự nhiên, các gốc bazơ (OH⁻) sẽ tạo các hydroxyt kết tủa, ví dụ: Fe(OH)₃, Zn(OH)₂, Cu(OH)₂,...

– Đối với các ion kim loại, chủ yếu là các kim loại nặng, được xử lý như axit, nghĩa là dùng bazơ để tạo ra các hydroxyt kim loại đó kết tủa, hoặc dùng muối tan có gốc axit tạo với kim loại đó một muối không tan. Các kết tủa sau đó được thu gom và xử lý như chất thải rắn. Bazơ thường dùng là vôi sống, vôi tôi (sữa vôi), xút. Muối hay dùng là Na₂CO₃.



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý trung hoà nước thải

1. Bể lắng thô; 2. Bể điều hòa; 3. Bể dung dịch tác nhân; 4. Bộ phận định lượng; 5. Bể khuấy trộn trung hoà; 6. Máy khuấy; 7. Điện cực đo pH; 8. Bể lắng gạn tách kết tủa khi cần thiết.

3.2.3. Trung hoà bằng cách lọc qua vật liệu có tác dụng trung hoà

Trường hợp này chủ yếu dùng đối với môi trường axit. Ví dụ, để trung hoà nước thải có axit Clohydric (HCl) hay axit Nitric (HNO_3), người ta cho chảy qua một lớp đá vôi. Có thể lọc từ trên xuống, cũng có thể lọc ngược từ dưới lên và cũng có thể lọc ngang bằng cách cho chảy theo mương đã xếp đá vôi. Nước thải có axit Sunfuric cũng áp dụng được như cách trên, song phải định kỳ thu gom xử lý kết tủa sinh ra là sunfat canxi.

3.2.4. Trung hoà bằng cách hấp thụ các khí thải chứa các oxit axit hoặc axit bay hơi

Nguồn khí thải (CO_2 , SO_2 , NO_2 , N_2O_3 , HCl, HF,...) được cho lội qua một dung dịch kiềm (NaOH) hoặc kiềm thổ (nước vôi). Cũng có thể cho dòng dung dịch kiềm phun mưa đi ngược chiều với dòng khí đi lên, sau đó cho khí thoát ra ngoài qua hệ thống ống khói của nhà máy.

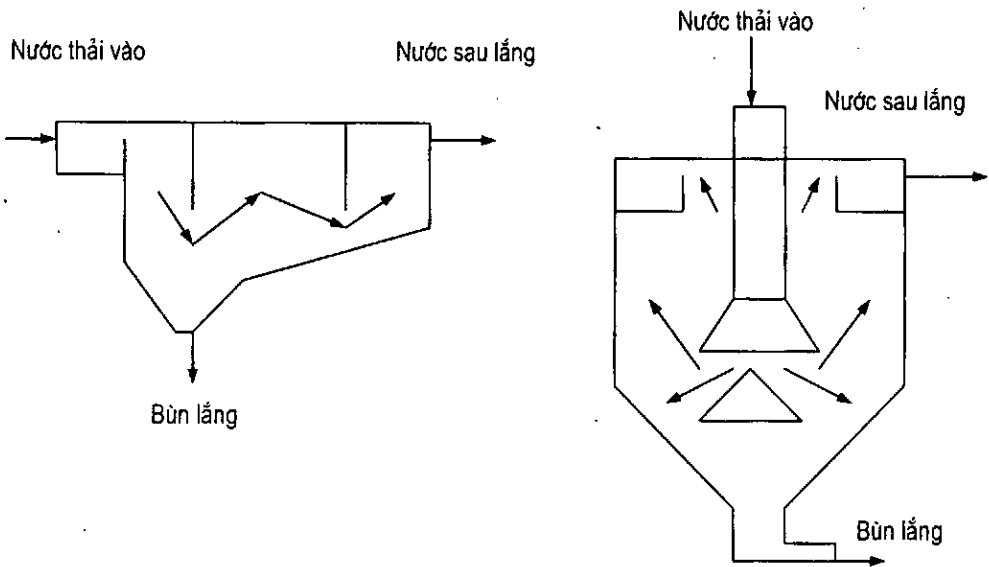
3.3. PHƯƠNG PHÁP LẮNG GẠM

Nước thải công nghiệp cũng như nước thải sinh hoạt, ngoài các chất tan còn mang theo rất nhiều các chất không tan ở dạng rắn hoặc dạng lỏng. Các chất dạng rắn có thể là các vật thô, các hạt rắn có các kích thước khác nhau phân bố lơ lửng, trong nước tùy thuộc tỷ khối của chúng. Các chất lỏng không hoà tan có thể ở dạng nhũ tương lơ lửng hoặc tách pha nổi lên trên mặt nước. Đối với các vật thô, người ta có thể gạn được thông qua các song chắn hoặc lưới chắn. Đối với các chất lỏng tách pha nổi lên trên mặt nước, người ta có thể gạn bằng cách hút phần nước ở dưới lớp váng, khi đó chất lỏng được tách ra để xử lý riêng.

Kỹ thuật lắng được dùng khi không có khả năng gạn. Sự lắng của các hạt xảy ra dưới tác dụng của trọng lực và thời gian. Để tiến hành quá trình lắng, người ta thường dùng các bể lắng với các thiết kế đa dạng nhằm tạo ra hiệu quả lắng tốt nhất, với thời gian nhanh nhất. Sau đây là một vài hình mẫu các bể lắng (hình 3.2).

Nước thải nói chung thường là hệ dị thể, đa phân tán, hợp thể không bền. Trong quá trình lắng, kích thước, mật độ, hình dạng của các hạt và cả tính chất vật lý của hệ bị thay đổi. Khi hoà nhập vào nước thải có thành phần hoá học khác nhau, cũng có thể tạo thành các chất rắn, trong

đó có các chất đông tụ. Các quá trình này làm ảnh hưởng tới hình dạng và kích thước hạt, gây phức tạp cho việc thiết lập quy luật của quá trình lắng và thường đòi hỏi nhiều thời gian.



Hình 3.2. Một vài loại bể lắng

3.4. PHƯƠNG PHÁP LẮNG NHANH

Đây là phương pháp mới ngày nay đang được ứng dụng rộng rãi trong công nghệ xử lý ô nhiễm môi trường. Nguyên lý cơ bản của phương pháp này là tạo ra hiện tượng kết bông (Flocculant) và keo tụ (Aronfloc) nhờ những chất hoá học không độc hại và chỉ dùng với hàm lượng rất ít.

Các loại phèn, ví dụ như phèn chua ($Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$) là loại phèn nhôm đã được dùng phổ biến từ lâu. Trong nước, muối nhôm thủy phân tạo ra nhôm hydroxyt ($Al(OH)_3$) ở dạng bông. Các bông này kết tụ các hạt keo, huyền phù, hoặc nhũ tương lơ lửng trong trạng thái bất ổn định thành những "đám mây" trên một diện lớn trong môi trường lỏng, cuối cùng tạo thành một khối đủ nặng để lắng xuống đáy. Do có hiện tượng tách thành hai pha rắn và lỏng một cách rõ rệt nên nước trở nên trong suốt. Hiện nay có một loại hợp chất mới của nhôm có tác dụng như phèn nhôm, nhưng có ưu điểm hơn là có hàm lượng nhôm cao hơn, và khi hoà tan vào nước nó không làm giảm pH như các loại phèn. Đó là poly - nhôm clorua (Polymer Aluminium Clorid gọi tắt là PAC), có công

thức tổng quát là $[AlCl_x(OH)_{3-x}]_n$, $x = 1 - 2$, có phân tử lượng từ 7,500 – 35000, có độ dài từ 35 – 250Å. Giá thành của PAC không cao, chỉ đắt hơn phèn chùng khoảng 3 lần và liều lượng dùng nhiều lắm cũng chỉ cần 1gam cho một lít.

Các chất keo tụ hiện nay đang được dùng phổ biến là các chất polyme của đơn phân tử Acrylamit $(CH_2 = CH - CONH_2)_n$. Các hợp chất này mang điện tích gồm 3 nhóm: Cationic (C) dùng cho môi trường axit, Anionic (A) dùng cho môi trường bazơ, Nonionic (N) dùng cho môi trường trung tính. Cơ chế của quá trình tạo lắng khi đưa các hợp chất này vào trong nước là sự trung hoà điện tích và khử hoạt tính bề mặt của các hạt lơ lửng trong nước, nên sự kết tụ xảy ra rất nhanh, chỉ sau một thời gian rất ngắn từ một đến vài ba phút. Đặc trưng cơ bản của các hợp chất này là phân tử lượng của chúng, độ nhớt và tỷ lệ của các polyme trong copolyme. Nhờ những đặc trưng cơ bản đó mà trong từng nhóm A, C, N của nó có một phạm vi và giới hạn ứng dụng nhất định, đã tạo ra cho các mặt hàng Aronfloc có tính chọn lọc cao với hiệu quả cao cho từng đối tượng và mục đích cần xử lý khác nhau. Phạm vi sử dụng các hợp chất này là khá rộng, đáp ứng được nhiều yêu cầu trong quá trình xử lý các loại nước thải, kể cả cho nước cấp.

Ưu việt của các hợp chất này còn thể hiện ở một số tính chất sau:

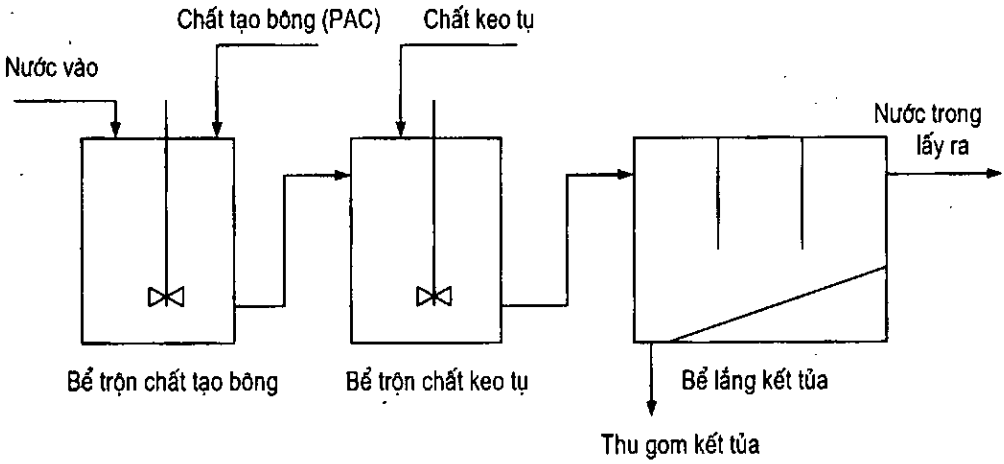
– Trong quá trình sử dụng không xảy ra hiện tượng ăn mòn, làm hư hỏng các thiết bị.

– Độ ổn định cao, sản phẩm không bị biến dạng, không bị phân huỷ, dễ bảo quản, dễ vận chuyển, khoảng pH sử dụng khá rộng (pH = 1 – 13), tức là cả cho axit và kiềm. Tỷ lệ sử dụng chỉ một vài phần triệu (1 – 5ppm).

– Không gây độc hại do không có phản ứng phụ cho người, động vật và các loài thủy sinh khác.

Khi sử dụng phối hợp phèn và chất keo tụ, hiệu quả làm trong đạt được rất cao và thời gian cũng chỉ cần một vài phút, không những thế trong quá trình lắng, các chất tạo bông còn có khả năng hấp phụ một số chất hoà tan, chất màu,... góp phần xử lý ô nhiễm nước. Những vùng bị ngập lụt sử dụng công nghệ này sẽ rất tiện lợi, vì có thể từ nước đục lấy ra nước trong chỉ trong vòng 3 phút. Đối với công nghệ xử lý nước thải, sẽ đỡ tốn kém rất nhiều tiền xây bể và chờ đợi về thời gian.

Quy trình công nghệ lắng nhanh sử dụng PAC được pha với nồng độ 100g/l và chất keo tụ với nồng độ 2g/l:



Hình 3.3. Sơ đồ quy trình công nghệ lắng nhanh

Chương 4

XỬ LÝ CẤP II - XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

4.1. SỬ DỤNG VI SINH VẬT TRONG QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

4.1.1. Vi sinh vật là gì?

Vi sinh vật (microorganisms) là tên gọi chung để chỉ tất cả các sinh vật có kích thước rất nhỏ bé, chỉ có thể thấy được qua kính hiển vi. Nếu thước đo của nguyên tử và phân tử tính bằng Å ($1\text{Å} = 10^{-10}\text{m}$), hoặc nanomet ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$), thì kích thước của vi sinh vật được tính bằng micromet ($1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$).

Người đầu tiên phát hiện ra thế giới vi sinh vật là Antonie Van Leeuwenhoek (1632 – 1723) người Hà Lan. Ông vốn là thợ học nghề trong một hiệu buôn vải. Để kiểm tra chất lượng vải dệt, ông đã tự tay chế tạo ra trên 400 chiếc kính hiển vi, trong đó có chiếc phóng đại tới 400 lần. Chính nhờ kính hiển vi, ông đã phát hiện ra số "động vật" có trong bọt rãnh của mình còn đông hơn cả dân số của Vương quốc Hà Lan. Các "động vật" này chính là vi sinh vật, mà ngày nay nghiên cứu về chúng đã trở thành một ngành khoa học quan trọng trong sự phát triển chung của nhân loại.

4.1.2. Những đặc điểm chung của vi sinh vật

– Kích thước quá nhỏ bé, chỉ có thể đo bằng micromet, thậm chí đối với virus còn được đo bằng nanomet.

– Hấp thụ nhiều, chuyển hoá nhanh. Ví dụ vi khuẩn lactic (*Lactobacillus*) trong 1 giờ có thể phân giải một lượng đường lactozơ nặng hơn 100 – 10000 lần khối lượng của chúng.

– Sinh trưởng nhanh, phát triển mạnh. Ví dụ vi khuẩn *Escherichia coli* trong các điều kiện thích hợp, cứ khoảng 12 – 20 phút lại phân cắt

một lần. Giả thiết 1 giờ phân cắt 3 lần, 24 giờ phân cắt 72 lần, với cách sinh sản nhân đôi như vậy, từ một tế bào ban đầu sau 1 ngày 1 đêm sẽ sinh ra được 4.722.366.500.000.000.000.000 tế bào, có khối lượng là 4722 tấn. Đương nhiên trong thực tế, sẽ không có điều kiện lý tưởng để đạt được như vậy.

- Năng lực thích ứng mạnh và dễ sinh biến dị. Với khả năng này vi sinh vật đã vượt rất xa so với động vật và thực vật. Trong quá trình tiến hoá lâu dài, để tồn tại, vi sinh vật đã tạo cho mình những cơ chế điều hoà trao đổi chất để thích ứng với những điều kiện sống bất lợi của môi trường. Vi sinh vật rất dễ phát sinh biến dị bởi vì có thể thường là đơn bào, đơn bội, sinh sản nhanh, số lượng nhiều, tiếp xúc trực tiếp với môi trường sống. Tần số biến dị ở vi sinh vật thường là từ 10^{-5} - 10^{-10} . Hình thức biến dị thường gặp là đột biến gen và dẫn đến những thay đổi về hình thái, cấu tạo, kiểu trao đổi chất, sản phẩm trao đổi chất, tính kháng nguyên, tính đề kháng,....

- Phân bố rộng, chủng loại nhiều. Vi sinh vật có ở khắp mọi nơi trên Trái Đất. Ngay ở độ sâu 10000m của biển cả, nơi hoàn toàn tối tăm, lạnh lẽo với áp suất rất cao, người ta vẫn phát hiện thấy có khoảng 1 triệu đến 10 tỷ vi khuẩn trong 1ml nước (chủ yếu là vi khuẩn lưu huỳnh). Còn ở độ cao 84km trong không khí, người ta vẫn phát hiện thấy có vi sinh vật. Vi sinh vật có hàng trăm nghìn loài và hiện nay người ta mới chỉ biết không quá 10% tổng số loài có sẵn trong thiên nhiên.

4.2. NGUYÊN LÝ CHUNG CỦA QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

Các phương pháp sinh học (đúng hơn nên gọi là phương pháp hoá - sinh) được sử dụng để làm sạch nước thải sinh hoạt, cũng như nước thải sản xuất khỏi nhiều chất hữu cơ hoà tan và một số chất vô cơ như H_2S , amoniac, nitrit, nitrat,...

Phương pháp này dựa trên cơ sở sử dụng các hoạt động sống của vi sinh vật để phân huỷ các chất hữu cơ gây ô nhiễm hoà tan trong nước thải. Các vi sinh vật sử dụng các chất hữu cơ và một số chất khoáng làm nguồn dinh dưỡng và sinh năng lượng để duy trì hoạt động sống của

chúng. Trong quá trình sống, chúng nhận các chất dinh dưỡng để xây dựng tế bào, sinh trưởng và sinh sản nên sinh khối của chúng được tăng lên. Quá trình phân huỷ các chất hữu cơ nhờ vi sinh vật còn được gọi là quá trình oxy hoá sinh hoá.

Như vậy, nước thải được xử lý bằng phương pháp sinh học cuối cùng sẽ làm cho các chỉ tiêu BOD và COD giảm đến mức cho phép. Để có thể xử lý bằng phương pháp này, nước thải không được chứa các chất độc và tạp chất, các muối kim loại nặng, hoặc nồng độ của chúng không được vượt quá nồng độ cực đại cho phép và có tỷ số BOD/COD $\geq 0,5$.

4.2.1. Phân loại phương pháp sinh học dựa vào hoạt động sống của vi sinh vật

a) *Phương pháp hiếu khí* là phương pháp sử dụng các nhóm vi sinh vật hiếu khí. Để đảm bảo hoạt động của chúng cần cung cấp oxy liên tục và duy trì nhiệt độ trong khoảng từ 20 đến 40⁰C.

b) *Phương pháp yếm khí* là phương pháp sử dụng các vi sinh vật yếm khí.

Tuỳ theo yêu cầu xử lý, người ta tiến hành theo phương pháp hiếu khí hoặc yếm khí, hoặc phối hợp cả 2 phương pháp.

4.2.2. Quá trình hoá học trong xử lý bằng phương pháp hoá học

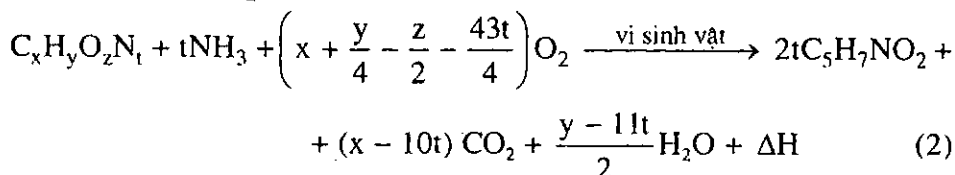
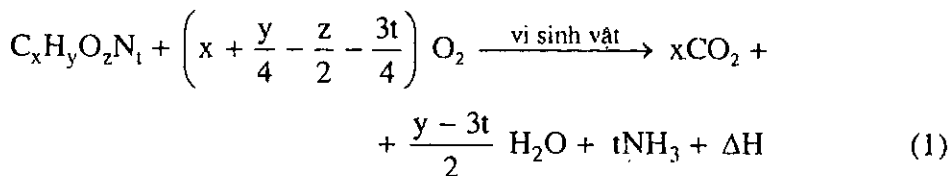
Để thực hiện quá trình oxy hoá sinh hoá, các chất hữu cơ hoà tan, các chất keo và phân tán nhỏ trong nước thải cần được di chuyển vào bên trong tế bào của vi sinh vật. Quá trình xử lý nước thải chính là quá trình vi sinh vật thu gom các chất bẩn từ nước thải để chuyển hoá chúng. Quá trình này gồm ba giai đoạn:

1) Di chuyển các chất gây ô nhiễm từ pha lỏng tới bề mặt của tế bào vi sinh vật do khuếch tán đối lưu và phân tử.

2) Nhờ tác động của enzym ngoại bào của vi sinh vật, các chất ô nhiễm được phân cắt và khuếch tán vào bên trong màng tế bào do sự chênh lệch nồng độ các chất ở trong và ngoài tế bào.

3) Quá trình chuyển hoá các chất ở trong tế bào vi sinh vật đã sản sinh năng lượng và tổng hợp nên các chất mới của tế bào, giúp cho các tế bào sinh trưởng và sinh sản. Quá trình chuyển hoá này có quan hệ rất chặt chẽ với nhau trong tế bào và đó chính là quá trình xử lý nước thải.

Các phản ứng hoá học được diễn ra trong nguyên sinh chất của tế bào. Phương trình tổng quát của phản ứng oxy hoá sinh hoá ở điều kiện hiếu khí có dạng như sau:



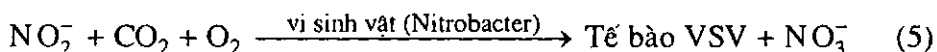
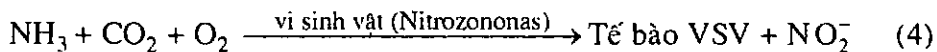
$C_xH_yO_zN_t$ là công thức tổng quát của tất cả các chất hữu cơ của nước thải, còn $C_5H_7NO_2$ là công thức theo tỷ lệ trung bình các nguyên tố chính trong tế bào sinh vật. ΔH là năng lượng.

Phản ứng (1) là phản ứng oxy hoá các chất hữu cơ để đáp ứng nhu cầu năng lượng của tế bào, còn phản ứng (2) là phản ứng tổng hợp để xây dựng tế bào. Lượng oxy tiêu tốn cho các phản ứng này là tổng BOD của nước thải.

Khi môi trường không còn đủ chất dinh dưỡng cung cấp, các tế bào phải sử dụng các chất dự trữ trong tế bào. Đây là quá trình tự oxy hoá:



Một loại vi sinh vật khác, đó là các vi sinh vật tự dưỡng, sẽ sử dụng khí NH_3 và CO_2 sinh ra như là nguồn dinh dưỡng để tạo nên sinh khối tế bào của chúng:

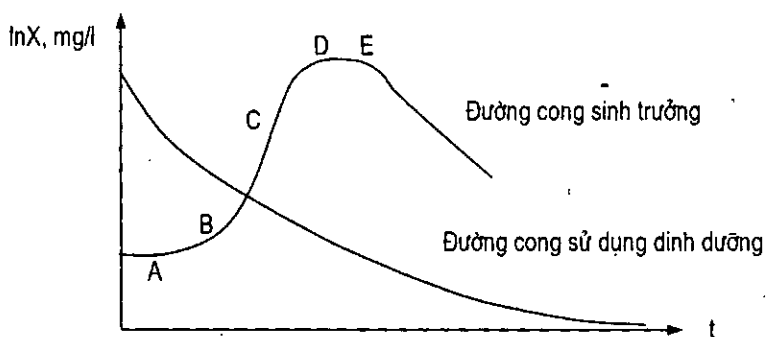


Tổng lượng oxy hoá tiêu tốn cho các phản ứng này gần gấp hai lần lượng oxy tiêu tốn của hai phản ứng đầu. Từ các phản ứng trên thấy rõ sự chuyển hoá hoá học là nguồn năng lượng cần thiết cho các vi sinh vật.

Vì vậy, có thể xem đây là toàn bộ quá trình sinh trưởng, sinh sản và suy tàn của vi sinh vật.

4.3. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA TẾ BÀO VÀ ĐỘNG HỌC CỦA PHẢN ỨNG ENZIM

Dựa trên đặc tính sinh lý và tốc độ sinh sản của vi sinh vật, quá trình phát triển của chúng được chia thành nhiều giai đoạn như minh họa trên hình 4.1.



Hình 4.1. Đường cong sinh trưởng của tế bào và việc sử dụng dinh dưỡng

AB – giai đoạn tiềm phát; BC – giai đoạn phát triển lũy tiến bằng pha logarit hay pha chỉ số; CD – giai đoạn tốc độ chậm; DE – giai đoạn cân bằng hoặc giai đoạn đứng; EF – giai đoạn suy tàn.

Trong giai đoạn đầu (tiềm phát), vi sinh vật chưa thích nghi với môi trường hoặc đang biến đổi để thích nghi dần. Đến cuối giai đoạn này tế bào vi sinh vật mới bắt đầu sinh trưởng. Các tế bào mới tăng về kích thước nhưng chưa tăng về số lượng.

Trong giai đoạn lũy tiến, vi sinh vật phát triển với tốc độ riêng không đổi. Sau một thời gian nhất định, khối lượng của từng tế bào cũng như tổng số cá thể của tế bào tăng lên gấp đôi. Khi dùng đồ thị $\ln X - t$ thì tốc độ sinh trưởng $\mu = t\alpha$.

Trong giai đoạn tốc độ chậm, tốc độ phát triển dần tới mức cân bằng ở cuối pha. Ở các vi sinh vật cho sản phẩm trao đổi chất thì giai đoạn này chính là giai đoạn hình thành sản phẩm như các enzym, alcol, axit hữu cơ, vitamin,...

Trong giai đoạn cân bằng, số lượng tế bào sống được giữ ở mức không đổi, nghĩa là số lượng tế bào chết đi tương đương với số lượng tế bào mới sinh ra. Tính chất sinh lý của tế bào vi sinh vật bắt đầu thay đổi, cụ thể là cường độ trao đổi chất giảm đi rõ rệt.

Trong giai đoạn suy tàn, tốc độ sinh sản giảm đi rõ rệt và dần dần ngừng hẳn, dẫn đến số lượng tế bào sống giảm đi rất nhanh và bắt đầu hiện tượng tự huỷ. Nguyên nhân suy tàn chủ yếu là do nguồn thức ăn đã cạn kiệt, sự tích lũy sản phẩm trao đổi chất có tác động ức chế và đôi khi tiêu diệt cả vi sinh vật.

Trong pha logarit, sinh khối tăng theo biểu thức

$$\frac{dX}{dt} = \mu \cdot X \quad (6)$$

Trong đó:

$\frac{dX}{dt}$: Tốc độ tăng trưởng của sinh khối, mg/l.t;

X : Nồng độ của sinh khối, mg/l;

μ : Hằng số tốc độ sinh trưởng, 1/t;

t : Thời gian.

Đã có khá nhiều các mô hình toán học được xây dựng để xác định μ nhưng thông dụng hơn cả là phương trình Monod. Phương trình này đã chấp nhận giả thiết là tốc độ sử dụng dinh dưỡng và tốc độ sinh trưởng bị giới hạn bởi tốc độ các phản ứng enzym, bao gồm cả sự thiếu các chất cần thiết.

Phương trình này có dạng sau:

$$\mu = \mu_0 \cdot \frac{S}{S + K_s} \quad (7)$$

Trong đó:

S : Nồng độ cơ chất BOD, COD (TOC nói chung) trong dung dịch, mg/l;

K_s : Hằng số bán bão hoà, nghĩa là nồng độ cơ chất khi $\mu = \mu_0/2$, mg/l.

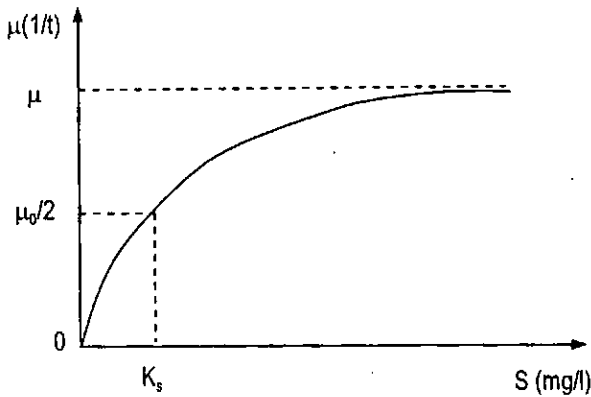
Quan hệ $\mu = f(S)$ được minh hoạ trên hình 4.2.

Phương trình (7) cho thấy:

- Khi dư thừa dinh dưỡng, nghĩa $S \gg K_s$ thì hằng số tốc độ sinh trưởng là cực đại, $\mu = \mu_0$ và hệ thống này chủ yếu bị giới hạn bởi sinh khối. Phương trình tốc độ sinh trưởng (r_x) có dạng như sau:

$$r_x = \frac{dX}{dt} = \mu_0 \cdot X \quad (8)$$

Phương trình này bậc một với sinh khối. Điều đó có nghĩa là r_x tỷ lệ bậc một với sinh khối hiện có.



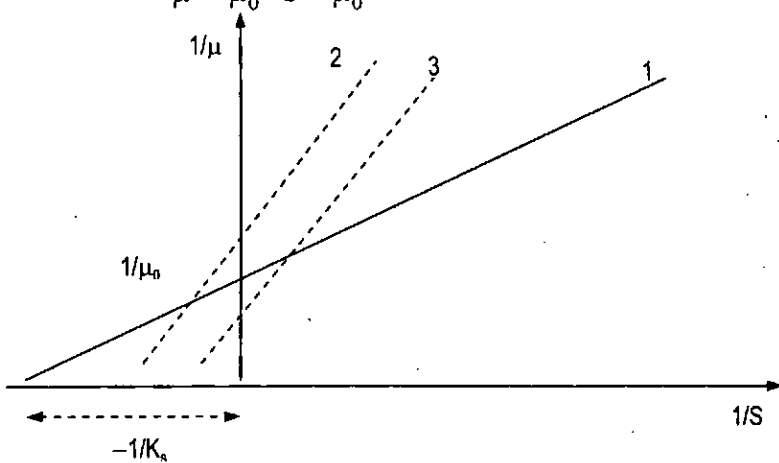
Hình 4.2. Ảnh hưởng của yếu tố dinh dưỡng chính lên tốc độ sinh trưởng

- Khi $S \ll K_s$, hệ thống bị giới hạn bởi dinh dưỡng, $r_x = \text{const}$ và tốc độ sinh trưởng là bậc 0 với sinh khối, nghĩa là tốc độ sinh trưởng độc lập với sinh khối hiện có.

- Khi $S = K_s$, hằng số tốc độ sinh trưởng bằng $\mu_0/2$ như đã định nghĩa K_s .

Để xác định K_s , người ta tiến hành khảo sát quan hệ phụ thuộc $\mu = f(S)$ trên đồ thị $1/\mu - 1/S$ bằng phương trình tuyến tính.

$$\frac{1}{\mu} = \frac{K_s}{\mu_0} \cdot \frac{1}{S} + \frac{1}{\mu_0} \tag{9}$$



Hình 4.3. Đồ thị thực nghiệm xác định hệ số K_s và μ_0

1. Đường của Lineweaver – Burk; 2. Khi có hợp chất độc; 3. Khi có ức chế xảy ra.

Thay phương trình (6) vào (7), tốc độ sản xuất sinh khối sẽ bằng:

$$r_x = \frac{dX}{dt} = \frac{\mu_0 \cdot S \cdot X}{K_s + S} \quad (10)$$

Nếu như tất cả dinh dưỡng được chuyển hoá thành sinh khối thì tốc độ sử dụng dinh dưỡng sẽ bằng tốc độ sản sinh sinh khối. Nhưng vì sự dị hoá còn chuyển hoá một phần dinh dưỡng thành các sản phẩm phụ nào đó nên tốc độ sử dụng dinh dưỡng sẽ lớn hơn tốc độ tạo sinh khối, và ta có:

$$r_x = -Y \frac{dS}{dt} = -Y \cdot r_s \quad (11)$$

hay

$$r_s = \frac{-r_x}{Y} = -\frac{\mu_0 \cdot S \cdot X}{Y(K_s + S)} \quad (12)$$

Trong đó:

Y : Phần thập phân của dinh dưỡng được chuyển hoá thành sinh khối, mg/l:

$$\frac{\text{mgMLVSS/l}}{\text{mg BOD}_5 \text{ đã sử dụng/l}} \text{ hay còn gọi là hệ số đồng hoá.}$$

$$r_s = \frac{dS}{dt} : \text{Tốc độ sử dụng dinh dưỡng, mg/l.t.}$$

MLTSS: Mixed Liquor Total Suspended Solid;

MLVSS: Mixed Liquor Volatile Suspended Solid;

MLNVSS: Mixed Liquor Novolatile Suspended Solid;

MLTSS = MLVSS + MLNVSS.

Yếu tố Y biến động tùy thuộc vào cách trao đổi chất trong quá trình chuyển hoá. Các quá trình hiếu khí có hiệu suất cao hơn quá trình yếm khí về khía cạnh chuyển hoá sinh khối và như vậy có giá trị của yếu tố Y lớn hơn. Các giá trị điển hình của Y trong các phản ứng hiếu khí bằng khoảng 0,4 – 0,8kg sinh khối/kg BOD₅, trong khi đó với các phản ứng yếm khí, giá trị của Y nằm trong khoảng 0,08 – 0,2kg sinh khối/kg BOD₅.

Phương trình (10) sẽ chưa đầy đủ nếu không tính đến việc biểu thị sự giảm sinh khối do hô hấp nội sinh. Sự phân rã nội sinh cũng được xếp là phản ứng bậc nhất theo nồng độ sinh khối:

$$\left(\frac{dX}{dt} \right)_{ns} = -k_d \cdot X \quad (13)$$

trong đó k_d là hằng số tốc độ phân rã nội sinh, 1/t.

Kết hợp phương trình (13) với phương trình (10) ta có:

$$\frac{dX}{dt} = \frac{\mu_0 \cdot S \cdot X}{K_s + S} - k_d \cdot X \quad (14)$$

Sự phân rã nội sinh có ảnh hưởng rất nhỏ đến tốc độ sinh trưởng trong các pha đầu của đường cong sinh trưởng trên hình 4.1. Tuy nhiên, trong pha dừng, sự phân rã nội sinh bằng tốc độ sinh trưởng và trở nên trội hơn trong pha suy tàn.

4.4. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ KHÁC NHAU LÊN TỐC ĐỘ OXY HOÁ SINH HOÁ

Tốc độ oxy hoá sinh hoá phụ thuộc vào nồng độ các chất hữu cơ, hàm lượng các tạp chất và mức độ ổn định của dòng nước thải vào hệ thống xử lý.

Ở một mức độ làm sạch nhất định, các yếu tố chính ảnh hưởng lên tốc độ phản ứng sinh hoá là chế độ thuỷ động, hàm lượng oxy trong nước thải, nhiệt độ, pH, các nguyên tố chính cũng như các kim loại nặng và các muối khoáng.

4.4.1. Ảnh hưởng của khuấy trộn

Việc khuấy trộn nước thải trong các công trình xử lý sẽ làm tăng cường sự phân chia bông bùn hoạt tính thành các hạt nhỏ hơn, tăng tốc độ hấp phụ các chất dinh dưỡng và oxy lên các vi sinh vật. Điều đó làm tăng tốc độ làm sạch. Cường độ khuấy trộn phụ thuộc vào lượng không khí cấp vào chất lỏng. Chuyển động rối của dòng đạt được nhờ sự khuấy trộn mãnh liệt, khi đó bùn hoạt tính nằm ở trạng thái lơ lửng và phân bố đồng đều trong nước thải.

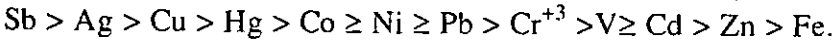
4.4.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Tốc độ phản ứng oxy hoá sinh hoá tăng khi nhiệt độ tăng. Song trong thực tế, nhiệt độ nước thải trong hệ thống xử lý được duy trì trong khoảng 20 đến 30°C. Khi nhiệt độ tăng quá ngưỡng trên có thể làm cho các vi khuẩn bị chết, còn ở nhiệt độ quá thấp, tốc độ làm sạch sẽ bị giảm và quá trình thích nghi của vi sinh vật với môi trường mới bị chậm lại. Trong phạm vi tối ưu về nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng, tốc độ quá trình phân huỷ

các chất hữu cơ tăng gấp 2 đến 3 lần. Tuy nhiên, khi nhiệt độ nước thải tăng thì độ hoà tan của oxy trong nước bị giảm. Do đó để duy trì nồng độ oxy hoà tan trong nước, người ta tiến hành sục khí mãnh liệt và liên tục.

4.4.3. Ảnh hưởng của kim loại nặng

Bùn hoạt tính có khả năng hấp thụ các muối kim loại nặng. Khi đó, hoạt động sinh hoá của chúng bị giảm, do sự phát triển mạnh của vi khuẩn dạng sợi làm cho bùn hoạt tính bị phồng lên. Theo mức độ độc hại, các kim loại nặng có thể sắp xếp theo thứ tự sau:



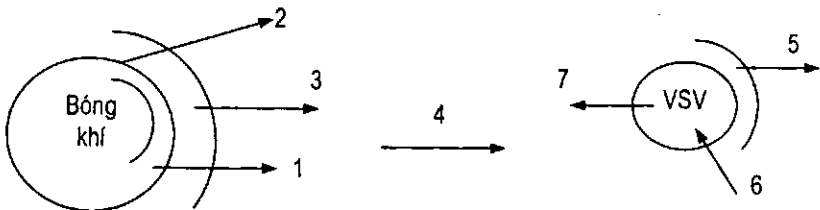
Muối của các kim loại này làm giảm tốc độ làm sạch. Nồng độ cho phép của các chất độc để quá trình oxy hoá có thể xảy ra phụ thuộc vào bản chất của các chất đó. Trong những trường hợp khi nước thải chứa một số loại chất độc thì trong tính toán các công trình xử lý sẽ tính theo chất độc nhất.

Hàm lượng của các chất khoáng khí cao hơn nồng độ cho phép cực đại cũng có thể ảnh hưởng xấu tới tốc độ làm sạch nước thải.

4.4.4. Hấp thụ và nhu cầu oxy

Để oxy hoá các chất hữu cơ, các vi sinh vật cần có oxy và nó chỉ có thể sử dụng oxy hoà tan. Để cung cấp oxy cho nước thải, người ta tiến hành quá trình thông khí, khuếch tán dòng không khí thành các bóng nhỏ phân bố đều trong khối chất lỏng.

Vì oxy ít hoà 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 oxy từ bóng khí tới các vi sinh vật được minh hoạ trên hình 4.4.



Hình 4.4. Sơ đồ di chuyển oxy tới vi sinh vật

1. Lớp khuếch tán biên ở phía pha khí (l/β_k);
2. Bề mặt phân pha;
3. Lớp khuếch tán biên ở phía pha lỏng (l/β_l);
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 enzym.

Chiều dày của lớp khuếch tán biên 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:

$$\delta = D^{1/3} \left(\frac{\mu_n}{\rho_n} \right)^{1/6} \sqrt{\frac{L}{v_n}} \quad (15)$$

Vì các vi sinh vật có kích thước rất nhỏ và chúng chuyển động trong các hệ thống xử lý với vận tốc của nước thải nên chiều dày lớp biên khuếch tán của chất lỏng ở thành các tế bào nhỏ hơn rất nhiều so với xung quanh bọt khí, vì vậy trở lực của nó không đáng kể đối với sự di chuyển của oxy. Mặt khác, bề mặt riêng của các vi sinh vật lớn hơn nhiều so với bề mặt riêng của các bóng khí. Do đó có thể kết luận quá trình di chuyển oxy từ các bóng 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 hoà tan kém, hệ số chuyển khối được lấy bằng hệ số cấp khối ($K_L \approx \beta_L$). 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 .

$$M = \beta_v \cdot V(C^* - C) \quad (16)$$

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, m^3 ;

C^* , C : Nồng độ cân bằng và nồng độ oxy ở trong khối chất lỏng, kg/m^3 .

Từ biểu thức trên cho thấy, có thể tăng lượng oxy được hấp thụ bằng cách tăng β_v hoặc động lực của quá trình. Việc thay đổi động lực của quá trình có thể thực hiện bằng cách 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 quá trình một cách đáng kể. Cách tốt nhất tăng lượng oxy cấp vào trong nước thải là tăng hệ số cấp khối thể tích β_v vì:

$$\beta_v = a\beta_L \quad (17)$$

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.

Như vậy bằng cách tăng hàm lượng khí trong dòng thải và giảm đường kính bóng khí có thể tăng bề mặt riêng tiếp xúc pha một cách đáng kể.

4.4.5. Các nguyên tố dinh dưỡng và vi lượng

Để tạo môi trường cho các vi sinh vật có thể hoạt động tốt, nước thải cần chứa hợp chất của các nguyên tố dinh dưỡng và vi lượng. Đó là các nguyên tố N, S, P, K, Mg, Ca, Na, Cl, Fe, Mn, Mo, Co, Zn, Cu... trong đó N, P, K là các nguyên tố chủ yếu, cần được đảm bảo một lượng cần thiết trong xử lý sinh hoá. Hàm lượng các nguyên tố khác không cần phải định mức vì chúng có trong nước thải, ở mức đủ cho nhu cầu của các vi sinh vật.

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

Khi thiếu phốt pho 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 ra khỏi hệ thống xử lý, làm giảm sinh trưởng của bùn hoạt tính và giảm cường độ quá trình oxy hoá.

Các nguyên tố dinh dưỡng tốt nhất ở dạng các hợp chất tương tự như trong các tế bào vi sinh vật. Ví dụ, nitơ ở dạng nhóm amoni (NH_4^+) còn phốt pho ở dạng muối tan của axit photphoric.

Hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng phụ thuộc vào thành phần của nước thải và tỷ lệ giữa chúng được xác định bằng thực nghiệm. Để tính toán sơ bộ người ta thường lấy tỷ lệ $\text{BOD:N:P} = 100:5:1$. Tỷ lệ này chỉ đúng cho 3 ngày đầu, còn khi quá trình xử lý kéo dài, để tránh giảm hiệu suất của bùn hoạt tính, cần giảm lượng nitơ và phốt pho trong nước thải. Khi quá trình xử lý kéo dài 20 ngày thì tỷ lệ BOD:N:P cần giữ ở mức 200:5:1.

Trường hợp trong nước thải không có đủ nitơ và phốt pho người ta bổ sung chúng bằng cách đưa thêm vào nước thải này phân bón nitơ, phốt pho và kali. Nếu trong nước thải sinh hoạt có chứa các chất dinh dưỡng này,

thì khi kết hợp xử lý nước thải sản xuất và nước thải sinh hoạt, không cần phải bổ sung các nguyên tố dinh dưỡng.

Ngoài ra, pH cũng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình tạo enzyme trong tế bào và quá trình hấp thụ các chất dinh dưỡng vào tế bào. Khoảng pH tối ưu cho sinh vật nói chung và vi sinh vật nói riêng là từ 6,5 đến 8,5.

4.5. CẤU TRÚC CỦA CÁC CHẤT Ô NHIỄM VÀ BÙN HOẠT TÍNH

4.5.1. Quá trình oxy hoá sinh hoá và cấu trúc của một số hợp chất hữu cơ trong nước thải công nghiệp

– Tác nhân tham gia vào quá trình phân huỷ các chất bản hữu cơ là vi khuẩn, xạ khuẩn, nấm và một số sinh vật bậc thấp.

– Quá trình oxy hoá sinh hoá các hợp chất hữu cơ phụ thuộc vào cấu trúc hoá học của các chất đó và vào nhiều yếu tố khác.

Bên cạnh các chất dễ bị oxy hoá như cacbonhydrat còn rất nhiều chất chỉ bị oxy hoá một phần hoặc thậm chí hoàn toàn không bị phân huỷ. Đó là các chất hữu cơ tổng hợp như hydrocacbon, alcol, aldehyt, este...

– Có thể phân chia vi sinh vật phân huỷ các chất bền vững ra thành 3 nhóm:

+ Nhóm vi sinh vật phân huỷ các hợp chất mạch hở như alcol mạch thẳng, aldehyt và axit...

+ Nhóm vi sinh vật phân huỷ các hợp chất thơm như: benzen, phenol, toluen, xylen v.v...

+ Nhóm vi sinh vật oxy hoá hydrocacbon dãy polymetylen: hydrocacbon của dầu lửa (mạch ngắn), hydrocacbon no mạch hở dài hơn như parafin...

Khi nghiên cứu khả năng oxy hoá sinh hoá của các hợp chất hữu cơ có cấu trúc khác nhau, người ta đã đi đến kết luận sau:

1) Những hợp chất có khối lượng phân tử lớn, với cấu trúc nhiều mạch nhánh bên là những chất không bị oxy hoá sinh hoá.

2) Các chất không bị oxy hoá sinh hoá là những chất mà enzyme của vi sinh vật không phân giải được và cũng là những chất không thể thẩm thấu khuyếch tán qua màng tế bào.

