

LỜI TRI ÂN

Lời đầu tiên người nghiên cứu muốn gửi lời biết ơn đến tất cả những người đã có công lao to lớn giúp đỡ cho tôi thành đề tài nghiên cứu của mình trong đó phải kể đến công lao của cha mẹ đã tạo điều kiện rất lớn từ động viên tinh thần cho tới giúp đỡ về kinh phí, đồng thời gửi lời cảm ơn chân thành tới giáo viên hướng dẫn là thầy ThS Nguyễn Kim Luyện đã tận tình giúp đỡ, hướng dẫn cho tôi biết cách về trình tự làm một đề tài nghiên cứu khoa học từ lựa chọn đề tài cho đến cách làm một đề tài, những người bạn cùng lớp đã có những đóng góp chân thành, những ý kiến phản biện qua đó tôi có thể nhận thấy được những thiếu sót từ đó tìm hiểu đi sâu nghiên cứu về lĩnh vực mà mình đang thực hiện.

Đồng thời tôi cũng muốn gửi đến lời cảm ơn sâu sắc nhất đến những nhà khoa học đã đóng góp công lao to lớn về lĩnh vực môi trường trong đó có những công trình xử lý nước thải đã hoạt động đây chính là cơ sở thực tiễn cho tôi cải tiến thành công, bên cạnh đó có sự tiện lợi của mạng internet và các diễn đàn giao lưu đặc biệt là trang web Google đây thực sự là kho tài liệu khổng lồ giúp ích rất lớn cho tôi trong quá trình thực hiện đề tài.

Là lần đầu tiên bắt tay vào thực hiện một đề tài nghiên cứu do vậy tôi không tránh khỏi bỡ ngỡ và thiếu sót, người nghiên cứu rất mong được sự đóng góp chân thành nhất từ phía thầy cô và độc giả qua đó bản thân rút ra được những kinh nghiệm quý báu để đề tài càng thêm hoàn chỉnh.

XIN CHÂN THÀNH CẢM ƠN

Người nghiên cứu: Trần Hữu Hùng

LỜI NHẬN XÉT



LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay công nghệ xử lý nước thải bị ô nhiễm các hợp chất hữu cơ trên thế giới và Việt Nam chủ yếu là sử dụng các biện pháp sinh học, trong đó phương pháp xử lý hiếu khí và xử lý kỵ khí là phổ biến nhất, với nguồn nước thải có mức độ ô nhiễm cao thông thường người ta xử lý kết hợp kỵ khí và hiếu khí

Xử lý nước thải bằng phương pháp hiếu khí có rất nhiều hạn chế như: chỉ xử lý được nước thải có mức độ ô nhiễm thấp, chi phí vận hành cho xử lý cao (tiền điện và hóa chất bổ sung), tính ổn định của hệ thống không cao, tạo ra nhiều bùn thải. Đối với phương pháp xử lý kỵ khí thông thường thì cần phải thời gian dài, không xử lý được triệt để (nước thải ra chưa đạt tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5945/2005-loại B), nước sau xử lý có mùi thối.

Để khắc phục các nhược điểm của công nghệ xử lý nước thải bằng phương pháp hiếu khí và kỵ khí nêu trên người nghiên cứu muốn cải tiến về công nghệ, quy trình cũng như quy mô để áp dụng vào xử lý nước thải cho cụm dân cư ở nông thôn.

Các bước xử lý có thể tóm tắt như sau:

- Thu gom nước thải cần xử lý vào bể thu gom, trong đó nước sát trùng được tách định để không thu gom vào bể thu gom,
- Điều hòa nước thải để điều chỉnh các chỉ tiêu cơ bản của nước thải, làm lắng sơ bộ nước thải,
- Xử lý kỵ khí nước thải trong các modul xử lý bằng cách cho nước thải đi qua lớp bùn kỵ khí có chất mang.
- Xử lý mùi bằng các hợp chất Ca^{2+} và làm lắng nước thải.