3) Đối với những chất có nguyên tử cacbon ở trung tâm, dù chỉ còn một liên kết H-C thì mức độ ảnh hưởng của cấu trúc nhánh phân tử với quá trình oxy hoá sinh hoá cũng sẽ giảm đi.

4) Trong liên kết H-C, nếu thay nguyên tử hydro bằng các nhóm alkyl, hoặc các nhóm aryl thì sẽ khó bị oxy hoá sinh hoá hơn.

5) Ngoài cacbon, nếu trong mạch có các nguyên tố khác thì sẽ làm cho chất hữu cơ bền vững hơn với quá trình oxy hoá sinh hoá. Ảnh hưởng nhiều nhất là mạch có oxy rồi đến lưu huỳnh và nitơ.

4.5.2. Các dạng và cấu trúc của các loại vi sinh vật tham gia xử lý nước thải

Bùn hoạt tính và màng sinh học là tập hợp các loại vi sinh vật khác nhau. Bùn hoạt tính có dạng bông màu vàng nâu dễ lắng, có kích thước từ 3 đến 5 μ m. Những bông này gồm các vi sinh vật sống và chất rắn (40%). Những sinh vật sống là vi sinh vật (vi khuẩn, xạ khuẩn, nấm men, nấm mốc), động vật bậc thấp (giòi, giun), ...

Màng sinh học phát triển ở bề mặt các hạt vật liệu lọc có dạng nhầy, dày 1 đến 3mm và hơn nữa. Màu của nó thay đổi theo thành phần nước thải, từ vàng xám đến màu nâu tối. Màng sinh học cũng gồm vi khuẩn, nấm mốc và các vi sinh vật khác. Trong quá trình xử lý, nước thải sau khi qua bể lọc sinh học, mang theo các hạt (phần tử) của màng sinh học có hình dạng khác nhau, kích thước từ 5 đến 30 μ m, với màu vàng sáng và nâu.

Những loài vi khuẩn tham gia vào quá trình xử lý thường là các loại trực khuẩn không tạo nha bào, Gram âm. Sự có mặt của các loại vi khuẩn dị dưỡng, với nhiều kiểu trao đổi chất sẽ làm cho bùn hoạt tính nhanh chóng thích nghi với nhiều loại nước thải khác nhau. Ngoài ra, chúng còn có khả năng sử dụng nitơ hữu cơ, nhiều loại còn có khả năng khử nitrat.

4.6. CÁC PHƯƠNG PHÁP HIỆU KHÍ

Các quá trình của phương pháp hiếu khí có thể xảy ra ở điều kiện tự nhiên, hoặc trong các điều kiện xử lý nhân tạo. Trong các công trình xử lý nhân tạo, người ta tạo ra các điều kiện tối ưu cho quá trình oxy hoá sinh hoá nên quá trình xử lý có tốc độ và hiệu suất cao hơn rất nhiều.

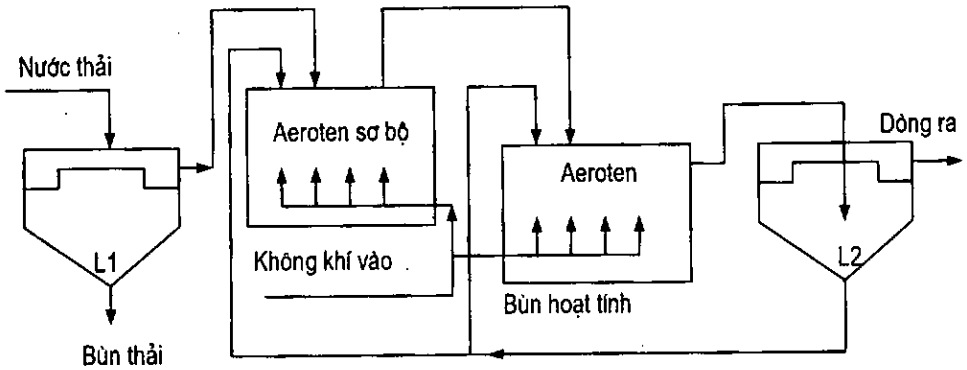
4.6.1. Xử lý nước thải trong các công trình nhân tạo

Xử lý nước thải bằng phương pháp hiếu khí thường bao gồm: bể thông khí sinh học (bể aeroten); lọc sinh học hoặc đĩa sinh học (màng sinh học).

4.6.1.1. Xử lý trong các bể aeroten

a) Mô tả quá trình

– Trong quá trình xử lý hiếu khí, các vi sinh vật sinh trưởng ở trạng thái huyền phù. Quá trình làm sạch trong aeroten diễn ra theo mức dòng chảy qua của hỗn hợp nước thải và bùn hoạt tính được sục khí. Việc sục khí ở đây đảm bảo các yêu cầu của quá trình: làm nước được bão hoà oxy và duy trì bùn hoạt tính ở trạng thái lơ lửng. Sơ đồ hệ thống thiết bị được trình bày trên hình 4.5.



Hình 4.5. Sơ đồ hệ thống thông khí sinh học

Quá trình sinh học diễn ra trong hệ thống thông khí được khái quát hoá trên hình 4.6.

Huyền phù lỏng của các vi sinh vật trong bể thông khí được gọi chung là chất lỏng hỗn hợp và sinh khối được gọi là chất rắn huyền phù của chất lỏng hỗn hợp (MLSS).

Thuật ngữ "bùn hoạt tính" được bắt nguồn do khối vi sinh vật trong huyền phù sinh học có hoạt độ rất cao trong việc loại (khử) các chất hữu cơ hoà tan ra khỏi dung dịch.

– Lượng oxy được hấp thụ có thể tính theo phương trình cấp khối (16). Khi tính đến đặc điểm của các thiết bị sục khí, phương trình này có thể chuyển thành dạng sau:

$$R = K (\beta.C^* - C) \quad (18)$$

Trong đó:

R : Tốc độ chuyển oxy từ không khí thành oxy hoà tan (tốc độ hấp thu), mg/l/h;

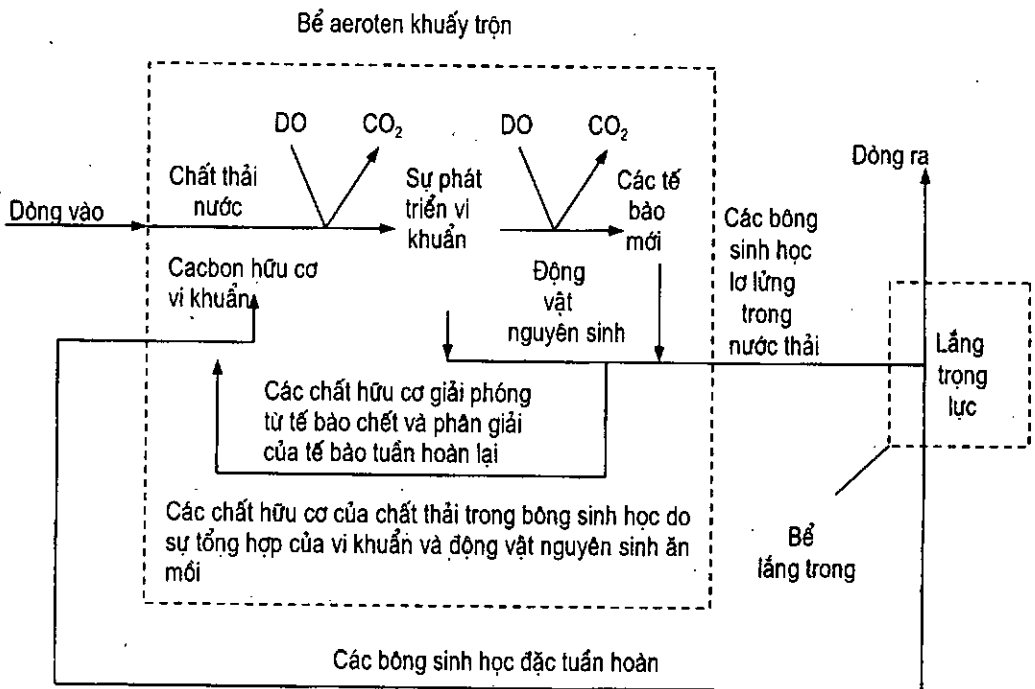
K : Hệ số chuyển oxy phụ thuộc vào loại thiết bị sục khí và kết cấu bể aeroten và đặc tính của nước thải, 1/h;

β : Hệ số bão hoà oxy của nước thải, thường bằng 0,8 – 0,9;

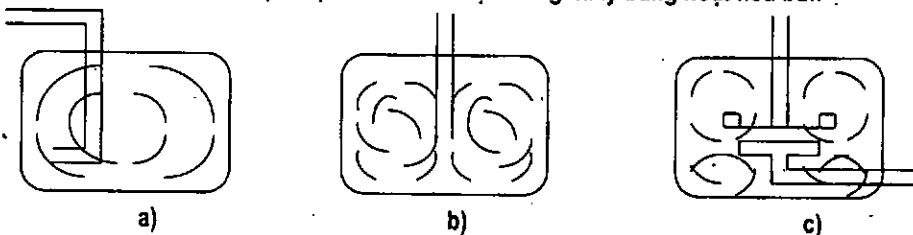
C^* : Nồng độ oxy hoà tan của nước sạch ở trạng thái bão hoà, mg/l (cho trong các bảng tra cứu);

C : Nồng độ oxy trong hỗn hợp lỏng, mg/l;

$(\beta.C^* - C)$: Sự thiếu hụt oxy hoà tan, mg/l.



Hình 4.6. Khái quát quá trình sinh học trong xử lý bằng hoạt hoá bùn



Hình 4.7. Các hệ thống thông khí sinh học

- a) Thông khí bằng sục đầu khuếch tán; b) Thổi không khí và chất lỏng bằng khuấy cơ học;
c) Thông khí kết hợp khuấy bằng cánh khuấy tuabin và hệ thống khuếch tán.

- Tốc độ sử dụng oxy hoà tan phụ thuộc vào các yếu tố sau:
- + Tỷ số giữa lượng chất dinh dưỡng và số vi sinh vật (F/M);
- + Nhiệt độ;
- + Tốc độ sinh trưởng và hoạt độ sinh lý của vi sinh vật;
- + Nồng độ sản phẩm độc tích tụ trong quá trình trao đổi chất;
- + Lượng các chất cấu tạo tế bào;
- + Hàm lượng oxy hoà tan.

Hoạt độ sinh học hiếu khí không phụ thuộc vào nồng độ oxy hoà tan nằm trên giới hạn cực tiểu. Giá trị cực tiểu này đối với các hệ xử lý khác nhau dao động từ 0,2 đến 2,0mg/l và giá trị điển hình của nó thường là 0,5mg/l.

b) Phân loại bể aeroten

Quá trình thông khí sinh học được tiến hành trong các bể thông khí – aeroten, chúng thường được chế tạo bằng bê tông cốt thép. Yêu cầu chung của các bể aeroten là đảm bảo bề mặt tiếp xúc lớn giữa không khí, nước thải và bùn.

- Không khí được cấp vào nước thải bằng các cách sau:

- + Nén khí qua bộ phận khuếch tán ngập trong nước bằng sục khí;
- + Dùng khuấy cơ học thổi không khí vào chất lỏng bằng thông khí cơ học.

- Có nhiều cách phân loại các bể aeroten:

+ Dựa vào chế độ thuỷ động lực ta có: aeroten ống dòng; aeroten khuấy trộn 1 bể, aeroten nhiều bể (hệ cascadeur);

+ Theo phương pháp tái sinh bùn hoạt tính, người ta chia thành: loại có tái sinh tách riêng và loại không có tái sinh tách riêng;

+ Theo tải lượng bùn người ta chia thành: loại tải trọng cao, tải trọng trung bình và tải trọng thấp.

+ Theo số bậc ta có bể aeroten: một bậc, hai bậc, nhiều bậc;

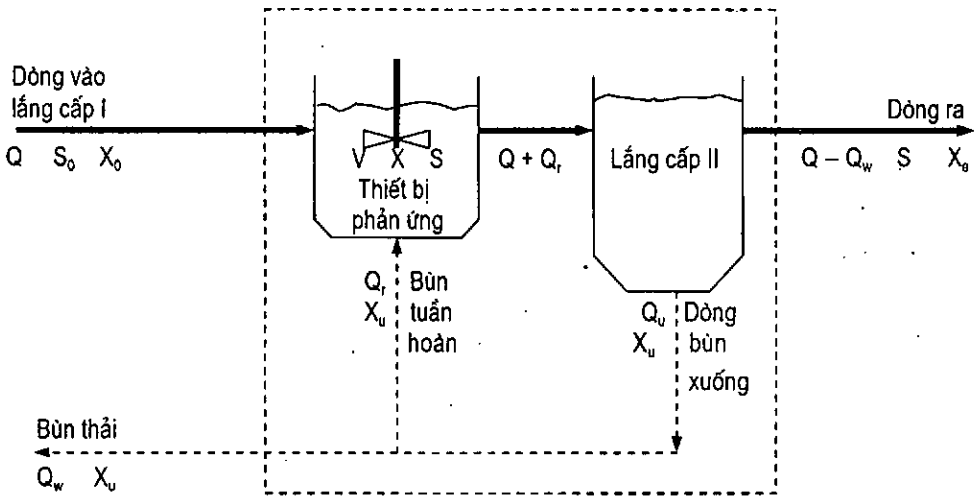
+ Theo chiều dẫn nước thải vào ta có loại xuôi chiều, ngược chiều...

Hình 4.7 ở trên minh hoạ một số loại bể aeroten điển hình.

Quá trình hoạt hoá bùn là quá trình nuôi cấy ở trạng thái lơ lửng với sự tuần hoàn của bùn. Quá trình này có thể được tiến hành theo mô hình khuấy trộn hoàn toàn hay ống dòng.

c) Hoạt hoá bùn với thiết bị khuấy trộn hoàn toàn

Hệ thống hoạt hoá bùn với thiết bị phản ứng khuấy trộn hoàn toàn được mô tả trên sơ đồ hình 4.8.



Hình 4.8. Biên của hệ thống

Để phân tích quá trình hoạt hoá bùn trong hệ thống khuấy trộn hoàn toàn ta sử dụng phương trình (14) và (12). Phương trình cân bằng vật chất theo sinh khối và dinh dưỡng ở trạng thái ổn định cho hệ thống như đã được giới thiệu như trên sẽ có các dạng:

- Đối với sinh khối:

Sinh khối dòng vào + Sinh khối tăng trưởng = Sinh khối dòng ra + Sinh khối thải

$$Q.X_0 + V \left(\frac{\mu_0 \cdot X \cdot S}{K_s + S} - k_d X \right) = (Q - Q_w) X_e + Q_w X_u$$

- Đối với dinh dưỡng:

Dinh dưỡng đi vào - Dinh dưỡng đã bị sử dụng = Dinh dưỡng đi ra

$$Q.S_0 - V \left(\frac{\mu_0 \cdot S \cdot X}{Y(K_s + S)} \right) = (Q - Q_w) S + Q_w S$$

Trong đó:

Q, Q_w : Lưu lượng dòng vào và dòng bùn thải, $m^3/\text{ngày}$;

X_0, X, X_e, X_u : Nồng độ sinh khối trong dòng vào, trong thiết bị phản ứng, trong dòng ra, trong dòng bùn đi xuống của bể lắng trong, kg/m^3 ;

S_0, S : Nồng độ dinh dưỡng hoà tan trong dòng vào, trong thiết bị phản ứng, kg/m^3 ;

V : Thể tích, m^3 ;

K_s, μ_0, k_d, Y : Như đã định nghĩa ở trên.

Có thể đơn giản hoá hai phương trình trên khi chấp nhận một số giả thiết sau:

– Nồng độ sinh khối trong dòng vào và dòng ra quá nhỏ so với các điểm khác trong hệ thống và có thể bỏ ra.

– Nồng độ dinh dưỡng ở dòng vào S_0 được hoà loãng ngay tới nồng độ dinh dưỡng trong thiết bị phản ứng S do thiết bị ở chế độ khuấy trộn hoàn toàn.

– Tất cả các phản ứng xảy ra trong thiết bị phản ứng, nghĩa là không có sự tạo thành sinh khối và sử dụng dinh dưỡng trong thiết bị lắng trong. Từ giả thiết này, thể tích V ở đây chỉ biểu thị thể tích của thiết bị phản ứng. Khi đó, hai phương trình trên có thể được viết lại như sau:

$$\frac{\mu_0 S}{K_s + S} = \frac{Q_w X_u}{V.X} + k_d \quad (*)$$

và
$$\frac{\mu_0 S}{K_s + S} = \frac{Q.Y}{V.X} (S_0 - S) \quad (**)$$

Kết hợp hai phương trình (*) và (**) với nhau ta có:

$$\frac{Q_w X_u}{V.X} = \frac{Q.Y}{V.X} (S_0 - S) - k_d \quad (***)$$

Nghịch đảo của hai đại lượng $\frac{Q_w X_u}{V.X}$ và $\frac{Q}{V}$ có ý nghĩa vật lý như sau:

$\frac{V}{Q} = t$ là thời gian lưu thuỷ lực trong thiết bị phản ứng dựa trên cơ sở

lưu lượng dòng vào.

Còn tỷ số giữa tổng sinh khối trong hệ thống với sinh khối thải ra trong khoảng thời gian nhất định $\frac{V.X}{Q_w X_u} = t_c$ biểu thị thời gian trung bình

của tế bào trong thiết bị phản ứng hay tuổi của bùn và thông số t_c này được gọi là thời gian lưu của tế bào t_c có giá trị lớn hơn t vì hầu hết bùn từ bể lắng trong được tuần hoàn trở lại thiết bị phản ứng. Thay t và t_c vào phương trình (***) ta có:

$$\frac{1}{t_c} = \frac{Y(S_0 - S)}{t \cdot X} - k_d$$

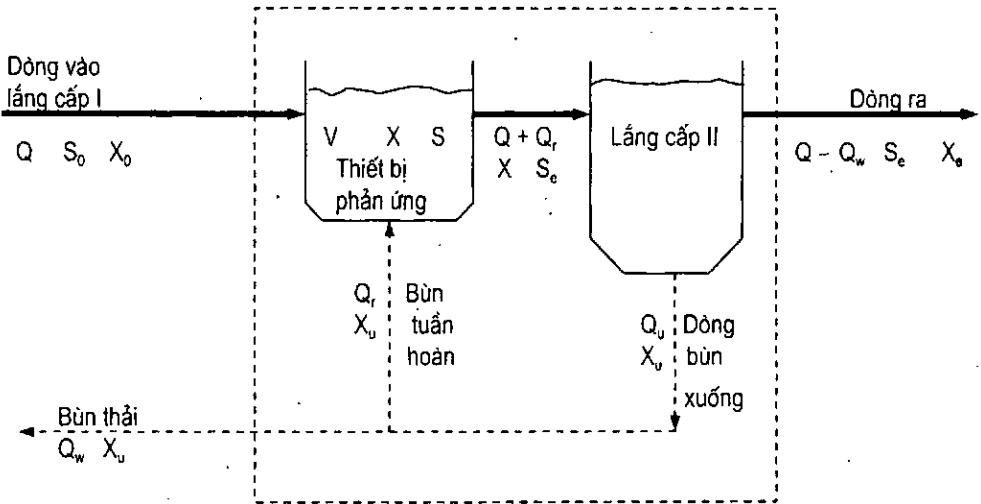
Từ đây có thể biểu thị nồng độ sinh khối hay thường còn được gọi là hỗn hợp lỏng - rắn hữu cơ lơ lửng (MLVSS) qua thời gian lưu như sau:

$$X = \frac{t_c Y(S_0 - S)}{t(1 + k_d t_c)}$$

d) Hoạt hoá bùn trong thiết bị phản ứng ống dòng

Sau đây ta xét tới hệ thống hoạt hoá bùn với thiết bị phản ứng ống dòng lý tưởng. Hệ thống hoạt hoá bùn với thiết bị phản ứng ống dòng được mô tả như ở hình 4.9.

Ở đây chấp nhận giả thiết chỉ có khuấy trộn hoàn toàn trong tiết diện ngang, còn theo hướng dòng chảy thì hầu như không có sự khuấy trộn. Khi đó, hỗn hợp của nước thải và bùn tuần hoàn sẽ chuyển động qua thiết bị phản ứng như là một nguyên tố đơn vị. Động lực phản ứng tạo sinh khối tương tự như là quá trình gián đoạn, trừ lúc đầu có nồng độ sinh khối cao hơn vì sự tuần hoàn của bùn.



Hình 4.9. Biên của hệ thống

Lawrence và McCarty đã rút ra biểu thức biểu thị nồng độ trung bình của sinh khối và tốc độ sử dụng dinh dưỡng như sau:

$$\bar{X} = \frac{t_c \cdot Y(S_0 - S)}{t(1 + k_d t_c)}$$

và
$$r_s = -\frac{\mu_0}{Y} \frac{S\bar{X}}{(K_s + S)} \quad (****)$$

trong đó \bar{X} là nồng độ sinh khối trung bình trong thiết bị phản ứng, mg/l.

Biểu thức này chỉ đúng khi $(t_c / t) \geq 5$.

Tổ hợp phương trình (****) qua thời gian lưu trong thiết bị phản ứng và các điều kiện biến động thích hợp với yếu tố tuần hoàn sẽ cho biểu thức sau:

$$\frac{1}{t_c} = \frac{\mu_0(S_0 - S)}{(S_0 - S) + (1 - \alpha)(K_s \ln \frac{S_i}{S})} - k_d$$

Trong đó:

α : Yếu tố tuần hoàn: $\alpha = \frac{Q}{Q_R}$

S_i : Nồng độ cơ chất sau khuấy trộn với bùn tuần hoàn, mg/l;

$$S_i = \frac{S_0 + \alpha S}{1 + \alpha}$$

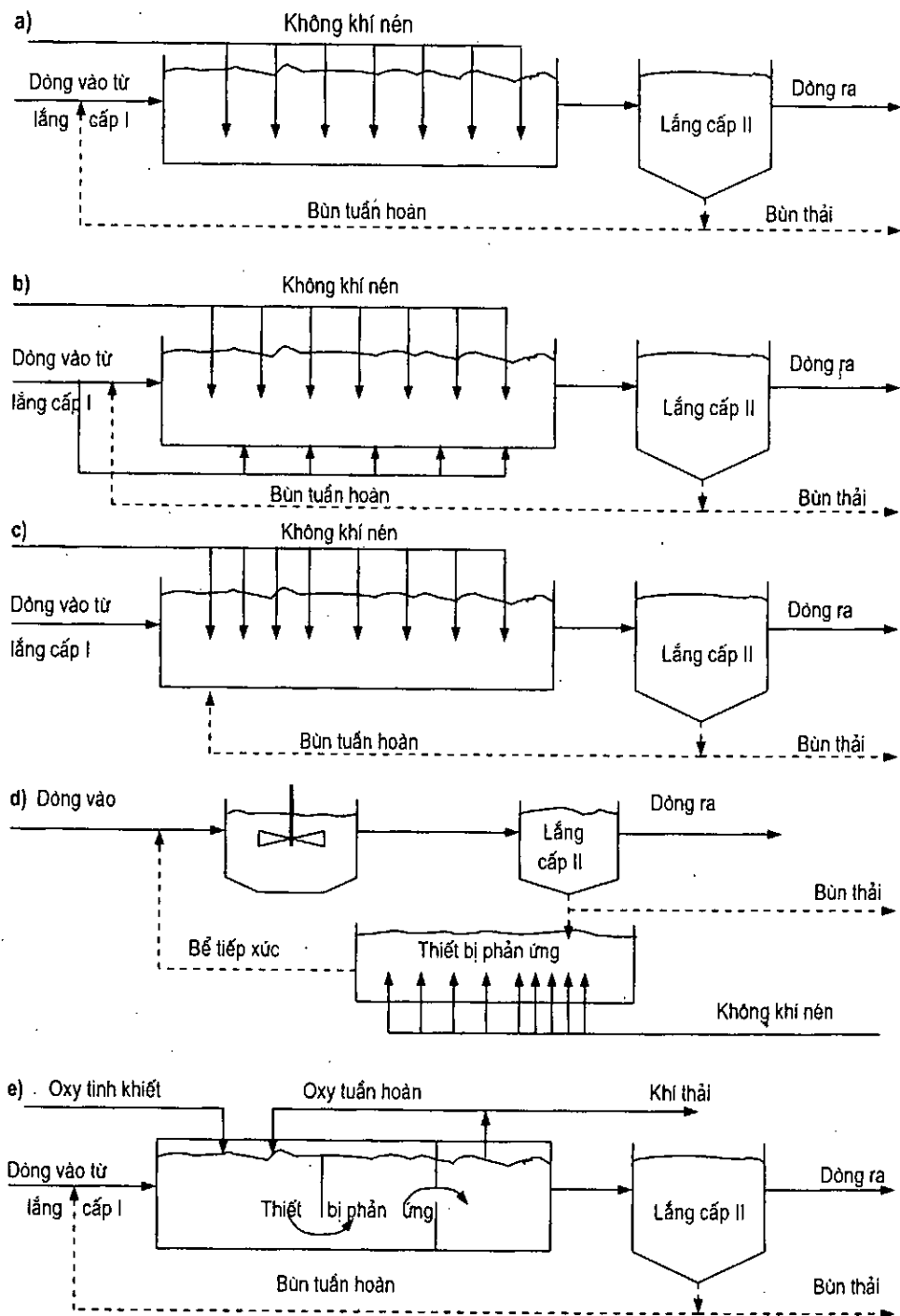
e) Các vấn đề xem xét trong thiết kế và vận hành

Trong thực tế thường sử dụng nhiều phương án khác nhau trong việc ứng dụng các mô hình hệ thống khuấy trộn hoàn toàn và ống dòng. Hình 4.10. minh họa các phương án thông dụng nhất.

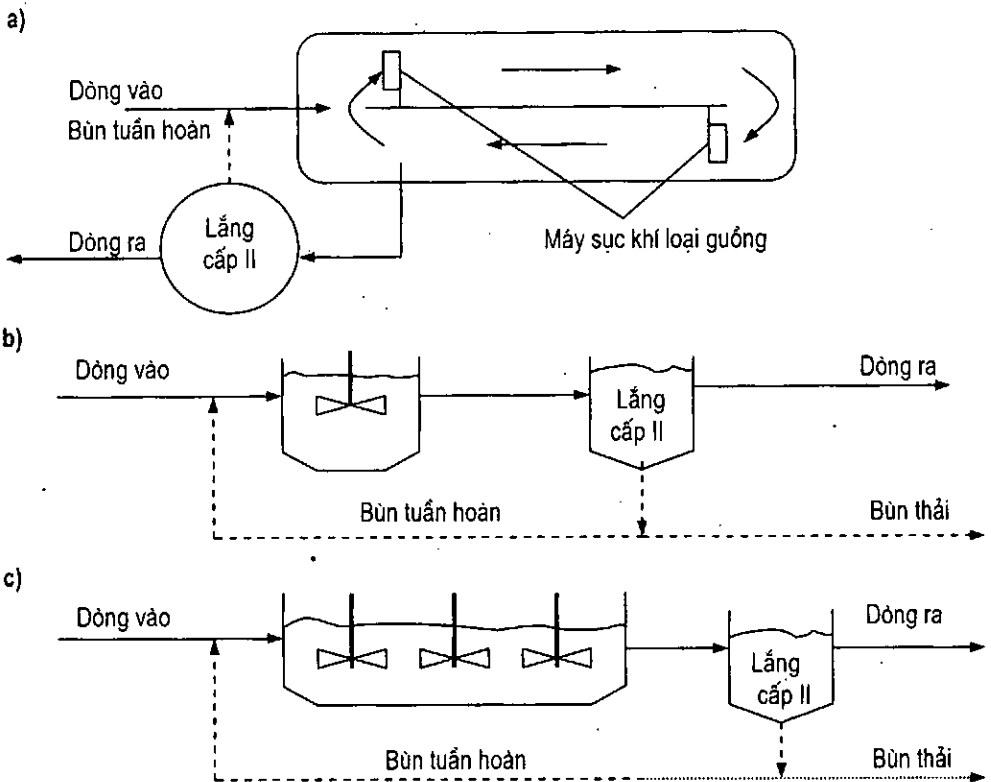
– Có thể chia các phương án tiến hành quá trình thông khí sinh học thành các loại chính sau:

- + Thông khí thông thường và theo bậc;
- + Ổn định tiếp xúc;
- + Thông khí với tốc độ cao.

Thông khí thông thường: Trong hệ thống thông khí thông thường, việc sục khí và khuấy trộn đạt được khá đều dọc theo chiều dài của bể aeroten. Nhược điểm của phương án này là nồng độ oxy thấp chiếm ưu thế ở đầu vào, có thể gây bất lợi cho các vi sinh vật ở khu vực này. Trong khi đó ở khu vực đầu ra, lượng oxy được cấp có thể dư thừa so với nhu cầu của quá trình.



Hình 4.10. Các phương án thực hiện quá trình hoạt hoá bùn
 a) Thông khí thông thường; b) Thông khí theo bậc; c) Thông khí giảm dần theo chiều dài aeroten; d) Ổn định tiếp xúc; e) Hoạt hoá bùn với tốc độ cao



Hình 4.11. Một số hệ thống hoạt hoá bùn

a) Mương oxy hoá; b) Hoạt hoá bùn với thời gian lưu ngắn và tỷ số F/M cao để duy trì quá trình sinh trưởng ở pha logarit; c) Thông khí kéo dài (hệ thống hoạt động với thời gian lưu dài và tỷ số giữa F/M thấp để duy trì quá trình hoạt hoá ở pha nội sinh).

Ở đây các đầu khuếch tán không khí được bố trí dọc theo một phía của bể ở độ sâu 2,5m để cấp oxy và tạo cho chất lỏng chuyển động theo hình xoắn vít.

Thông khí theo bậc có thể thực hiện theo hai phương án sau:

* Cấp không khí đều, dọc theo chiều dài bể, còn nước thải cũng được đưa vào cách đoạn, hay theo bậc, dọc theo chiều dài ở đoạn đầu của bể như trên hình 4.10b. Cấp không khí theo phương án này đạt được cấp dư oxy một chút dọc theo suốt cả aeroten. Để thực hiện phương án trên một cách dễ dàng, có thể chia aeroten thành nhiều kênh và mỗi một kênh sẽ là một bậc.

* Cấp khí giảm dần dọc theo chiều dài bể, đảm bảo cho nước thải thô và bùn hoạt tính tuần hoàn ở đầu vào được thông khí mạnh nhất, vì ở đây hàm lượng chất hữu cơ lớn nhất (hình 4.10c). Thời gian cả nước thải thô

và bùn hoạt tính tuần hoàn được sục khí trong aeroten từ 6 đến 8 giờ. Lượng hỗn hợp lỏng huyền phù tuần hoàn lại thường bằng 25% đến 50% lưu lượng dòng vào.

Ổn định tiếp xúc: Trong phương án này, quá trình phân huỷ các chất hữu cơ được tách riêng thành hai công đoạn như minh hoạ trên hình 4.10d. Ở đây nước thải thô vào tiếp xúc với bùn hoạt tính trong thời gian ngắn (từ 0,5 đến 1 giờ), chỉ đủ cho vi sinh vật hấp thụ các chất hữu cơ hoà tan, chứ không đủ để chúng phân huỷ. Bùn hoạt tính lắng xuống được đưa trở về bể ổn định. Hỗn hợp lỏng huyền phù này được thông khí từ 2 đến 3 giờ, cho phép các vi sinh vật phân huỷ các chất hữu cơ đã bị hấp thụ. Như vậy, chỉ cần thông khí lượng bùn lắng nhỏ hơn rất nhiều so với tổng thể tích dòng nước thải, do vậy giảm được tổng kích thước thiết bị chỉ bằng 50% thể tích bể aeroten trong phương án thông khí thông thường và thông khí theo bậc.

Quá trình này được ứng dụng và làm việc có hiệu suất cao trong xử lý nước thải sinh hoạt. Tuy nhiên, để áp dụng vào xử lý nước thải công nghiệp, hoặc hỗn hợp nước thải công nghiệp và sinh hoạt, cần tiến hành thử nghiệm trong phòng thí nghiệm.

Thông khí tốc độ cao: Để giảm chi phí xây dựng thiết bị xử lý, người ta đã phát triển một hệ thống có tải trọng xử lý BOD cao và thời gian thông khí ngắn bằng vận hành hệ thống ở tỷ số F/M cao, giảm tuổi của bùn, trong khi đó tăng hàm lượng hỗn hợp lỏng và chất rắn lơ lửng trong bể lên tới 4000 – 5000mg/l.

Cũng có thể đạt được mục đích trên bằng cách thay không khí bằng oxy tinh khiết. Hệ thống thông khí bằng oxy tinh khiết (UNOX) có nguyên lý làm việc như trên hình 4.10e.

Thông khí bằng oxy tinh khiết có những ưu điểm sau:

* Hiệu suất cao nên tăng được tải trọng theo BOD và giảm được thời gian sục khí;

* Thải bùn dễ dàng vì nồng độ chất rắn cao, song tổng lượng lại nhỏ vì bùn lắng thường chứa 2 – 3% chất rắn.

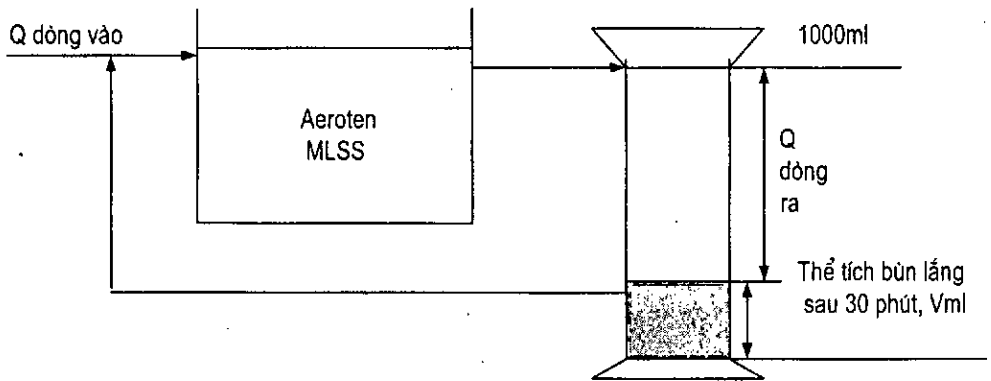
f) Vận hành và kiểm soát hệ thống thông khí sinh học

Yêu cầu chung của vận hành đối với hệ thống thông khí sinh học là nước thải đưa vào aeroten cần có hàm lượng SS không vượt quá 150mg/l,

hàm lượng sản phẩm dầu mỡ không quá 25mg/l, pH = 6,5 – 9, nhiệt độ không nhỏ hơn 6⁰C và không lớn hơn 30⁰C.

Trong vận hành các quá trình hoạt hoá bùn, người ta thường điều chỉnh các tham số sau: lượng oxy cần cung cấp, tốc độ tuần hoàn bùn hoạt tính, lượng bùn dư thải, kiểm soát MLSS và F/M. Hàm lượng MLSS trong aeroten thường dao động từ giá trị cực tiểu 1000mg/l đến giá trị cực đại 10000mg/l. Trong xử lý nước thải sinh hoạt ở tải lượng trung bình, tốc độ tăng nồng độ MLSS thường bằng khoảng 50mg/l.ngày.

Các phân tích trong phòng thí nghiệm để giám sát quá trình xử lý bằng hoạt hoá bùn bao gồm nồng độ oxy hoà tan, nồng độ hỗn hợp lỏng và chất rắn lơ lửng (MLSS), chỉ số thể tích bùn SVI, nồng độ BOD và chất rắn huyền phù ở dòng ra.



Hình 4.12. Quan hệ giả thiết giữa thể tích bùn lắng trong thí nghiệm SVI và lưu lượng tuần hoàn cần thiết của bùn hoạt tính

Tỷ số F/M được tính như sau:

$$\frac{F}{M} = \frac{Q_0 S_0}{V \cdot X} = \frac{\text{gBOD}_5 / \text{ngày}}{\text{gMLVSS}} \quad (19)$$

Trong đó:

F/M : Tỷ số giữa chất dinh dưỡng chính với số vi sinh vật;

Q_0 : Lưu lượng nước thải thô, m³/ngày;

S_0 : Nhu cầu oxy sinh hoá của nước thải ở dòng vào, BOD₅ mg/l;

V : Thể tích chất lỏng trong aeroten, m³;

X : Hàm lượng chất rắn hữu cơ huyền phù trong hỗn hợp lỏng ở bể aeroten, mg/l.

Cần lưu ý, F/M là tỷ số biểu hiện mối quan hệ của tải trọng với trạng thái trao đổi chất của hệ thống.

Chỉ số thể tích bùn SVI được định nghĩa là thể tích tính bằng ml của 1g khô bùn hoạt tính lắng trong 30 phút, và được tính như sau:

$$SVI = \frac{V \cdot 1000}{MLSS} \quad (20)$$

Trong đó:

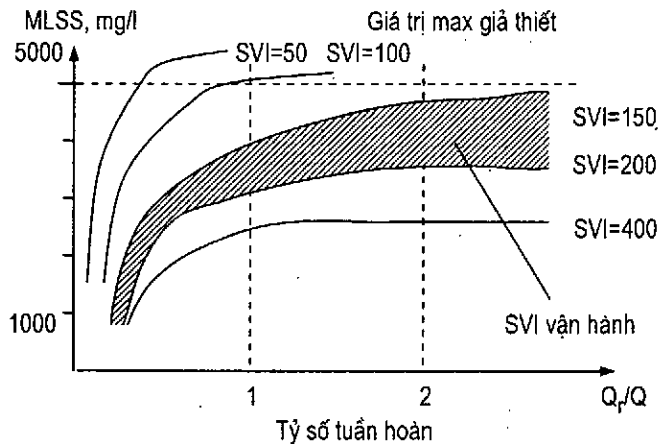
SVI : Chỉ số thể tích bùn, ml/g;

V : Thể tích chất rắn lắng sau 30 phút trong ống đong 1 lít, ml;

MLSS : Hàm lượng chất rắn của hỗn hợp lỏng – rắn huyền phù trong aeroten, mg/l;

1000 : Hệ số quy đổi miligam ra gam.

Giá trị điển hình của SVI đối với hệ thống bùn hoạt tính làm việc với nồng độ MLSS từ 2000 đến 3500mg/l, thường nằm trong khoảng 80 đến 150ml/g. Đây là yếu tố cơ bản trong thiết kế. Khi SVI lớn hơn 200ml/g, bùn hoạt tính thường ở dạng sợi rất khó lắng (hình 4.13)



Hình 4.13. Xác định quan hệ giữa MLSS, SVI và tỷ số tuần hoàn bùn

Trong vận hành, SVI được sử dụng làm chỉ thị về đặc tính lắng của bùn, do đó ảnh hưởng tới tốc độ tuần hoàn MLSS. Từ cân bằng vật liệu có nồng độ bùn cực đại tuần hoàn:

$$X_R = \frac{10^6}{SVI}, \text{ mg/l}$$

Có lẽ những vấn đề chung thường gặp trong xử lý nước thải sinh hoạt là thông khí quá mức dẫn đến hệ quả là bùn hoạt tính bị vón cục vào với nhau. Còn khi hệ thống xử lý làm việc dưới tải trọng BOD thiết kế một cách đáng kể thì các vi khuẩn nitrat hoá có thể chuyển NH_3 thành NO_3 trong aeroten. Trong trường hợp này, giải pháp tốt nhất là tăng lượng bùn thải để giảm lượng vi khuẩn nitrat hoá trong bể aeroten và giảm lượng không khí cấp vào chất lỏng để giảm lượng nồng độ oxy hoà tan.

Nước thải công nghiệp thường là nguyên nhân làm mất tính ổn định của quá trình thông khí, vì hệ thống bị sốc do chất thải có độ ô nhiễm cao có thể làm kiệt oxy hoà tan. Mặt khác, các chất độc cũng là một nguyên nhân gây cho hệ thống sinh học này bị mất cân bằng bởi tác động của chúng đối với quá trình trao đổi chất của vi sinh vật.

Các thông số vận hành quá trình thông khí được tóm tắt trong bảng 4.1 (trang sau).

g) Tính toán thiết kế bể aeroten

Trong tính toán công nghệ cho bể aeroten, cần tính các thông số sau:

– Thời gian cần thiết để oxy hoá chất hữu cơ trong aeroten từ nồng độ đầu S_0 đến nồng độ cuối S_c tính bằng BOD, gO_2/m^3 ;

$$\bar{t} = \frac{S_0 - S_c}{\rho \cdot \bar{X}(1-s)} \quad (21)$$

Trong đó:

\bar{t} : Thời gian, h;

ρ : Tốc độ oxy hoá riêng từ 12 đến $30\text{gO}_2/\text{kg}$ bùn hoạt tính, h;

\bar{X} : Liều lượng bùn hoạt tính trong aeroten từ 2 đến $5\text{kg}/\text{m}^3$;

s : Độ tro của bùn hoạt tính từ 0,1 đến 0,3%.

– Thể tích làm việc của bể aeroten:

$$V_{lv} = Q_{TK} \cdot \bar{t} \quad (22)$$

Trong đó Q_{TK} là năng suất thiết kế tính theo lưu lượng nước thải, m^3/h ;

– Lượng không khí cần cấp (Q_{KK}) được tính theo công thức sau:

$$Q_{KK} = \frac{S_0}{K.H.d}, \text{m}^3 / \text{m}^3 \text{ nước} \quad (22)$$

Bảng 4.1. Các thông số thiết kế và vận hành hệ thống hoạt hoá bùn xử lý nước thải đô thị

Quá trình	Thời gian lưu trung bình của tế bào t_c , ngày	Tỷ số F/M kg BOD ₅ /kgMLSS	Tải lượng thể tích kgBOD ₅ /m ³	Thời gian lưu thủy lực lấy bằng thời gian thông khí t, h	Chế độ dòng chảy	Nồng độ MLSS mg/l	Tỷ số tuần hoàn Q _r /Q	Hiệu suất khử BOD %	Lượng không khí cần cấp m ³ /kg BOD ₅
Thông khí giảm dần	5–15	0,2–0,4	0,3–0,6	4–8	PF	1500–3000	0,25–0,5	85–95	45–90
Thông khí thông thường	4–15	0,2–0,4	0,6–0,6	4–8	PF	1500–3000	0,25–0,5	85–95	45–90
Thông khí theo bậc	4–15	0,2–0,4	0,6–1,0	3–5	PF	2000–3500	0,25–0,75	85–95	45–90
Khuấy trộn hoàn toàn	4–15	0,2–0,4	0,8–2,0	3–5	CM	3000–6000	0,25–1,0	85–90	45–90
Ổn định tiếp xúc	4–15	0,2–0,6	1,0–1,2				0,25–1		45–90
Bể tiếp xúc				0,5–1,0	PF	1000–3000		80–90	
Bể ổn định				4–6	PF	4000–10000			
Thông khí cao tốc	4–15	0,4–1,5	1,6–16	0,5–2,0	CM	4000–10000	1,0–5,0	75–90	25–45
Thông khí bằng oxy tinh khiết	8–20	2,0,1,0	1,6–4	1–3	CM	6000–8000	0,25–0,5	85–90	
Thông khí kéo dài	20–30	0,05–0,15	0,16–0,40	18–24	CM	3000–6000	0,75–1,50	75–90	95–125

Ghi chú: PF – ống dòng; CM – khuấy trộn hoàn toàn

Trong đó:

H : Chiều sâu của bể aeroten, khoảng (2–5)m;

d : Mức độ sai khác với độ bão hoà (0,2–0,8);

K : Hệ số phụ thuộc vào thủy động học của ống sục khí và dạng aeroten. K có giá trị từ 6 đến 7g O₂/m⁴ đối với đầu sục khí loại ống, và từ 15 đến 18g O₂/m⁴ đối với đầu sục khí loại tấm.