Hệ thống xử lý nước thải để thực hiện quy trình công nghệ xử lý nước thải bị ô nhiễm chất hữu cơ bằng phương pháp kỵ khí gồm:

- Bể thu gom để thu gom nước thải cần xử lý, trong đó nước sát trùng được tách dòng để không thu gom vào bể thu gom,
- Bể điều hòa nước thải để điều chỉnh các chỉ tiêu cơ bản của nước thải,
- Bể lắng sơ bộ nước thải,
- Các modul xử lý kỵ khí nước thải bao gồm lớp bùn kỵ khí có chất mang vi sinh vật bằng polyetylen và máy khuấy,
- Bể lắng để xử lý mùi bằng các hợp chất Ca^{2+} và làm lắng nước thải.

Các chỉ tiêu cơ bản của nước thải là COD, BOD₅, SS, độ pH và tỉ lệ các nguyên tố C : N : P : K được điều chỉnh nhằm tăng hiệu suất xử lý của hệ thống. Ngoài ra, để tăng hiệu quả bám dính của vi sinh vật lên chất mang sử dụng chất trợ bám dính và chất mang vi sinh vật còn có tác dụng lọc loại bỏ cặn cơ học. Hơn nữa, nước làm mát cũng được tách dòng để không thu gom vào bể thu gom.

Bản chất kỹ thuật là xử lý kị khí hoàn toàn trên cơ sở các môđun được điều khiển tự động và các hệ thống xử lý mùi thối. Hệ thống xử lý không cần diện tích lớn, dễ nhân rộng và rút gọn khi cần thiết.

Trong quy trình công nghệ xử lý nước thải bằng phương pháp kị khí theo giải pháp hữu ích có bốn công đoạn chính là thu gom, điều hòa, xử lý kị khí trong các môđun xử lý kị khí dòng chảy ngược có chất mang, xử lý mùi và để lắng.

Việc thiết kế, chế tạo các môđun xử lý là việc rất quan trọng, môđun này có hình trụ và được chế tạo bằng inox. Bên trong môđun được thiết kế các giá đỡ để cố định các chất mang vi sinh vật. Việc cố định chất mang phải đảm bảo tính đều khắp, bền lâu trong hệ thống. Lớp chất mang bằng polyetylen vừa có tính chất cố định các vi sinh vật, vừa có tính trợ lực. Nước thải được bơm từ dưới lên trên qua lớp bùn kị khí và qua lớp chất mang. Việc tăng khả năng tiếp xúc giữa vi sinh vật và nước thải bằng hệ thống khuấy. Môđun được thiết kế kín đảm bảo không cho không khí lọt vào ảnh hưởng đến hoạt động trao đổi chất của vi sinh vật.

Thành phố Hồ Chí Minh tháng 5/2009

Người nghiên cứu : Trần Hữu Hùng

MỤC LỤC

PHẦN GIỚI THIỆU

CHƯƠNG I: DẪN NHẬP

Trang

1. Lí Do Chọn Đề Tài	8
2. Mục Đích Nghiên Cứu	9
3. Giới Hạn Đề Tài Nghiên Cứu	10
4. Đối Tượng Nghiên Cứu	10
5. Nhiệm Vụ Nghiên Cứu	10
6. Phương Pháp Nghiên Cứu	11
7. Các Giả Thiết	11
8. Kế Hoạch Nghiên Cứu	12

CHƯƠNG II : CƠ SỞ LÝ THUYẾT QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC THẢI

1. lịch Sử Quá Trình Nghiên Cứu	13
2. Cơ Sở Pháp Lí	13
3. Cơ Sở Khoa Học Về Xử Lý Nước Thải	13
3.1. Tổng Quan Các Quá Trình Xử Lý Nước Thải	
3.2 Phương Pháp Xử Lý Lí Học	14
3.2.1 Song Chấn Rác	14
3.2.2 Lắng Cát	14
3.2.3 Lắng	15
3.2.4 Tuyển Nổi	15
3.2.5 Lọc	16

4. Phương Pháp Xử Lý Hóa Học Và Hóa Lí

4.1 Trung Hòa	17
4.2 Oxy Hóa Khử	17
4.3 Keo Tụ-Tạo Bông	19
4.4 Hấp Thụ	20
4.5 Trao Đổi Ion	21
5 Phương Pháp Sinh Học	
5.1 Phương Pháp Kị Khí	23
5.2 Phương Pháp Xử Lí Sinh Học Hiếu Khí	27
5.3 Hồ Sinh Vật	28
CHƯƠNG III: CƠ SỞ THIẾT KẾ	
1. Song Chấn Rác	32
2. Lắng	33
3. Tuyển Nổi	34
4. Lọc	35
5. Keo Tụ -Tạo Bông	37
6. Hấp Thụ	40
7. Phương Pháp Xử Lí Sinh Học Hiếu Khí	44
CHƯƠNG IV: VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	
1 Hạn Chế Của Phương Pháp Cũ	48
2 Chọn Quy Trình Và Công Nghệ Để Cải Tiến	48
3 Những Yêu Cầu Của Cải Tiến	50
4 Khảo Sát	51
5 Các Nội Dung Cần Cải Tiến	51
5.1 Song Chấn Rác	52

5.2 Bể Lắng Cát	54
5.3 Bể Lắng Sơ Cấp	55
5.4 Bể Lọc	56
6 .Xử Lí Kết Hợp Phương Pháp Sinh Học	57
CHƯƠNG V: HOÀN THIỆN CÔNG TRÌNH.	
1. Phương Pháp Sinh Học	59
1.1. Phương Pháp Kị Khí	59
1.2. Phương Pháp Xử Lí Sinh Học Hiếu Khí.	60
CHƯƠNG VI: KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	
1. Kết Luận	65
2. Ý Kiến Đề Nghị	65
3. Tài Liệu Tham Khảo	67

CHƯƠNG I: DẪN NHẬP

1.1. Do Chọn Đề Tài.

Việt Nam chúng ta đã trải qua hơn 20 năm đổi mới kể từ (Đại Hội Đảng Lần Thứ VI năm 1986 đề ra đường lối đổi mới), đây là khoảng thời gian chưa dài để một quốc gia đi lên trong đồng đồ nát của chiến tranh nhưng với khoảng thời gian chưa dài đó Việt Nam chúng ta đã gặt hái được những thành công rực rỡ trên tất cả các lĩnh vực, đặc biệt chính trị ổn định giữ vững định hướng xã hội chủ nghĩa, kinh tế phát triển tạo ra thế và lực mới cho quốc gia, đời sống xã hội ngày càng được nâng lên, giữ vững được an ninh quốc và chủ quyền quốc gia và càng ngày chúng ta càng hội nhập sâu và rộng hơn với quốc tế là thành viên của WTO, APEC, ASEAN ..

Bên cạnh những thành tựu to lớn mà chúng ta đã gặt hái được do công cuộc đổi mới mang lại thì hậu quả của nó cũng không nhỏ, đặc biệt là vấn đề ô nhiễm môi trường sống và đặc biệt là nước thải. Do sự phát triển tùy tiện, vì lợi nhuận mà bất chấp tất cả, nhà nước quản lí lỏng lẻo, ý thức của người dân cịn hạn chế tất cả những yếu tố đó đã dẫn tới hậu quả như ngày hôm nay trừ một số khu công nghiệp và khu đô thị mới có sự đầu tư đúng mức còn lại toàn bộ nước thải sinh hoạt và nước thải trong quá trình sản xuất chưa hề qua một công đoạn xử lí nào được thải trực tiếp ra môi trường gây nên ô nhiễm trầm trọng nguồn nước và không khí gây ra mùi hôi thối, nhiều mầm bệnh mới nguy hiểm ảnh hưởng rất lớn đến sức khỏe của người dân và hệ sinh thái cho mai sau.