Cũng có thể chọn Q_{KK} tiêu chuẩn của Glumrb về lượng oxy tối thiểu cho hệ thống dùng khí nén như sau:

+ Đối với loại khí thông thường, theo bậc, hoặc loại tiếp xúc:

$$Q_{KK} = 0,5 \frac{\text{m}^3 \text{ không khí}}{\text{kg BOD tải lượng của bể}}$$

+ Đối với loại tốc độ cao, chọn Q_{KK} trong khoảng:

$$Q_{KK} = (25 - 95) \frac{\text{m}^3 \text{ không khí}}{\text{kg BOD tải lượng của bể}}$$

+ Đối với loại thông khí kéo dài, lấy:

$$Q_{KK} = 125 \frac{\text{m}^3 \text{ không khí}}{\text{kg BOD tải lượng của bể}}$$

Đối với hệ thống thông khí bằng cơ học, thiết bị khuấy cần đảm bảo mức tối thiểu là chuyển vào hỗn hợp lỏng và chất rắn lơ lửng 1,0kg O₂/kg BOD tải lượng của bể.

Trong thiết kế cũng có thể ước tính thể tích của bể aeroten theo tải lượng bể sau khi chọn thời gian sục khí và hiệu suất.

Tải lượng của bể aeroten là lượng BOD được khử trong một đơn vị thể tích và trong một đơn vị thời gian, tính theo g BOD/m³, ngày.

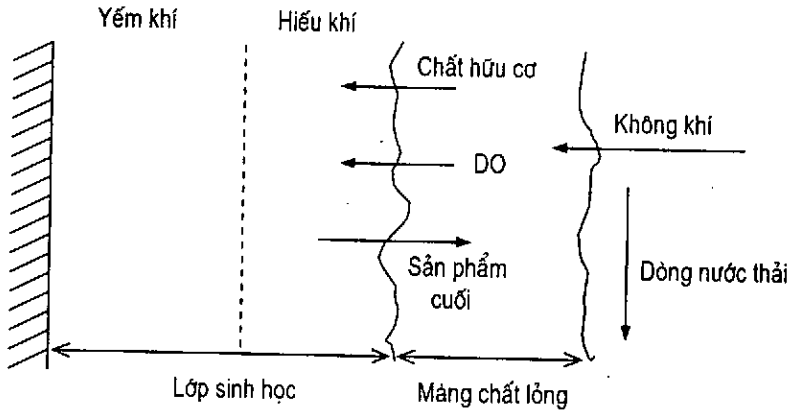
Tải lượng theo BOD và thời gian thông khí là các thông số có liên quan với nhau và phụ thuộc vào nồng độ BOD trong dòng vào.

4.6.1.2. Lọc sinh học

Bể lọc sinh học là một thiết bị phản ứng sinh học trong đó các vi sinh vật sinh trưởng cố định trên lớp màng bám của lớp vật liệu lọc (môi trường lọc). Thường nước thải được tưới từ trên xuống qua lớp vật liệu lọc bằng đá, hoặc các vật liệu khác nhau, vì vậy người ta còn gọi hệ thống này là bể lọc nhỏ giọt (trickling filter). Tuy nhiên, gọi như vậy không thật chính xác vì đây thực chất là một quá trình chiết sinh học hơn là một

quá trình lọc. Với sự phát triển của vật liệu làm môi trường lọc, các vật liệu tổng hợp thay thế cho vật liệu lọc bằng đá thì thuật ngữ tháp sinh học được dùng rộng rãi hơn và tháp thường cao tới 6m chứ không phải là 1,8m như bể lọc với vật liệu lọc bằng đá.

Cơ chế lọc sinh học được minh họa trên hình 4.14.



Hình 4.14. Các quá trình trong bể lọc sinh học

Màng sinh học gồm các vi khuẩn, nấm và động vật bậc thấp được nạp vào hệ thống cùng với nước thải. Mặc dù lớp màng này rất mỏng song cũng có hai lớp: lớp yếm khí ở sát bề mặt đệm và lớp hiếu khí ở ngoài. Do đó quá trình lọc sinh học thường được xem như là quá trình hiếu khí nhưng thực chất là hệ thống vi sinh vật hiếu – yếm khí.

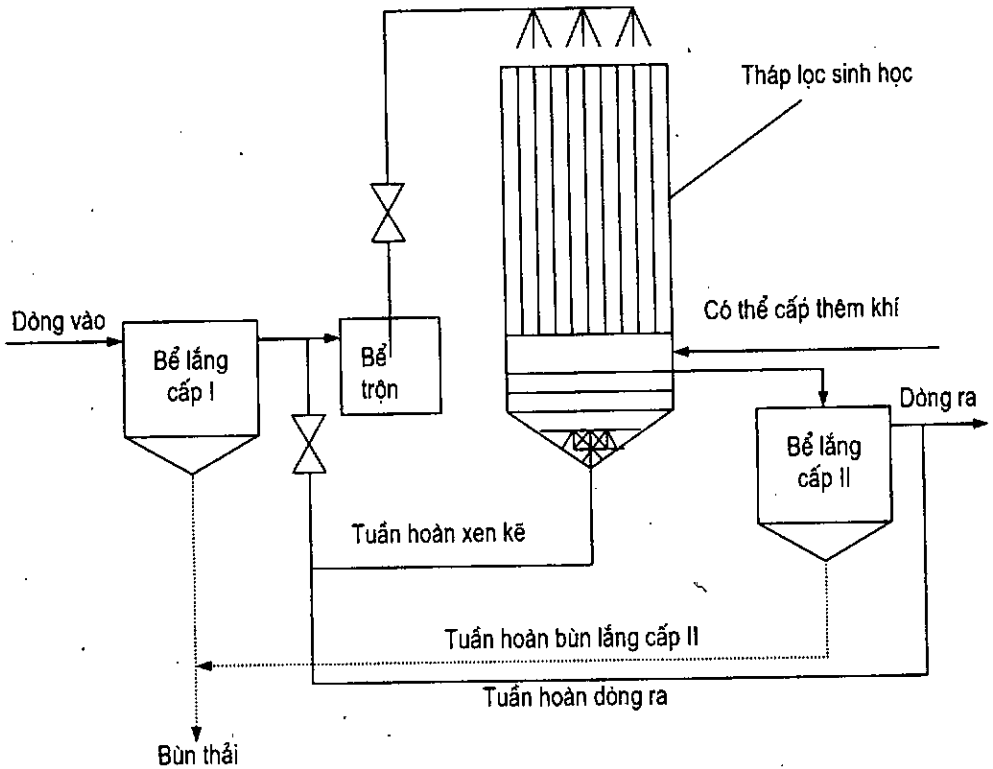
Khi dòng nước thải chảy trườn lên lớp màng nhớt này, các chất hữu cơ của chất thải được vi sinh vật hấp thụ, còn sản phẩm của quá trình trao đổi chất (CO_2) sẽ được thải ra qua màng chất lỏng. Oxy hoà tan được bổ sung bằng hấp thụ từ không khí.

Theo chiều sâu từ mặt xuống đáy bể lọc, nồng độ chất hữu cơ trong nước thải giảm dần và tại một vùng nào đó các vi sinh vật ở trạng thái đói thức ăn. Thường BOD được chiết ra chủ yếu ở 1,8m phần trên của lớp đệm. Phần sinh khối vi sinh vật thừa sẽ bị trôi ra, theo nước ra ngoài bể lọc.

Hình 4.15 trình bày cấu tạo và nguyên lý làm việc của một bể lọc sinh học.

Nước thải được phun đều lên lớp đệm tạo ra lớp màng nhớt gọi là màng sinh học (lớp màng được tạo ra bởi vi sinh vật) phủ trên các đệm.

Có thể cấp thêm không khí trong quá trình vận hành. Quá trình oxy hóa xảy ra như cơ chế nói trên. Sinh khối vi sinh vật tách ra khỏi nước trong thiết bị lắng thứ cấp.



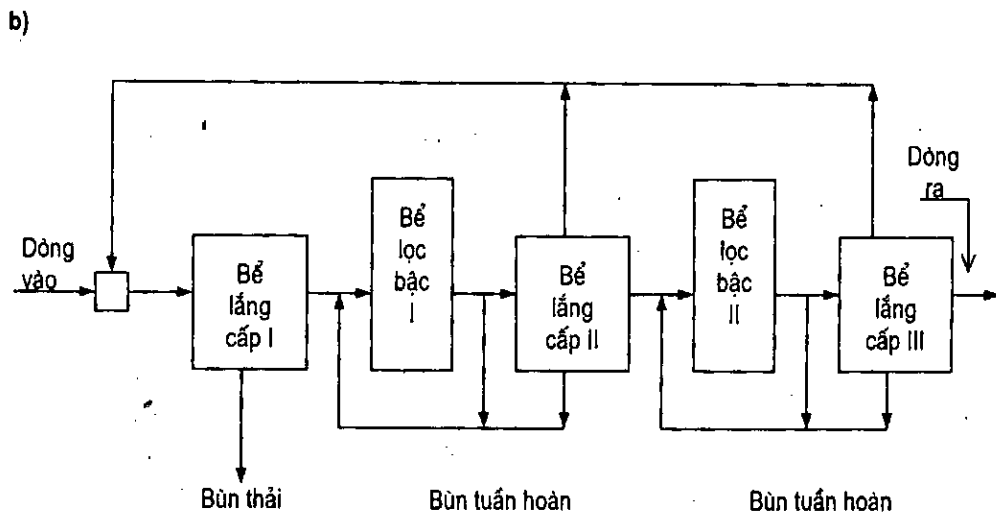
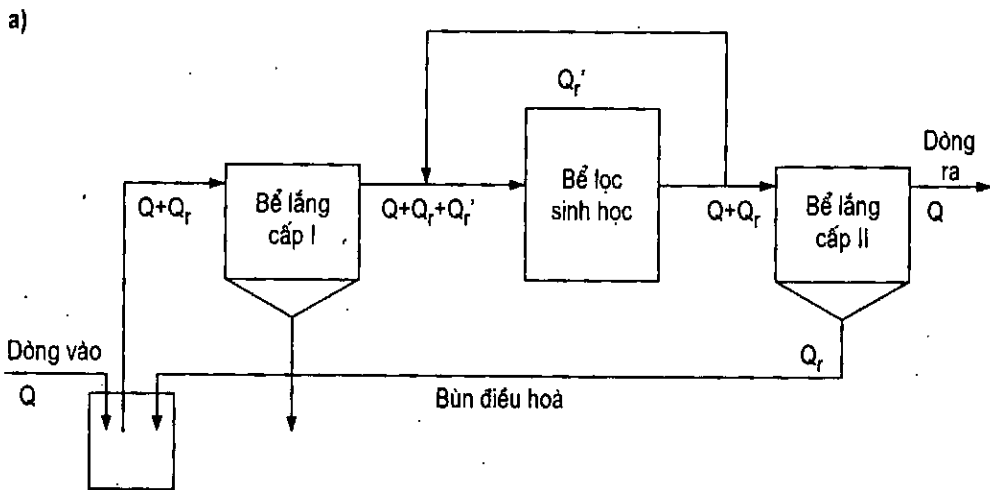
Hình 4.15. Sơ đồ hệ thống tháp lọc sinh học

Lọc sinh học được ứng dụng để làm sạch một phần hay toàn bộ chất hữu cơ phân huỷ sinh học trong nước thải và có thể đạt chất lượng dòng ra với nồng độ BOD tới 15mg/l.

Bể lọc sinh học có thể được vận hành theo một bậc hay nhiều bậc như các sơ đồ trên hình 4.16.

Hiệu suất làm sạch nước thải trong các bể lọc sinh học phụ thuộc vào các chỉ tiêu sinh hoá, trao đổi khối, chế độ thuỷ lực và kết cấu thiết bị. Trong đó, cần chú ý các chỉ tiêu sau: BOD của nước cần làm sạch, bản chất các hợp chất hữu cơ, tốc độ oxy hoá, cường độ hô hấp của các vi sinh vật, khối lượng các chất được màng sinh học hấp thụ, chiều dày màng sinh học, thành phần các vi sinh vật sống trong màng, cường độ sục khí, diện tích và chiều cao bể lọc, các đặc tính của bể lọc (kích thước đệm, độ

xốp và bể mặt riêng), các tính chất vật lý của nước thải, nhiệt độ quá trình và tải lượng thủy lực, cường độ tuần hoàn, mức độ phân bố đều nước thải theo diện tích thiết diện, độ thấm ướt của màng sinh học.



Hình 4.16. Một số sơ đồ điển hình của hệ thống lọc sinh học
a) Lọc một bậc tốc độ cao; b) Lọc hai bậc

Phân loại theo đặc điểm kết cấu, các bể lọc sinh học được chia thành: thiết bị lọc với đệm hình khối; thiết bị lọc với đệm hình tấm.

Người ta còn phân bể lọc thành các loại: lọc nhỏ giọt (thông khí tự nhiên); lọc tải lượng cao (thông khí nhân tạo) và tháp lọc.

Trong thiết kế có sử dụng các thông số ở bảng 4.2 làm cơ sở tính toán.

Bảng 4.2. Các thông số thiết kế

Loại thiết bị	Chiều cao làm việc H_v, m	Tải lượng thủy lực $q, m^3/m^2, \text{ngày}$		Tuần hoàn		
Loại nhỏ giọt	1,5–2	1–3		Khi $BOD_5 < 220$: không Khi $BOD_5 > 220$: có		
Tải lượng cao	2–4	10–30		Khi $BOD_5 < 300$: không Khi $BOD_5 > 300$: có		
Tháp	Với $BOD_5, mg/l$	250	300	350	450	500
	Chiều cao thiết bị H_v, m	8	10	12	14	16

– Tải lượng BOD đối với loại lọc nhỏ giọt được tính như sau:

$$L_{BOD} = \frac{Q \cdot BOD_{SL1}}{V_{mtr}} \quad (24)$$

Trong đó:

L_{BOD} : Tải lượng, g BOD/ $m^3 \cdot \text{ngày}$;

Q : Lưu lượng nước thải thô, $m^3/\text{ngày}$;

BOD_{SL1} : Hàm lượng BOD còn lại sau lắng sơ cấp, mg/l;

V_{mtr} : Thể tích môi trường lọc, m^3 .

Tải lượng thủy lực được tính theo công thức sau:

$$L_q = \frac{Q + Q_{t,h}}{A} \quad (25)$$

Trong đó:

L_q : Tải lượng thủy lực, $m^3/m^2 \cdot \text{ngày}$;

Q : Lưu lượng nước thải thô, $m^3/\text{ngày}$;

$Q_{t,h}$: Lưu lượng tuần hoàn, $m^3/\text{ngày}$;

A : Diện tích bề mặt lọc, m^2 .

Tỷ số tuần hoàn:

$$R = \frac{Q_{t,h}}{Q} \quad (26)$$

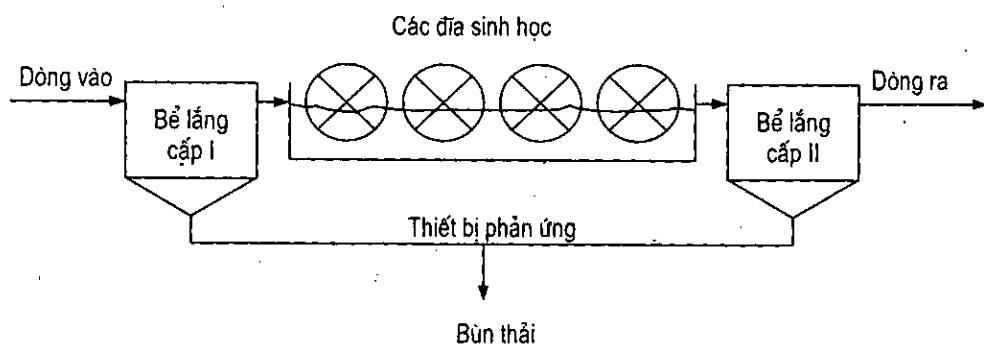
Một số thông số về tải lượng của loại lọc nhỏ giọt cho trong bảng 4.3.

Bảng 4.3. Một số giá trị điển hình về tải lượng của loại lọc nhỏ giọt với chiều cao môi trường lọc 1,5 – 2,1m, vật liệu đá

Thông số	Lọc chậm	Lọc nhanh	Lọc 2 bậc
Tải lượng BOD, g/m ³ .ngày	100 – 400	500–1500	700–1100
Tải lượng thủy lực, m ³ /m ² .ngày	2–5	10–30	10–30
Tỷ số tuần hoàn	0	0,5–3,0	0,5–4,0

Phương pháp lọc sinh học có các ưu điểm là đơn giản, tải lượng theo chất gây ô nhiễm thay đổi trong giới hạn rộng trong ngày; thiết bị cơ khí đơn giản và tiêu hao ít năng lượng, nhưng nó cũng có nhược điểm là hiệu suất quá trình phụ thuộc rõ rệt vào nhiệt độ không khí.

Một loại hệ thống sinh học sinh trưởng, cố định trong màng sinh học khác là đĩa sinh học (hình 4.17). Hệ thống này gồm một loạt các đĩa tròn lắp trên cùng một trục cách nhau một khoảng nhỏ. Khi trục quay, một phần đĩa ngập trong máng chứa nước thải còn phần còn lại tiếp xúc với không khí. Các vi khuẩn bám trên các đĩa chiết các chất hữu cơ của nước thải.



Hình 4.17. Sơ đồ hệ thống đĩa sinh học

4.6.2. Làm sạch nước thải trong điều kiện tự nhiên

Các quá trình hiếu khí trong xử lý sinh học có thể xảy ra ở điều kiện tự nhiên và trong các công trình nhân tạo. Quá trình làm sạch nước thải ở điều kiện tự nhiên được tiến hành bằng cách tưới nước thải ở dạng phun mưa trên các cánh đồng được chuẩn bị riêng cho mục đích này, đồng thời cho cả canh tác, hay lọc nước thải qua cánh đồng lọc và trong các hồ sinh học.

4.6.2.1. Hồ sinh học

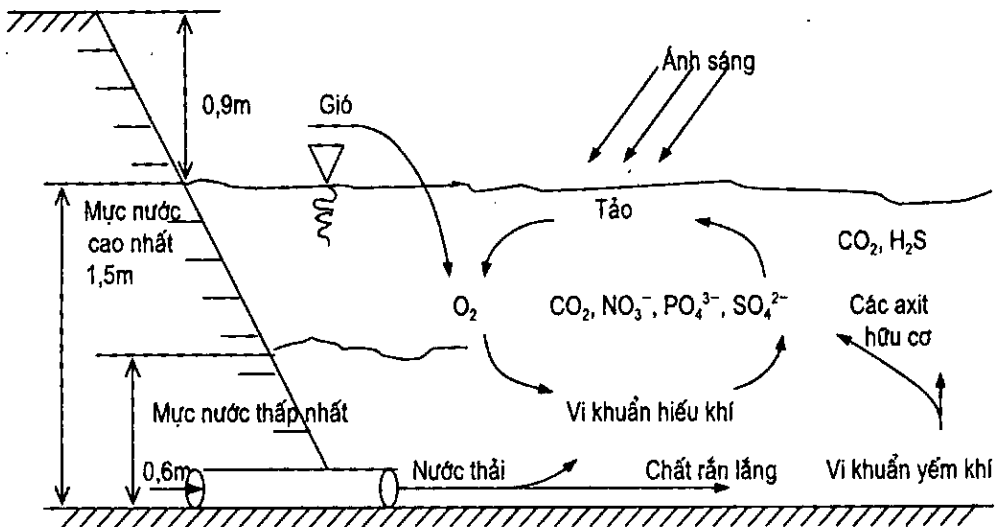
Hồ sinh học này còn được gọi là hồ oxy hóa hoặc hồ ổn định. Đó là một chuỗi gồm từ 3 đến 5 hồ. Nước thải chảy qua hệ thống hồ trên với một vận tốc không lớn. Trong hồ, nước thải được làm sạch bằng các quá trình tự nhiên bao gồm cả tảo và các vi khuẩn nên tốc độ oxy hóa chậm, đòi hỏi thời gian lưu thủy lượng lớn (30 đến 50 ngày). Các vi sinh vật sử dụng oxy sinh ra trong quá trình quang hợp của tảo và oxy được hấp thụ từ không khí để phân huỷ các chất thải hữu cơ. Còn tảo đến lượt mình sử dụng CO_2 , NH_4^+ , photphat được giải phóng ra trong quá trình phân huỷ các chất hữu cơ để thực hiện quá trình quang hợp. Để hồ sinh học làm việc bình thường, cần duy trì pH và nhiệt độ ở giá trị tối ưu.

a) Phân loại

Hồ sinh học được phân thành các loại sau:

- Hồ oxy hóa cấp III hoặc hồ làm sạch lần cuối (Polishing pond);
- Hồ thông khí nhân tạo hay còn gọi là hồ được sục khí;
- Hồ oxy hóa hiếu - yếm khí (Facultative pond) hay còn gọi là hồ oxy hóa tùy tiện.

Nguyên lý kết cấu và làm việc của loại hồ hiếu - yếm khí được minh họa trên hình 4.18.



Hình 4.18. Sơ đồ các quá trình sinh học chính trong hồ hiếu - yếm khí

b) Quá trình làm sạch nước thải trong hồ

Trong hồ xảy ra các quá trình sau:

– Oxy hoá các chất hữu cơ bởi các vi sinh vật hiếu khí ở lớp nước phía trên của hồ.

– Quang hợp của tảo ở lớp nước phía trên.

– Phân huỷ chất hữu cơ của các vi khuẩn yếm khí ở đáy hồ.

Trong điều kiện tự nhiên, gió và nhiệt độ là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới mức độ khuấy trộn nước trong hồ. Ở đây khuấy trộn có hai chức năng: giảm tới mức tối thiểu, rút ngắn thời gian lưu và các vùng chết trong hồ; phân bố đều các chất dinh dưỡng cho tảo, và O_2 cho vi sinh vật. Vì quá trình quang hợp chỉ xảy ra ở độ sâu từ 150 đến 300mm dưới bề mặt thoáng của nước, do đó nếu không có khuấy trộn, phần lớn nước trong hồ nằm trong vùng tối. Chiều sâu tối thiểu của nước trong hồ cân bằng 0,6m để phòng ngừa sự phát triển của các loài thực vật có rễ. Còn chiều sâu tối đa của nước trong hồ cân khống chế ở mức 1,5m để phòng ngừa mùi do quá trình yếm khí gây ra, vì khi chiều sâu lớn hơn 1,5m quá trình yếm khí sẽ chiếm ưu thế.

c) Tính toán thiết kế

Trong tính toán các hồ, cần xác định kích thước của chúng sao cho đảm bảo thời gian lưu cần thiết của nước thải. Diện tích bề mặt hồ được tính theo công thức sau:

$$F = \frac{Q.t}{H}, m^2 \quad (27)$$

Trong đó:

Q : Lưu lượng nước thải, m^3 /ngày;

t : Thời gian lưu thuỷ lượng, ngày;

H : Chiều sâu của hồ, m.

Thời gian lưu thuỷ lượng có thể tính được dựa vào cơ sở quá trình khử BOD_5 . Để đơn giản ta giả thiết hồ được khuấy trộn hoàn toàn và quá trình khử BOD_5 theo động học bậc 1:

$$\frac{S_r}{S_v} = \frac{1}{1 + k_1 t}$$

Trong đó: S_r : BOD ở dòng ra, mg/l

S_v : BOD ở dòng vào, mg/l

k_1 : Hằng số tốc độ phản ứng bậc 1, 1/ngày.

Do vậy thời gian lưu thủy động học sẽ bằng:

$$t = \left(\frac{S_v}{S_r} - 1 \right) \frac{1}{k_1} \quad (28)$$

Thay biểu thức (28) vào (27) ta có:

$$F = \frac{Q}{H \cdot k_1} \left(\frac{S_v}{S_r} - 1 \right), m^2 \quad (29)$$

Trong đó: $k_1 = f(t^0C) = 0,3 (1,05)^{(t-20)}$ (30)

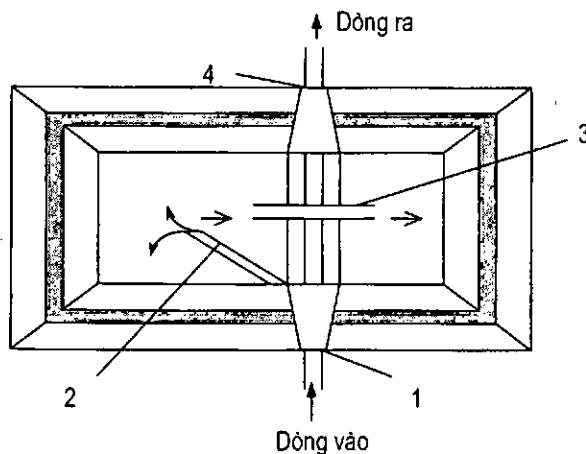
Kết quả nghiên cứu của Mara (1975), Marais G.V.R (1966) ở Nam Phi đã đề xuất: để duy trì sự trôi của điều kiện hiếu khí trong hồ, S_r cần nằm trong khoảng 50 đến 70mg/l đối với các hồ có độ sâu từ 1 đến 1,5m.

Đặt biểu thức (30) vào (29) và chọn $S_r = 60$ mg/l, ta có:

$$F = \frac{Q(S_v - 60)}{18H \cdot (1,05)^{t-20}} \quad (31)$$

Cũng có thể tính F theo công thức thực nghiệm của McGarry và Perscod hoặc theo tải lượng bề mặt riêng. Ở điều kiện khí hậu Nam và Tây Nam Mỹ, tải lượng bề mặt nằm trong khoảng 2,2 đến 5,6g BOD/m².ngày.

Hồ sinh học có kết cấu điển hình như trình bày trên hình 4.19.



Hình 4.19. Mặt chiếu từ trên xuống của hồ sinh học

1. Hộp phân phối dòng vào; 2. Ống dẫn nước thải vào; 3. Ống và van nối hai hồ;
4. Cửa xả nước ra có bộ phận kiểm soát dòng tràn.

Thường mặt trong của hồ được lát đá để tránh tác động của sóng làm lở bờ. Nếu đáy hồ là loại đất dễ thấm thì cần được gia cố chống thấm bằng lớp đất sét hoặc rải bằng lớp vải nhựa để phòng ngừa ô nhiễm cho nước ngầm. Khu vực hồ cần được bảo vệ tránh không cho các vật nuôi xâm nhập.

Hồ sinh học có những ưu điểm là chi phí xây lắp và bảo dưỡng thiết bị thấp; hiệu suất khử fecal coliform cao và là phương pháp rất thích hợp với các vùng khí hậu nóng.

Hồ sinh học thường được sử dụng để xử lý thứ cấp trong xử lý nước thải ở những thị trấn nhỏ khoảng 10000 dân hoặc khu vực nông thôn.

4.6.2.2. Hồ xử lý cấp III

Hồ xử lý cấp III là các hồ dùng để xử lý dòng thải từ xử lý thứ cấp như các bể hoạt-hoá bùn, lọc sinh học v.v... Trong hồ này diễn ra quá trình xử lý để tiếp tục khử các chất hữu cơ, giảm SS, N và fecal coliform. Để đạt được tiêu chuẩn dòng thải có hàm lượng BOD nhỏ hơn 25mg/l, cần hai hồ nối tiếp nhau với thời gian lưu ở mỗi hồ bằng 7 ngày khi BOD_v bằng 75mg/l (Mara.D, 1978).

Cũng như trong hồ oxy hoá hiếu - yếm khí, việc giảm số vi khuẩn trong hồ cũng có thể chấp nhận theo phản ứng bậc 1:

$$N_r = \frac{N_v}{1 + k_b t} \quad (32)$$

Trong đó:

N_r : Số coliform ở dòng ra;

N_v : Số coliform ở dòng vào;

k_b : Hằng số tốc độ khử coliform 1/ngày.

Đối với hệ thống có n hồ thì biểu thức trên có dạng:

$$N_r = \frac{N_v}{(1 + k_b t_1)(1 + k_b t_2)...(1 + k_b t_n)} \quad (33)$$

Trong đó:

t_n : Thời gian lưu ở hồ thứ n;

$$k_b(t) = f(t) = 2,6.1,9^{(t-20)} \quad (34)$$

4.7. CÁC PHƯƠNG PHÁP YẾM KHÍ

4.7.1. Bể yếm khí

4.7.1.1. Nguyên tắc chung

Các phương pháp yếm khí được dùng để lên men bùn cặn sinh ra trong quá trình xử lý bằng phương pháp sinh học, cũng như nước thải công nghiệp chứa hàm lượng các chất hữu cơ cao ($BOD = 4 - 5g/l$). Đây là phương pháp cổ điển nhất dùng để ổn định bùn cặn, trong đó các vi khuẩn yếm khí phân huỷ các chất hữu cơ.

Tùy thuộc vào loại sản phẩm cuối cùng, người ta phân loại quá trình này thành: lên men rượu, lên men axit lactic, lên men metan v.v... Những sản phẩm cuối của quá trình lên men là: cồn, các axit, axeton, khí CO_2 , H_2 , CH_4 .

Để xử lý nước thải, người ta sử dụng quá trình lên men khí metan. Đó là quá trình phức tạp, diễn ra theo nhiều giai đoạn. Cơ chế của quá trình này chưa được biết đến một cách đầy đủ và chính xác. Nhưng người ta giải thích quá trình lên men khí metan gồm hai pha: pha axit và pha kiềm (hay pha metan).

- Trong pha axit, các vi khuẩn tạo axit (bao gồm các vi khuẩn tùy tiện, vi khuẩn yếm khí) hoá lỏng các chất rắn hữu cơ sau đó lên men các chất hữu cơ phức tạp đó tạo thành các axit bậc thấp như axit béo, cồn, aminoaxit, glycerin, axeton, dihydrosunfua, CO_2 , H_2 .

- Trong pha kiềm, các vi khuẩn tạo metan chỉ gồm các vi khuẩn yếm khí chuyển hoá các sản phẩm trung gian trên tạo thành CH_4 và CO_2 .

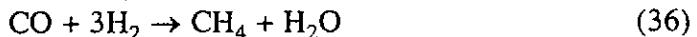
Quá trình trao đổi chất trên được mô tả trên hình 4.20.

Phản ứng chính tạo thành metan có thể xảy ra như sau:

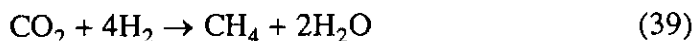
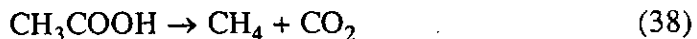


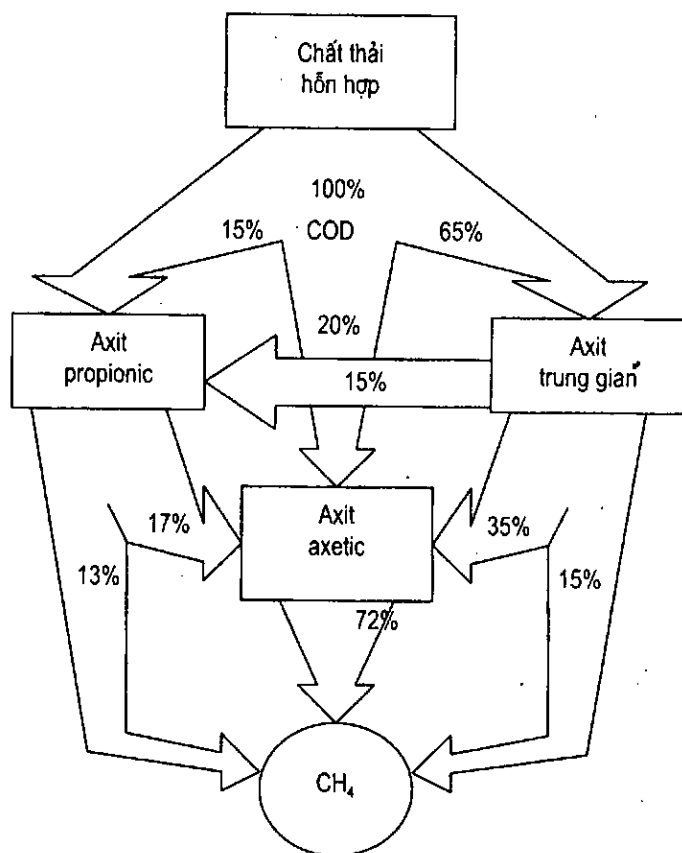
Trong đó H_2A là chất hữu cơ chứa hydro.

Cũng có thể xảy ra các phản ứng khác (khi có và khi không có hydro):



Metan có thể được tạo thành do phân rã axit axetic:



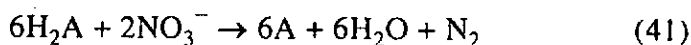


Hình 4.20. Sơ đồ phân hủy yếm khí bùn nước thải

Trong quá trình xử lý nước thải công nghiệp chứa SO_4^{2-} , ở điều kiện yếm khí, vi khuẩn khử sunfat sẽ khử SO_4^{2-} thành H_2S như sau:



Ngoài ra còn có cả quá trình denitrat hoá:

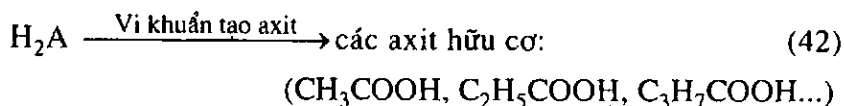


4.7.1.2. Quá trình công nghệ

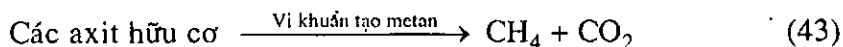
Gồm ba giai đoạn:

1) Giai đoạn lỏng hoá nguyên liệu đầu để vi khuẩn dễ sử dụng các chất dinh dưỡng.

2) Giai đoạn tạo thành axit:



3) Giai đoạn tạo thành metan



4.7.1.3. Các yếu tố chính ảnh hưởng tới hiệu suất quá trình phân huỷ yếm khí tạo khí metan

a) *Nhiệt độ*: Nhiệt độ là yếu tố điều tiết cường độ của quá trình. Nhiệt độ tối ưu cho quá trình này là 35°C. Như vậy quá trình có thể thực hiện ở điều kiện ấm (30 – 35°C) hoặc nóng (50 – 55°C). Khi nhiệt độ dưới 10°C, vi khuẩn tạo metan hầu như không hoạt động.

b) *Liều lượng nạp nguyên liệu (bùn) và mức độ khuấy trộn*: Nguyên liệu nạp cho quá trình cần có hàm lượng chất rắn bằng 7 – 9%. Tác dụng của khuấy trộn là phân bố đều dinh dưỡng và tạo điều kiện tiếp xúc tốt với các vi sinh vật và giải phóng khí sản phẩm ra khỏi hỗn hợp lỏng – rắn.

c) *Tỷ số C/N*: Tỷ số C/N tối ưu cho quá trình là (25–30)/1.

d) *Độ pH*: pH tối ưu cho quá trình dao động trong phạm vi rất hẹp, từ 6,5 đến 7,5. Do lượng vi khuẩn tạo ra bao giờ cũng bị giảm trước khi quan sát thấy pH thay đổi, nên nếu pH giảm thì cần ngừng nạp nguyên liệu, vì nếu tiếp tục nạp nguyên liệu thì hàm lượng axit tăng lên, dẫn đến kết quả là làm chết các vi khuẩn tạo CH₄.

Ngoài ra phải kể đến ảnh hưởng của dòng vi khuẩn, thời gian lưu cần đủ để đảm bảo hiệu suất khử các chất gây ô nhiễm và điều kiện không chứa các hoá chất độc, đặc biệt là kim loại nặng (Cu, Ni, Zn...), hàm lượng NH₃ và sunfua quá dư cùng một số hợp chất hữu cơ khác (bảng 4.4).

Bảng 4.4. Một số nồng độ giới hạn cho phép của các chất độc đối với quá trình lên men CH₄

Các chất	Toluen	Axeton	Benzen	Crom (Cr ³⁺ /Cr ⁶⁺)	Đồng
Nồng độ giới hạn cho phép, mg/l	200	200	200	25/3	25

Khí sản phẩm của quá trình lên men metan thường có hàm lượng CH₄ vào khoảng 65 – 70%, CO₂ vào khoảng 25 – 30% và lượng nhỏ các khí khác. Ước tính cứ 1kg chất rắn phân huỷ có thể cho 1m³ khí. Khả năng sinh nhiệt của CH₄ là 25MJ/kg. Khí sinh học này có thể được sử dụng trong nhiều mục đích khác nhau.

Do bùn cặn của nước thải công nghiệp thường có hàm lượng ẩm, các muối kim loại và các chất khử bản cao nên cần thiết phải tiến hành quá trình lên men ở tải trọng thấp hơn bình thường 25 – 50%.

Quá trình tạo khí metan được tiến hành trong các bể lên men có nguyên lý cấu tạo như trên hình 4.21a. Bùn thô nạp vào bể theo phương thức gián đoạn, vào vùng phân huỷ mạnh và nước phân trên được rút ra đi xử lý tiếp.

Bùn đã phân huỷ tích tụ ở đáy bể có thể rút ra một cách dễ dàng. Sản phẩm khí của quá trình được tích giữ ở kết khí là nắp nổi của bể.

Thể tích bể tiêu huỷ yếm khí được tính theo tải lượng riêng, thời gian tiêu huỷ, sự giảm chất rắn và thời gian lưu trữ bùn. Các thông số này được liên hệ với nhau bằng công thức sau:

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2} t_1 + V_2 t_2 \quad (44)$$

Trong đó:

V : Thể tích tiêu huỷ, m^3 ;

V_1 : Lưu lượng bùn thô nạp vào bể, m^3 /ngày;

V_2 : Lưu lượng bùn lưu giữ trong bể, m^3 /ngày;

t_1 : Thời gian tiêu huỷ, ngày;

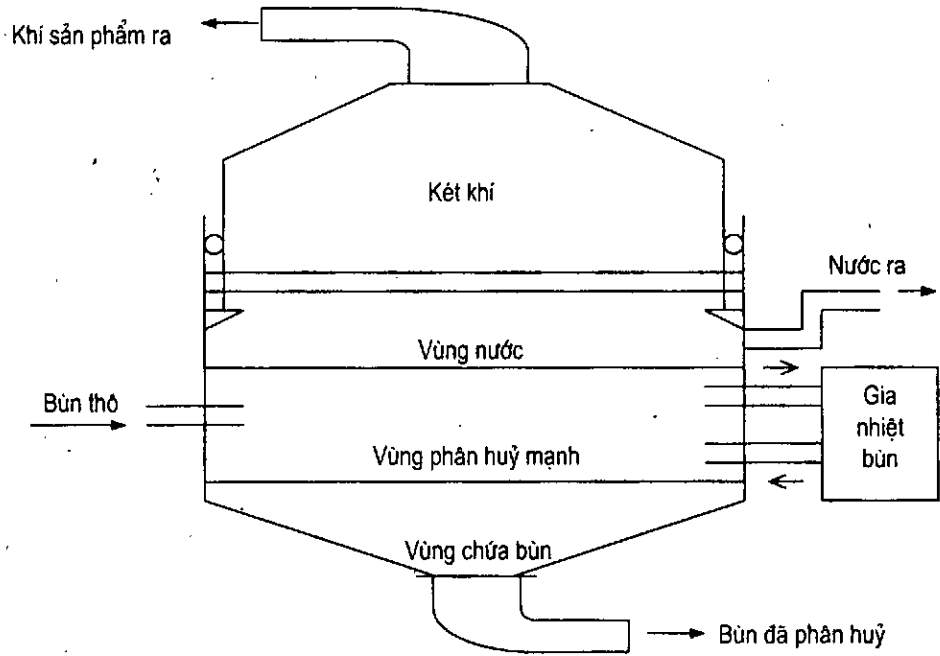
t_2 : Thời gian bùn lưu giữ lại trong bể, ngày.

Bảng 4.5. Một số thông số dùng trong thiết kế bể tiêu huỷ yếm khí

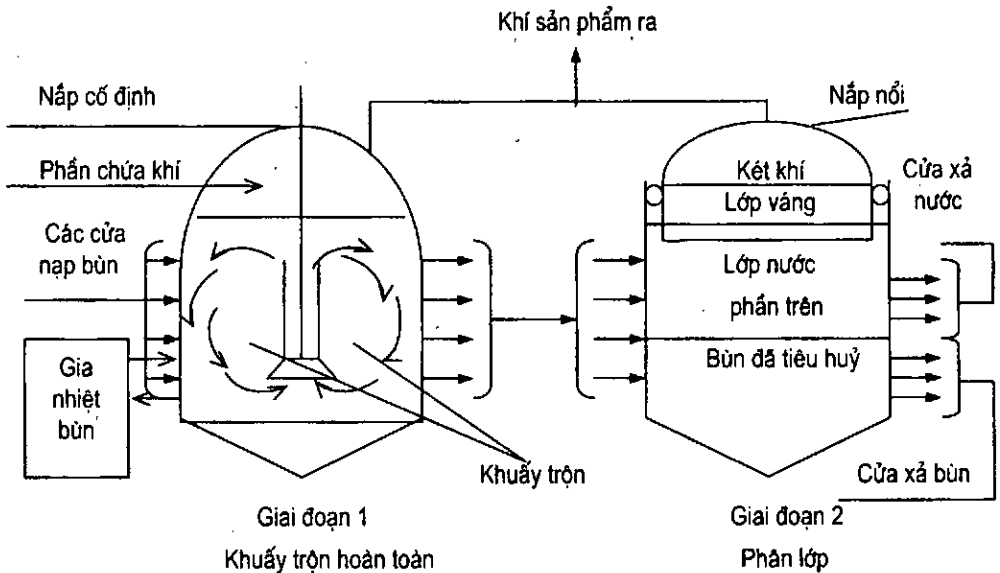
Thông số	Bể tốc độ chuẩn	Bể tốc độ cao
Thời gian lưu của chất rắn, ngày	30 – 90	10 – 20
Tải lượng chất rắn bay hơi, kg/m^3 , ngày	0,5 – 1,6	1,6 – 6,4
Nồng độ chất rắn tiêu huỷ được, %	4 – 6	4 – 6
Hiệu suất giảm chất rắn bay hơi, %	35 – 50	45 – 55
Năng suất khí, m^3/kg VSS nạp vào bể	0,5 – 0,55	0,6 – 0,65
Hàm lượng khí CH_4 , %	65	65

Cũng có thể tiến hành quá trình theo hai giai đoạn, mỗi giai đoạn ở một thiết bị riêng biệt (hình 4.21b). Giai đoạn 1 ứng với pha tạo axit, còn giai đoạn 2 tiến hành pha tạo khí CH_4 . Bằng cách này cho phép tăng tốc

độ quá trình và giảm thể tích thiết bị so với tiến hành quá trình theo một giai đoạn.



Hình 4.21a. Sơ đồ bể tiêu huỷ yếm khí

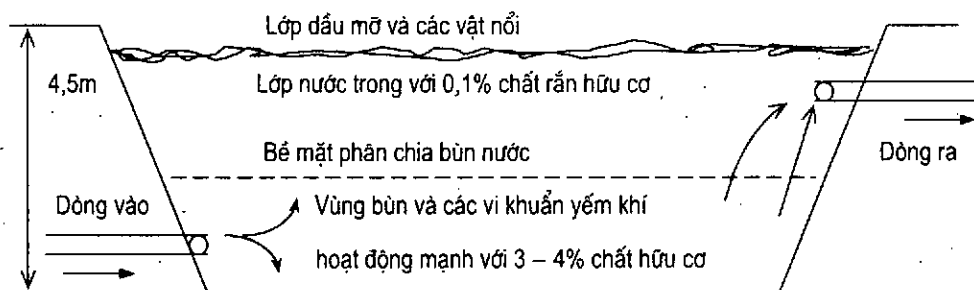


Hình 4.21b. Sơ đồ bể tiêu huỷ yếm khí bùn theo hai giai đoạn

4.7.2. Hồ yếm khí

Nguyên tắc tạo điều kiện yếm khí và làm việc của hồ được minh họa trên hình 4.22. Ở đây, các vi khuẩn yếm khí phân huỷ các chất hữu cơ thành các sản phẩm cuối ở dạng khí là CO_2 và CH_4 , thêm vào đó là hợp chất trung gian phát sinh mùi như các axit hữu cơ, H_2S ...

Đặc tính của nước thải được xử lý bằng phương pháp yếm khí là có hàm lượng chất hữu cơ cao, cụ thể là protein, mỡ, có nhiệt độ tương đối cao, không chứa các chất độc và đủ các chất dinh dưỡng.