Đây là tình trạng chung hiện nay của hầu hết các khu dân cư của các thành thị ở Việt Nam, nhưng nếu nhà nước có sự quan tâm đúng mức ý thức của người dân ngày được nâng cao thì về lâu dài chúng ta vẫn có thể khắc phục được tình trạng ô nhiễm ở thành thị vì ở các đô thị dân cư tập trung đông đúc hệ thống thoát nước được đầu tư đồng bộ hơn dễ dàng thu gom về một mối để xử lí, nhưng còn ở nông thôn mật độ dân cư thấp địa hình phức tạp nếu đầu tư một hệ thống xử lí quy mô như ở những khu đô thị hoặc các khu công nghiệp thì rất tốn kém và khó khăn đặc biệt là trong việc thu gom vì dân cư ở nông thôn sống rải rác theo trục đường theo cụm, xóm khoảng vài chục hộ sống trong một cụm cách trở nếu trong một đơn vị hành chính cấp xã mà đầu tư, xây dựng một hệ thống xử lí nước thải thì rất không khả thi, vì vậy việc cải tiến một hệ thống xử lí nước thải quy mô nhỏ ta có thể làm theo cụm, theo xóm hoặc những nơi có nguồn gây ô nhiễm nhưng mức độ ít là rất cần thiết.

Ngày nay vấn đề ô nhiễm môi trường trong đó có ô nhiễm nước thải không còn là trách nhiệm của cá nhân hay tập thể nào mà đó chính là trách nhiệm của toàn xã hội.

Ngày 5 tháng 6 là ngày môi trường thế giới để qua đó chúng ta thấy được tầm quan trọng của môi trường đến đời sống con người ta, thấu hiểu sâu sắc hơn về những cảnh báo về môi trường, sự biến đổi khí hậu đang diễn ra từng ngày, những thiên tai dịch họa đang là nỗi ám ảnh của các quốc gia.

Bên cạnh đó để thể hiện sự quan tâm của nhà nước về lĩnh vực nghiên cứu khoa học chính phủ đã ra nghị định 251/CP ngày 12/6/1981 về giải thưởng Hồ Chí Minh và giải thưởng nhà nước để động viên và khuyến khích người nghiên cứu khoa học, kỹ thuật, những người sáng tác văn học và nghệ thuật đây cũng là động lực rất lớn để người nghiên cứu thực hiện đề tài này.

Đứng trước những mối quan tâm của xã hội và sức khỏe của cộng đồng và đặc biệt là người dân nông thôn vì vấn đề ô nhiễm môi trường mà do chính họ gây ra người nghiên cứu quyết định đóng góp công sức nhỏ bé của mình vào việc cải thiện môi trường, cùng với sự quyết tâm của bản thân, sự giúp đỡ của thầy cô, bạn bè, các nhà khoa học và bản thân đã nắm vững được những nguyên tắc, công nghệ xử lý nước thải người nghiên cứu tin rằng sau thời gian nghiên cứu và cải tiến sẽ cho ra mắt hệ thống xử lý nước thải quy mô nhỏ phù hợp với một số vùng nông thôn của Việt Nam qua đó góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường ở những vùng quê vốn rất yên bình và trong lành đó chính là mục đích cuối cùng mà người nghiên cứu quyết định thực hiện đề tài.

2. Mục Đích Nghiên Cứu

Nhận thấy được mặc hạn chế của các hệ thống xử lý nước thải hiện nay thông thường có quy mô lớn, công suất xử lý lớn vốn đầu tư ban đầu cao vận hành phức tạp... Nếu chúng ta đem hệ thống đó để áp dụng cho những vùng nông thôn thì không hợp lý vì nguồn nước thải ở vùng nông thôn thường là nước thải sinh hoạt, hoặc do chăn nuôi, ngành nghề thủ công do vậy thành phần độc tố không phức tạp như ở thành thị, mặt khác khối lượng nước thải không nhiều, không đủ để sử dụng hệ thống lớn, nguồn kinh phí ở nông thôn hạn hẹp chủ yếu là do người dân đóng góp (ở thành thị có thể do các doanh nghiệp phải tự xây dựng hoặc nhà nước phải đầu tư do mức độ ô nhiễm quá trầm trọng) vận hành phải đơn giản có thể tận dụng nguồn nhân lực tại địa phương để vận hành.