Hình 4.22. Sơ đồ một hồ yếm khí xử lý nước thải chế biến thịt

Các tiêu chuẩn vận hành bình thường đối với hồ yếm khí để có thể đạt hiệu suất khử BOD bằng 75% là tải trọng BOD bằng 320g BOD/m^3 , ngày, thời gian lưu tối thiểu là 4 ngày, hồ làm việc ở nhiệt độ tối thiểu 25°C .

Vấn đề vận hành thường gặp đối với loại hồ này là sự giảm nhiệt độ do mặt hồ không được lớp dầu mỡ phủ kín để cách nhiệt và tránh tác động khuấy trộn của gió. Nếu hồ yếm khí được vận hành đúng sẽ không phát sinh mùi làm ô nhiễm môi trường xung quanh.

Các nhà nghiên cứu của Israel, Châu Phi và Châu Úc đã đưa ra số liệu thiết kế hồ ở điều kiện nhiệt độ lớn hơn 20°C như ở bảng dưới đây:

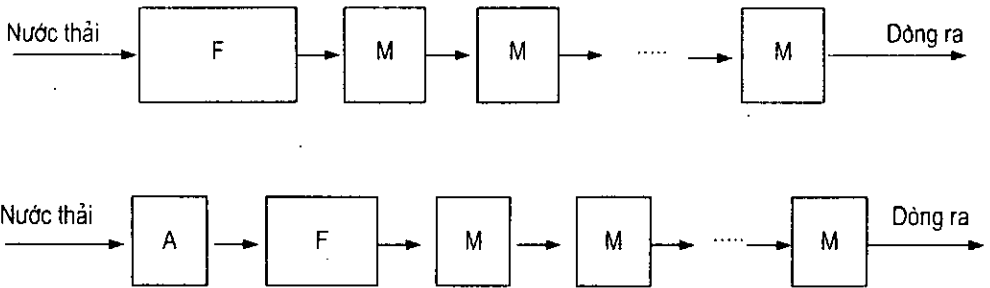
Thời gian lưu, ngày	Hiệu suất giảm BOD, %
1	50
2,5	60
5	70

Thời gian tối ưu thường chọn là 5 ngày.

Ưu điểm của xử lý yếm khí so với quá trình hiếu khí là sinh ra ít bùn hơn và không cần thiết bị thông khí, nhưng nhược điểm của nó là phân huỷ không triệt để nên chất thải cần được xử lý bằng quá trình thứ cấp là quá trình hiếu khí. Mặt khác quá trình phân huỷ yếm khí cần nhiệt độ khá cao.

Hồ yếm khí đã được ứng dụng thành công trong xử lý nước thải ở các lò mổ chế biến thịt, một loại nước thải có hàm lượng BOD đến 1400mg/l, hàm lượng dầu mỡ đến 500mg/l và pH trung tính.

Tuỳ theo nồng độ BOD của nước thải mà chọn phương pháp xử lý cho thích hợp và có thể kết hợp phương án xử lý yếm khí với quá trình hiếu khí. Sau đây là một vài phương án kết hợp với các loại hồ để xử lý nước thải ở các khu vực nhiệt đới (hình 4.23):



Hình 4.23. Một số phương án kết hợp các loại hồ để xử lý nước thải
A. Hồ yếm khí; F. Hồ oxy hoá tủy tiện; M. Hồ xử lý cấp III

Các hồ xử lý cấp III đóng vai trò quan trọng rất lớn trong việc khử các vi khuẩn gây bệnh. Vì vậy, các sơ đồ hệ thống hồ ở trên với thời gian lưu ở mỗi hồ là 5 ngày có thể cho dòng thải cuối cùng đáp ứng tiêu chuẩn nước dùng trong nông nghiệp.

4.8. XỬ LÝ HỖN HỢP NƯỚC THẢI SINH HOẠT VÀ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP

Khi thực hiện xử lý sinh hoá nước thải công nghiệp chung với nước thải sinh hoạt, quá trình làm sạch ổn định và có hiệu suất cao hơn khi xử lý riêng nước thải công nghiệp. Do nước thải sinh hoạt chứa các nguyên tố dinh dưỡng sẽ làm loãng nước thải sản xuất. Mức độ pha loãng cần thiết có thể xác định theo công thức:

$$m = \frac{L_{sx} - L_{hh}}{L_{hh} - L_{sh}} \quad (45)$$

Trong đó:

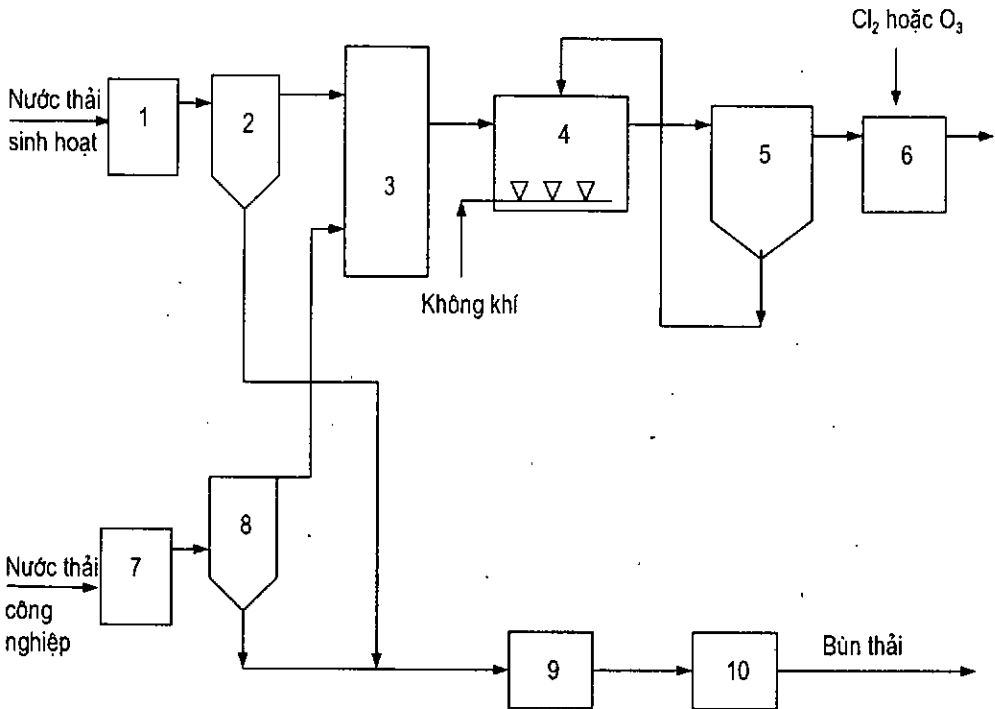
m : Tỷ lệ giữa lượng nước thải sinh hoạt và nước thải sản xuất.

L_{sx} : BOD toàn phần của nước thải sản xuất, mg/l.

L_{hh} : BOD toàn phần của hỗn hợp nước thải sinh hoạt và nước thải sản xuất, mg/l.

L_{sh} : BOD toàn phần của nước thải sinh hoạt, mg/l.

Quá trình xử lý hỗn hợp nước thải công nghiệp với nước thải sinh hoạt có thể thực hiện theo sơ đồ như ở hình 4.24.



Hình 4.24. Sơ đồ kết hợp xử lý nước thải sản xuất với nước thải sinh hoạt

1 và 7. Bể điều hòa; 2 và 8. Bể lắng sơ cấp; 3. Bể trộn nước thải; 4. Aeroten; 5. Bể lắng thứ cấp; 6. Bể khử trùng; 9. Bể xử lý yếm khí tạo CH_4 ; 10. Máy tách (lọc) nước ra khỏi bùn.

4.9. XỬ LÝ BÙN CẶN

Khi xử lý nước thải sẽ tạo ra nhiều bùn cặn, chúng cần được giảm khối lượng để giảm sự nhiễm bẩn môi trường. Số lượng, thành phần, tính

chất hoá lý của cặn bùn phụ thuộc vào loại nước thải ban đầu và phương pháp xử lý. Nguồn phát sinh ra bùn cặn trong xử lý nước thải ở các công đoạn sau:

- 1) Lọc qua lưới làm cho các chất rắn có kích thước lớn bị giữ lại;
- 2) Lắng thô (lắng cát) để tách các hạt rắn khô (cát, gạch, đá...) và váng bọt;
- 3) Lắng sơ cấp (L1) để tách cặn hữu cơ và váng bọt;
- 4) Aeroten tạo ra chất rắn huyền phù – sản phẩm của quá trình chuyển hoá chất hữu cơ của vi sinh vật.
- 5) Lắng thứ cấp (L2) để tách bùn hoạt tính.

Các bùn cặn trên được chia thành ba nhóm: bùn cặn vô cơ, bùn cặn hữu cơ, bùn cặn hỗn hợp chứa cả các chất vô cơ và hữu cơ.

Bùn cặn được đặc trưng bởi hàm lượng chất khô tính theo g/l hoặc %, hàm lượng chất hữu cơ hoặc chất tro tính theo % khối lượng chất khô, thành phần các nguyên tố, độ nhớt, thành phần kích thước hạt...

Bùn cặn thường là hỗn hợp huyền phù khó lọc: Trở lực lọc riêng của bùn cặn nước thải biến động trong giới hạn rất rộng. Bùn hoạt tính tươi có trở lực lọc riêng nằm trong khoảng 72.10^{10} đến 7680.10^{10} cm/g. Đây là một chỉ số quyết định cho việc lựa chọn phương pháp xử lý bùn.

Trong bùn cặn, nước tự do chiếm 60 đến 65%, còn nước liên kết nằm trong khoảng 30 đến 35%, trong đó nước tự do có thể được tách ra khỏi bùn cặn một cách dễ dàng, còn nước liên kết – ẩm, nước liên kết keo và hút nước khó tách hơn nhiều.

Để xử lý và khử độ ẩm bùn cặn, có thể sử dụng các quá trình công nghệ khác nhau như trình bày trên hình 4.25.

Quá trình nén chặt làm đặc bùn có thể thực hiện bằng lắng trọng lực, thiết bị có tên là thiết bị nén đặc bùn (thickener), tuyển nổi hoặc ly tâm.

Quá trình ổn định bùn nhằm phân huỷ các chất hữu cơ có thể phân huỷ bằng con đường sinh học thành CO_2 , CH_4 và H_2O , giảm vấn đề mùi hoặc loại trừ sự thối rữa của bùn cặn. Quá trình này cũng có tác dụng giảm số lượng vi khuẩn gây bệnh và giảm thể tích bùn cặn. Quá trình ổn định bùn có thể thực hiện bằng phương pháp hoá học, nhiệt hoặc sinh học.

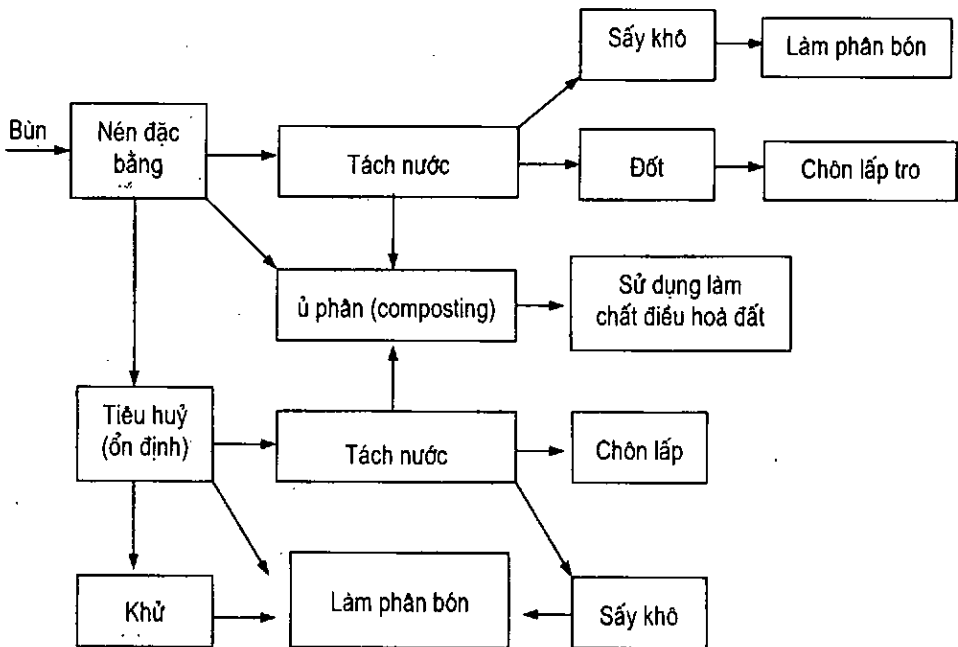
Quá trình tách nước nhằm giảm độ ẩm của bùn cặn thường sử dụng phương pháp lọc chân không, sân phơi bằng cát. Để chuẩn bị cho quá trình này thường người ta tiến hành điều hoà bùn trước khi lọc.

Quá trình điều hoà nhằm giảm trở lực lọc riêng, cải thiện tính chất của mối liên kết nước (dạng và cấu trúc liên kết của nước với bùn). Thường bùn được xử lý bằng các tác nhân đông tụ như các muối sắt, nhôm (FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, PAC (Polymer Aluminium Chloride)) và vôi. Các chất đông tụ này được đưa vào bùn cặn ở dạng dung dịch 10%. Trong thực tế, dùng FeCl_3 cùng với vôi cho hiệu quả cao nhất. Liều lượng FeCl_3 vào khoảng 8%, vôi vào khoảng 15 đến 30% tùy theo độ rắn khô của bùn cặn.

Nhược điểm của phương pháp dùng tác nhân hoá học là chi phí cao, khả năng ăn mòn vật liệu tăng, thiết bị vận hành phức tạp, thêm phần lưu giữ và thiết bị định lượng.

Người ta cũng có thể dùng các chất keo tụ thay cho các chất đông tụ như polycarylamit.

Cuối cùng là công việc xử lý và thải bã cặn bùn. Công việc này có thể được thực hiện bằng cách xử lý nhiệt: sấy khô, sau đó bùn được chế biến thành phân bón NPK, thiêu đốt để lấy nhiệt, hoặc chôn lấp các vùng trũng tạo mặt bằng xây dựng các công trình mới.



Hình 4.25. Sơ đồ các phương án xử lý bùn

4.10. CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Thiết kế công trình xử lý nước thải là một công việc khó khăn trong lĩnh vực công nghệ môi trường. Ở đây cần có những kiến thức lý thuyết cũng như kinh nghiệm thực tế trong lựa chọn và phân tích sơ đồ công nghệ. Các công việc chính trong thiết kế một công trình xử lý nước thải bao gồm:

- Xây dựng sơ đồ quá trình công nghệ xử lý;
- Thiết lập các tiêu chuẩn thiết kế;
- Tính cân bằng chất rắn;
- Dựng mô hình thủy lực;
- Thiết kế tổng mặt bằng nhà máy.

Lựa chọn sơ đồ công nghệ xử lý thích hợp phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại chất thải, lưu lượng nước thải, tính kinh tế của phương pháp xử lý và yêu cầu về chất lượng dòng thải.

Ngoài việc phân tích phù hợp của các phương pháp xử lý, việc lựa chọn sơ đồ công nghệ một cách đúng đắn còn phụ thuộc vào các yếu tố:

- 1) Kinh nghiệm của người thiết kế;
- 2) Sách lược của cơ quan điều hành về áp dụng các phương pháp xử lý cụ thể;
- 3) Khả năng cung cấp thiết bị cho các phương pháp xử lý cụ thể;
- 4) Khả năng sử dụng tối đa các phương tiện hiện có của cơ sở;
- 5) Chi phí xây dựng ban đầu;
- 6) Chi phí vận hành và bảo dưỡng trong tương lai.

4.10.1. Tiêu chuẩn thiết kế quá trình

Khi thiết kế các phương tiện xử lý nước thải, cần dựa trên cơ sở lượng nước thải, hàm lượng các chất gây ô nhiễm và mức độ cần làm sạch theo các tiêu chuẩn dòng thải, bao gồm nồng độ BOD (hoặc COD), SS, pH và vi khuẩn fecal coliform.

Các tiêu chuẩn thiết kế cần đáp ứng các yêu cầu sau:

4.10.1.1. Tải lượng thiết kế

Kích thước của thiết bị được tính theo lượng nước thải trung bình ngày thường trong tuần, vào thời gian có lượng nước thải lớn nhất. Cần chú ý lưu lượng thiết kế phải kể đến cả lượng nước thấm qua và lượng

nước mưa (đối với hệ thống cống hỗn hợp) để hệ thống xử lý có thể làm việc được cả khi có lưu lượng lớn nhất. Trong trường hợp thiếu số liệu, có thể lấy lưu lượng của hệ thống thoát cũ rồi tăng lên 25% làm số liệu thiết kế. Tải lượng thiết kế theo các chất hữu cơ của nhà máy xử lý được tính theo $\text{kgBOD}_5/\text{ngày}$.

4.10.1.2. Chất lượng dòng thải

Nguyên tắc và các quy định do các cơ quan bảo vệ môi trường ban hành thường là mức thấp nhất về chất lượng dòng ra mà xử lý thứ cấp cần đạt. Tiêu chuẩn dòng thải thứ cấp được biểu thị bằng các thông số BOD, SS, vi khuẩn fecal coliform và pH.

a) Tiêu chuẩn BOD₅

– Là giá trị trung bình số học các mẫu dòng ra được đo liên tục trong 30 ngày không được vượt quá 30mg/l.

– Là giá trị trung bình số học của các mẫu dòng ra được đo liên tục 7 ngày không được vượt quá 45mg/l.

– Là giá trị trung bình số học các mẫu dòng ra đo liên tục trong 30 ngày không được vượt quá 15% giá trị trung bình số học của các mẫu dòng vào đo cùng thời điểm và cùng khoảng thời gian (nghĩa là hiệu suất khử BOD₅ bằng 85%).

b) Tiêu chuẩn SS

– Bằng giá trị trung bình số học các dòng ra đo liên tục trong 30 ngày không được vượt quá 30mg/l.

– Bằng giá trị trung bình số học các dòng ra đo liên tục trong 7 ngày không được vượt quá 45mg/l.

– Bằng giá trị trung bình số học các dòng ra đo liên tục trong 30 ngày không được vượt quá 15% giá trị trung bình số học của các mẫu vào đo ở cùng thời điểm và trong cùng khoảng thời gian (nghĩa là hiệu suất khử SS > 85%).

c) Tiêu chuẩn vi khuẩn fecal coliform

– Bằng giá trị trung bình hình học của giá trị mẫu dòng ra đo liên tục trong 30 ngày không vượt quá 200/100ml.

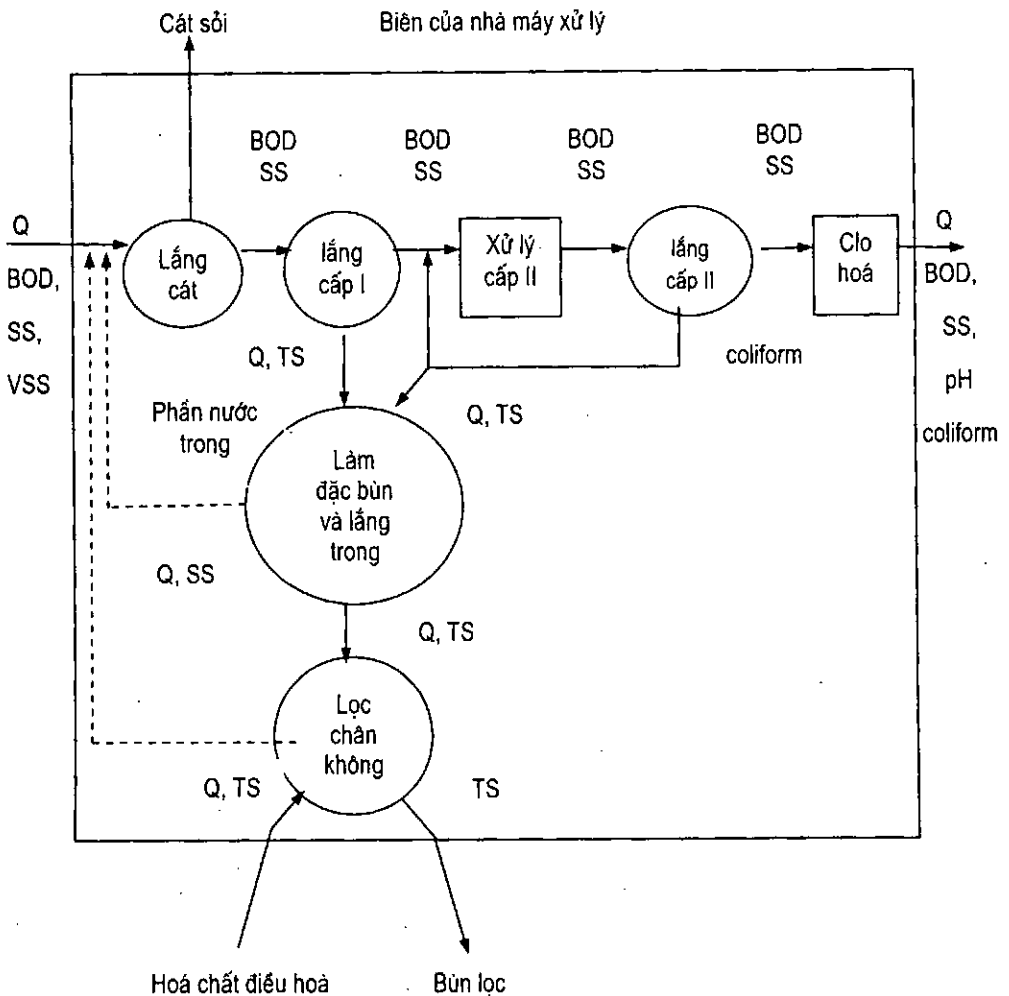
– Bằng giá trị trung bình hình học của giá trị mẫu dòng ra đo liên tục trong 7 ngày không vượt quá 400/100ml.

d) Tiêu chuẩn pH

pH của dòng ra duy trì trong phạm vi 6,0 đến 9,0.

Để đánh giá hiệu suất làm sạch của hệ thống xử lý, cần phải phân tích các thông số sau: TS, SS, BOD, pH, fecal coliform và clo dư. Đối với nhà máy xử lý tập trung của thành phố lớn cần phân tích thêm COD, dầu mỡ, độ kiềm, phốt phat, các dạng nitơ, S^{2-} , axit bay hơi, phân tích khí và tính lọc được của bùn. Đôi khi cần phải phân tích cả kim loại nặng và tổng carbon.

Yêu cầu tối thiểu các thông số cần phân tích để theo dõi sự hoạt động của hệ thống xử lý tóm tắt như ở hình 4.26.



Hình 4.26. Sơ đồ điển hình của hệ thống xử lý thứ cấp nước thải

4.10.2. Cân bằng chất rắn

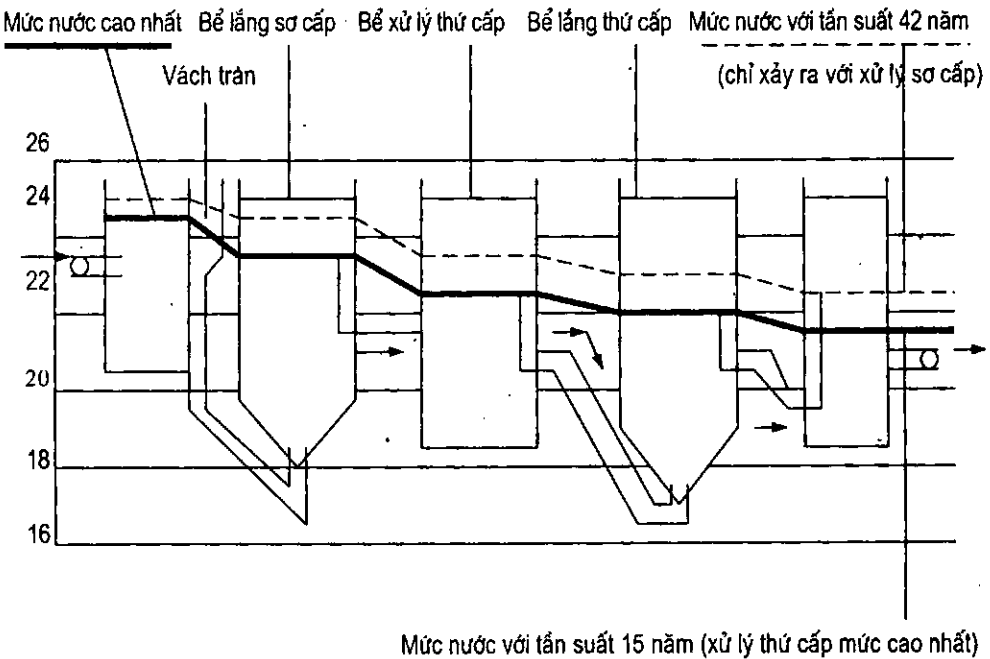
Cần tính cân bằng cho từng phương án sơ đồ công nghệ. Tốt nhất là tính cả lượng lớn nhất của một ngày và tải lượng trung bình các chất hữu cơ. Tính cân bằng chất rắn cho thông tin về thể tích bùn cần để chuẩn bị phương tiện chứa tạm thời, mặt khác nó giúp cho việc xác định chính xác kích thước ống và bơm bùn.

4.10.3. Mô hình thủy lực

Sau khi đã chọn được sơ đồ công nghệ và kích thước của các thiết bị xử lý cùng các chi tiết phụ trợ, cần xác định mô hình thủy lực cho cả điều kiện Q_{tb} và Q_{max} . Việc xác định mô hình thủy lực nhằm các mục đích sau:

- Đảm bảo đủ gradient thủy lực để nước thải có thể chảy qua các phương tiện xử lý.
- Biết trở lực để đặt bơm thích hợp:
- Đảm bảo các công trình xử lý không bị ngập trong giai đoạn có lưu lượng lớn nhất.

Ví dụ về mô hình thủy lực của một nhà máy xử lý nước thải được thể hiện trên hình 4.27.



Hình 4.27. Mô hình thủy lực của một nhà máy xử lý nước thải

4.10.4. Mặt bằng tổng thể

Bố trí hợp lý các công trình xử lý để đạt mục tiêu xử lý. Tổng mặt bằng bao gồm cả công trình chính lẫn các công trình phụ trợ khác.

Những yếu tố cần xem xét khi bố trí tổng mặt bằng:

- Vị trí mặt bằng có thể đặt nhà máy;
- Địa hình;
- Vị trí cống vào;
- Vị trí điểm thải;
- Đánh giá về giao thông;
- Các quá trình trong hệ thống;
- Ảnh hưởng chiều dài của ống dẫn;
- Hiệu suất làm việc;
- Tính khả thi và tiết kiệm khi vận hành;
- Tính thẩm mỹ;
- Kiểm soát môi trường;
- Diện tích dự trữ cho mở rộng trong tương lai...

Lời bàn về xử lý nước thải:

1. Rác thải là do nguồn sáng từ mặt trời đem lại thông qua quá trình quang hợp. Từ thượng cổ xa xưa đến bây giờ, chỉ nói riêng rác thải là cây xanh chất đống, thì chắc là quả đất của chúng ta đã dày lên tới mặt trăng. May thay nhờ đội ngũ vi sinh vật, rác thải đã được xử lý mà sản phẩm của nó chính là nguồn nhiên liệu khoáng ngày nay chúng ta đang khai thác sử dụng. Như vậy có thể nói rằng, phương pháp sinh học xử lý được tất cả các chất. Tuy nhiên, vấn đề là thời gian. Xử lý sinh học cần có thời gian và nếu chúng ta muốn cho tốc độ nhanh hơn thì không thể không tìm hiểu các quy luật tự nhiên của sự sống, trong khi sự sống của thế giới vi mô lại chính là các phản ứng hoá học. Vì vậy, sinh học phải kết hợp chặt chẽ với hoá học trong vấn đề quản lý và xử lý môi trường.

2. Quy luật của tự nhiên là quy luật bảo toàn vật chất và năng lượng. Mỗi một chất tồn tại cùng với một năng lượng nhất định. Muốn chuyển một chất A sang một chất B thì chúng ta cũng phải tiêu tốn một năng lượng cần thiết như đã chuyển nó từ chất B thành chất A. Vì vậy có thể nói rằng, giá thành cho xử lý nước thải không hề rẻ, nếu rẻ quá là không thể làm được, và nếu nói là làm được chính là chúng ta đã tự lừa dối mình.

3. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học cần nhiều thời gian lưu nên phải đầu tư nhiều bể chứa nước, vì thế đầu tư cho xử lý sinh học không hề rẻ. Tuy nhiên, đầu tư vào đây được coi là đầu tư cho lâu dài và bền vững, là điều cần phải làm.

Chương 5

XỬ LÝ CẤP III - VI XỬ LÝ

Các phương pháp xử lý cấp III được xem là các phương pháp hữu hiệu và nhanh chóng hơn cả nhưng tương đối tốn kém, được dùng để xử lý đối với nước cấp, hoặc các loại nước thải, đặc biệt, là các nguồn thải công nghiệp, trong đó nước thải chỉ có COD không có BOD, hoặc chỉ số COD quá cao, hoặc thuần túy là các hợp chất vô cơ và trong những trường hợp nước thải sau khi đã qua xử lý cấp I và cấp II nhưng vẫn không đạt được tiêu chuẩn quy định.

5.1. PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ

Phương pháp hấp phụ được xem là phương pháp ưu việt nhất. Sử dụng phương pháp này sẽ xử lý được triệt để, có thể loại bỏ hầu hết các chất vô cơ và hữu cơ, loại cả màu sắc lẫn mùi vị, không để lại ô nhiễm phụ sau xử lý (ô nhiễm thứ cấp), thu gom và kiểm soát được hoàn toàn chất thải. Tuy nhiên, điều này cũng còn phụ thuộc vào khả năng chất hấp phụ sử dụng và kinh phí cho phép.

5.1.1. Hấp phụ là gì?

Hấp phụ là hiện tượng liên kết các phân tử của một chất lỏng, hoặc khí lên bề mặt của một chất rắn khác bởi lực tương tác giữa các vật thể (lực hấp dẫn Van Der Waals) và lực hút tĩnh điện. Trường hợp này ta gọi là hấp phụ vật lý và sự hấp phụ xảy ra có thể là lớp đơn phân tử hoặc đa lớp đơn phân tử. Trong trường hợp giữa chất hấp phụ và chất bị hấp phụ tạo ra một liên kết hoá học thì hiện tượng này được gọi là hấp phụ hoá học và sự hấp phụ chỉ xảy ra duy nhất một lớp đơn phân tử. Các hiện tượng hấp phụ xảy ra cân bằng động và sẽ dẫn đến hiện tượng bão hoà khi bề mặt đã bị choán hết chỗ. Lúc này chất hấp phụ sẽ không còn khả năng hấp phụ và phải thay thế bằng một thể tích chất hấp phụ mới, hoặc tái

sinh chất hấp phụ cũ để dùng lại. Khả năng bị hấp phụ đối với một chất nào đó phụ thuộc vào bản chất của chất ấy và các điều kiện của quá trình tiến hành như áp suất, nhiệt độ,... Tuy nhiên đối với chất hấp phụ thì điều quan trọng nhất là bề mặt riêng của nó. Điều này có nghĩa là, chất hấp phụ phải rất toi xộp để có bề mặt riêng lớn. Ví dụ, than hoạt tính được xem là chất hấp phụ đầu bảng, có diện tích bề mặt đạt từ $600 - 1200\text{m}^2/\text{g}$ than. Trong tự nhiên đất sét hay silic oxyt cũng có khả năng hấp phụ. Bentonit là chất hấp phụ được biến tính từ đất sét có bề mặt riêng có thể đạt được tới $800\text{m}^2/\text{g}$. Các chất tạo bông trong nước như nhôm hydroxyt, sắt hydroxyt cũng tạo ra được bề mặt riêng từ $300 - 400\text{m}^2/\text{g}$ nên cũng có khả năng hấp phụ. Điều này giải thích quá trình dùng phèn không chỉ để thu gom các chất huyền phù, mà còn góp phần thu gom một số chất hoà tan dưới dạng hấp phụ.

5.1.2. Giới thiệu về than hoạt tính

– Than hoạt tính là chất hấp phụ đầu bảng, có phổ sử dụng rất rộng. Nó có khả năng hấp phụ cả chất vô cơ và hữu cơ, các chất phân cực và không phân cực, đặc biệt là các chất hữu cơ có phân tử lớn. Than hoạt tính khử màu, khử mùi rất tốt. Ngoài ra trên bề mặt của than, các vi sinh vật còn có thể tạo màng bám dính như đối với các chất màng khác để tồn tại và phát triển, góp phần phân giải các chất được than hấp phụ. Than hoạt tính sau khi sử dụng có thể được tái sinh bằng một số phương pháp nhưng giá thành cho xử lý than đôi khi ngang với giá than ban đầu. Than sau khi sử dụng, nếu không tái sinh, sẽ được xử lý như đối với chất thải rắn nói chung.

– Than hoạt tính được dùng để:

+ Lọc nước uống hoặc nước công nghiệp với độ tinh khiết cao.

+ Xử lý nước thải công nghiệp khi nước thải này không thể phân huỷ ngay bằng vi sinh vật được, hay trong đó có chứa các chất hữu cơ độc hại. Trong những trường hợp này, cần sử dụng than hoạt tính trước để có thể giữ được một cách chọn lọc các chất độc hại, sau đó mới sử dụng phương pháp hoá sinh như nước thải bình thường khác.

+ Xử lý bậc III đối với nước thải đã qua xử lý nhưng vẫn còn các chất trợ với vi sinh vật, để giảm chỉ số COD xuống đến đạt tiêu chuẩn quy định.

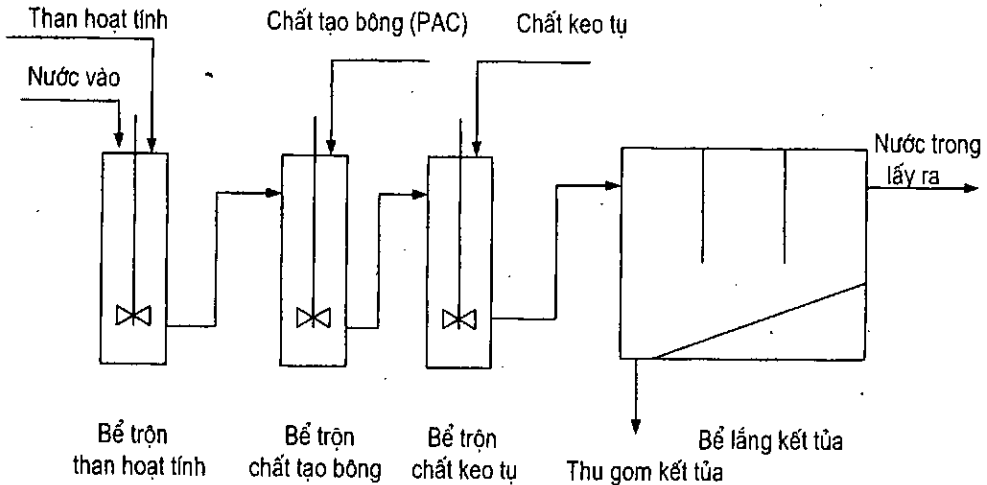
- Than hoạt tính thương phẩm có thể là than bột hoặc than hạt. Than hạt thường có thêm các chất phụ gia và chất kết dính lại được nén ép thành từng viên nên khả năng hấp phụ kém hơn nhiều so với than bột. Giá thành của than bột khác nhau tùy thuộc vào quá trình chế biến để tạo ra các chất lượng khác nhau.

+ Than hạt chủ yếu được dùng như lớp lọc, có thể lọc ngược hoặc lọc xuôi. Khả năng hấp phụ của than hạt phụ thuộc rất nhiều vào thời gian lưu của nước qua bể lọc.

+ Than bột có thể sử dụng theo 2 cách:

* Sử dụng như một lớp lọc. Lớp lọc này thường rất xít và rất khó kiểm soát được tốc độ lọc, song về chất lượng lọc thì rất tốt.

* Sử dụng với sự hỗ trợ của thiết bị bằng cách cho than bột vào ngay bể nước và đảo trộn bằng máy khuấy hoặc máy sục khí. Cách này sẽ nhanh hơn nếu sau một thời gian lưu nhất định được tính toán là than đã hấp phụ bão hòa, lúc đó ta coi than như chất huyền phù trong nước và dùng biện pháp lắng nhanh với các chất tạo bông và keo tụ đã đề cập ở phần trên, được mô tả qua hình 5.1 dưới đây:



Hình 5.1. Sơ đồ quy trình công nghệ dùng than hoạt tính lắng nhanh

Than hoạt tính qua sử dụng có thể tái sinh bằng các phương pháp sau:

- Tái sinh bằng hơi nước. Phương pháp này chỉ áp dụng với than đã hấp phụ các chất dễ bay hơi. Đương nhiên việc sử dụng hơi nước sẽ làm cho thông thoáng bề mặt của than và diệt trùng cho than.

– Tái sinh bằng nhiệt. Nung than trong điều kiện yếm khí ở 800°C, các chất hữu cơ sẽ cháy hết và trả lại bề mặt thông thoáng cho than. Với phương pháp này phải đầu tư tốn kém để xây dựng lò đốt và không loại trừ than cũng bị cháy theo, thường hao hụt từ 7 – 10% và chỉ có thể tái sinh chừng 10 – 14 lần. Có thể sử dụng lò điện (lò hồng ngoại, lò cảm ứng) cho phép giảm được tổn thất nhưng khá đắt tiền. Ưu điểm của phương pháp này là để thu hồi các kim loại nặng.

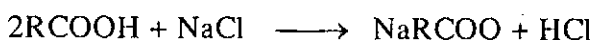
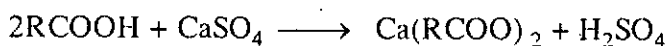
– Tái sinh bằng hoá chất. Dùng các dung môi hữu cơ, hoặc các dung dịch axit hay kiềm để rửa giải. Than sau xử lý vẫn phải dùng một lượng nước nhất định để rửa lại nhiều lần và sấy khô, đồng thời cũng phải tiến hành xử lý các dung dịch rửa giải.

5.2. PHƯƠNG PHÁP TRAO ĐỔI ION

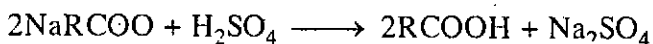
Phương pháp này dựa trên cơ sở lợi dụng khả năng có thể trao đổi ion của một số hợp chất cao phân tử thiên nhiên và nhân tạo gọi là ionit. Những hợp chất có khả năng trao đổi cation được gọi là cationit, những hợp chất có khả năng trao đổi anoin được gọi là anionit.

Một cationit thường dùng để làm mềm nước (loại ion Ca^{2+} , Mg^{2+}) là zeolit có nguồn gốc tự nhiên, có thành phần là $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, ion Na ở trong mạng lưới tinh thể của zeolit có khả năng di chuyển ra dung dịch nước nhường chỗ lại cho các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} và Fe^{2+} có ở trong nước. Kết quả là trong dung dịch nước bây giờ chỉ có ion Na^+ . Để tái sinh lại zeolit đã qua sử dụng, người ta cho dung dịch bão hoà NaCl đi qua zeolit đó.

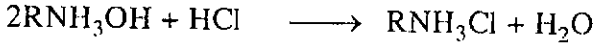
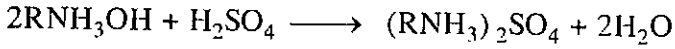
Bằng phương pháp nhân tạo, người ta đã chế ra các loại chất nhựa (polymer) không tan trong nước nhưng khi có mặt trong dung dịch chúng có khả năng trao đổi cation, đó là các phân tử hữu cơ chứa nhóm axit, có công thức chung là RCOOH (R là gốc hữu cơ phức tạp). Cơ chế trao đổi ion như sau:



Tái sinh lại nhựa:



Cũng bằng phương pháp nhân tạo, người ta chế ra một loại hạt nhựa khác có khả năng trao đổi anion, đó là các phân tử hữu cơ chứa nhóm bazơ, có công thức chung là RNH_3OH . Cơ chế trao đổi ion như sau:

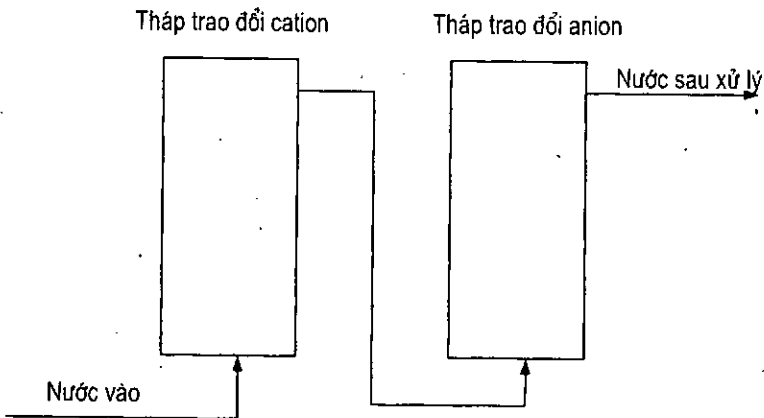


Tái sinh lại nhựa:



Với việc lựa chọn những nhựa trao đổi ion thích hợp, người ta có thể loại hết tất cả các cation và anion có trong nước, làm cho nước trở nên tinh khiết. Tuy nhiên, cần phải phân tích để xác định khi nào thì phải dừng và tiến hành tái sinh lại nhựa. Việc tiến hành tái sinh các cột trao đổi ion không phức tạp, chỉ cần cho dung dịch axit vào cột trao đổi cation; cho dung dịch kiềm vào cột trao đổi anion; ngâm trong thời gian thích hợp; sau đó rửa lại cột bằng nước sạch. Đương nhiên phải phân tích để xác định mức sạch của cột và xử lý dung dịch thải ra sau khi ngâm để xử lý cột.

Các chất nhựa trao đổi ion được gia công thành các hạt có đường kính nhỏ hơn 1mm và được bán theo thể tích nhất định để thuận tiện cho người sử dụng. Hiện nay, trên thị trường có bán nhiều loại nhựa trao đổi ion và mỗi loại nhựa đều có chỉ dẫn của các nhà sản xuất. Theo chỉ dẫn này sẽ thiết kế hợp lý cho hệ thống. Để xử lý cả cation và anion, nên bố trí thiết bị theo sơ đồ hình 5.2. Khi cần tái sinh có thể cho chạy ngược lại.



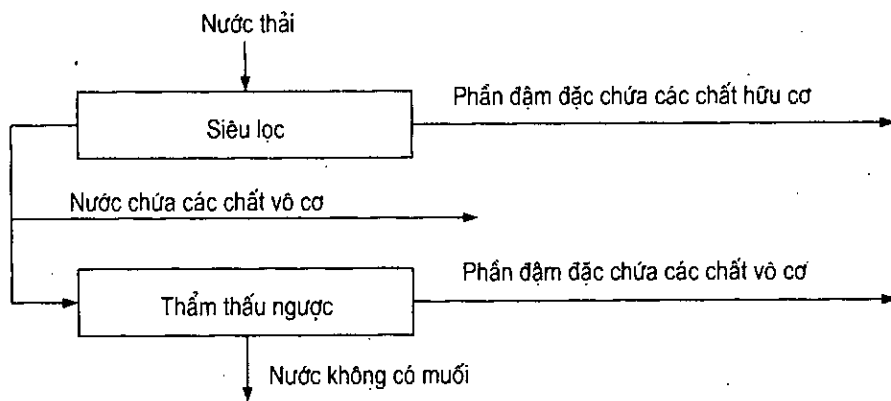
Hình 5.2. Sơ đồ hệ thống thiết bị trao đổi cation và anion

Cũng có thể sử dụng hỗn hợp các hạt cationit và anionit trong cùng một tháp. Tuy nhiên, cách này không hiệu quả vì các hạt phân bố không đều dẫn đến sự thải các ion cần loại không cân bằng nhau.

5.3. PHƯƠNG PHÁP LỌC MÀNG

Kỹ thuật lọc màng ngày càng đóng vai trò quan trọng trong xử lý nước nói chung và xử lý nước thải nói riêng. Các chất thải khác nhau không những về bản chất hoá học mà còn khác nhau về kích thước, cho dù kích thước đó là rất nhỏ chỉ tính bằng nanomet. Kỹ thuật ngày nay cho phép chế tạo được các màng lọc có các lỗ nhỏ đến mức chỉ cho phép giới hạn những phân tử có kích thước phù hợp mới đi qua được màng. Trong dung dịch nước, phân tử hoặc ion các chất hoà tan không đứng độc lập mà tồn tại dưới dạng hydrat hoá, tức là có lực hút giữa phân tử hoặc ion chất tan với phân tử nước tạo ra lớp áo nước bao quanh, đồng thời giữa các phân tử nước cũng có lực liên kết. Vì vậy, muốn cho phân tử nước đi qua lỗ nhỏ của màng phải tác động một lực để phá vỡ các liên kết này. Để tách các phân tử nước ra khỏi dung dịch đi qua màng, cần phải tạo ra sự chênh lệch áp suất trên hai phía bề mặt của màng bằng bơm áp lực.

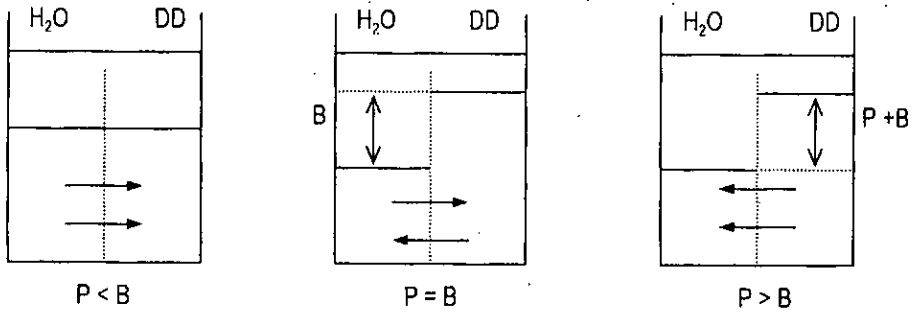
Dựa vào kích thước lỗ của màng và chênh lệch áp suất trên bề mặt màng, người ta phân ra 2 loại màng lọc là siêu lọc và lọc thẩm thấu ngược. Siêu lọc được sử dụng để tách dung dịch có khối lượng phân tử trên 500dvC và có áp suất thẩm thấu nhỏ (ví dụ các vi khuẩn, tinh bột, protein, đất sét,...). Còn thẩm thấu ngược thường được dùng để tách các chất có khối lượng phân tử thấp và có áp suất thẩm thấu cao (hình 5.3).



Hình 5.3. Sơ đồ kết hợp siêu lọc và thẩm thấu ngược

Giới thiệu về lọc thẩm thấu ngược (Reverse Osmosis: RO):

Hiện tượng thẩm thấu ngược là hiện tượng di chuyển tự nhiên của dung môi từ một dung dịch loãng vào một dung dịch đậm đặc qua màng bán thấm. Hình 5.4 minh họa hiện tượng thẩm thấu ngược. Tại một áp suất nhất định của một dung dịch xác định, sự cân bằng được thiết lập thì áp suất đó được gọi là áp suất thẩm thấu.



Hình 5.4. Sơ đồ minh họa hiện tượng thẩm thấu ngược

P : áp suất làm việc, B : áp suất thẩm thấu

..... : màng bán thấm, DD : dung dịch

Áp suất thẩm thấu phụ thuộc vào nồng độ và nhiệt độ, được tính như sau:

$$B = \frac{n}{V} RT$$

Trong đó: n : Số mol của dung dịch;

V : Thể tích mol của nước;

R : Hằng số khí;

T : Nhiệt độ tuyệt đối.

Như vậy nếu dung dịch càng đặc và nhiệt độ càng cao thì áp suất thẩm thấu càng cao, có nghĩa là áp suất làm việc cũng phải cao mới thực hiện được quá trình lọc thẩm thấu ngược.

Khác với lọc thông thường có thể tách hoàn toàn các phần không tan ra khỏi dung dịch, lọc thẩm thấu ngược cho 2 phần dung dịch. Phần dung dịch bên trên màng có nồng độ chất tan đậm đặc hơn dung dịch đưa vào, còn dung dịch thu được qua màng thì nồng độ chất tan rất loãng, hầu như không còn chất tan. Sau một thời gian sử dụng, cần phải rửa và nếu ngừng không hoạt động cần được ngâm chất diệt khuẩn để vi khuẩn không bám trên bề mặt của màng, sẽ dẫn đến phá hủy màng.

Thiết bị lọc thẩm thấu ngược được chế tạo một cách công phu và đắt tiền. Trên thị trường có bán sẵn các môđun của các hãng chế tạo dùng để sản xuất nước tinh khiết, hoặc xử lý nước trong những trường hợp đặc biệt, ví dụ cần phải lọc nước biển để lấy nước ngọt cho sinh hoạt.

5.4. PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN HOÁ

Nước thải có thể làm sạch các tạp chất hoà tan, hoặc phân tán nhờ tác dụng của dòng điện một chiều khi xảy ra quá trình oxy hoá ở điện cực dương (anot) và khử hoá ở điện cực âm (catot).

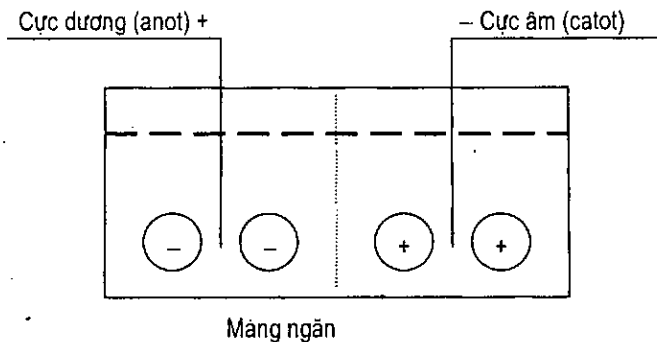
Phương pháp điện hoá cho phép lấy ra từ nước thải các sản phẩm có giá trị bằng các sơ đồ công nghệ tương đối đơn giản, dễ tự động hoá và có thể không cần, hoặc cần rất ít hoá chất thông thường.

Hiệu suất của các phương pháp điện hoá được tính 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.

5.4.1. Điện phân dung dịch

Khi có 2 điện cực cùng nhúng trong một dung dịch và cho dòng điện một chiều đi qua, tại cực dương (anot), các ion âm sẽ cho electron, nghĩa là xảy ra phản ứng oxy hoá điện hoá; ngược lại tại cực âm (catot), các ion dương sẽ nhận electron, nghĩa là xảy ra phản ứng khử.

Sơ đồ của một bể điện phân được thể hiện qua hình 5.5.

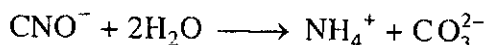


Hình 5.5. Sơ đồ bể điện phân

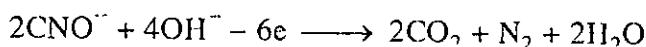
Quá trình điện phân đã được nghiên cứu để làm sạch nước thải khỏi các tạp chất xyanua, sunfoxyanua, ancol, các andehyt, hợp chất nitơ (như

các amin, phẩm nhuộm azo), sunfit, mecaptan,... Trong quá trình oxy hoá điện hoá, các chất trong nước thải bị phân rã hoàn toàn tạo thành CO₂, NH₃ và nước, hay tạo thành các chất đơn giản hơn và không độc có thể tách ra bằng các phương pháp khác. Dưới đây là một số ví dụ minh hoạ cho các quá trình xử lý này.

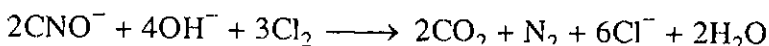
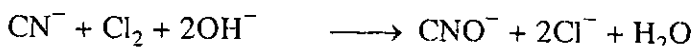
- Oxy hoá ở anot của xyanat xảy ra theo phản ứng sau:



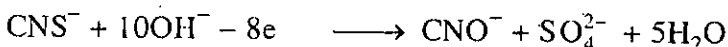
- Hoặc oxy hoá đến mức tạo thành khí nitơ:



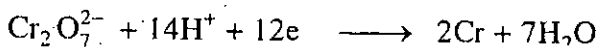
- Trường hợp bổ sung thêm NaCl, khí clo được giải phóng ở anot sẽ oxy hoá xyanua:



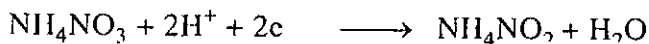
- Sunfoxyanua được phân huỷ theo phản ứng sau:



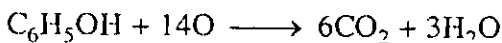
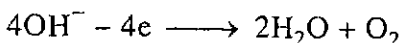
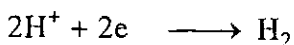
- Khử Crom hoá trị VI (Cr₂O₇²⁻):



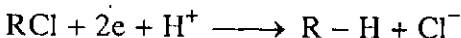
- Khử NH₄NO₃:



- Có thể oxy hoá phenol nhờ oxy mới sinh ngay trong quá trình điện phân:



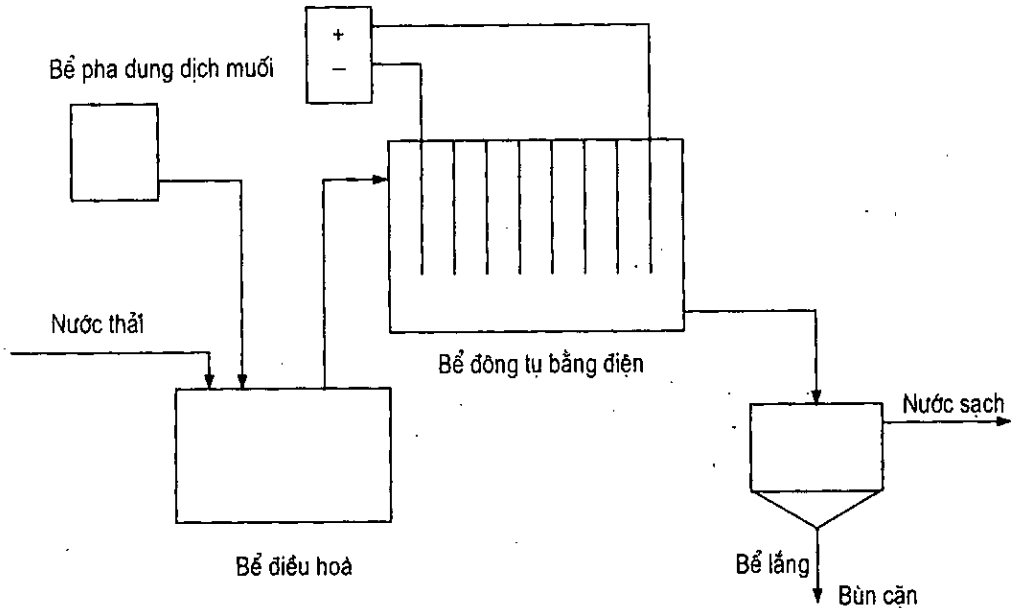
- Các hợp chất halogen hữu cơ độc hại sẽ được chuyển thành các hợp chất hữu cơ ít độc hại hơn khi không còn liên kết với halogen:



5.4.2. 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, phá vỡ hiện tượng solvat (hiện tượng chất tan liên kết với phân tử nước) làm cho một số chất trước đây hoà tan được nhờ hiện tượng solvat hoá thì nay kết tủa trở lại. Nhờ quá trình này có thể làm sạch nước chứa hàm lượng các hạt keo của các chất gây ô nhiễm. Sơ đồ hệ thống thiết bị đông tụ điện được thể hiện trên hình 5.6.

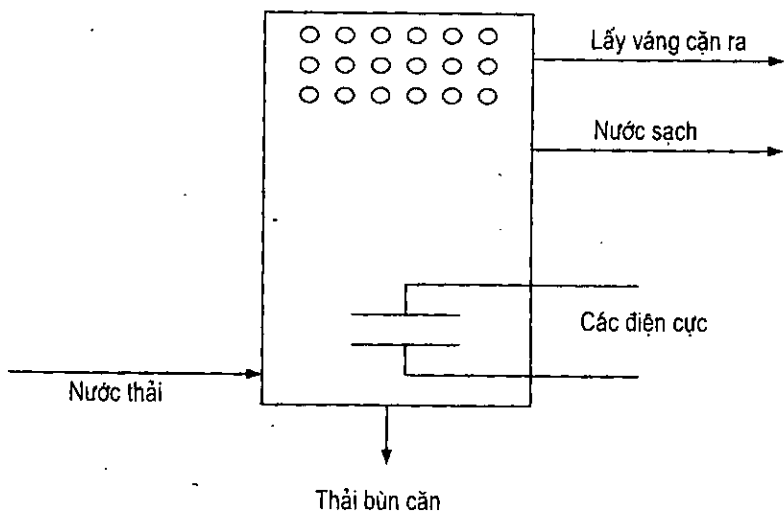
Khi sử dụng các điện cực tan, ví dụ như sắt hay nhôm, thì các cation sắt hay nhôm sẽ phản ứng với nước tạo ra các hydroxyt của các kim loại này ở dạng bông và quá trình đông tụ sẽ được tạo ra.



Hình 5.6. Sơ đồ hệ thống thiết bị đông tụ bằng điện

5.4.3. Tuyển nổi bằng điện

Trong quá trình điện phân có các bọt khí sinh ra, đó là do quá trình điện phân nước đi kèm tạo ra khí oxy và hydro ở các điện cực anot và catot. Khi các bóng khí này nổi lên, gặp và kéo theo các hạt lơ lửng cùng nổi lên bề mặt nước. Khi sử dụng các điện cực hoà tan thì xảy ra đồng thời việc tạo thành các bông và các bọt khí nên các bông sẽ nổi lên và có thể tuyển nổi được. Sơ đồ được thể hiện trên hình 5.7.



Hình 5.7. Sơ đồ hệ thống thiết bị tuyển nổi điện một ngăn

5.5. PHƯƠNG PHÁP OXY HOÁ – KHỬ

Để làm sạch nước thải, người ta có thể sử dụng các chất oxy hoá như clo (Cl_2) ở dạng khí hay lỏng, nước Giaven (dung dịch của hỗn hợp NaOCl và NaCl), clorua vôi (CaOCl_2), thuốc tím (KMnO_4), hydro peoxyt còn gọi là nước oxy (H_2O_2), ozon (O_3), oxy nguyên chất hoặc oxy già của không khí,...

Nhờ các chất oxy hóa đưa vào nước thải, phản ứng oxy hoá – khử đã xảy ra chuyển các chất độc hại thành các chất ít độc hại hơn. Phản ứng phụ thuộc vào hoạt độ các chất oxy hoá. Hoạt độ các chất oxy hoá được xác định bởi thế oxy hoá. Trong các chất tự nhiên, Flo được xem là chất oxy hoá mạnh nhất nhưng là nguyên tố không phổ biến nên không được ứng dụng trong thực tế. Một số chất hay được dùng hơn cả có thế oxy hoá như sau:

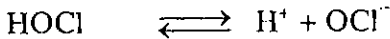
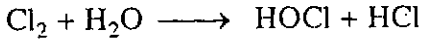
Chất oxy hoá:	O_3	Cl_2	H_2O_2	KMnO_4
Thế oxy hoá:	2,07	0,94	0,68	0,59

Thế oxy hóa càng lớn thì khả năng oxy hóa càng mạnh.

5.5.1. Oxy hoá bằng clo

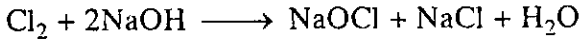
Clo và các chất có chứa clo hoạt tính là chất oxy hoá thông dụng nhất. Người ta dùng chúng để tách H_2S , hydrosunfit, các hợp chất chứa metylsunfit, phenol, xyanua ra khỏi nước thải.

Khi sục clo vào nước, xảy ra các phản ứng sau:

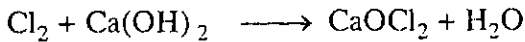


Tổng clo, HOCl và OCl^- được gọi là clo tự do hay clo hoạt tính.

Sục clo vào kiềm cho ta nước Giaven:



Sục clo vào vôi cho ta clorua vôi và hypochlorua canxi



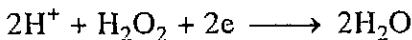
Clo hoặc clorua vôi hay hypochlorua canxi sẽ làm mất màu một số chất hữu cơ, kể cả phẩm nhuộm.

5.5.2. Oxy hoá bằng hydro peoxyt (H_2O_2)

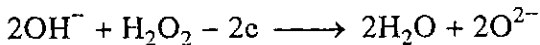
Hydro peoxyt là một chất lỏng không màu và có thể hoà tan vô hạn trong nước. H_2O_2 được dùng để oxy hoá các nitrit, các aldehyt, phenol, xyanua, các chất thải chứa lưu huỳnh, thuốc nhuộm.

Ưu việt của việc dùng H_2O_2 làm chất oxy hoá là sau khi thực hiện phản ứng, sản phẩm cuối cùng của nó là nước.

Trong môi trường axit, H_2O_2 thể hiện tính oxy hoá:



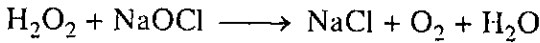
Trong môi trường kiềm, H_2O_2 thể hiện tính khử:



Trong các dung dịch loãng, quá trình oxy hoá các chất hữu cơ xảy ra chậm, do vậy cần sử dụng thêm các chất xúc tác là các ion kim loại có hoá trị thay đổi như Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Cr^{3+} , Ag^+ .

Đặc biệt phản ứng Felton sử dụng H_2O_2 với xúc tác Fe^{2+} trong môi trường axit có sự chiếu sáng đã rất hiệu quả để xử lý màu của nước thải dệt nhuộm cũng như một số hợp chất hữu cơ khác. Phản ứng Felton còn có ý nghĩa quan trọng nữa là các tác nhân tham gia phản ứng, được xem như là những chất khơi mào cho phản ứng dây chuyền, nên không tốn nhiều nguyên liệu.

Tính khử của H_2O_2 được sử dụng để loại một số chất oxy hoá khác trong quá trình xử lý nước thải. Ví dụ loại bỏ clo trong nước:



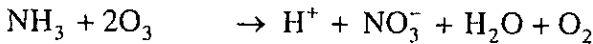
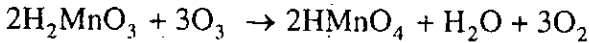
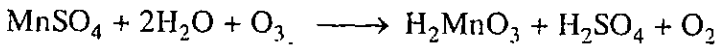
5.5.3. Oxy hoá bằng ozon

Oxy hoá bằng ozon cho phép đồng thời khử tạp chất nhiễm bẩn, khử màu, khử các mùi vị lạ đối với nước.

Sử dụng ozon có thể làm sạch nước thải khỏi phenol, sản phẩm dầu mỏ, hydrosunfua, các hợp chất arsen, chất hoạt động bề mặt, xyanua, phẩm nhuộm,...

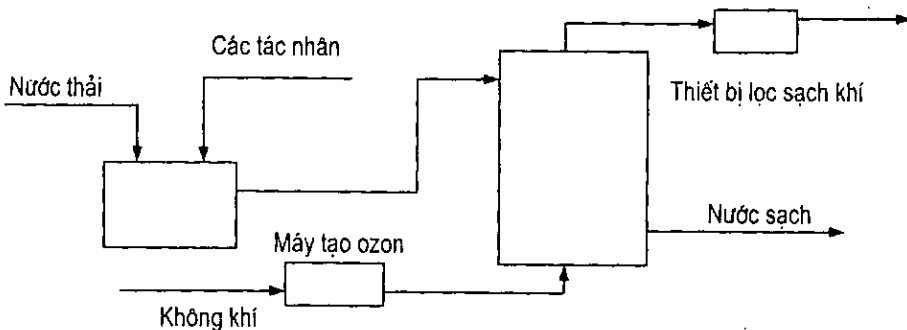
Độ hoà tan của ozon trong nước phụ thuộc vào pH và hàm lượng các chất hoà tan. Với môi trường axit và có muối trung tính sẽ làm tăng độ hoà tan của ozon, ngược lại, trong môi trường kiềm sẽ làm giảm độ hoà tan của ozon.

Ozon có thể oxy hoá các chất vô cơ



Ozon có thể oxy hoá các chất hữu cơ, đặc biệt các hợp chất có liên kết đôi, liên kết ba và tạo thành các ozonua và cuối cùng đi đến đứt liên kết tạo ra các hợp chất có mạch cacbon ngắn hơn.

Quá trình làm sạch nước thải bằng ozon được minh hoạ bằng sơ đồ hình 5.8.



Hình 5.8. Sơ đồ thiết bị làm sạch nước thải bằng ozon

Công nghệ ngày nay cho phép sản xuất máy sinh ozon không còn phức tạp như trước đây. Các máy ozon bán trên thị trường được chế tạo một cách gọn nhẹ, nhiều chủng loại và giá cả cũng không cao. Một ưu điểm quan trọng của sử dụng ozon là không để lại ô nhiễm thứ cấp, nên chắc chắn phương pháp này sẽ được phát triển mạnh trong thời gian tới đây.

5.6. PHƯƠNG PHÁP DIỆT KHUẨN

Để đạt được tiêu chuẩn vệ sinh của nước sau xử lý cần có thêm hệ thống diệt khuẩn. Phương pháp truyền thống là sử dụng chất sát trùng. Các chất sát trùng thường dùng là các chất oxy hoá mạnh như khí clo, nước Giaven, thuốc tím, nước oxy, cloamin, TCCA (Tricloxyanuric axit),... Ngày nay, để hạn chế tác dụng phụ, xu thế đang được thay bằng các chất hoá học ít độc hại hơn hoặc bằng các phương pháp vật lý. Đó là sục khí có chứa ozon, khí có chứa các ion âm hoặc chiếu tia cực tím, hoặc lọc qua màng lọc vi khuẩn.

PHẦN BA

MỘT SỐ CÔNG TRÌNH

XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Chương 6

GIỚI THIỆU MỘT SỐ

TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI

6.1. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC RÁC (nước được thu gom từ bãi chôn lấp rác thải rắn sinh hoạt)

6.1.1. Một vài nét về nước rác thu gom từ bãi chôn lấp rác thải rắn sinh hoạt

Hiện nay rác thải rắn sinh hoạt của các thành phố và các vùng dân cư tập trung ở nước ta, chủ yếu được xử lý bằng cách chôn lấp. Khí hậu nước ta nóng ẩm, mưa nhiều nên lượng nước tích tụ trong các bãi rác tương đối nhiều, cần phải được thu gom và xử lý để tránh gây ra ô nhiễm môi trường nguồn nước bề mặt và nguồn nước ngầm.

Nước thu gom từ bãi rác bao gồm:

- Nước được tách ra từ các chất thải, nước mưa, nước mạch.
- Các chất hữu cơ hoà tan rất đa dạng gồm các chất tan hoàn toàn, tan dưới dạng keo, dạng huyền phù hay dạng nhũ tương. Rất khó để xác định được từng chất, chỉ có thể biết được tổng lượng của chúng thông qua phân tích xác định chỉ số COD. Có khá nhiều chất khó phân giải bằng con đường sinh học.
- Các chất vô cơ hoà tan dưới dạng muối tan hay phức chất. Có thể xác định được tổng lượng của chúng thông qua kết quả đo độ dẫn. Nước thải bãi rác có hàm lượng muối Amoni rất cao. Đây chính là kết quả của sự phân giải các hợp chất nói chung trong rác thải, đặc biệt là các chất đạm.

– Các chất khí hoà tan chủ yếu có mùi khai là Amoniac (NH_3), có mùi tanh là các amin bậc thấp, có mùi thối là Hydrosunfua (H_2S), đặc biệt có mùi thối và bám dính rất dai là Indol và Scatol – là sản phẩm của sự phân huỷ các amino axit (Tryptophan). Ngoài ra còn một số chất khí hoà tan khác như CO_2 , CH_4 ,... nhưng đều không có mùi. Tất cả các chất khí này đều là các sản phẩm của quá trình phân giải dở dang, hoặc tận cùng của các chất thải nói chung, trong đó đặc biệt là chất đạm.

Nhìn chung nồng độ của các chất hoà tan trong nước thu gom từ bãi chôn lấp rác là rất cao, đặc biệt là hàm lượng các chất hữu cơ và muối Amoni. Nếu thu gom về một hồ thì nồng độ các chất sẽ thay đổi rất nhiều tùy thuộc vào độ nông, sâu khác nhau và thời gian lưu trong hồ. Lớp nước trên bề mặt của hồ do được tiếp xúc với không khí và ánh sáng đã tạo điều kiện cho một số phản ứng hoá học cần xúc tác ánh sáng sẽ xảy ra, đặc biệt tạo điều kiện hoạt động tốt cho các vi khuẩn hiếu khí và tự dưỡng. Chính vì thế nồng độ các chất hoà tan trong lớp nước bề mặt bao giờ cũng thấp hơn so với tổng thể, còn nếu thời gian lưu càng lâu thì lớp nước này sẽ càng dày. Muốn xử lý nước thu gom, cần phải có các giải pháp về hoá học và sinh học để làm giảm hàm lượng các chất hữu cơ và Amoni đến giới hạn cần thiết, sau đó mới có thể hoà vào các dòng sông mà không gây độc cho các động vật thủy sinh.

Các đặc điểm chung dễ nhận thấy qua các kết quả phân tích nước thu gom từ các bãi chôn lấp rác thải rắn sinh hoạt là:

- Màu nâu đến đen.
- Mùi xú uế rất nặng.
- Hàm lượng chất hữu cơ tính theo chỉ số COD: 600 – 20000mg/l.
- Hàm lượng Amoni: 200 – 1500mg/l.
- Hàm lượng các nguyên tố độc hại đều thấp dưới mức cho phép. Tuy nhiên, không loại trừ khả năng ngẫu nhiên có những rác thải độc hại lẫn vào do không thể kiểm soát được.

Quan điểm chung trong xử lý nước rác thu gom từ bãi chôn lấp chất thải rắn sinh hoạt (gọi tắt là nước rác) là:

- Cần sử dụng các phương pháp có thể, tuy nhiên không lạm dụng quá nhiều hoá chất gây ô nhiễm thứ cấp.
- Tận dụng và hạn chế đến mức tối đa chất thải thứ cấp.
- Nước sau xử lý phải đạt tiêu chuẩn nước thải công nghiệp loại C.

6.1.2. Nguyên tắc chung của quy trình xử lý

6.1.2.1. Nguyên tắc chung

Nước rác được hòa tan với vôi ở mức bão hòa để một phần còn lại của vôi hấp phụ các chất nói chung, đặc biệt là các chất màu, kết tủa kim loại dưới dạng hydroxyt, loại phốt pho dưới dạng muối phốt phat canxi, ngoài ra còn tác dụng diệt các vi khuẩn gây hại, và đạt pH = 11 để loại amoni bằng cách thổi khí cưỡng bức. Thu hồi và có thể tận dụng được Amoni. Trung hoà trở lại bằng khí Cacbonic đến pH = 8, loại canxi dưới dạng kết tủa Canxi cacbonat. Cũng có thể trung hòa bằng Axit sunfuric, khi đó sẽ thu gom kết tủa Canxi sunfat dưới dạng thạch cao. Cuối cùng nước rác được xử lý tiếp bằng phương pháp sinh học, hoặc lọc qua than hoạt tính trước khi đổ ra môi trường.

6.1.2.2. Nước rác sau xử lý đạt được tiêu chuẩn loại C với các đặc điểm chủ yếu sau:

- Nước trong suốt không còn màu và các chất huyền phù.
- Nước không còn mùi.
- Hàm lượng chất hữu cơ tính theo chỉ số COD đạt dưới 400mg/l.
- Hàm lượng Amoni đạt dưới 10mg/l.

6.1.3. Giới thiệu dây chuyền công nghệ xử lý

Thiết bị xử lý của chúng tôi có khả năng xử lý được nước rác tùy theo yêu cầu đòi hỏi về khối lượng cũng như chất lượng, có công suất trong khoảng từ 10 đến 20m³/h, hoặc 200 đến 400m³/ngày đêm.

- Toàn bộ dây chuyền công nghệ gồm 4 môđun phản ứng, được chế tạo bằng thép tấm có khung chịu lực tráng nhựa, mỗi môđun có dung tích 24m³ (2×6×2) và 3 bể phụ dùng để chứa chất thải tạm thời, mỗi bể có dung tích 8m³ (2×2×2) cùng một số thiết bị đi kèm.

- Tổng chất thải sinh ra dưới dạng huyền phù chiếm 2% so với thể tích xử lý nhưng có thể ép kiệt và phơi khô để dùng vào các mục đích khác nhau. Có 3 loại chất thải chính là: vôi cặn lẫn với chất hữu cơ được tách ra từ nước thải; Can xi cacbonat (bột talc), hoặc Canxi sunfat (thạch cao) và sinh khối. Các chất thải này chúng tôi sẽ thu gom và tự giải quyết hàng ngày.

– Vận hành: Nước thải được bơm vào ngăn đầu tiên của môđun 1. Tại đây được cấp trực tiếp vôi sống và khuấy trộn để tăng đều pH của nước thải đến 11. Nước qua ngăn số 2 và chảy tràn sang ngăn số 3. Tại đây có hệ thống cấp chất trợ keo tụ và khuấy trộn để loại các chất lơ lửng dạng huyền phù. Nước tiếp tục qua ngăn 4, tràn sang ngăn 5, cuối cùng qua ngăn 6.

Nước từ ngăn 6 của môđun 1 chảy tràn sang ngăn 1 và 2 của môđun 2. Tại đây có hệ thống thổi mạnh để loại Amoniac. Sau đó nước được bơm sang môđun 3. Tại đây nước được trung hoà bằng khí CO₂ hoặc Axit sunfuric, pH giảm xuống 8. Kết tủa thô của Canxi cacbonat (bột talc) hoặc Canxi sunfat (thạch cao) mới tạo ra lắng khá nhanh xuống đáy môđun. Phần nước trong sẽ chảy tràn sang môđun 4. Tại môđun 4 có các hệ thống cấp không khí nhằm giúp cho các vi khuẩn hiếu khí hoạt động theo nguyên tắc bùn hoạt tính sinh trưởng lơ lửng hoặc gắn kết. Đương nhiên, nếu muốn cho nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn ngay cần sử dụng than hoạt tính kết hợp với phương pháp lắng nhanh.

Nước thải sau khi ra khỏi môđun 4 rất trong và bão hoà oxy, bảo đảm đủ tiêu chuẩn đổ vào môi trường.

6.1.4. Ảnh hưởng của quá trình vận hành thiết bị đối với môi trường

Trong quá trình xử lý, không dùng bất kỳ hoá chất nào gây độc hại và làm phức tạp cho môi trường. Các hoá chất cần dùng:

– Vôi sống (CaO).

– Khí CO₂.

– Chất trợ keo tụ. Các loại chất này là các chất hữu cơ cao phân tử chỉ gồm các nguyên tố Cacbon, Hydro, Oxy, Nitơ. Chúng phân huỷ dễ dàng trong môi trường nước, hơn nữa, lượng sử dụng trong quá trình keo tụ tính theo tỷ lệ so với nước thải chỉ là một vài phần triệu.

Các chất thải mới tạo ra hoàn toàn có thể thu gom và kiểm soát được trừ khí Amoniac bay lên và phát tán vào không khí. Tuy nhiên vẫn có thể kiểm soát được khí Amoniac nếu có hệ thống thiết bị thu gom khí Amoniac để chuyển thành phân đạm, ví dụ phân amoni sunfat.

6.1.5. Phương án thu gom các chất thải

6.1.5.1. Môđun 1: Có chất thải mới là vôi cặn. Chất thải này bao gồm vôi chưa sử dụng hết và kéo theo các tạp chất hữu cơ, vô cơ.

– Tính toán lượng chất thải này như sau:

1,56 gam vôi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) hoà tan hoàn toàn trong 1 lít nước cho dung dịch bão hoà. Vậy 1m^3 nước bão hoà vôi cần 1,56kg vôi. Tuy nhiên để xử lý nước cần gấp 3 lần lượng vôi dùng cho bão hoà dung dịch, cho nên để xử lý 1m^3 nước cần có từ 4–5kg vôi sống. 5kg vôi sẽ cho 20 lít vôi nhão. Lượng vôi hoà tan vào nước được thay thế bằng các chất hấp phụ trên các hạt vôi không tan. Vì vậy có thể coi xử lý 1m^3 nước sẽ cho 20 lít chất thải dưới dạng bột nhão, chiếm 2% thể tích.

– Dùng bơm để hút dạng bột nhão này qua các vòi lắp sẵn của từng môđun.

Có 3 khả năng sử dụng chất thải này:

+ Nếu muốn sử dụng làm vật liệu để đóng gạch xi, hoặc lát đường thì có thể thu gom chất thải sớm để hàm lượng vôi còn lại 60 – 70%. Chất thải này có thể cho không với điều kiện người lấy vôi phải tự chuyên chở. Chúng tôi đã đóng thử những viên gạch xi bằng loại vôi này và kết quả rất cứng vì chính những chất hữu cơ sẽ tự phân huỷ và giải phóng CO_2 làm cho vôi được hoàn nguyên thành đá vôi ngay từ bên trong viên gạch.

+ Nếu hàm lượng vôi còn dưới 50% thì cũng có thể dùng để khử chua cho các vùng chua mặn, các chất hữu cơ và vô cơ có tác dụng như phân bón hữu cơ, đa lượng và vi lượng.

+ Nếu hàm lượng vôi còn quá thấp thì có thể phơi khô làm phân bón (quá trình phơi, vôi sẽ tiếp xúc với CO_2 trong không khí và chuyển thành đá vôi, khi hoà tan phân này sẽ cho dung dịch trung tính).

6.1.5.2. Môđun 2 và 3: Chất thải là bột Canxi cacbonat (còn gọi là bột talc hay bột đá) hoặc Canxi sunfat (còn gọi là thạch cao).

– Tính toán chất thải này như sau:

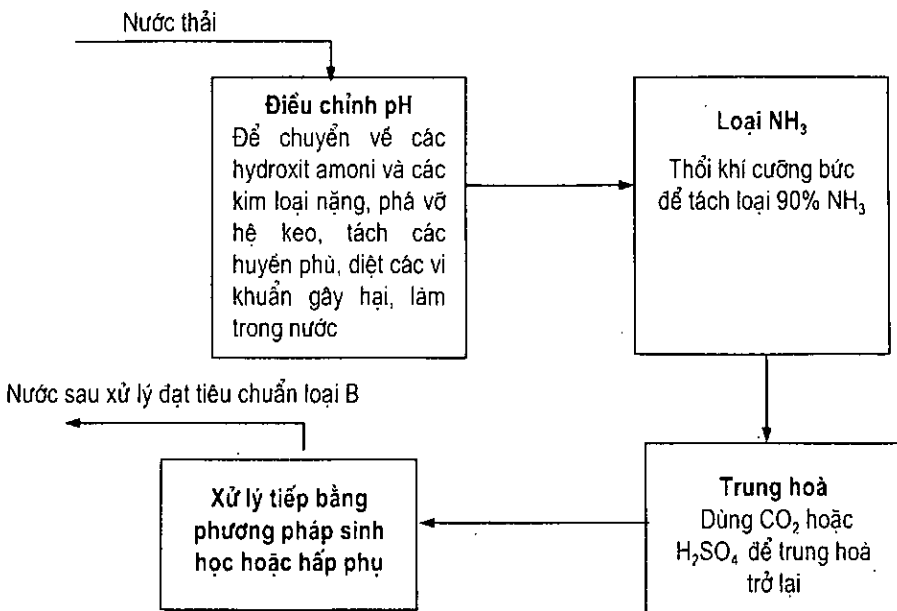
Với dung dịch bão hoà vôi, 1m^3 nước xử lý sẽ có 1,56kg vôi. Trung hoà bằng CO_2 sẽ tạo ra 2,1kg Canxi cacbonat. Đặc điểm của bột này là rất mịn, tinh thể không ngậm nước, rất dễ lắng. Do chỗ hình thành trong dung dịch nên bột bị ướt nhưng chiếm thể tích không đáng kể, chỉ chiếm chừng 0,5% so với thể tích nước xử lý.

– Dùng bơm hút bột ra khỏi đáy môđun. Chỉ cần phơi là đủ khô. Tùy theo chất lượng, bột này được sử dụng vào những mục đích khác nhau, ít nhất cũng làm được vật liệu xây dựng.

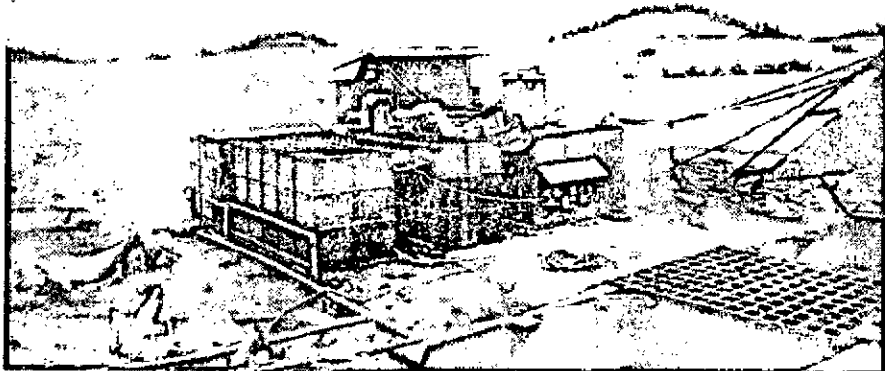
Trường hợp dùng Axit sunfuric để trung hòa, kết tủa có ít hơn vì Canxi sunfat tan trong môi trường có Amoni.

6.1.5.3. Môđun 4: Chất thải là sinh khối sinh ra trong các phản ứng sinh học. Đó chính là xác các vi khuẩn chết, lẫn cả vi khuẩn sống và các chất hấp phụ xung quanh nó. Chúng có dạng bông được bơm hút ra khỏi các môđun phản ứng theo định kỳ phụ thuộc vào tuổi của bùn. Tính theo lượng khô thì tỷ lệ của chúng so với nước thải là rất thấp, chỉ 1 – 2 gam trong $1m^3$ nước thải sau xử lý. Tuy nhiên, khi hút ra từ các môđun, chúng ở dạng bông nên kéo theo rất nhiều nước. Vì vậy dung dịch sau khi hút ra sẽ phải dùng chất keo tụ để tách pha được dễ hơn. Phần nước trong sẽ bơm ra cùng với nước sau xử lý, phần rắn sẽ phơi khô, đóng gói dùng làm phân bón.

Trường hợp dùng than hoạt tính, các chất hữu cơ sẽ được than hấp phụ hầu như hết, do đó COD có thể đạt tiêu chuẩn loại 2 (hoặc có thể đạt loại 1 nếu như cần đến mức như vậy). Tuy nhiên vì lọc qua than sẽ rất chậm nên dùng phương pháp khuấy trộn than hoạt tính bột, sau đó dùng phương pháp lắng nhanh với chất tạo bông và chất keo tụ. Hình 6.1 là sơ đồ khối xử lý nước rác và hình 6.2 là trạm xử lý đã lắp đặt tại bãi rác Nam Sơn – Hà Nội.



Hình 6.1. Sơ đồ khối xử lý nước rác



Hình 6.2. Trạm xử lý nước rác đã lắp đặt tại bãi rác Nam Sơn – Hà Nội

6.2. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI GIẶT MÀI QUẦN ÁO

6.2.1. Một vài nét về nước thải thu gom từ các máy giặt mại

Trong quá trình giặt mại, cùng với việc chà xát quần áo, cần phải sử dụng thêm một số hoá chất để tẩy rửa, làm mềm vải và đáp ứng các nhu cầu khác nữa nên nước thải sau khi vận hành qua các công đoạn, cần thiết phải xử lý trước khi đổ vào hệ thống cống chung của thành phố. Các đặc điểm chung dễ nhận thấy qua các kết quả phân tích nước thải được thu gom là:

- pH trung tính.
- Có màu nâu đến đen tùy thuộc vào các lô hàng giặt.
- Có nhiều chất lơ lửng dạng huyền phù khó lắng.
- Có mùi xú ối nếu để nước thải qua vài ngày.
- Hàm lượng chất hữu cơ tính theo chỉ số COD: trên 200mg/l.
- Hàm lượng amoni, NO_2 , NO_3 : thấp dưới mức cho phép.
- Hàm lượng các nguyên tố độc hại: thấp dưới mức cho phép.

Như vậy có thể thấy nước thải này là hỗn hợp của các xơ sợi mang màu hoặc không mang màu, một lượng nhỏ tinh bột do quá trình hồ vải trước đây, một phần chất màu bị hoà tan, một phần rất nhỏ dầu mỡ và bụi.

Vì vậy, để xử lý loại nước thải này nên sử dụng công nghệ hoá lý: keo tụ và hấp phụ. Nước sau xử lý cần phải đạt tiêu chuẩn nước thải công nghiệp loại B. Cũng có thể đầu tư thêm để tái sử dụng nước sau xử lý.

6.2.2. Nguyên tắc chung của quy trình xử lý

– Nguyên tắc chung:

Nước thải được thu gom về bể và sục khí nhằm giúp cho các vi khuẩn hiếu khí hoạt động. Quá trình này có tác dụng xử lý một phần các chất hữu cơ và tránh được hiện tượng bốc mùi do phân giải yếm khí sinh ra. Sau đó thực hiện quá trình keo tụ và trợ keo tụ nhằm thu gom gần như toàn bộ các chất lơ lửng dạng huyền phù. Nước sau công đoạn này đã trong, song để loại hoàn toàn các chất lơ lửng dạng huyền phù cần tiếp tục cho qua tháp lọc hạt và sau đó để loại hết các chất màu hoà tan, mùi và các chất hữu cơ khác, cần phải lọc tiếp qua tháp hấp phụ với các vật liệu có khả năng hấp phụ.

– Kết quả nước sau xử lý phải:

+ pH trung tính.

+ Trong suốt không còn màu và các chất huyền phù.

+ Không có mùi.

+ Hàm lượng chất hữu cơ tính theo chỉ số COD đạt dưới 100mg/l.

6.2.3. Giới thiệu dây chuyền công nghệ xử lý

Thiết bị xử lý được thiết kế có khả năng xử lý nước thải này tùy theo yêu cầu đòi hỏi về khối lượng cũng như chất lượng, có công suất trong khoảng từ 10 đến 25m³/h, hoặc 200 đến 500m³/ngày đêm.

Toàn bộ dây chuyền công nghệ gồm 4 môđun phản ứng:

1) Môđun 1 là hệ thống các bể lắng và sục khí xây bằng gạch và bê tông:

– Bể 1 (lắng) có thể tích làm việc là 12m³ (1,5×4×2).

– Bể 2 (sục khí) có thể tích làm việc là 36m³ (4,5×4×2).

– Bể 3 (lắng) có thể tích làm việc là 12m³ (1,5×4×2).

– Bể 4 (lắng) có thể tích làm việc là 12m³ (1,5×4×2).

2) Môđun 2 là hệ thống keo tụ gồm bơm nước có công suất 27m³/h để bơm nước cần xử lý từ bể 2 vào thiết bị ống dòng làm bằng nhựa PVC có đường kính 90mm dùng để hoà trộn chất keo tụ và trợ keo tụ, ngoài ra có 4 thùng đựng hoá chất cũng được làm bằng nhựa PVC để pha chế hoá chất cung cấp cho quá trình xử lý qua 2 bơm định lượng có lưu lượng dòng từ 1–20 lít/h.

3) Môđun 3 là hệ thống tháp lọc, tháp hấp phụ và các máy bơm. Nước từ bể lắng 4 qua máy bơm có áp lực cao với công suất $50\text{m}^3/\text{h}$ nhưng chỉ đi vào tháp lọc một nửa công suất, còn một nửa trở lại vào bể 3 nhằm tăng thời gian lưu cho quá trình hấp phụ của hệ thống keo tụ, đồng thời cũng là van an toàn cho tháp lọc. Nước từ tháp lọc chảy qua tháp hấp phụ, sau đó đi vào cống chung của nhà máy. Hệ thống này có bố trí một máy bơm để bơm ngược nhằm rửa tháp lọc theo định kỳ.

4) Môđun 4 là hệ thống thu gom các chất kết tủa và chuyển chúng thành chất thải rắn gồm một bể lọc cát, hoặc một sân phơi, hoặc tốt hơn cả là bố trí một máy bơm lọc khung bản.

6.2.4. Giới thiệu cách vận hành trạm xử lý

6.2.4.1. Pha hoá chất và vận hành thiết bị (bơm)

a) Hoá chất

– Chất keo tụ: PAC.

– Chất trợ keo tụ: A101.

b) Cách pha chế

Cân 4,5kg PAC, cho vào can nhựa có dung tích 20 lít đã đổ đầy nước, lắc đều và ngâm trong nửa ngày. Khoá van giữa hai thùng pha hoá chất T1 và T2, cho dung dịch PAC đã ngâm vào thùng T1, cho thêm nước đến 40 lít (chiều cao tương ứng là 14cm), khuấy đều cho đến khi được dung dịch đồng nhất, mở khoá giữa hai bình.

Cân 30 gam A101, cho vào can nhựa có dung tích 20 lít đã đổ đầy nước, lắc đều và ngâm từ 2 đến 3 ngày. Khoá van giữa 2 thùng pha hoá chất T3 và T4. Cho dung dịch A101 đã ngâm vào thùng T4, cho thêm nước đến 40 lít (chiều cao tương ứng là 14cm), khuấy đều cho đến khi được dung dịch đồng nhất, mở khoá giữa hai bình.

Chú ý: Trong thời gian vận hành thiết bị, cần chú ý mức dung dịch hoá chất trong các thùng đựng hoá chất, để đảm bảo cho đầu hút của bơm luôn ngập trong dung dịch. Khi dung dịch gần cạn cần phải pha bổ sung kịp thời.

Bơm định lượng được điều chỉnh nhẹ dựa vào kết quả tách pha của các chất trong dòng nước khi đi qua hệ thống ống dòng, có thể điều chỉnh từ mức 10–20l/h.

6.2.4.2. Vận hành thiết bị

- Nước thải được thu gom về bể lắng 1.
- Nước từ bể lắng 1 chảy tràn sang bể sục khí 2.

Các máy bơm sục khí được hoạt động liên tục trong quá trình làm việc và trong thời gian lưu nước ở bể 2 nếu thấy cần thiết.

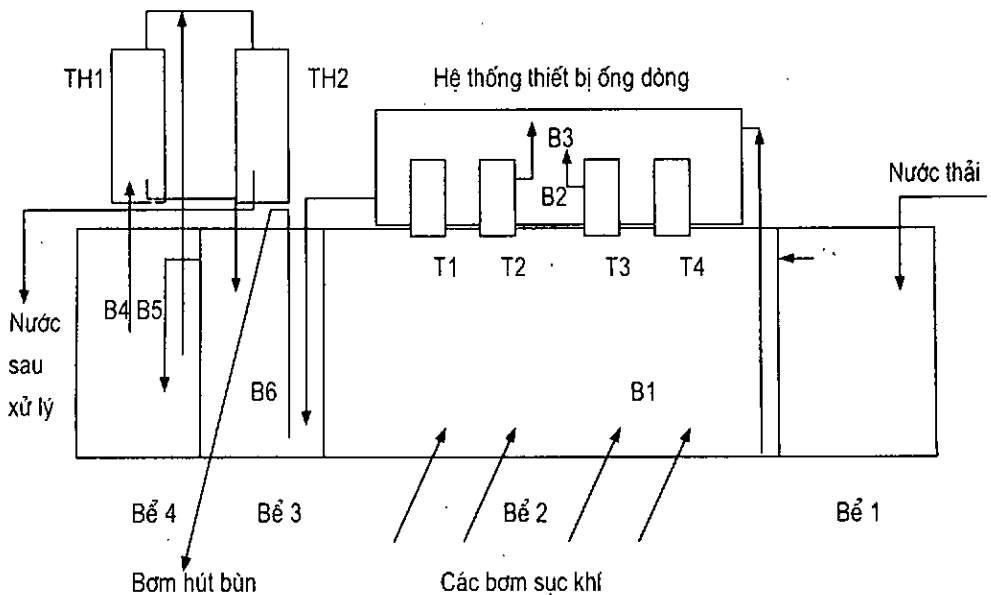
- Cho máy bơm 1 hoạt động đồng thời với 2 máy bơm định lượng 2 và 3. Các máy bơm này sẽ tự ngắt khi nước trong bể 2 không còn đủ cho vận hành.

- Khi nước trong bể 4 đã có đủ để bơm, máy bơm 4 sẽ hoạt động và đưa nước vào tháp lọc TH1, sang tháp hấp phụ TH2. Nước sau tháp hấp phụ TH2 sẽ chảy ra hệ thống cống của xí nghiệp. Máy bơm sẽ tự động ngắt khi nước trong bể 4 không còn đủ cho vận hành. Máy bơm 5 dùng để thu rửa bình.

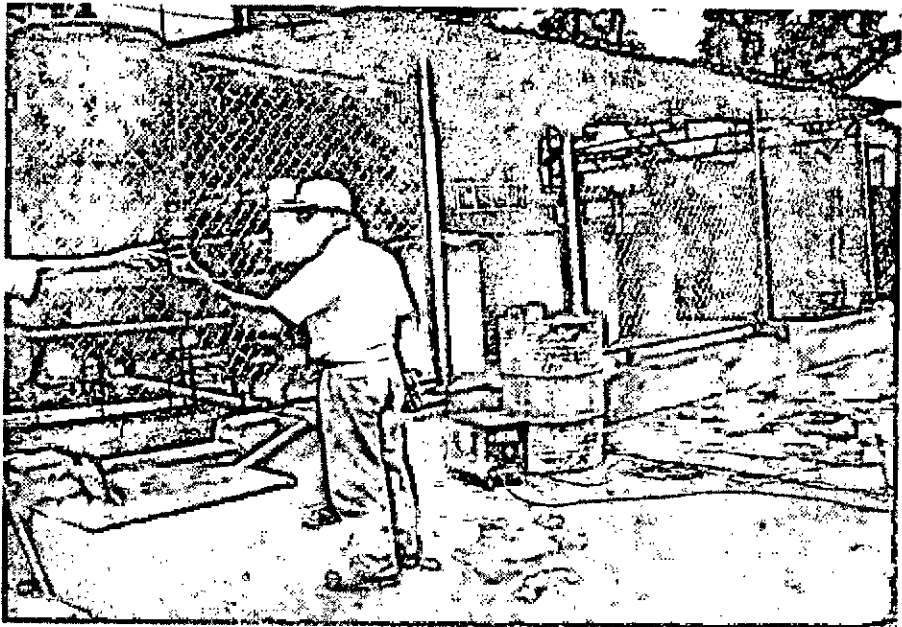
Định kỳ rửa tháp lọc TH1: 11ần/1tháng.

Định kỳ thay vật liệu hấp phụ của tháp hấp phụ TH2: 21ần/1năm.

6.2.5. Sơ đồ khối hệ thống và trạm xử lý nước thải (hình 6.3 và hình 6.4)



Hình 6.3. Sơ đồ khối hệ thống xử lý nước thải
B: Bơm ; T: thùng ; TH: tháp



Hình 6.4. Trạm xử lý nước thải nhà máy giặt mài Am Việt – Thái Bình

6.3. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI NHUỘM

6.3.1. Một vài nét về thuốc nhuộm

Để sản xuất các mặt hàng vải màu và vải hoa trong công nghiệp dệt và dệt kim người ta phải sử dụng nhiều loại thuốc nhuộm khác nhau. Thuốc nhuộm chủ yếu là các hợp chất hữu cơ có màu, khi tiếp xúc với các vật liệu khác thì có khả năng bắt màu và giữ màu trên vật liệu bằng các lực liên kết vật lý và hoá học. Hầu hết thuốc nhuộm là những hợp chất màu hữu cơ trừ thuốc nhuộm pigment có một số màu từ hợp chất vô cơ.

Thuốc nhuộm được chia làm 2 loại: hoà tan trong nước và không hoà tan trong nước.

6.3.1.1. Thuốc nhuộm hoà tan trong nước

a) Thuốc nhuộm trực tiếp (Direct dyes)

Thuốc nhuộm trực tiếp hoà tan trong nước, nhưng ở nhiệt độ dưới 25°C khó hoà tan hơn. Những thuốc nhuộm dễ hoà tan trong nước có thể hoà tan tối đa đến 40g/l (thông thường 20–25g/l). Một số màu chỉ dễ hoà tan trong môi trường kiềm yếu.

Về màu sắc, thuốc nhuộm trực tiếp có đủ các gam màu từ vàng đến đen, màu của chúng tươi, được sử dụng để nhuộm, hoặc in hoa chủ yếu các loại vật liệu từ xenlulo như: vải sợi bông, lụa vixco, da, gai... Có một số màu được sử dụng để nhuộm tơ tằm.

Khi nhuộm hoặc in hoa các vật liệu kể trên, thuốc nhuộm trực tiếp bắt màu thẳng vào vật liệu không phải qua khâu xử lý trung gian. Thành phần dung dịch nhuộm hay hồ in rất đơn giản, chỉ bao gồm thuốc nhuộm, tác nhân có tính kiềm yếu và chất ngấm. Thuốc nhuộm trực tiếp dễ sử dụng, không quá đắt, có thể tổ chức nhuộm và in hoa ở quy mô nhỏ bằng thiết bị và dụng cụ không phức tạp.

Ngoài một số màu (khoảng 20 – 25%) có độ bền màu cao với giặt và ánh sáng, còn đa số thuốc nhuộm trực tiếp có độ bền màu với các chỉ tiêu này ở vào mức độ trung bình, vì chúng liên kết với các vật liệu chủ yếu bằng các lực hấp phụ. Để nâng cao độ bền màu của chúng, người ta dùng nhiều cách: hoặc là xử lý với các muối kim loại (đồng, nhôm, niken...) để tạo nên các phức chất khó tan và bền, nhưng biện pháp này chỉ thích hợp với những thuốc nhuộm có chứa các nhóm chức có thể thực hiện được phản ứng tạo phức. Đa số các trường hợp người ta dùng các chế phẩm hãm màu chứa sẵn như Sintefix hay Sintefix S để xử lý sau khi nhuộm và in hoa.

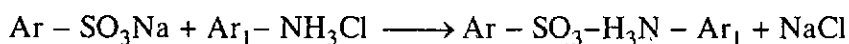
b) Thuốc nhuộm axit (acid dyes)

– Thuốc nhuộm axit có công thức dạng tổng quát cũng giống như của thuốc nhuộm trực tiếp nhưng vì phân tử của chúng nhỏ hơn thuốc nhuộm trực tiếp nhiều nên chúng dễ hoà tan trong nước hơn. Nhiều trường hợp hoà tan triệt để ngay ở nhiệt độ thường. Thuốc nhuộm axit có tên gọi như vậy vì chúng bắt màu vào vật liệu trong môi trường axit, còn ở dạng thương phẩm chúng có phản ứng trung tính.

– Thuốc nhuộm axit thường dùng để nhuộm và in hoa những loại sợi sợi và vật liệu cấu tạo từ protein, nghĩa là trong phân tử của chúng có chứa nhóm amin tự do như: len, lụa tơ tằm, lông thú, lông gà vịt, da thuộc và xơ tổng hợp họ polyamid. Do có phân tử nhỏ và lực hấp phụ yếu nên thuốc nhuộm axit không bắt màu vào các loại vật liệu xenlulo, nếu có bắt chút ít thì sẽ bị giặt sạch bằng dung dịch xà phòng.

– Thuốc nhuộm axit cũng có đủ các gam màu. Màu của chúng có đặc điểm là rất tươi. Trong môi trường axit, chúng liên kết với vật liệu chủ

yếu bằng mối liên kết ion hay liên kết muối theo phương trình tổng quát sau:



Trong đó: Ar: ký hiệu cho gốc thuốc nhuộm.

Ar₁: ký hiệu cho vật liệu in hoa.

– Thuốc nhuộm axit gồm 3 loại:

+ Thuốc nhuộm axit thông thường.

+ Thuốc nhuộm axit cấm màu.

+ Thuốc nhuộm axit chứa kim loại.

c) Thuốc nhuộm hoạt tính

– Khác với các lớp thuốc nhuộm khác, thuốc nhuộm hoạt tính (reactive dyes) có chứa trong phân tử của nó các nhóm nguyên tử có thể tạo thành mối liên kết hoá trị với các nhóm định chức của vật liệu nhuộm hoặc in, làm cho nó trở thành một bộ phận của xơ sợi hay các vật liệu khác nên chúng có độ bền cao với giặt, ma sát và nhiều chỉ tiêu hoá lý khác nữa.

– Ưu điểm của thuốc nhuộm hoạt tính còn ở chỗ chúng có đủ gam màu, màu rất tươi, giá thành sản xuất không cao, kỹ thuật nhuộm và in hoa không phức tạp, nên tuy là thuốc nhuộm mới ra đời (1956) đến nay đã có hàng nghìn màu khác nhau và được sử dụng ngày càng phổ cập để nhuộm, nhất là để in hoa.

– Dạng tổng quát của thuốc nhuộm hoạt tính là: S – Ar – T – X

Trong đó: S: nhóm tạo cho phân tử thuốc nhuộm tính tan.

Ar: gốc thuốc nhuộm.

T: gốc mang nguyên tử phản ứng.

X: nguyên tử phản ứng.

– Hầu hết thuốc nhuộm hoạt tính hoà tan tốt trong nước và bắt màu vào vật liệu trong môi trường kiềm yếu. Chúng được dùng chủ yếu để nhuộm và in hoa các loại vật liệu từ xenlulo, lụa tơ tằm, len dạ, xơ polyamid.

Khi tham gia phản ứng với xơ sợi, bên cạnh phản ứng chính còn có phản ứng phụ, thủy phân thuốc nhuộm về dạng mất hoạt tính làm giảm

hiệu lực của chúng. Dạng đã bị thủy phân còn khó giặt sạch khỏi vải, làm giảm phẩm cấp về các chỉ tiêu bền màu và là nhược điểm chính của thuốc nhuộm hoạt tính.

d) Thuốc nhuộm bazơ – cation (basic dyes)

Thuốc nhuộm bazơ khi hoà tan trong nước chúng phân ly thành các phần mang màu tích điện dương. Tuy được tổng hợp từ các gốc màu khác nhau nhưng tất cả thuốc nhuộm bazơ đều hoà tan tốt trong nước, có cường độ màu và độ tươi rất cao, dường như màu của chúng tươi hơn tất cả các lớp thuốc nhuộm khác. Thuốc nhuộm bazơ cũng có đủ các gam màu.

Nhược điểm chính của thuốc nhuộm bazơ là kém bền với giặt và ánh sáng. Muốn có màu bền phải cầm màu.

Thuốc nhuộm cation là một loại thuốc nhuộm bazơ đặc biệt được sản xuất về sau. Chúng có đặc điểm như thuốc nhuộm bazơ, chỉ khác là chúng bắt màu mạnh vào xơ polyacrylnitril và chỉ dùng cho thuốc nhuộm in hoa các loại vải, hàng dệt kim từ loại xơ này. Chúng bắt màu tốt ở nhiệt độ $90 - 100^{\circ}\text{C}$.

6.3.1.4. Thuốc nhuộm không tan trong nước

a) Thuốc nhuộm hoàn nguyên

– Là những hợp chất màu hữu cơ, không tan trong nước, tuy có cấu tạo và màu sắc khác nhau nhưng tất cả đều chứa nhóm xeton ($\text{C}=\text{O}$) trong phân tử. Thuốc nhuộm hoàn nguyên có đủ màu sắc, có độ bền màu cao.

– Thuốc nhuộm hoàn nguyên được sử dụng chủ yếu để nhuộm các chế phẩm từ xenlulo. Trong các loại vải pha không dùng thuốc nhuộm này để nhuộm len, tơ tằm vì quá trình nhuộm phải tiến hành trong môi trường kiềm và những sợi này sẽ bị phân huỷ.

– Thuốc nhuộm hoàn nguyên bao gồm 2 loại hợp chất hữu cơ:

+ Hợp chất kiểu indigo (xanh chàm).

+ Các hợp chất thơm đa vòng gồm nhiều phân nhóm.

b) Thuốc nhuộm lưu huỳnh

Là những hợp chất màu không tan trong nước và một số dung môi hữu cơ, dưới tác dụng của chất khử nó chuyển về dạng axit, tan trong môi trường kiềm tạo dạng bazơ dễ bị phân huỷ và oxy hoá về màu. Thuốc nhuộm lưu huỳnh có màu kém tươi, độ bền không cao, dùng để nhuộm

các loại vải, xơ xenlulo... Không nhuộm được len và tơ tằm vì dung dịch có tính kiềm mạnh.

c) Thuốc nhuộm phân tán (disperse dyes)

– Thuốc nhuộm phân tán có các tính chất chung như sau:

+ Không chứa các nhóm tạo cho thuốc nhuộm tính tan, độ hoà tan trong nước rất thấp (chỉ trong khoảng 0,2 – 8mg/l), tăng nhiệt độ đến 80 – 100⁰C, độ hoà tan tối đa cũng chỉ đạt 0,5g/l.

+ Trong phân tử chứa nhóm amin ở dạng tự do, hoặc đã ankyl hoá nên thuốc nhuộm trung tính hay có tính bazơ yếu.

+ Có khối lượng phân tử không lớn (250 – 300đvC), kích thước phân tử nhỏ và có cấu tạo không phức tạp.

+ Nhiệt thăng hoa và nóng chảy của thuốc nhuộm cao (250 – 300⁰C).

Những hợp chất màu dùng làm thuốc nhuộm phân tán phải thoả mãn các chỉ tiêu: có độ bền màu với giặt và ánh sáng, khổi lò và đặc biệt với thăng hoa. Để cho thuốc nhuộm phân tán ăn sâu vào lõi xơ, khi in hay nhuộm phải xử lý vải ở 180 – 220⁰C, tùy từng loại xơ.

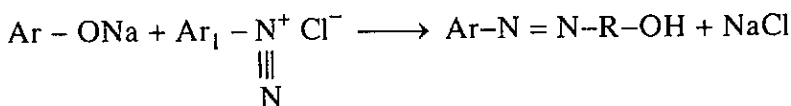
d) Thuốc nhuộm Pigment

Là những chất màu không hoà tan trong nước, dung môi hữu cơ, không có ái lực với xơ sợi và các vật liệu khác.

Để cho Pigment bám dính vào vải khi in người ta phải dùng các chất tạo màng, đó là các nhựa cao phân tử bán đa tụ được chế sẵn dưới dạng nhũ tương. Pigment được phối trộn với nhựa bán đa tụ và chế thành hồ in. Sau khi in, sấy và xử lý ở nhiệt độ thích hợp (130 – 150⁰C), nhựa bán đa tụ sẽ tạo màng cao phân tử hoàn chỉnh, không tan trong nước, bám chặt vào vật liệu và đồng thời cũng gắn các hạt Pigment vào vật liệu.

e) Thuốc nhuộm azo không tan

– Còn có tên gọi là thuốc nhuộm lạnh, do trong phân tử của chúng có chứa nhóm mang màu azo ($-N = N-$) nhưng không chứa các nhóm có tính tan ($-SO_3Na$, $-COONa$) nên chúng không tan trong nước. Để nhuộm và in hoa, người ta phải tổng hợp trực tiếp chúng trên vải từ hai loại hợp chất gọi là azo thành phần và diazo thành phần theo phản ứng kết hợp tổng quát sau:



Azo thành phần
Diazo thành phần
Thuốc nhuộm azo không tan

Ar và Ar₁ là gốc hữu cơ chưa có màu.

Phản ứng trên gọi là phản ứng kết hợp azo hay phản ứng hiện màu.

– Ưu điểm: Màu tươi, độ bền màu cao với giặt, giá thành thấp, quá trình nhuộm và in hoa đơn giản. Ngoài ra, do chứa nhóm azo nên thuốc nhuộm dễ bị mất màu dưới tác dụng của chất khử. Lợi dụng tính chất này, thuốc nhuộm azo được dùng nhiều để nhuộm nền và in hoa theo kiểu in phá gắn màu. Nhược điểm của loại màu này là không bền dưới tác dụng của ánh sáng.

Nhìn chung, khi tiến hành nhuộm các chất màu không bám dính hết vào vật liệu và bao giờ cũng còn một lượng dư nhất định. Thường tỷ lệ phần trăm còn lại trong dung dịch thải sau khi nhuộm được thống kê trên bảng 6.1. Đó chính là nguyên nhân dẫn đến màu sắc của nước thải đổ ra môi trường ảnh hưởng xấu tới cảnh quan, cản trở ánh sáng cho quá trình quang hợp của các loài thủy sinh. Các chất độc khác trong phẩm nhuộm như kim loại nặng, sunfit, halogen hữu cơ có khả năng tích tụ trong cơ thể sinh vật thủy sinh với hàm lượng cứ tăng dần theo lượng thức ăn hàng ngày đưa vào. Nếu những sinh vật thủy sinh này được dùng làm thức ăn cho người và động vật thì nguy cơ gây ra một số bệnh mãn tính hay ung thư là khó tránh khỏi.

Bảng 6.1. Phần màu không gắn vào sợi

Thuốc nhuộm	Phần màu không gắn vào sợi (%)
Trực tiếp	5 – 30
Hoàn nguyên	5 – 20
Lưu huỳnh	30 – 40
Hoạt tính	5 – 50
Phân tán	8 – 20
Pigment	1
Axit	7 – 20
Cation (kiềm)	2 – 3
Crom	1 – 2
Phức kim loại	2 – 5

6.3.2. Công nghệ xử lý nước thải dệt nhuộm

6.3.2.1. Các phương pháp ngăn ngừa và giảm thiểu ô nhiễm

Trước hết cần ngăn ngừa và giảm thiểu ô nhiễm nước thải dệt nhuộm trong quá trình sản xuất:

– Giảm nhu cầu sử dụng nước bằng cách thường xuyên kiểm tra hệ thống nước cấp, tránh rò rỉ nước. Tự động hoá và tối ưu hoá quá trình giặt như giặt ngược chiều, tuần hoàn sử dụng lại các dòng nước giặt bị ô nhiễm và nước làm nguội.

– Hạn chế sử dụng các hoá chất phụ trợ, các thuốc nhuộm ở dạng độc hại.

– Thu hồi, sử dụng lại các dung dịch hồ từ công đoạn hồ sợi và giữ hồ.

6.3.2.2. Các phương pháp xử lý nước thải dệt nhuộm

Nước thải dệt nhuộm có đặc điểm là tổng hàm lượng chất rắn lơ lửng, độ màu, COD cao. Do đặc thù của công nghệ, việc lựa chọn các phương pháp xử lý thích hợp vừa đạt được tính kinh tế, vừa đạt được hiệu quả xử lý, cần phải dựa vào nhiều yếu tố như lượng nước thải ra (lưu lượng nước), các chất ô nhiễm có trong nước thải, hàm lượng chất ô nhiễm, đặc tính của nước thải... Có thể dựa theo các phương pháp sau:

a) Xử lý bằng phương pháp hoá học, hóa lý

Mục đích của phương pháp này là sử dụng các hoá chất và các vật liệu để khử các chất độc hại trong nước thải.

Xử lý hoá học bao gồm các phương pháp như đông tụ, keo tụ, hấp phụ, dùng các chất oxy hoá để khử màu, hoặc dùng axit hay bazơ để trung hoà nước thải trước khi đổ ra nguồn.

– Tạo bông và keo tụ:

Quá trình lắng chỉ có thể tách được các hạt rắn huyền phù nhưng không thể tách được các chất gây nhiễm bẩn ở dạng keo và hoà tan vì chúng là những hạt rắn có kích thước quá nhỏ. Để tách các hạt rắn đó một cách hiệu quả bằng phương pháp lắng, cần tăng kích thước của chúng nhờ sự tác động tương hỗ giữa các hạt phân tán liên kết thành tập hợp các hạt nhằm tăng vận tốc lắng của chúng. Quá trình trung hoà điện tích gọi là quá trình đông tụ (coagulation), còn quá trình tạo thành các hạt bông lớn từ các hạt nhỏ gọi là quá trình keo tụ (flocculation).

Phương pháp này loại bỏ một phần hay toàn bộ các chất lơ lửng, một số chất hoà tan. Người ta thường dùng các loại phèn nhôm $[Al_2(SO_4)_3].nH_2O$ hay phèn sắt $[Fe_2(SO_4)_3].nH_2O$ cùng với sữa vôi $Ca(OH)_2$, PAC (Poly Aluminum chloriride $-[Al_2(OH)_nCl_{6-n}]_m$)...

Khi dùng phương pháp này cần điều chỉnh pH, vì pH ảnh hưởng lớn đến khả năng keo tụ. Các chất keo tụ khác nhau cho hiệu quả ở pH khác nhau. Với phèn sắt ở pH = 10 cho hiệu quả cao nhất, phèn nhôm ở pH = 5 – 6 là tốt nhất. Nước thải dẹt nhuộm thường có pH > 7.

Để tăng hiệu quả của quá trình tạo bông keo tụ và tăng tốc độ lắng cũng như tăng độ nén của các bông keo thì trong quá trình keo tụ, người ta thường bổ sung các chất trợ keo tụ, còn gọi là polyme kết bông (flocculant). Tính hiệu quả cao thể hiện ở chỗ chỉ cần một lượng nhỏ polyme (vài phần triệu) vào nước đục, nó kết các hạt không tan lơ lửng thành khối riêng biệt và nước trở nên trong.

Cơ chế của quá trình kết bông là sự trung hoà điện tích của các hạt lơ lửng nhờ tích điện trái dấu của polyme trong dung dịch.

Ưu điểm: Phương pháp này ứng dụng để khử màu và làm giảm lượng BOD đáng kể.

Nhược điểm: Phương pháp này sinh ra lượng bùn lớn (0,5–2,5kg TS/m³ nước thải xử lý).

– Phương pháp oxy hoá:

+ Sử dụng Clo:

Dùng khí Clo là phương pháp kinh tế nhất để xử lý nước thải dẹt nhuộm. Xử lý vi sinh tiếp theo sẽ làm giảm đáng kể tải lượng COD và độ đục. Tuy nhiên, oxy hoá bằng Clo hay HClO sẽ có phản ứng phụ đi kèm, không thể tránh khỏi sự sinh ra hợp chất Clo hữu cơ, như vậy làm tăng tổng lượng halogen hữu cơ trong nước thải, đó là điều hiện nay ở nhiều nước không cho phép.

+ Sử dụng Peroxit:

Xử lý nước thải dẹt nhuộm bằng H₂O₂ (hydropeoxit) trong môi trường axit với xúc tác muối Fe(II) thì gốc hydroxyl (OH⁻) trung gian được tạo ra có thể oxy hoá cao hơn cả ozon. Các sản phẩm cuối cùng là nước và oxy vô hại đối với môi trường. Để hoàn thành phản ứng, trung

hoà nước thải bằng xút hay vôi tôi, kết tủa tạo thành được tách ra trong bể lắng.

+ Điện phân:

Có nhiều kiểu thiết bị xử lý nước thải theo phương pháp điện phân. Trong số đó phải kể tới thiết bị điện phân của hãng Brinecell (Mỹ): Nước thải dẹt nhuộm sau khi được đưa vào 1 – 30g/l muối NaCl cho chảy qua bình điện phân, sử dụng dòng điện một chiều dẫn đến hình thành các tác nhân oxy hoá như ozon, natrihypoclorit, clodioxid và gốc hydroxyl. Những chất này khử màu nước thải và tác động lên các chất trong nước thải, biến chúng thành CO₂ và nước. Tuy nhiên, quá trình này cũng tạo ra các hợp chất clo hữu cơ trong các phản ứng phụ.

+ Sử dụng Ozon:

Sử dụng khí Ozon để xử lý nước thải là một trong những phương pháp hiện đại nhưng đòi hỏi chi phí kỹ thuật và giá thành cao. Hiện tại phương pháp này chưa được sử dụng nhiều như các phương pháp khác.

Hiệu quả khử màu bằng Ozon cao hơn Clo hay Peroxit. Vì Ozon không chỉ oxy hóa thuốc nhuộm mà còn oxy hóa các hợp chất hữu cơ khác, do đó đối với nước thải có tải lượng hữu cơ lớn thì phải dùng một lượng khá lớn Ozon mới đủ để khử màu. Như vậy, làm cho giá thành đầu tư, vận hành cao. Trong các trường hợp xử lý với Ozon, nếu là công đoạn cuối cùng, ví dụ như dùng để tiệt trùng sau xử lý vi sinh thì lại rất cần thiết vì chỉ cần dùng rất ít mà hiệu quả lại cao. Tuy nhiên cũng có những trường hợp sau khi xử lý Ozon, nước trở nên đục và khi đó lại cần phải có thiết bị lắng để loại bỏ kết tủa trước khi nước được đổ ra môi trường.

- Phương pháp hấp phụ:

Phương pháp hấp phụ thường được dùng để xử lý các chất không có khả năng phân huỷ sinh học. Trong thuốc nhuộm có rất nhiều chất vi sinh vật không thể phân huỷ ngay được, đặc biệt là các hợp chất hữu cơ có cấu tạo nhân thơm. Vì vậy, để khử màu cho thuốc nhuộm, tốt nhất vẫn là dùng chất hấp phụ. Người ta thường dùng các vật liệu hấp phụ như than hoạt tính, bentonit (đất sét biến tính), than nâu... Trong đó, than hoạt tính là chất hấp phụ được sử dụng rộng rãi và có hiệu quả, nó có bề mặt riêng lớn (400 – 1500m²/g). Tuy nhiên, thời gian và tốc độ hấp phụ phụ thuộc vào nồng độ, bản chất, cấu trúc của chất tan, phụ thuộc vào nhiệt độ, áp suất, loại chất hấp phụ và chất cần hấp phụ.

Nhược điểm của việc dùng than hoạt tính là giá thành cao và khó lắng nếu là than bột, vì vậy nên dùng kết hợp than với các chất tạo bông và keo tụ. Có thể tái sinh để sử dụng lại than hoạt tính bằng cách nung trong điều kiện yếm khí.

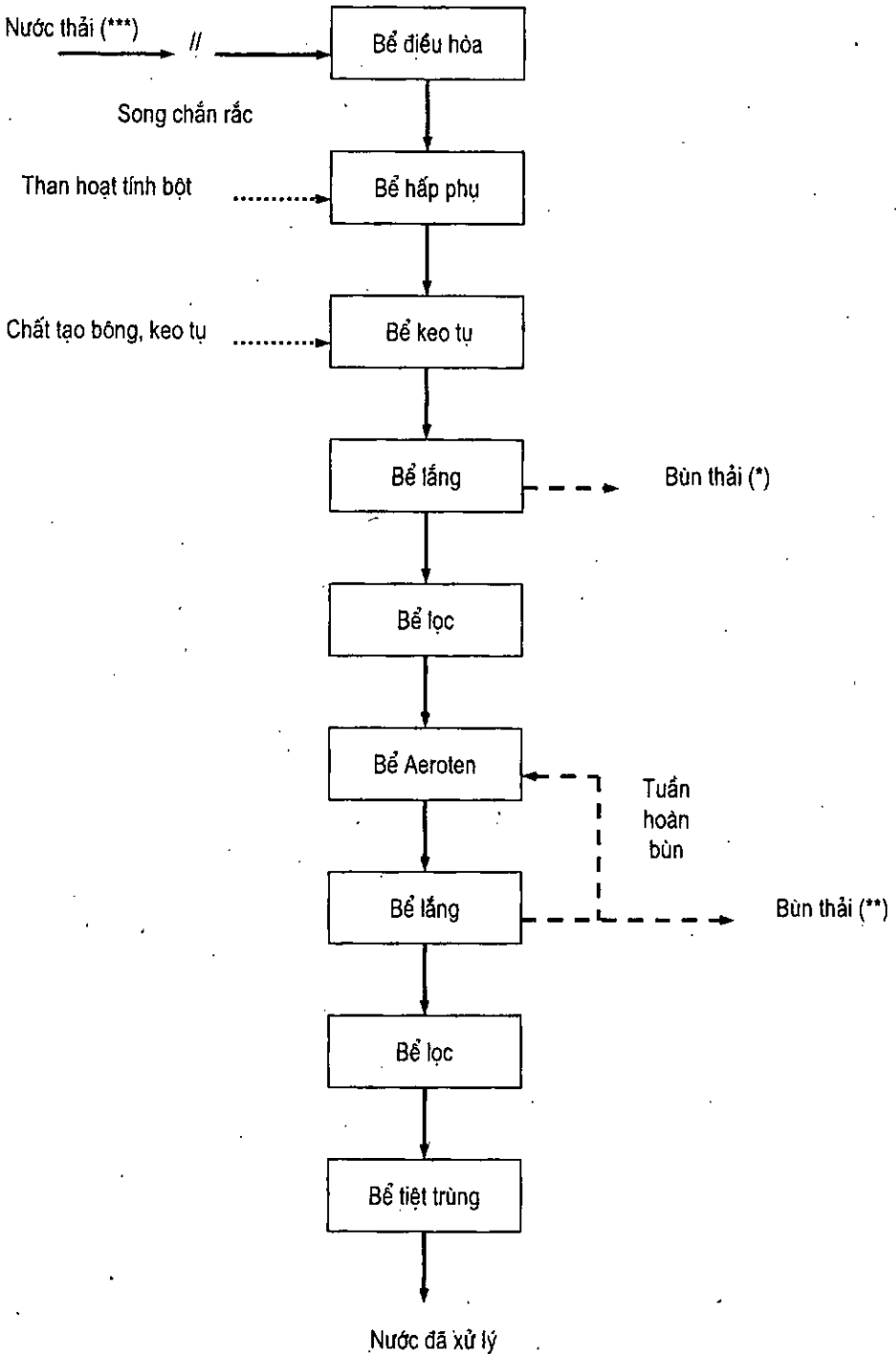
b) Xử lý bằng phương pháp sinh học

Bằng phương pháp sinh học yếm khí và hiếu khí đều có thể xử lý được nước nhuộm. Tuy nhiên quá trình đòi hỏi rất tốn thời gian. Tốt nhất là phải loại sơ bộ chất màu bằng các phương pháp hóa học, hóa lý (hấp phụ). Khi xử lý nước thải dệt nhuộm bằng phương pháp này, cần chú ý đến tỷ lệ chất dinh dưỡng trong nước, cụ thể là $BOD_5: N: P = 100: 5: 1$. Thường trong nước thải dệt nhuộm thiếu hàm lượng nitơ và photpho, do đó phải bổ sung hai nguồn dinh dưỡng khoáng này, hoặc tốt hơn cả là pha trộn với nước thải sinh hoạt để đưa vào xử lý sinh học.

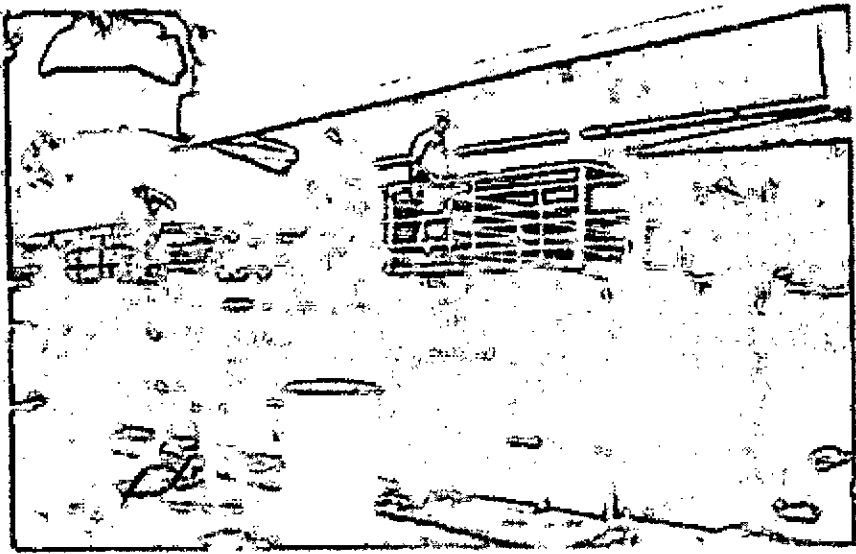
Trong quy trình được xây dựng ở Nhà máy dệt len Mùa Đông – Hà Nội, xuất phát từ chỗ chủ yếu chỉ là nước thải nhuộm và không có sự pha trộn các nguồn khác nên các tác giả đã lựa chọn sơ đồ như hình 6.5.

Hệ thống xử lý đã được xây dựng như hình 6.6. và được vận hành như sau:

Nước thải được đưa vào bể điều hoà, tại đây nhờ các vi khuẩn kỵ khí, trong chùng mực nào đó các mạch dài của hợp chất hữu cơ mang màu sẽ có sự phân giải nhất định, màu sẽ được giảm đi chút ít. Nước sau xử lý sơ bộ ở đây được bơm lên tháp phản ứng. Than hoạt tính được bổ sung đều đều vào tháp này thông qua thiết bị cấp than. Tại đây toàn bộ khối lượng nước thải được khuấy đều với than hoạt tính bột, sau đó đi qua hệ thống gồm 2 tháp phản ứng lần lượt được cấp chất tạo bông và keo tụ rồi đi xuống bể lắng. Tại bể lắng này, hầu hết lượng bùn lắng được thu gom và lắng xuống đáy bể khi đi qua các ngăn trong bể. Nước qua công đoạn này hầu như trong suốt và màu đã giảm đi rất nhiều. Sau đó, nước được đưa sang bể aeroten. Hệ thống sục khí trong bể làm cho các vi khuẩn hiếu khí hoạt động tiếp tục phân huỷ toàn bộ các chất độc hại và màu còn lại trong nước. Cuối cùng nước đi qua bể lọc sinh học có bố trí các giá thể lọc sinh học để loại bỏ các bùn cặn trước khi đổ ra môi trường. Nếu tái sử dụng, nước được đưa sang hệ thống sục O_3 để khử trùng và chứa vào bể nước sạch. Nước sau xử lý đạt TCVN cũng như tiêu chuẩn của EU quy định (Nhà máy dệt len Mùa Đông – Hà Nội liên doanh với Đan Mạch nên áp dụng tiêu chuẩn của EU, do đó tiêu chuẩn có khắt khe hơn).



Hình 6.5. Sơ đồ công nghệ xử lý nước thải nhuộm



Hình 6.6. Trạm xử lý nước thải nhuộm xí nghiệp dệt len Mùa Đông – Hà Nội

6.4. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI SẢN XUẤT HÀNG THỦ CÔNG XUẤT KHẨU

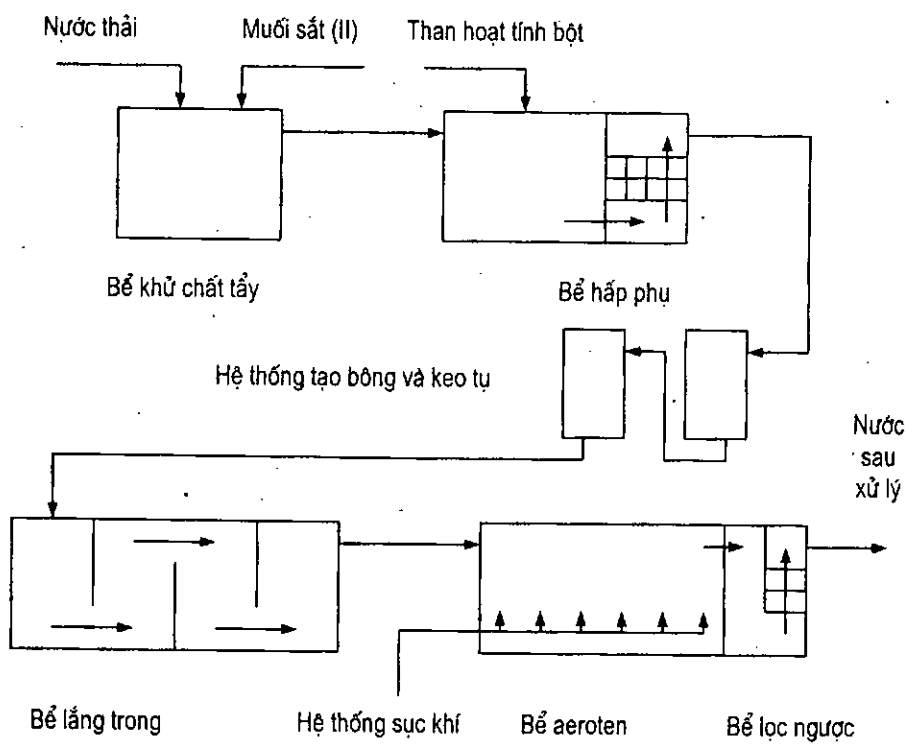
Các xí nghiệp xuất khẩu hàng thủ công như mây, tre đan thường nhận hàng thành phẩm từ các cơ sở sản xuất nhỏ lẻ của các địa phương vùng nông thôn theo các hợp đồng ký kết nhưng ở dạng thô. Vì vậy, sau khi thu mua phải chỉnh trang và xử lý để chống mối mọt, tẩy trắng, nhuộm màu và sơn bóng. Nước thải của các cơ sở này đa dạng hơn, đôi khi còn có phân tùy tiện do những mẻ pha chế bị hỏng hoặc chưa dùng hết đã đổ ra môi trường nên phải kiểm soát chặt chẽ trong quá trình xử lý. Thành phần của nước thải bao gồm chất tẩy (các chất oxy hóa như nước giaven, nước oxy,...), màu, dầu mỡ,... ngoài ra còn một lượng các chất huyền phù (xơ của mây, tre, bụi bẩn,...). Nguyên lý chung để xử lý loại nước thải này là phải căn cứ vào thực tế và có sự kết hợp giữa lắng gạn, khử các chất tẩy, các chất màu và cuối cùng là dùng phương pháp sinh học để xử lý trước khi thải ra môi trường.

Để phá hủy các chất oxy hóa như nước giaven, nước oxy, tốt nhất là đưa thêm ion Fe^{2+} bằng cách thêm vào dung dịch muối sắt hóa trị 2. Các ion Fe^{2+} sẽ được oxy hóa lên ion Fe^{3+} tạo ra các sắt (III) hydroxyt có tác dụng như phèn sắt tạo bông thu gom và lắng các cặn lơ lửng.

Để giảm màu, trong trường hợp này vẫn cần phải hấp phụ bằng than hoạt tính. Tuy nhiên cách dùng than hoạt tính ở đây được bổ sung gián đoạn tùy thuộc lượng màu của nước thải. Để đảo trộn than được tốt, cần có hệ thống sục khí và động thái này nhằm hai mục đích vừa để đảo trộn, vừa giúp cho các vi khuẩn hiếu khí hoạt động hỗ trợ thêm. Than chỉ được loại ra khi khả năng hấp phụ đã hết và được thu gom để tái sinh bằng cách nung yếm khí.

Bể sinh học tiếp theo nhằm phân giải tiếp các chất còn lại sau các quá trình xử lý trước đó. Để vi sinh vật hoạt động có hiệu quả cần bổ xung thêm các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng là nguồn Nitơ và Phốt pho.

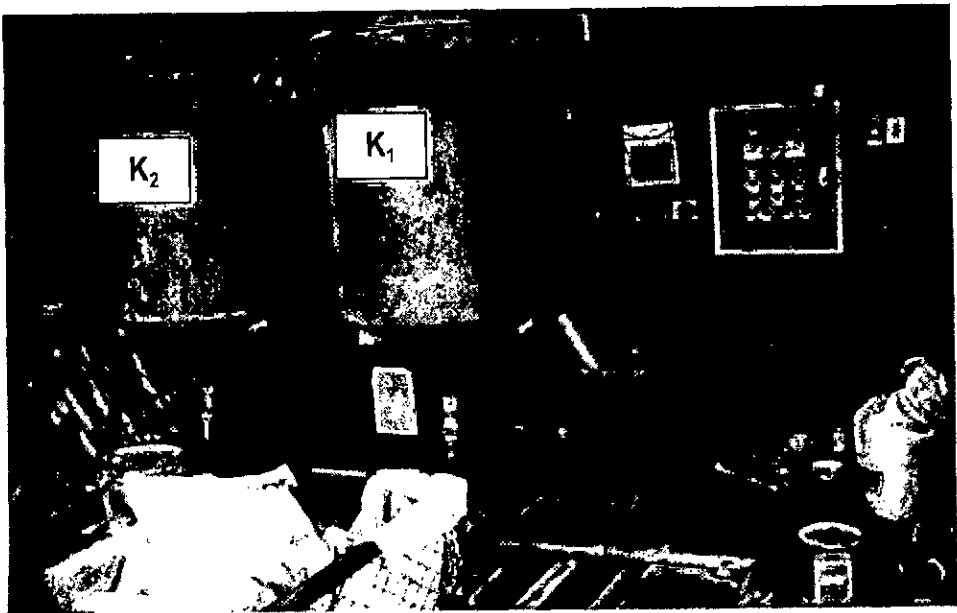
Cơ sở sản xuất như Xí nghiệp mây tre đan Ngọc Sơn – Hà Tây có lượng nước thải không nhiều, xuất hiện gián đoạn, diện tích sử dụng tương đối rộng, có sẵn một số bể. Để tận dụng những điều kiện có sẵn, việc thiết kế xử lý ở đây hoàn toàn phù hợp với thực tế. Có thể vì thế có những thay đổi nhất định cốt sao cho hiệu quả và đạt các tiêu chuẩn quy định. Nó không phải là một mô hình mẫu nhưng nó là một mô hình tham khảo.



Hình 6.7. Sơ đồ hệ thống xử lý nước thải của Công ty mây tre đan xuất khẩu Ngọc Sơn – Hà Tây

Quy trình xử lý theo sơ đồ hình 6.7 và vận hành trạm xử lý hình 6.8 như sau:

Nước thải được thu gom trong ngày được đưa vào bể thu gom có bổ sung một lượng dung dịch muối sắt II tùy theo yêu cầu lượng chất tẩy còn nhiều hay ít. Để lưu qua đêm, sau đó đưa sang bể hấp phụ có sục khí trong 3 giờ, tiếp tục lưu qua đêm. Bơm liên tục phần nước trong lên tháp bổ sung chất đông tụ và tháp bổ sung chất keo tụ, qua hệ thống lắng và chảy vào bể aeroten. Bể aeroten được bổ sung gián đoạn các dinh dưỡng đa lượng (N và P). Khi bơm nước mới vào, nước cũ ở bể aeroten sẽ chảy sang bể lọc tràn trước khi chảy ra ngoài môi trường. Bể lọc tràn là hệ thống lọc sinh học với các chất mang là polystyrol phế liệu, xử lý tắc dễ dàng.



Hình 6.8. Trạm xử lý nước thải của Công ty máy, tre đan xuất khẩu Ngọc Sơn – Hà Tây

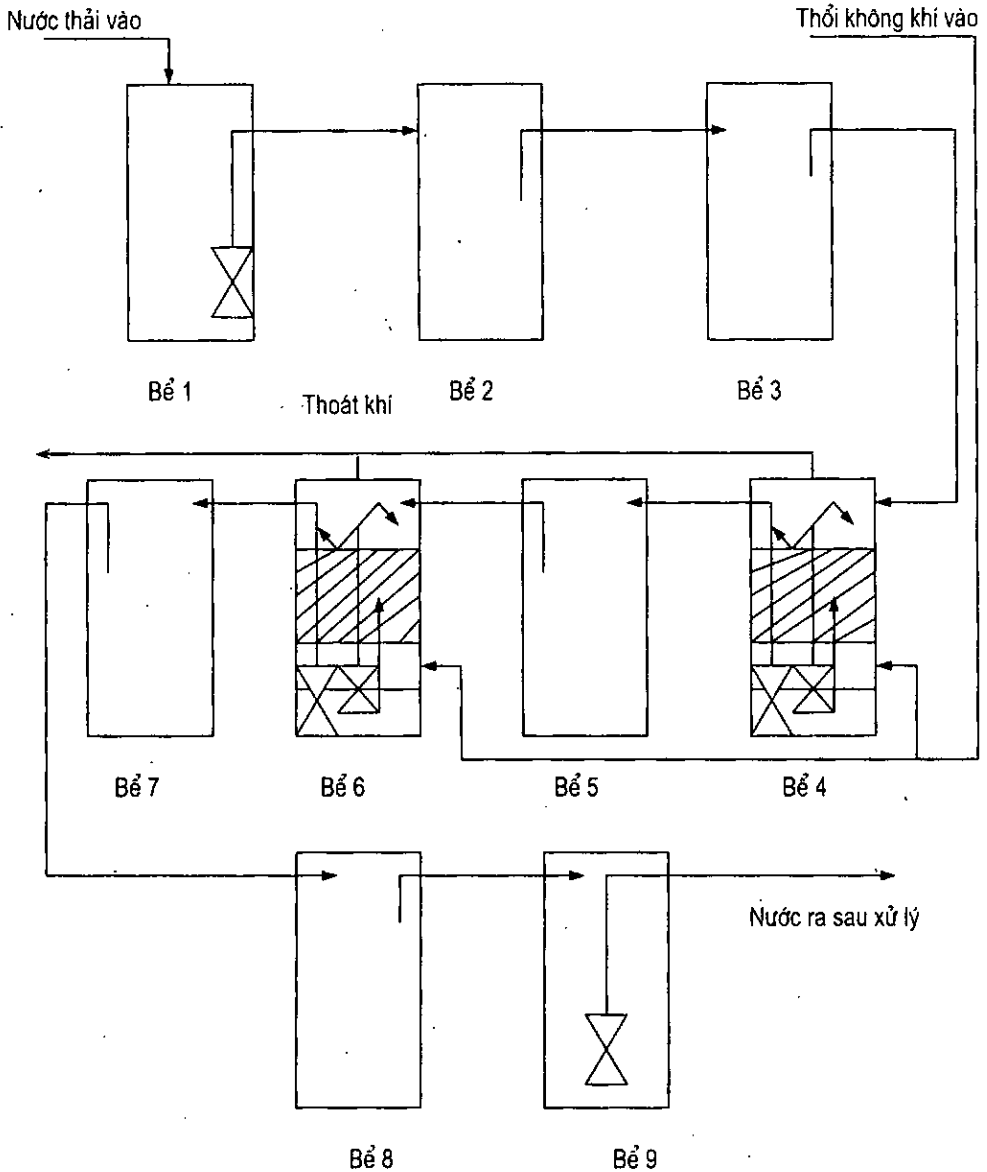
6.5. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT (ÁP DỤNG TẠI TRƯỜNG HỌC QUỐC TẾ LIÊN HIỆP QUỐC THUỘC KHU ĐÔ THỊ NAM THĂNG LONG - TÂY HỒ - HÀ NỘI)

Đây là trường phổ thông bán trú dành cho con em các gia đình nước ngoài hiện đang sống và làm việc tại Việt Nam. Ngoài phần nước thải

không đáng kể của phòng thí nghiệm hóa học đơn giản đã được xử lý, còn lại là nước thải từ việc sử dụng cho mục đích sinh hoạt (ăn, uống, tắm, giặt, lau rửa) đồng thời có cả nước rửa từ các nhà vệ sinh (không có bể phốt, phân ra thẳng cống ngầm). Tổng lưu lượng nước thải là $30\text{m}^3/\text{ngày}$ đêm, nhưng lưu lượng lớn chỉ tập trung chủ yếu vào ban ngày và vào các giờ học sinh không lên lớp. Công trình yêu cầu chỉ được thiết kế xử lý bằng phương pháp sinh học và hệ thống phải nằm hoàn toàn sâu dưới mặt đất.

Sơ đồ của quy trình xử lý được mô tả trên hình 6.9. Toàn bộ hệ thống gồm 9 bể, mỗi bể có độ sâu 9m, bán kính 2m. Trong đó có 1 bể thu gom toàn bộ nước thải, khi đủ độ cao thì tự động bơm sang bể yếm khí thứ nhất, 2 bể yếm khí (1 và 2), 2 bể lọc nhỏ giọt cải tiến với 2 bể lắng đi kèm, 2 bể lắng chung (1 và 2). Bể lắng 2 khi đủ độ cao thì được tự động bơm ra cống thành phố. Bể lọc nhỏ giọt cải tiến được thiết kế theo kiểu dàn mưa quay tròn nhờ bơm hồi lưu phun đều trên lớp đệm là lớp nhựa đặc chủng (có độ mỏng nhất định và bề mặt rất gồ ghề nên có diện tích bề mặt riêng khá lớn) được cuộn tròn thành nhiều lớp đồng tâm sao cho diện tích bề mặt đạt được khoảng 200m^2 trong một mét khối. Cần theo dõi chặt chẽ hoạt động của máy bơm hồi lưu. Trường hợp máy bơm hồi lưu hỏng sẽ dẫn đến hiện tượng ngập nước, máy thông khí sẽ không có tác dụng vì không đủ áp lực để sục khí được. Nếu bảo đảm nghiêm túc các điều kiện, màng sinh học sẽ phát triển rất tốt trên lớp đệm này, sinh khối bong ra không nhiều. Để tạo điều kiện cho vi khuẩn hiếu khí hoạt động tốt khi mà các bể chìm dưới đất, hệ thống thông gió không cần áp lực cao được thổi liên tục vào dưới lớp đệm của 2 bể lọc nhỏ giọt. Thời gian lưu thủy lực được tính theo lưu lượng nước khi bơm liên tục. Vì là các bể chìm nên nhiệt độ trong các bể tương đối ổn định, nhiệt độ mùa hè và mùa đông không chênh lệch nhiều. Các hệ thống bể lắng có nhiều đã lưu được các sinh khối bong ra và nhờ quá trình yếm khí cục bộ tại các bể lắng, các sinh khối tự phân hủy tốt. Kết quả là nước thải ra rất trong, cặn rất ít, các chỉ tiêu đều đạt tiêu chuẩn nước thải loại 1.

Đây là hệ thống được xây dựng lần đầu tiên ở nước ta. Kết quả xử lý tỏ ra rất hiệu quả. Mô hình cần được tiếp tục nghiên cứu để hoàn thiện hơn, đặc biệt là vấn đề giá thành xây dựng.



Hình 6.9. Sơ đồ của hệ thống trạm xử lý nước thải sinh hoạt trường Quốc tế Liên hợp quốc Khu đô thị Nam Thăng Long – Hà Nội

6.6. GIỚI THIỆU PILOT XỬ LÝ NƯỚC SÔNG TÔ LỊCH - HÀ NỘI

Nước sông Tô Lịch cũng như nước các sông Kim Ngưu, sông Lừ, sông Sét không còn là nước sông theo đúng nghĩa của nó. Các dòng sông này đã trở thành các cống mương lộ thiên chuyên chở nguồn nước thải từ

các khu phố của Hà Nội chảy về phía nam thành phố. Nước sông màu đen, bốc lên mùi xú uế, không có cá sống tự nhiên. Các chỉ tiêu COD thường từ 200 – 300mg/l, nồng độ NH_4^+ thường từ 20 – 40mg/l, nồng độ NO_2^- thường thấp không đáng kể (dưới 1) do trong điều kiện tự nhiên tiếp xúc với oxy không khí đã chuyển hóa sang NO_3^- là sản phẩm cuối cùng của sự oxy hóa NH_4^+ , nồng độ NO_3^- tùy thuộc vào điều kiện nước thải tiếp xúc, trao đổi với oxy không khí nên dao động trong khoảng rộng từ 1 – 10mg/l là chủ yếu, đôi khi vượt quá 15mg/l. Độ đục cao, dao động từ 20 – 40 NTU. Độ pH thiên về kiềm, thường từ 7,5 – 8,5 do có quá nhiều Amoniac tự do. Với các chỉ tiêu này, nước sông Tô Lịch có thể xem là đã ô nhiễm nghiêm trọng. Nguyên nhân của sự ô nhiễm này là do nguồn nước thải sinh hoạt từ các nhà ở, khách sạn, nhà hàng, các xí nghiệp, nhà máy, cơ quan, công trường,... trong thành phố có độ đậm đặc các chất gây ô nhiễm, chưa hề qua xử lý cục bộ đã đổ ra cống ngầm và chảy thẳng ra sông. Đơn cử một ví dụ, chỉ riêng việc thay hồ xí 2 ngăn bằng hồ xí tự hoại đã làm cho cống ngầm phải tiếp nhận hàng vạn tấn phân mỗi ngày mà phân người phân hủy không dễ dàng. Dù cho đã có bể phốt nhưng phần nhiều bể phốt thiết kế một cách tùy tiện, nhất là các công trình của các hộ tư nhân. Trước đây, muốn dùng phân bắc (phân người) để bón cây, người ta phải ủ ít ra là 6 tháng đến một năm. Nay thời gian lưu của phân trong bể phốt là quá ngắn, và vì vậy, chính các dòng sông đang phải làm nhiệm vụ thay cho các bể phốt.

Công nghệ áp dụng để xử lý nước sông Tô Lịch chỉ có thể là phương pháp sinh học với các quá trình hiếu khí và yếm khí nhằm phân giải được các hợp chất hữu cơ và Amoniac.

Sơ đồ của quy trình được thể hiện trên hình 6.10. Nước thải được bơm liên tục suốt ngày đêm qua tháp hiếu khí 1 và 2, sau đó qua tháp thiếu khí 3 và 4, tiếp tục qua tháp hiếu khí 5 và cuối cùng qua tháp lọc thiếu khí 6. Tại các tháp 1, 2, 3, 4, 5 có các chất mang là bông hóa học để tạo màng vi sinh vật. Dùng màng vi sinh vật sẽ tận dụng được 3 loại vi khuẩn: ở lớp màng ngoài cùng là vi khuẩn hiếu khí, lớp giữa là vi khuẩn tùy tiện và lớp trong cùng là vi khuẩn yếm khí. Các màng này không những là nơi cư trú của vi sinh vật mà nó còn có khả năng hấp phụ được các chất huyền phù lơ lửng, vì thế, nước sau khi đi qua các tháp trở nên trong suốt (độ đục chỉ còn 1NTU). Tháp lọc dùng các phế liệu polystyrol (ta quen gọi là các miếng xốp) vừa có điện tích riêng lớn giúp cho tạo

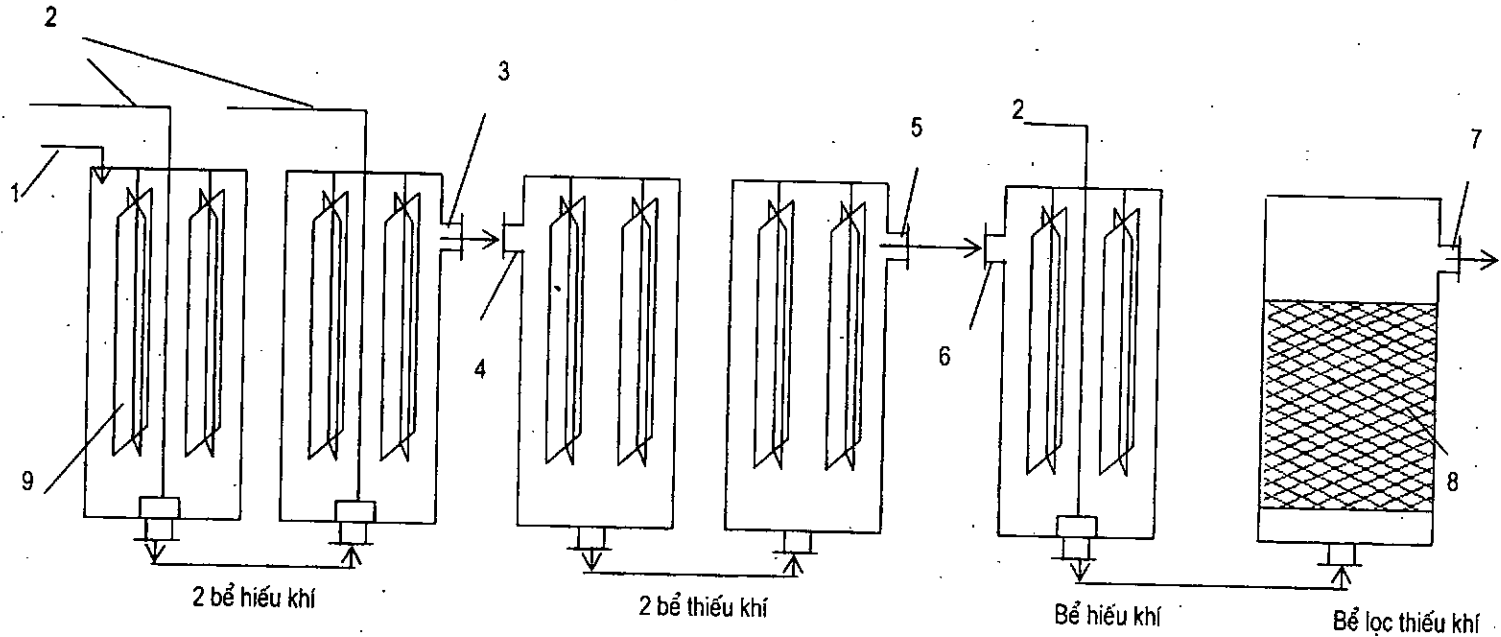
màng vi sinh vật, vừa có độ nhẹ nên khi lọc ngược chúng nổi lên mặt nước, sít lại ngăn không cho các hạt huyền phù lơ lửng đi qua, đến khi phải xử lý tắc thì chỉ cần tháo nước là các hạt này sập xuống và các cặn được lấy ra dễ dàng. Tại các tháp hiếu khí 1 và 2, các vi sinh vật sử dụng các chất hữu cơ dễ phân hủy và amoni như là nguồn dinh dưỡng để chuyển thành sinh khối, CO_2 , NO_2^- và NO_3^- . Tại các tháp thiếu khí 3 và 4, các vi sinh vật yếm khí sẽ phân giải được các chất hữu cơ khó phân hủy thành các hợp chất trung gian tạo nguồn cacbon cho các vi sinh vật denitrat chuyển NO_3^- thành N_2 . Tháp hiếu khí 5, các vi sinh vật tiếp tục phân giải các chất hữu cơ đã được thoái biến từ các tháp thiếu khí 3 và 4. Tháp thiếu khí 6 thực hiện chức năng như tháp thiếu khí 3 và 4, lặp lại một lần nữa và lọc trong. Việc tạo ra nhiều tháp còn có ý nghĩa là tạo ra các bậc xử lý sinh học. Mỗi bậc sẽ có những loại vi khuẩn đặc chủng thích hợp đối với từng loại chất khác nhau. Thời gian lưu của thủy lực của pilot này là 5h. Tổng thể tích của các tháp là 350 lít. Một ngày đêm pilot xử lý được 1500 lít.

Kết quả hoạt động của pilot có độ lặp lại cao được chứng minh qua phân tích các thông số của 6 tháp. Bảng 6.2 là kết quả thu được qua một lần phân tích.

Bảng 6.2. Kết quả phân tích các thông số khi nước thải đi qua các tháp

Mẫu	COD (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	NO_2^- (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	Độ đục (NTU)
Đầu vào	239,34	33,0	0,09	1,89	49
Tháp 1	166,75	38,8	0,02	1,68	39
Tháp 2	156,38	28,5	0,12	1,58	37
Tháp 3	177,12	23,3	0,22	0,90	16
Tháp 4	166,75	21,0	0,26	1,16	14
Tháp 5	126,00	16,7	1,16	1,69	5
Tháp 6	73,42	7,5	0,68	0,74	1

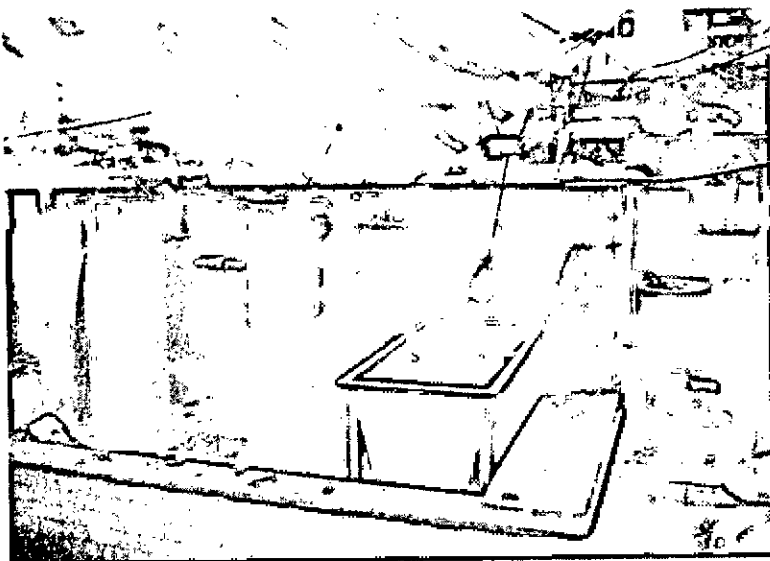
Với kết quả thu được, có thể nghiên cứu ứng dụng thiết bị pilot này để xử lý nước thải cho một cụm dân cư, hoặc một khách sạn hay cửa hàng ăn uống lớn.



1. Đầu vào của dung dịch cần xử lý.
2. Thiết bị sục khí.
3. Đầu ra của dung dịch sau xử lý ở bể hiếu khí.
4. Đầu vào của bể thiếu khí.
5. Đầu ra của dung dịch sau khi xử lý ở bể thiếu khí.

6. Đầu vào của bể hiếu khí.
7. Đầu ra của dung dịch sau khi xử lý.
8. Giá thể ở bể lọc (Polystyren).
9. Giá thể (Bông hoá học).

Hình 6.10. Sơ đồ thiết bị Pilot



Hình 6.11. Pilot xử lý nước thải sông Tô Lịch – Hà Nội với lưu lượng $1,5m^3$ /ngày đêm



Hình 6.12. Cá vàng sống được trong nước thải sau xử lý

6.7. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI TẮY GI SẮT ĐỂ CHẾ PHẨM MÀU SẮT OXYT

Phẩm màu sắt oxyt (Fe_2O_3) được dùng chủ yếu làm sơn chống gỉ, màu men gốm, màu cho vật liệu xây dựng và trang trí,... Bột màu sắt oxyt được điều chế từ sắt phế liệu có chọn lọc chủng loại, chủ yếu là sắt có độ

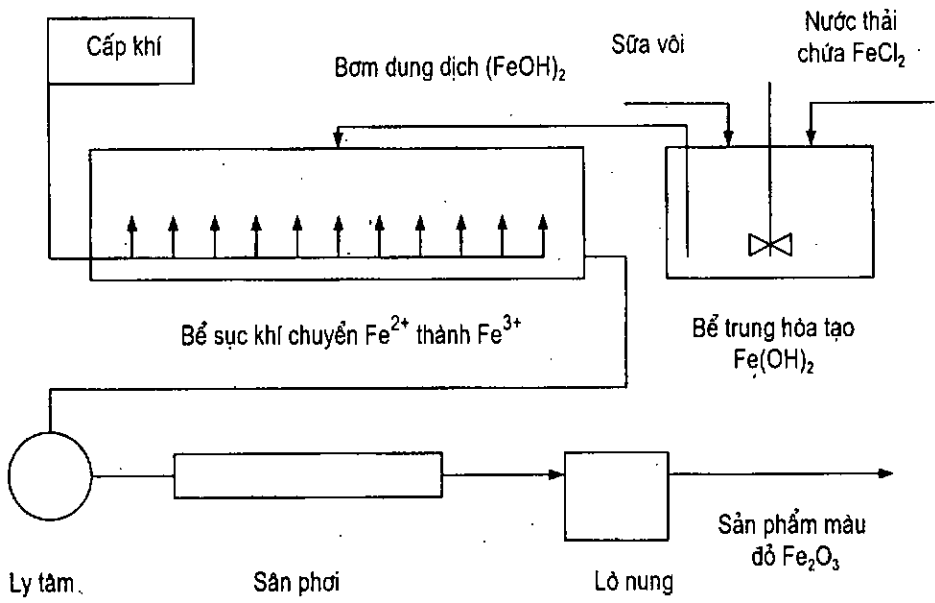
mỏng, chứa trong thành phần ít cacbon và ít các kim loại đã tạo ra hợp kim với sắt. Thường sắt phế liệu được ngâm trong axit sunfuric để tạo ra muối sắt II, sau đó được điều chỉnh pH bằng NH_3 và cũng là để các kim loại nặng có trong sắt tạo phức tan trong dung dịch không kết tủa lẫn với sắt II và sắt III hydroxyt. Dùng oxy không khí để oxy hóa hoàn toàn thành sắt III hydroxyt. Nung trong điều kiện thiếu khí cho phẩm màu sắt III oxyt (Fe_2O_3) có màu đỏ tươi.

Trong công nghệ mạ, dù cho mạ bằng cách gì và mạ kim loại gì thì trước khi mạ, vật liệu đều phải tẩy lớp oxyt bao quanh bên ngoài cho đến khi bề mặt kim loại sáng bên trong được lộ ra. Để tẩy lớp oxyt, tốt nhất vẫn là dùng axit clohydric để hòa tan gỉ. Đương nhiên, trong quá trình tẩy lớp oxyt bằng axit thì một phần kim loại cũng bị phản ứng với axit tan vào dung dịch và sinh ra khí hydro. Trong trường hợp tẩy gỉ sắt thì khí hydro mới sinh này lại khử các ion sắt III trong dung dịch về sắt II nên trong dung dịch sau khi tẩy gỉ sắt ta chỉ thu được chủ yếu là muối sắt II.

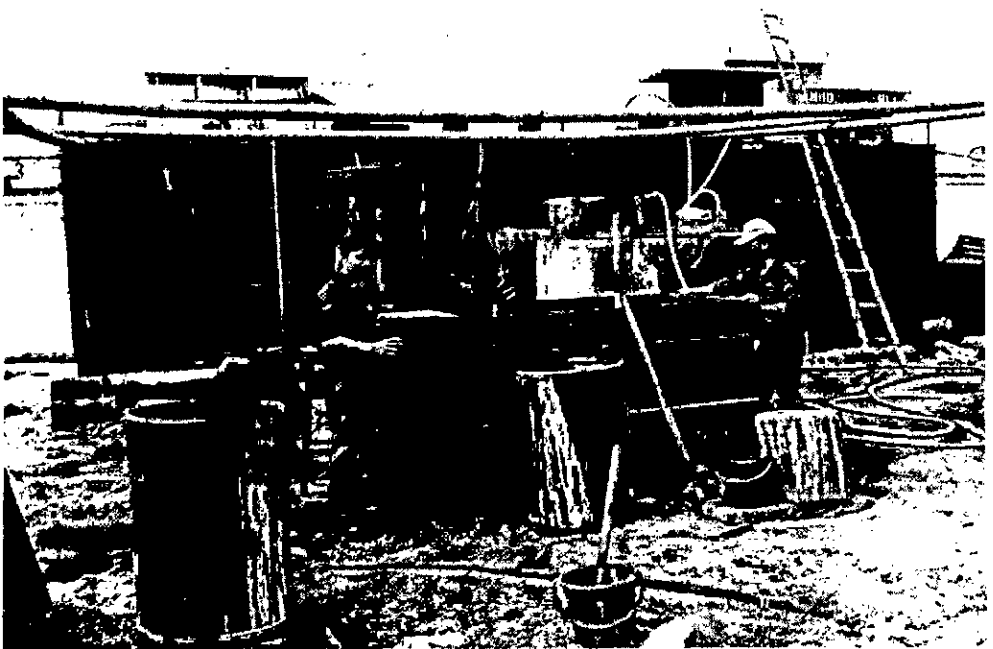
Mặt hàng chủ yếu của Công ty cổ phần dây lưới thép Nam Định là các loại dây thép mạ kẽm hoặc bọc nhựa. Các loại dây thép trước khi mạ được xử lý tẩy gỉ bằng axit clohydric. Đây là một cơ sở mạ lớn, mỗi ngày thải ra vài ba khối nước thải là dung dịch muối FeCl_2 còn lẫn một lượng axit dư nhất định. Trước đây nước thải được xử lý bằng cách sử dụng vôi để trung hòa đến pH trung tính, phần kết tủa chủ yếu là $\text{Fe}(\text{OH})_2$ được loại dưới dạng bã thải rắn, còn phần nước trong cho xuống cống chung của thành phố.

Hàm lượng sắt có trong dung dịch nước thải tương đối cao. Nếu khai thác chế biến thành phẩm màu, một khối nước thải có thể thu lại được từ 1 – 2 tạ phẩm màu và mỗi ngày có thể sản xuất được nửa tấn phẩm màu – một sản lượng không nhỏ và một khoản tiền cũng khá lớn.

Quy trình sản xuất bột màu sắt từ nước thải sắt của Công ty cổ phần dây lưới thép Nam Định được thể hiện trên hình 6.13. Với quy trình này vẫn dùng vôi để trung hòa, nhưng sau đó kết tủa sắt II hydroxyt được sục khí cho đến khi chuyển hoàn toàn thành sắt III hydroxyt, sau đó nung trong điều kiện thiếu khí với nhiệt độ thích hợp sẽ được sản phẩm tối xốp có màu đỏ tươi. Đó chính là bột màu Fe_2O_3 .



Hình 6.13. Sơ đồ khối quy trình sản xuất bột màu sắt (Fe_2O_3)



Hình 6.14. Trạm xử lý tại Công ty cổ phần dây lưới thép Nam Định

Chương 7

ĐỀ XUẤT MỘT SỐ QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

7.1. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI BỆNH VIỆN

Điều quan tâm đầu tiên đối với nước thải của các bệnh viện là vấn đề các vi trùng gây bệnh và thuốc kháng sinh, thuốc sát trùng. Các vi trùng gây bệnh có thể tồn tại trong một thời gian nhất định ngoài môi trường, khi có cơ hội nó sẽ phát triển trên một vật chủ khác và đó chính là hiện tượng lây lan các bệnh truyền nhiễm. Các chất kháng sinh và thuốc sát trùng xuất hiện cùng với dòng nước thải sẽ tiêu diệt các vi khuẩn có hại và có lợi gây ra sự phá vỡ cân bằng sinh thái trong hệ các vi khuẩn tự nhiên của môi trường nước thải, làm mất khả năng xử lý nước thải của vi sinh vật nói chung.

Với hoàn cảnh kinh tế còn eo hẹp, chúng ta nên dùng phương pháp sát trùng truyền thống là dùng vôi. Khi xưa ở nông thôn, trong nhà có người mắc bệnh truyền nhiễm dễ lây lan, người ta dùng vôi bột để tẩy uế những nơi cần thiết.

Nhìn chung dùng vôi (CaO) có những ưu điểm sau:

- Có độ kiềm cao, tan hạn chế trong nước (1 lít nước hòa tan 1,56g vôi tôi), khi vôi đã tan ở mức bão hòa, dung dịch nước vôi cũng chỉ giới hạn ở $\text{pH} = 12$, với pH này là đủ diệt được nhiều loại vi khuẩn, trong đó có các vi trùng gây bệnh. Như vậy khi sát trùng bằng vôi, nó sẽ không tan hết một lúc mà tan từ từ, cho nên có thể duy trì khả năng sát trùng trong một thời gian nhất định cho đến khi tan hết vôi.

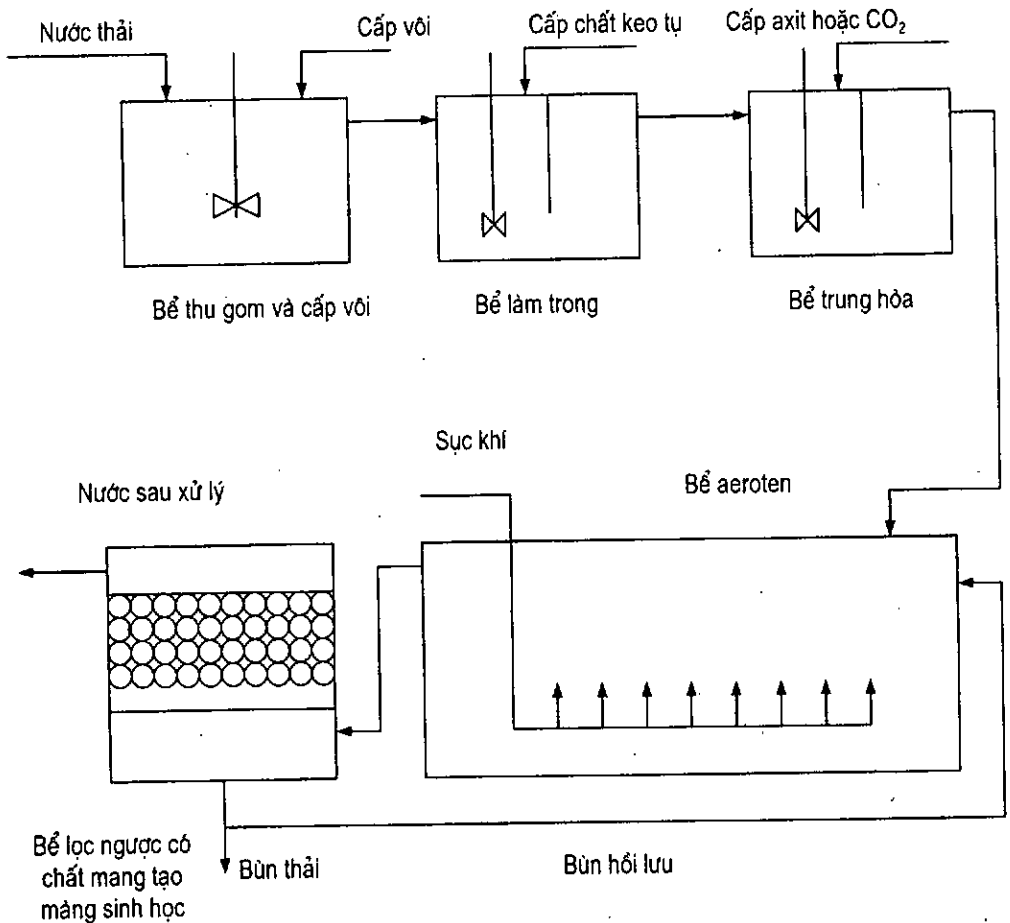
- Với $\text{pH} = 12$ của nước vôi làm cho hầu hết các chất hữu cơ ở dạng liên kết peptit, liên kết este,... bị thủy phân và sự thay đổi cấu trúc của các chất này dẫn đến những thuận lợi cho các quá trình xử lý tiếp theo. Ví dụ như làm giảm hoặc loại trừ hoàn toàn hoạt tính sinh học của các loại thuốc còn dư trong nước thải.

- Với pH = 12 của nước vôi làm cho nhiều kim loại nặng kết tủa ở dạng hydroxyt, do vậy sẽ tách loại được các kim loại nặng nếu chúng có mặt trong nước.

- Nước vôi rất dễ bị trung hòa bởi khí CO₂ có trong không khí nên sau một thời gian nhất định ngoài tự nhiên, pH được tự động điều chỉnh về gần mức trung tính không cần phải dùng axit. Khi kết hợp với với CO₂ tạo ra sản phẩm là đá vôi kết tủa (CaCO₃) nên không còn ion Canxi tự do hòa tan trong nước nữa. Trong trường hợp muốn trung hòa nhanh ta phải dùng axit, ví dụ, axit phổ biến nhất thường được dùng là axit Sunfuric, khi đó sản phẩm sinh ra là Canxi sunfat (thạch cao) cũng là chất không tan, do vậy cũng không còn ion Canxi tự do hòa tan trong nước nữa.

- Dùng vôi rẻ tiền, không gây ô nhiễm thứ cấp.

Quy trình xử lý nước thải bệnh viện được dự kiến như hình 7.1 dưới đây:



Hình 7.1. Sơ đồ khối xử lý nước thải bệnh viện

7.2. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI GIẤY

Công nghiệp sản xuất giấy đã có từ cách đây hàng nghìn năm. Xã hội càng phát triển, nhu cầu giấy càng tăng. Ở những nước công nghiệp phát triển, mức sử dụng giấy tính bình quân cho mỗi đầu người trong một năm khoảng 300kg, trong khi ở các nước đang phát triển chỉ ở mức 10kg hoặc ít hơn. Từ xa xưa, nước ta đã sản xuất giấy và nhiều làng nghề làm giấy đã ra đời. Nguyên liệu sản xuất giấy chủ yếu là cây dó để làm giấy bản hoặc rơm, rạ, tre nứa để sản xuất giấy gói và bao bì với sản lượng thực là khiêm tốn và chúng ta vẫn phải nhập rất nhiều giấy, chủ yếu là giấy viết. Vào những năm 80 thế kỷ XX, công nghệ giấy nước ta đã có bước phát triển mới với sự ra đời các nhà máy hiện đại, trong đó phải kể đến nhà máy giấy Bãi Bằng, tỉnh Phú Thọ do Chính phủ Thụy Điển viện trợ. Từ đó đến nay rất nhiều nhà máy giấy to nhỏ khác nữa đã lần lượt xuất hiện trên cả nước, trong khi đó các làng nghề và các cơ sở thủ công làm giấy đã thu hẹp. Ngày nay chúng ta đã sản xuất được rất nhiều loại giấy, kể cả những loại giấy cao cấp. Nói đến sản xuất giấy, thì dù cho đó là các cơ sở thủ công hay các nhà máy to, nhỏ, song nếu đã chế biến bột giấy thì vấn đề ô nhiễm môi trường là không tránh khỏi. Nhà máy giấy Bãi Bằng là một nhà máy hiện đại đã áp dụng công nghệ tiên tiến để xử lý nước thải dịch đen trong quá trình chế biến bột giấy, nhưng công nghệ này quả là quá tốn kém và thực sự không khả thi đối với các cơ sở vừa và nhỏ. Muốn sản xuất bột giấy nhất thiết phải có giải pháp xử lý dịch đen.

Công nghệ sản xuất giấy bao gồm hai quá trình cơ bản. Trước hết là quá trình sản xuất bột giấy từ nguyên liệu thô nguồn gốc thực vật có hàm lượng xenlulo cao (gỗ, rơm, rạ, bã mía,...). Sau đó là quá trình sản xuất các loại giấy đi từ bột giấy thường gọi là xeo giấy. Quá trình sản xuất bột giấy thường gây ra ô nhiễm nghiêm trọng cho môi trường. Có lẽ cũng vì vậy mà nhiều nước, nhất là các nước giàu, có nền công nghiệp phát triển, sản xuất nhiều chủng loại giấy cao cấp nhưng thường nặng về nhập bột giấy, trong nước ít có cơ sở sản xuất bột giấy.

Bột giấy chính là xenlulo được tách ra từ gỗ. Trong gỗ, hàm lượng xenlulo cao nhất cũng chỉ ở mức dưới 50% (trừ quả bông có thể tới 90% là xenlulo, còn lại như gỗ bạch dương 43% xenlulo, gỗ trầm 43%, gỗ bạch đàn 38%,...). Như vậy có thể thấy rằng, để sản xuất 1 tấn bột giấy ta phải thải ra môi trường từ 2 đến 3 tấn chất thải bao gồm các chất thải loại

từ gỗ và nhiều loại hóa chất được đưa vào trong quá trình xử lý. Đồng thời cũng tùy theo từng công nghệ và sản phẩm, cần tiêu tốn từ 200 – 500m³ nước sạch để sản xuất nên cũng từng ấy thể tích nước thải được đổ vào môi trường.

Chất thải loại từ gỗ phải kể đến đầu tiên là lignin. Đó là chất nhựa không có công thức cố định do thiên nhiên tổng hợp ra, có tác dụng quện lấy các sợi xenlulo làm cho thân cây gỗ được vững chắc trước bão gió. Hàm lượng lignin trong gỗ chiếm gần 30%. Các mạch monome của lignin có cấu trúc phenol trong thành phần. Để tách lignin ra khỏi các sợi xenlulo người ta lợi dụng tính tan của phenol trong kiềm nên đã nấu gỗ với kiềm đặc để lignin hòa tan hoàn toàn trong dung dịch nấu, các sợi xenlulo bong ra và kết tủa trong dung dịch nấu.

Chất thải loại tiếp theo từ gỗ là hemixenlulo. Các chất này chính là nguyên liệu ban đầu để từ đó cây sẽ tiến hành sinh tổng hợp dần dần ra gỗ. Hàm lượng của các chất này cũng tương đối cao xấp xỉ như lignin. Chúng chưa có cấu trúc vững chắc như xenlulo nên tùy theo độ dài ngắn khác nhau của mạch liên kết có thể không tan hoặc tan rất ít trong nước dưới dạng keo. Tuy nhiên chúng dễ bị thủy phân trong môi trường kiềm mạnh và khi đó các monome là các phân tử đường đơn hoặc đường đôi, đường ba,... tan dễ dàng trong nước. Các đường này ở ngoài môi trường chính là nguồn dinh dưỡng cho vi khuẩn hoạt động.

Ngoài ra còn rất nhiều các chất thải loại khác có trong cây cở như axit béo, nhựa cây, các chất thơm, các chất màu,... Tuy nhiên hàm lượng các chất này không lớn, chỉ vài ba phần trăm.

Một lượng nhỏ chất thải loại nữa chiếm chưa đầy 1% là các chất khoáng trong cây, ta thường gọi là tro.

Cuối cùng còn một lượng nhỏ các chất thải loại khác là dư lượng các chất đã dùng trong quá trình nấu gỗ như vôi, xút, clo, hypochlorua, sunfit,....

Trong quá trình xeo giấy, các chất thải chính là dư lượng của các chất đưa vào nhằm phối trộn hoặc kết dính các bột giấy (xenlulo) trong quá trình xeo để tạo ra các loại sản phẩm giấy. Các chất thường dùng là đá vôi, cao lanh, phèn, dầu, nhựa thông, các chất kết dính tự nhiên hoặc tổng hợp. Các chất thải trong quá trình này cũng có thể có cả các chất tẩy

trắng là các chất oxy hóa như quá trình nấu bột giấy. Dung dịch sau khi xeo giấy, nếu không thu gom thì nước thải còn lẫn cả bột giấy.

Đối với nước thải của quá trình xeo giấy, công nghệ xử lý không phức tạp, thường được thu gom và sử dụng phương pháp keo tụ để loại các chất huyền phù dưới dạng chất thải rắn, phần nước trong còn lại có thể dùng phương pháp xử lý sinh học để đạt tiêu chuẩn nước thải ra môi trường.

Nan giải hơn cả là xử lý dịch đen trong quá trình nấu bột giấy. Có nhiều phương pháp đã được sử dụng như axit hóa để thu hồi lignin, cô đặc, đốt, xút hóa,...

7.2.1. Cô đặc thu hồi hoá chất và nhiệt

a) Nguyên tắc của phương pháp

Dịch đen được đưa vào hệ cô chân không nhiều tầng và được cô đến khoảng 45% chất khô. Sau đó bổ sung Na_2SO_4 và đưa vào lò đốt ở khoảng 1000°C trong lò thu hồi kiềm. Trước khi vào buồng đốt, dịch đen phải qua hệ cô trực tiếp tới 65% chất khô thì mới cháy được. Sản phẩm rắn sau khi đốt chủ yếu là Na_2CO_3 , Na_2S , các hợp chất hữu cơ thì đã cháy thành CO_2 . Phần rắn được hoà tan hoàn toàn bằng nước vôi để thu hồi kiềm. Dịch thu được là dịch trắng, có thành phần như dịch để nấu bột được quay lại nấu. Bằng cách này có thể thu hồi tới 93% lượng xút.

– Ưu điểm của phương pháp:

+ Thu hồi được hoá chất.

+ Tận dụng được lượng nhiệt trong quá trình đốt.

+ Giảm ô nhiễm môi trường.

– Nhược điểm: Giá thành công nghệ tương đối cao mà các công ty nhỏ khó có thể theo được.

7.2.2. Oxy hoá ứt có xúc tác thu hồi hoá chất

Trong phương pháp này người ta sử dụng oxy không khí làm tác nhân oxy hoá ở $200-300^\circ\text{C}$ và $50-200\text{bar}$. Trong 1/2 giờ đến 1 giờ với xúc tác đồng thể có thể phân huỷ hết các chất hữu cơ, kể cả những chất rất bền như dioxin, dầu máy... Kỹ thuật này có thể xử lý được nước chứa hàng

trăm gam COD/l. Ưu điểm của phương pháp là thiết bị công nghệ đơn giản hơn việc cô đốt và giá thành cũng rẻ hơn.

Tuy nhiên phương pháp này cũng có nhược điểm là áp suất cao (tăng chi phí thiết bị), nhiệt độ cao (dẫn đến chi phí nhiệt). Để khắc phục những nhược điểm trên, những nghiên cứu gần đây tập trung theo hướng tìm tòi xúc tác, kỹ thuật nhằm hạ thấp nhiệt độ, áp suất. Đối với dung dịch đen mới thải có nhiệt độ 150-170°C, COD: 40.000-60.000mg/l thì việc áp dụng phương pháp này là rất thích hợp vì nhiệt độ cao sẵn có là thuận lợi lớn cho quá trình hoạt hoá oxy bằng xúc tác. Bất lợi ở chỗ là lượng kiềm tự do quá cao (tới đơn vị g/l) gây khó khăn với nhiều loại xúc tác (nhất là đồng thể).

7.2.3. Tiền xử lý giảm thiểu lignin, màu, COD, chỉnh pH

Do thành phần hữu cơ trong dung dịch đen chủ yếu là lignin nên có thể áp dụng một hoặc nhiều phương pháp phối hợp sau:

- Kết tủa lignin bằng axit.
- Kết tủa lignin bằng polyme.
- Kết tủa lignin bằng vôi.

Do bản chất của lignin là polyphenol nên ở pH = 3-4, lignin kết tủa dưới dạng phenol không tan hoặc ít phân ly. Tuy nhiên kết tủa rất khó lọc nên khó xử lý. Điều bất lợi là chi phí axit cao để có thể trung hoà lượng kiềm dư. Giải pháp duy nhất ở đây là dùng CO₂ từ khói lò hơi nhưng cũng không triệt để vì pH vẫn còn khá cao nên lượng lignin vẫn còn nhiều trong dịch đen (dạng hoà tan).

Kết tủa lignin bằng polyme cũng là một hướng xử lý hiệu quả. Kết hợp hạ pH xuống 4 và xử lý bằng PAA, người ta đã xử lý được 70-80% COD, trên 90% độ màu, bùn thu được cũng rất dễ tách nước. Tuy nhiên phương pháp này có chi phí rất cao.

Các phương pháp này có thể tham khảo nếu như tìm được đầu ra cho lignin thu được.

Kết tủa bằng vôi có vẻ là phương pháp rẻ hơn phương pháp axit, nhưng vẫn có pH cao nên để xử lý triệt để thì cần trung hoà lượng kiềm, do đó chi phí vẫn rất cao.

7.2.4. Cô dung dịch đen

Bản chất của phương pháp này là cô dung dịch đen tới một nồng độ nhất định rồi đem bán cho các cơ sở sản xuất. Đây là phương pháp mà một số nhà máy sản xuất đã làm nhưng vẫn chưa tìm được đầu ra hiệu quả cho lignin.

7.2.5. Xử lý bằng các kỹ thuật sinh học

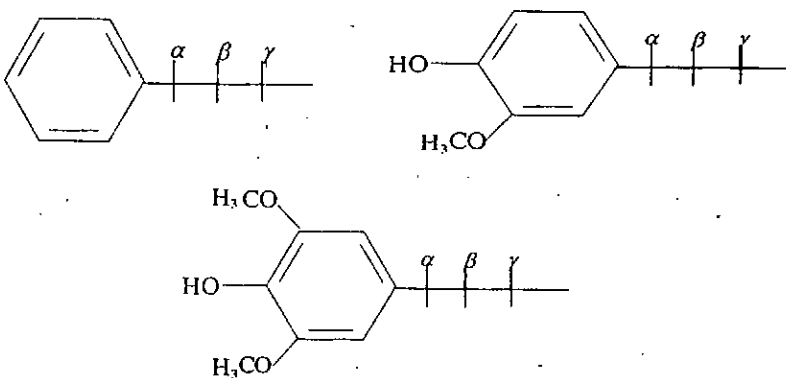
Các phương pháp trên hoặc là để thu hồi hoá chất, hoặc là tiền xử lý. Bước cuối cùng để đạt các tiêu chuẩn thải là sử dụng công nghệ vi sinh.

Tất cả các phương pháp đã nêu đều có những ưu điểm và nhược điểm. Sự cần thiết phải có những cải tiến, hoặc những phương pháp mới để xử lý nước thải dịch đen một cách khả thi hơn, đặc biệt cho những cơ sở sản xuất bột giấy vừa và nhỏ.

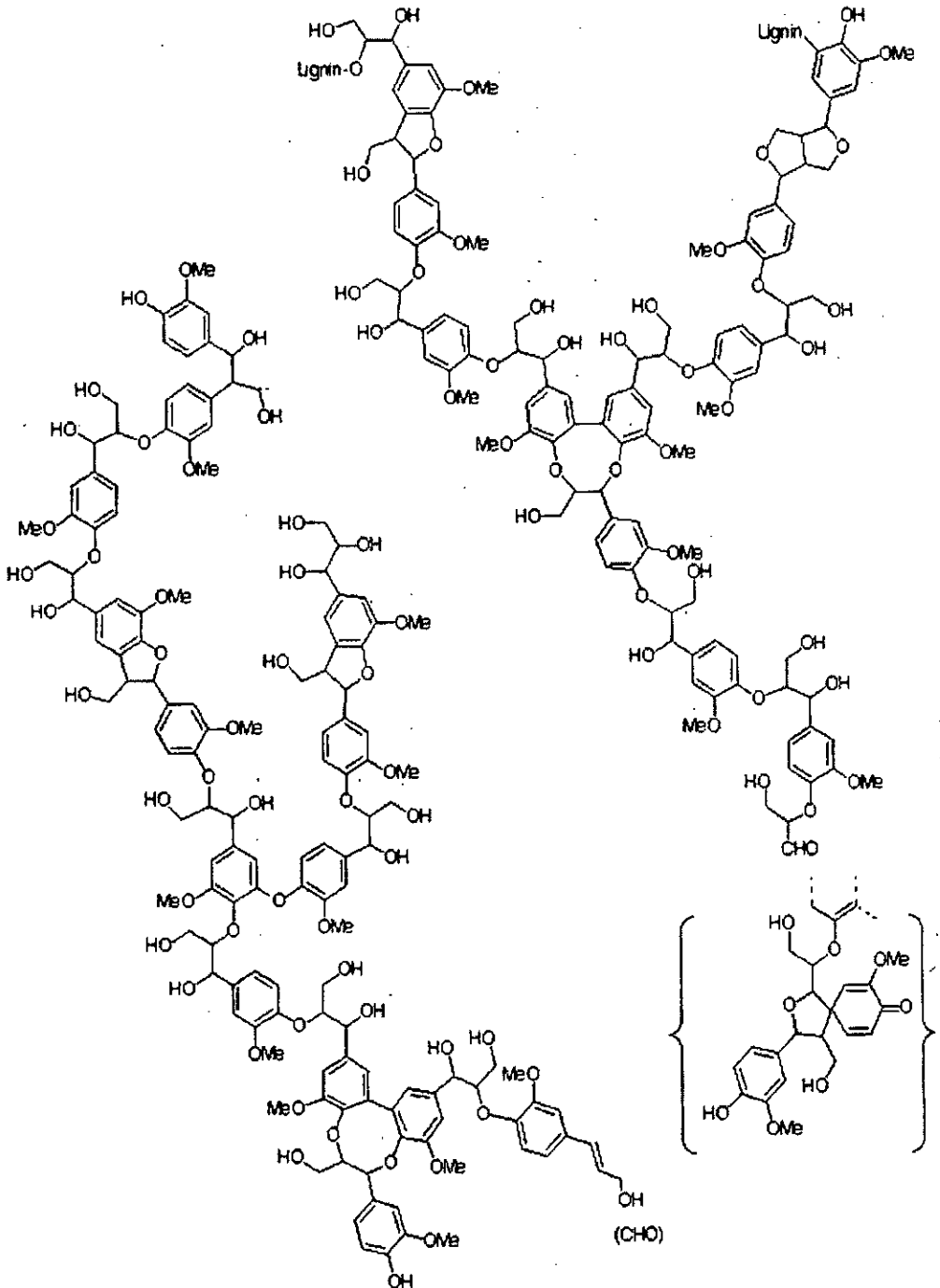
Chúng tôi xin giới thiệu một phương pháp tận thu sản phẩm dịch đen để tạo ra sản phẩm mới, đó là tạo ra vật liệu composit.

Đề xuất phương án giải quyết mới

Phân tử polyme của lignin được hình thành từ những monome, là các dẫn xuất của phenylpropan. Từ những vị trí α , β , γ , các monome tổ hợp một cách ngẫu nhiên với nhau và hình thành mạng lưới cao phân tử. Công thức cấu tạo của các monome có dạng sau:



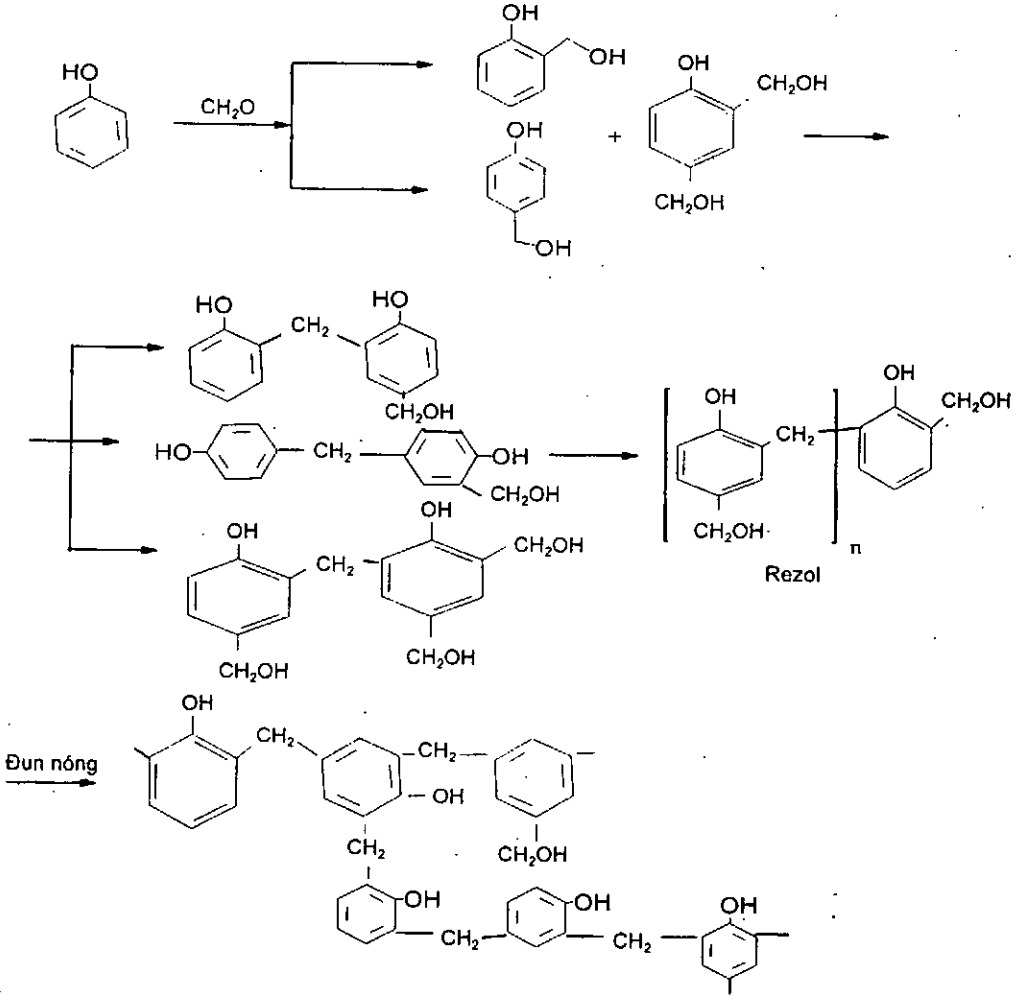
Tùy từng loại gỗ mà lignin có công thức cấu tạo khác nhau, dưới đây là giả thiết một trong những công thức cấu tạo của nó:



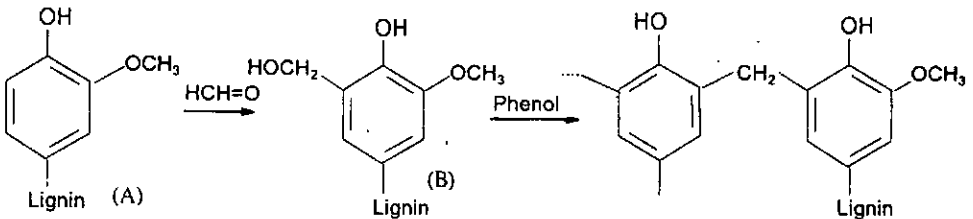
Lignin có các nhóm OH phenol nên có khả năng tan dễ dàng trong dung dịch kiềm. Do có các nhóm CH₂OH và có các nhóm phenol nên lignin có khả năng tham gia phản ứng tách nước và phản ứng thế vào

vòng benzen. Đây chính là cơ sở cho phương pháp điều chế nhựa Lignin - Phenol - Formandehit (LPF).

Phản ứng tạo nhựa lignin-phenol-formandehit trải qua hai giai đoạn: kết hợp và ngưng tụ. Sơ đồ sau cho thấy hai giai đoạn của quá trình tạo nhựa:



Khi cho thêm lignin vào, có thể có sự kết hợp:



Có nhiều cách tổ hợp khác nhau để tạo mạng không gian. Nhựa hình thành sẽ được trộn với mùn cưa để tạo ra các sản phẩm theo các khuôn mong muốn. Nâng lên một nhiệt độ nhất định trong một thời gian nhất định sẽ làm cho quá trình ngưng tụ tiếp tục xảy ra và nhựa hình thành còn ngưng tụ với xenlulo làm kết dính mùn cưa và định hình sản phẩm theo khuôn đã cho.

Nước thải của quá trình nấu gỗ có màu nâu đen đặc sánh rất đặc trưng và chứa một lượng lớn tạp chất, đặc biệt là các hợp chất hữu cơ, có pH cao. Khi thải ra ngoài môi trường xung quanh, do tác dụng của khí cacbonic trong không khí đã làm cho pH giảm xuống, tạo điều kiện thuận lợi cho các vi sinh vật hoạt động. Nếu không xử lý kịp thời sẽ gây ô nhiễm môi trường mạnh do màu, mùi và các sản phẩm độc hại khác có sẵn hoặc được hình thành trong quá trình phân hủy. Tình trạng này là dễ thấy ở các cơ sở chưa có hệ thống quản lý dịch đen.

Thành phần các chất hữu cơ trong dịch đen và trong gỗ đã được nhiều tác giả nghiên cứu khẳng định trong bảng 7.1. và 7.2.

Bảng 7.1. Thành phần hữu cơ trong dịch đen (tính theo % hữu cơ)

Thành phần	Phần trăm
Lignin	35,7
Phenol, Nhựa, Axit béo	23,6
Oxi axit và lacton	33,0
Axit foomic	7,0
Axit axetic	0,7

Bảng 7.2. Thành phần hữu cơ trong dịch đen tính theo phần trăm khối lượng gỗ khô hoàn toàn (gỗ thông)

Thành phần	Phần trăm
Lignin kết tủa được bằng axit	21,6
Lignin không kết tủa được bằng axit	6,9
Oxy axit, phenol, lacton	18,2
Axit foomic	3,2
Axit axetic	1,7
Rượu metylic	6,4
Nhựa, chất béo	2,2
Các chất không xác định được	3,0

Nhiều công trình nghiên cứu phân tích đã xác định thành phần các chất nói chung có trong dịch đen của nhiều nhà máy giấy trên thế giới và đã đưa ra thành phần tổng hợp dịch kiềm đen của một số dây chuyền sản xuất, được minh họa trên bảng 7.3.

Bảng 7.3. Thành phần dịch đen tính theo tỷ lệ % chất khô tuyệt đối

Thành phần	Dây chuyền 1	Dây chuyền 2	Dây chuyền 3	Dây chuyền 4
Natri sunfat	3,66	3,70	3,90	4,41
Natri cacbonat	19,91	17,94	17,46	15,58
Kiểm tự do	0,39	0,43	1,23	2,02
Natri sunfua	0,52	0,44	2,94	2,08
Natri clorua	0,89	0,62	-	-
Natri hữu cơ	7,58	8,53	9,38	9,34
Lignin tổng số	32,59	34,23	33,83	36,78
Xenlulo	0,36	0,62	1,25	1,41
Polysaccarit	0,94	0,83	0,30	0,28
Sacaroce	0,78	0,96	0,91	0,85
Nhựa trung tính	0,84	0,61	0,71	0,79
Axit nhựa	2,05	3,20	2,87	2,45
Axit béo	1,68	1,52	0,90	1,16
Axit formic	2,13	2,57	3,90	4,84
Axit axetic	2,07	0,54	0,71	-
Sản phẩm phân hủy của lignin và hemixenlulozơ	23,68	22,10	20,73	19,10
Các sản phẩm bay hơi và không xác định được	-	2,74	-	-
Cặn	0,06	0,17	1,02	3,66

Như vậy có thể thấy, thành phần dịch đen chủ yếu là các chất hữu cơ, trong đó lignin và các sản phẩm phân hủy của lignin lại là chủ yếu, chiếm tới hơn 50%.

Đi theo hướng vừa xử lý nước thải vừa tận dụng nước thải để sản xuất ra hàng hóa với công nghệ đơn giản, chúng ta có thể sử dụng ngay lignin mà không cần tách lignin riêng rẽ, đồng thời tận dụng được cả hàm lượng xút còn dư trong dịch đen này.

Xuất phát từ chỗ cấu trúc của lignin có gốc phenol nên nó có khả năng phản ứng như các phân tử phenol trong phản ứng tổng hợp nhựa phenol formandehit, không những thế, phản ứng này phải tiến hành trong môi trường kiềm, vì vậy ý tưởng tận dụng ngay lượng kiềm dư của dịch đen là thích hợp. Dựa trên cơ chế tạo nhựa phenol formandehit nhưng thay thế một phần phenol bằng lignin và không cần phải bổ sung thêm xút đã tạo ra nhựa lignin-phenol-formandehit. Cũng không cần tách riêng nhựa này mà phối chế với mùn cưa và kể cả các tạp chất khác còn dư lại trong dịch đen đã tạo thành dạng dẻo như đất sét dùng để sản xuất các sản phẩm như tấm ván sàn, các chậu cây cảnh,... sau đó chỉ cần sấy ở nhiệt độ 150°C đã cho các sản phẩm như ý muốn có chất liệu là composit.

– Ưu điểm của phương pháp:

+ Không cần phải tách lignin ra khỏi dung dịch đen nên giảm được các công đoạn trung hoà kiềm, lọc và tách. Chính vì thế mà giảm được giá thành sản phẩm.

+ Tận dụng ngay lượng kiềm rất cao ở trong dung dịch đen làm xúc tác mà không cần thêm kiềm như những phương pháp tổng hợp nhựa bình thường. Điều này tiết kiệm chi phí axit hoá để tách lignin rồi lại kiềm hoá để hoà tan lignin và làm xúc tác cho quá trình phản ứng.

+ Việc thay thế một phần phenol bằng lignin có ý nghĩa rất quan trọng do lignin có trong nguồn nước thải nên giảm được chi phí về hoá chất và thực tế là gần như không mất tiền hoá chất cho lignin. Việc thay thế một phần phenol bằng lignin sẽ rất có ý nghĩa nếu như chất lượng của loại nhựa mới này bằng, hoặc tốt hơn loại nhựa cũ.

+ Tận dụng một số chất trong dung dịch đen là chất độn để làm tăng các tính chất của nhựa.

– Các kết quả thử nghiệm một số tính chất cơ lý của ván ép từ vật liệu này:

Đối với mỗi mẫu ván ép được cắt ra thành các miếng có kích thước như sau:

+ 1 × 1 × 1 cm: Thử độ bền nén.

+ 10 × 1 × 1 cm: Thử độ bền uốn và độ bền va đập.

Sau đó tiến hành thử độ bền nén, độ bền uốn và độ bền va đập của các mẫu này. Kết quả được biểu diễn trong bảng 7.4, 7.5, và 7.6.

Bảng 7.4. Độ bền uốn của vật liệu

	F_{\max} (lực cực đại để phá hủy mẫu) (N)
Mẫu 1	299,3
Mẫu 2	300,7
Mẫu 3	219,0

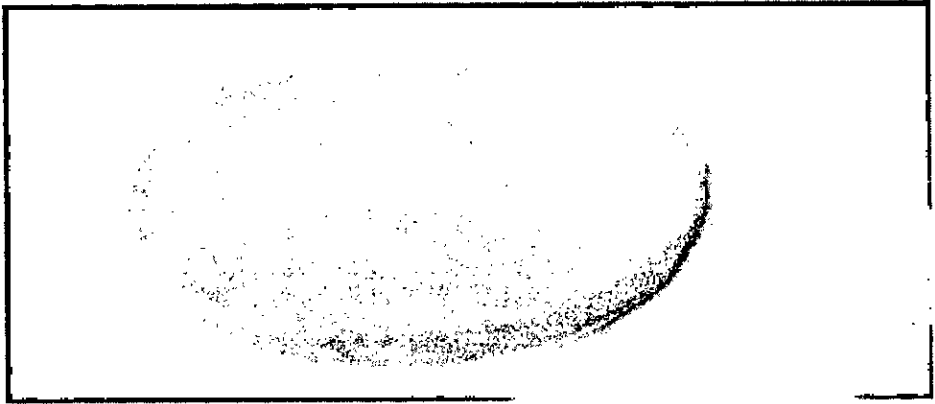
Bảng 7.5. Độ bền nén của vật liệu

	F_{\max} (lực nén cực đại để phá hủy mẫu) (N)
Mẫu 1	1016
Mẫu 2	1521
Mẫu 3	2683

Bảng 7.6. Độ bền va đập của vật liệu

	Năng lượng (kJ/m ²)
Mẫu 1	2,9927
Mẫu 2	4,2895
Mẫu 3	6,9460

Từ các số liệu thu được của các bảng này, có thể thấy khi tổng hợp nhựa đi từ dịch đen thì độ bền uốn của nhựa giảm đi nhưng lại tăng độ bền nén và độ bền va đập. Do vậy loại nhựa làm ván mới này sẽ có khả năng thay thế loại nhựa phenol formandehit truyền thống trong quá trình ứng dụng nhằm tạo ra các sản phẩm với những mục đích khác nhau. Hình 7.2. là mẫu của vật liệu đã đo các thông số.



Hình 7.2. Mẫu vật liệu composit đi từ nhựa lignin-phenol-formandehit

7.3. CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI LÀNG NGHỀ

Làng nghề là loại hình kinh tế phát triển đặc thù của nông thôn nước ta. Theo thống kê, hiện cả nước có tới 1500 làng nghề phân bố tại tất cả các tỉnh thành trong cả nước, trong đó Đồng bằng sông Hồng có khoảng gần một nửa (800 làng nghề). Trong vòng 10 năm qua, làng nghề nông thôn đa dạng hơn và đã có tốc độ tăng trưởng nhanh, trung bình 8% năm. Các làng nghề thủ công đã góp phần không nhỏ vào bước phát triển chung của nền kinh tế đang đi lên của đất nước ta. Bên cạnh những dấu hiệu đáng mừng này thì một thực trạng đáng lo ngại là nguy cơ gây ô nhiễm môi trường từ các làng nghề, đặc biệt là ô nhiễm nguồn nước thải trong quá trình sản xuất. Nguy cơ ô nhiễm lại phát sinh từ chính đặc thù hoạt động sản xuất của làng nghề như manh mún, quy mô nhỏ, công nghệ thủ công, lạc hậu, không đồng bộ, phát triển chủ yếu do chịu sự chi phối của thị trường. Một thực tế nữa là do chính sự thiếu hiểu biết của những người dân về tác hại của hoạt động sản xuất đến môi trường sống, đến sức khỏe của chính bản thân mình và những người xung quanh.

Trừ một vài nghề mới xuất hiện trong những năm gần đây như tái chế phế liệu, cơ khí,... còn hầu như các nghề ở làng nghề ở nước ta đã hình thành và phát triển từ lâu đời. Các làng nghề đã phát triển hài hòa với môi trường trong một thời gian dài trước đây. Ngày nay, do nhu cầu thị trường đòi hỏi số lượng lớn hơn nhiều và chất lượng cũng phải cao hơn nhiều nên sự mở rộng sản xuất ở các làng nghề đã đến mức quá tải, việc sử dụng hóa chất đã đến mức lạm dụng. Vấn đề đánh giá tác động môi trường của các làng nghề chưa được đặt ra đúng mức. Vấn đề xử lý ô nhiễm môi

trường lại càng thả nổi hơn khi mọi người chỉ chú tâm đến sản lượng và lợi nhuận mà ít ai nghĩ đến những lợi ích chung của toàn cục.

Giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường của nước thải làng nghề là vấn đề nổi cộm nhất hiện nay, song đó cũng là bước đi nan giải. Thật khó để có đủ vốn khi mà nông thôn của ta tiến công cho một ngày công lao động vẫn còn quá thấp. Tuy nhiên, nếu cứ để tình trạng như hiện nay thì không chỉ nguồn nước mặt bị ô nhiễm mà ngay đến nguồn nước ngầm cũng đang bị ô nhiễm theo. Biểu hiện của một số bệnh nan y có chiều gia tăng. Để bước đầu giải quyết vấn đề ô nhiễm nguồn nước ở các làng nghề, cần phải tiến hành một số biện pháp sau:

1) Về lâu dài, phải quy hoạch các làng nghề. Các cơ sở sản xuất tại các làng nghề phải được tập trung lại thành một khu công nghiệp chuyên sản xuất không có người ở. Tại các cơ sở tập trung này sẽ có các trạm xử lý nước thải và xử lý ô nhiễm môi trường nói chung.

2) Trước mắt khi chưa thể quy hoạch được, phải xây dựng ngay hệ thống thu gom nước thải, thu gom phế liệu và phải xử lý, ít nhất là xử lý sơ bộ. Tùy theo sự phân bố tự nhiên trước đây của các hộ sản xuất trên một địa bàn, việc thu gom được tiến hành cho từng cụm (mỗi cụm là một số hộ sản xuất ở gần nhau) hay nhiều cụm, hoặc một cụm chung cho cả làng.

3) Cần phân loại nước thải của các làng nghề theo các hướng xử lý chủ yếu sau đây:

- Xử lý đối với các chất vô cơ bao gồm các cơ sở đúc, mạ, rèn, cơ khí, tẩy chuội,...

- Xử lý đối với các chất thuần túy hữu cơ bao gồm các cơ sở nhuộm, sơn, giấy, bào chế dược phẩm, chế biến hương liệu, mỹ phẩm,...

- Xử lý đối với các chất có nguồn gốc thực phẩm bao gồm các cơ sở chế biến hàng hóa thực phẩm, chăn nuôi, giết mổ, rau quả,...

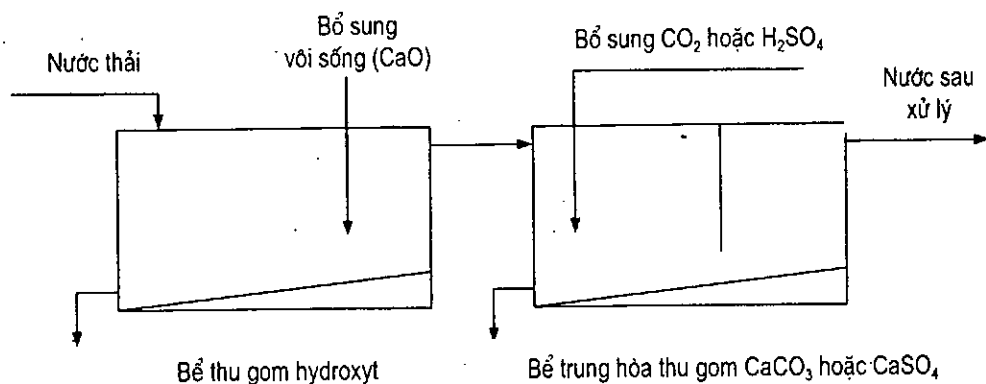
4) Để giảm thiểu nguồn nước thải và chất thải nói chung, các hộ sản xuất phải thực sự tận dụng phế liệu (đặc biệt là tận dụng phế liệu chế biến thực phẩm cho chăn nuôi, phế thải cho sản xuất khí sinh học, hoặc sản xuất phân bón hữu cơ) và hạn chế sử dụng nước sạch, hoặc sử dụng một phần nước tái sinh cho một số khâu nào đó trong quá trình sản xuất.

5) Các ao hồ tự nhiên phải trở thành các hồ thoáng chứa đựng nước thải đã xử lý sơ bộ để tiếp tục xử lý sinh học tự nhiên trước khi đổ ra các dòng sông.

Các hướng công nghệ dùng cho xử lý sơ bộ nước thải làng nghề

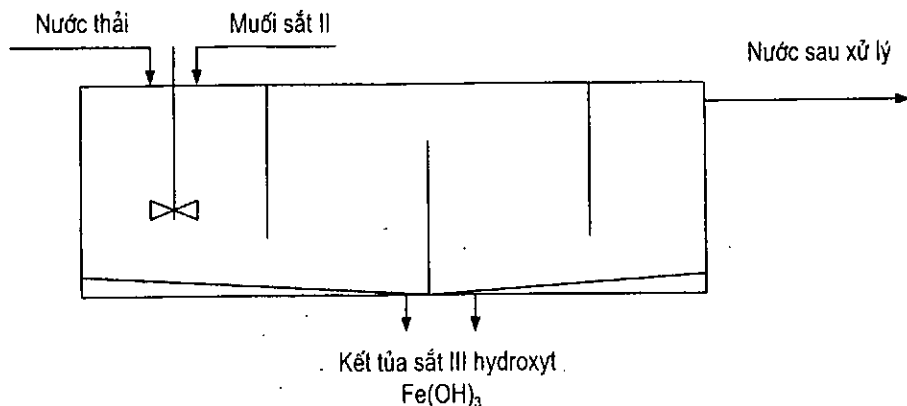
1) Đối với nước thải chứa chủ yếu các chất vô cơ

Các chất vô cơ dư thường dùng trong quá trình sản xuất là các muối của kim loại nặng. Để tách các ion kim loại này ra khỏi dung dịch nước tốt nhất và rẻ nhất vẫn là kiềm hóa bằng vôi để tách ra các hydroxyt ở dạng kết tủa và thu gom dễ dàng, sau đó xử lý như bã thải rắn, hoặc tìm cách tái sinh. Phần nước còn lại sẽ được trung hòa bằng axit sunfuric hoặc tốt nhất là dùng khí CO_2 . Sơ đồ quy trình được mô tả trên hình 7.3.



Hình 7.3. Sơ đồ quy trình xử lý nước thải chứa các ion kim loại nặng

Đối với các chất vô cơ khác như thủy tinh lỏng, nước gia ven, nước oxy. Các chất oxy hóa khác cần được xử lý bằng muối sắt II (thường là FeSO_4). Tác dụng của các ion sắt II là phá hủy các chất oxy hóa và chuyển thành ion sắt III. Muối của các ion sắt III chính là phèn sắt thủy phân tạo sắt III hydroxyt trong khoảng pH rộng từ 3 cho đến 14. Chính sắt III hydroxyt kết tủa đã thu gom các chất huyền phù và hấp phụ nhiều chất khác. Sơ đồ quy trình được mô tả trên hình 7.4.



Hình 7.4. Sơ đồ quy trình xử lý nước thải chứa các chất oxy hóa

2) Đối với nước thải chứa chủ yếu các chất hữu cơ

Tùy từng loại chất trong quá trình sử dụng ta có dư lượng các chất hữu cơ khác nhau. Dựa trên cơ sở này sẽ định ra sơ đồ công nghệ xử lý theo nguyên tắc cần có xử lý sơ bộ bằng phương pháp hoá học:

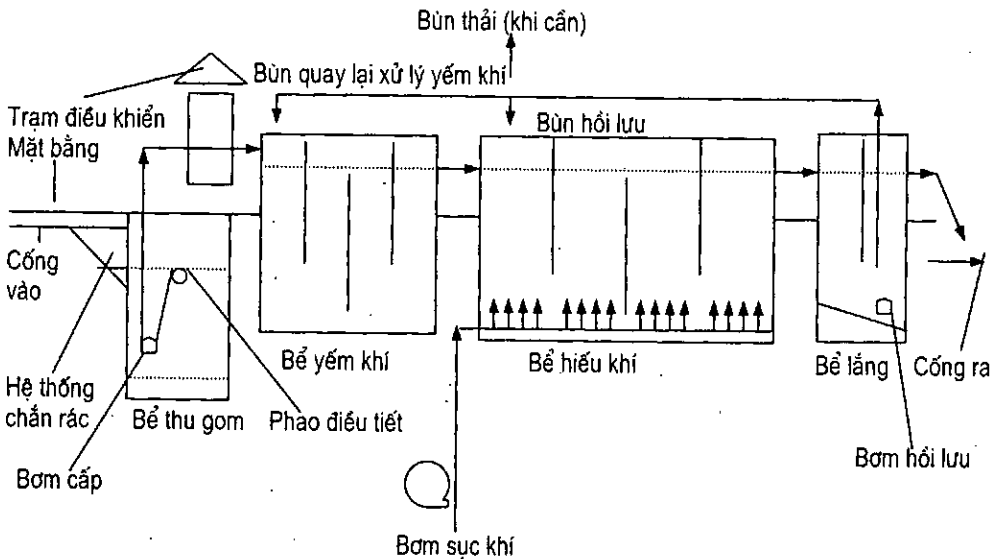
– Các chất hữu cơ trơ với hàm lượng lớn phải dùng phương pháp hấp phụ và keo tụ.

– Các chất hữu cơ trơ với hàm lượng nhỏ có thể chỉ cần dùng phương pháp keo tụ.

Sau đó kết hợp với nước thải sinh hoạt hoặc nước thải có nguồn gốc thực phẩm để xử lý theo phương pháp sinh học.

3) Đối với nước thải chứa chủ yếu các chất có nguồn gốc thực phẩm

Các chất thải trong quá trình chế biến thực phẩm hoàn toàn có thể xử lý bằng phương pháp sinh học và nên tiến hành xử lý yếm khí trước sau đó sẽ xử lý hiếu khí. Thời gian lưu cho quá trình xử lý tùy thuộc vào độ đậm đặc các chất hoà tan. Sơ đồ quy trình được thể hiện trên hình 7.5.



Hình 7.5. Sơ đồ quy trình xử lý nước thải chứa các chất thải có nguồn gốc thực phẩm

7.4. CẢI THIỆN CÁC DÒNG SÔNG NHỎ TRONG LÒNG THỦ ĐÔ HÀ NỘI

Trong lòng thủ đô Hà Nội có 4 con sông. Đó là những địa danh lịch sử với tên gọi rất ấn tượng và cũng rất cổ kính là Tô Lịch, Kim Ngưu, Lừ,

Sét. Chắc từ xa xưa chúng chính là các nhánh của sông Hồng cũng như sông Nhuệ, sông Đáy. Ngày nay người ta vẫn gọi chúng là sông nhưng đâu có còn được coi là sông bởi vì không còn dòng chảy. Tất cả chỉ còn là các mương thoát nước thải của Thủ đô. Mặc dầu thành phố đã cố gắng cải tạo cảnh quan 2 bên bờ sông, lắp đèn chiếu sáng, có bồn hoa, cây cảnh, xây cầu, xây kè, song màu đen của nước cùng với mùi xú uế của chúng thì gần như chưa hề có tác động gì. Nghe đâu phải chờ đến giai đoạn 2, nhưng chưa rõ phương án xử lý màu và mùi sẽ như thế nào?

Để giải quyết vấn đề chống ô nhiễm của các dòng sông này, chúng ta cần tìm hiểu quá trình dẫn đến sự tự làm sạch của các dòng sông trong tự nhiên.

Trước hết, dòng chảy của sông đã làm cho mặt nước chuyển động, phân bố đều các chất hòa tan và điều thực sự có ý nghĩa hơn cả đó là đã góp phần hòa tan được nhiều oxy từ không khí giúp cho sinh vật thủy sinh phát triển và chính chúng chứ không phải ai khác đã làm sạch cho dòng sông. Chỉ có ao tù nước đọng mới bẩn, chứ làm gì có sông bẩn. Biển cả có mặt thoáng rộng mênh mông tiếp xúc với không khí, và vẫn còn có thủy triều lên xuống hằng ngày, bên cạnh các dòng hải lưu nóng lạnh nên đâu có bẩn.

Hệ sinh thái của các dòng sông đã chịu trách nhiệm xử lý ô nhiễm cho dòng sông. Từ xa xưa, hai bên bờ sông thường có lau sậy mọc um tùm. Các bụi lau sậy không những hút các chất sinh dưỡng là các chất vô cơ hòa tan trong nước để phát triển mà chúng còn tạo ra các giá thể (chất mang) để tạo ra các màng vi sinh vật bám dính trên đó. Đây chính là quá trình lọc cơ học, vì vậy nước chảy trên sông cứ thế trong dần về cuối nguồn. Nếu như nghề, sò ở biển được xem là động vật xử lý ô nhiễm môi trường ven biển thì trong sông có hến, có trai, có ốc. Các loài nhuyễn thể này sử dụng thức ăn từ nguồn chất hữu cơ và vô cơ có trong bùn đất. Không phải ngẫu nhiên mà dân gian thường ngâm nước gạo với ốc, hến để tạo ra nguồn phân bón dùng cho cây cảnh. Chính là sống với bùn đất của trầm tích nên các động vật này đã tích được nhiều nguyên tố vi lượng một cách tự nhiên. Các nguyên tố vi lượng rất cần cho thực vật, động vật kể cả người. Có lẽ cũng vì vậy món hến, món ngao được xem là khoái khẩu của nhiều người. Hơn thế chúng còn được coi là các vị thuốc bổ khuyến khích mọi người nên dùng.

Bốn con sông của Hà Nội ngày nay đã mất dòng chảy và hệ sinh thái nên đã trở nên ô nhiễm nghiêm trọng. Để cứu vãn tình hình này cần phải tạo ra dòng chảy rồi từ đó mới cứu lại hệ sinh thái vốn có của nó. Ngày nay Hồ Tây cũng đang bị báo động về ô nhiễm môi trường vì những dịch vụ diễn ra trên hồ. Mặc dù thế các dịch vụ này không thể không phát triển và vẫn cần phát triển. Và nếu như các dòng sông được cải thiện thì cũng chia sẻ gánh nặng cho Hồ Tây. Theo các số liệu đo đạc thì tổng diện tích của bốn con sông gấp 5 lần diện tích của Hồ Tây. Như vậy, Hà Nội sẽ không chỉ có một Hồ Tây mà có đến 6 Hồ Tây (không kể các hồ đã có hiện nay). Vậy nên chẳng chúng ta phải nghĩ đến cứu luôn cả Hồ Tây cùng với 4 con sông này. Để tạo dòng chảy và giữ một dung lượng nhất định cho các dòng sông, không thể không nhờ đến sông Hồng. Sông Hồng tuy đục nhưng kỹ thuật làm trong ngày nay không khó. Chỉ cần hàng ngày bổ sung nước sông Hồng vào Hồ Tây, rồi từ Hồ Tây đổ vào sông Tô Lịch và các dòng sông khác là có thể tạo ra một lượng nước ổn định và dòng chảy trên các dòng sông. Nguồn lợi thu được khi khai thác từ các dòng sông được cải thiện chắc chắn sẽ đủ chi nếu không muốn nói là thừa chi cho kinh phí bổ sung nước hằng ngày từ sông Hồng vào hồ và các sông. Đương nhiên việc xây dựng các trạm xử lý nguồn nước thải trước khi đổ ra sông vẫn phải được xúc tiến, nhưng có thể chỉ nên thực hiện ở những nơi có hệ thống cống lớn có lưu lượng lớn hàng ngày.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bruce E. Rittmann and Perry L. McCarty, *Environmental Biotechnology: Principles and Applications*, McGraw - Hill, New York, 2001.
2. Hammer M.J., *Water and Wastewater Technology*, John Wiley & Sons, New York, 1977.
3. Jorgensen S.E., *Industrial Wastewater Management*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1979.
4. James E. Bailey, David F. Ollis, *Biochemical Engineering Fundamentals*, McGraw - Hill, New York, 1986.
5. Mara D.D. Seville, *Treatment in Hot Climate*, ELBS and John Wiley & Sons Chichester the Pitman Press, 1978.
6. Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw - Hill, New York, 1991.
7. Nguyễn Lân Dũng, Nguyễn Đình Quyến, Phạm Văn Ty, *Vi sinh vật học*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 1997.
8. Ramalho R.S., *Introduction to Wastewater Treatment Process*, Laval University, Quebec, Canada, 1977.
9. Trần Hiếu Nhuệ, *Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp*. tập I và II, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1992.
10. Trịnh Lê Hùng, *Cơ sở Hoá sinh*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 2006.
11. Vesilind P.A., Peirce J.J., Weiner R.F., *Environmental Engineering*, Butterworth - Heinemann, Boston, 1988.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	3
<i>Phần một. GIỚI THIỆU CHUNG</i>	
Chương 1. NƯỚC VÀ XỬ LÝ Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG NƯỚC	5
1.1. Nước tự nhiên	5
1.2. Nước thải	6
1.3. Phân loại nước thải	9
1.4. Các cấp độ xử lý	10
1.5. Các tiêu chuẩn chất lượng nước	13
Chương 2. ĐẶC TRƯNG CHỦ YẾU CỦA NƯỚC THẢI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH XÁC ĐỊNH MỘT SỐ CHỈ TIÊU	26
2.1. Đặc trưng chủ yếu của nước thải	26
2.2. Các phương pháp phân tích xác định một số chỉ tiêu của nước thải	32
<i>Phần hai. KỸ THUẬT XỬ LÝ NƯỚC THẢI</i>	
Chương 3. XỬ LÝ CẤP I – TIỀN XỬ LÝ NƯỚC THẢI (XỬ LÝ SƠ BỘ)	45
3.1. Khảo sát và đánh giá mức độ ô nhiễm	45
3.2. Phương pháp trung hòa	46
3.3. Phương pháp lắng gạn	48
3.4. Phương pháp lắng nhanh	49
Chương 4. XỬ LÝ CẤP II - XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC 52	
4.1. Sử dụng vi sinh vật trong quá trình xử lý nước thải	52
4.2. Nguyên lý chung của quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học	53
4.3. Sự phát triển của tế bào và động học của phản ứng enzym	56
4.4. Ảnh hưởng của các yếu tố khác nhau lên tốc độ oxy hoá sinh hoá	60
4.5. Cấu trúc của các chất ô nhiễm và bùn hoạt tính	64
4.6. Các phương pháp hiếu khí	65
4.7. Các phương pháp yếm khí	90
4.8. Xử lý hỗn hợp nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp	96
4.9. Xử lý bùn cặn	97
4.10. Các vấn đề cơ bản trong phân tích và thiết kế công trình xử lý nước thải	100

Chương 5. XỬ LÝ CẤP III - VI XỬ LÝ	105
5.1. Phương pháp hấp phụ	105
5.2. Phương pháp trao đổi ion	108
5.3. Phương pháp lọc màng	110
5.4. Phương pháp điện hoá	112
5.5. Phương pháp oxy hoá – khử	115
5.6. Phương pháp diệt khuẩn	118
Phần ba. MỘT SỐ CÔNG TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI	
Chương 6. GIỚI THIỆU MỘT SỐ TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI	119
6.1. Công nghệ xử lý nước rác (nước được thu gom từ bãi chôn lấp rác thải rắn sinh hoạt)	119
6.2. Công nghệ xử lý nước thải giặt mài quần áo	125
6.3. Công nghệ xử lý nước thải nhuộm	129
6.4. Công nghệ xử lý nước thải sản xuất hàng thủ công xuất khẩu ..	140
6.5. Công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt (áp dụng tại trường học Quốc tế Liên hiệp quốc thuộc khu đô thị Nam Thăng Long - Tây Hồ - Hà Nội)	142
6.6. Giới thiệu pilot xử lý nước sông Tô Lịch - Hà Nội	144
6.7. Công nghệ xử lý nước thải tẩy gỉ sắt để chế phẩm màu sắt oxyt...	148
Chương 7. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ QUY TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI	151
7.1. Công nghệ xử lý nước thải bệnh viện	151
7.2. Công nghệ xử lý nước thải giấy	153
7.3. Công nghệ xử lý nước thải làng nghề	164
7.4. Cải thiện các dòng sông nhỏ trong lòng thủ đô Hà Nội	167
TÀI LIỆU THAM KHẢO	170

KỸ THUẬT XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Mã số : 7K688T7.- DAI

In 1.500 bản, khổ 16 x 24 cm, tại Công ty CP in Sách giáo khoa tại TP. Hà Nội
Số xuất bản : 11 – 2007/CXB/373 – 2119/GD.
In xong và nội lưu chiếu tháng 3 năm 2007.