Tuy là cải tiến để phù hợp với điều kiện ở nông thôn nhưng vẫn phải đảm bảo khắt khe về quy trình công nghệ vẫn áp dụng những quy trình xử lý theo phương pháp sinh học (hiếu khí và kỵ khí) nhưng có cải tiến đây sẽ là quy trình công nghệ xử lý nước thải bị ô nhiễm chất hữu cơ bằng hệ thống điều khiển tự động xử lý kỵ

khí nước thải bị ô nhiễm các chất hữu cơ. phổ biến hiện nay, nước sau khi xử lý đạt (TCVN 5945/2005-loại A).

Sau khi xử lý, nước thải phải giảm được độ đục, màu, mùi, độ cứng và các chất hữu cơ gây bệnh thỏa các yêu cầu của Nhà nước.

Công trình càng đơn giản, càng bền vững và hiện thực thì càng tốt

Công trình cần xem xét các liên quan đến mức độ lao động với chi phí thấp, giới hạn việc phải nhập khẩu nguyên vật liệu và chuyên gia nước ngoài.

Công trình phải thỏa nhu cầu phát triển dân số.

Công trình cần thiết phải nằm trong khả năng quản lý, vận hành và bảo dưỡng của cộng đồng địa phương.

Công trình cần được thừa nhận và đồng tình cao của cộng đồng và có sự tham gia càng nhiều càng tốt của cư dân, nguyên vật liệu tại chỗ.

3. Giới Hạn Đề Tài Nghiên Cứu.

Do thời gian có hạn, cũng như người nghiên cứu chưa tích lũy được nhiều kiến thức về lĩnh vực mà mình đang nghiên cứu nên đề tài chỉ giới hạn qui mô xử lý là cụm dân cư ở nông thôn, cụ thể là khảo sát, thiết kế, xây dựng và quản lý vận hành các công trình làm sạch nước thải sinh hoạt dân dụng với qui mô nhỏ (liên quan đến một cộng đồng khoảng 200 cư dân trở lại, mức nước thải tối đa trung bình cho 1 cư dân là 250 lít/ngày đêm).

Địa điểm khảo sát để lập kế hoạch cũng như xây dựng mô hình thí điểm tại ấp 2, Xã Minh Lập, Huyện Chơn Thành, Tỉnh Bình Phước.

4. Đối Tượng Nghiên Cứu.

Đối tượng nghiên cứu là, tập trung chủ yếu vào cải tạo quy mô của công trình nhằm phù hợp với nông thôn cụ thể là công suất xử lý rất nhỏ với trung bình khoảng 20 đến dưới 100 hộ dân tức khoảng từ 100 đến 500 người với trung bình 250 lít/người trong một ngày ta có khoảng từ 25000 đến 125000 lít nước thải phải xử lý, bên cạnh đó tập trung nghiên cứu và lựa chọn quy trình cho phù hợp có tính đến tái sử dụng nước thải để nuôi cá hoặc tưới tiêu.

Một trong những công ty chuyên chế tạo hệ thống xử lý nước thải có uy tín đó là công ty môi trường tầm nhìn xanh (Gree), công ty VASECO ..cũng nghiên cứu chế tạo nhiều hệ thống xử lý nước thải có tính năng tương tự nhưng quy mô rất lớn.

5. Nhiệm Vụ Nghiên Cứu.

Đi sâu nghiên cứu tài liệu có liên quan đến đề tài, nắm vững cơ sở lý luận, các bước thực hiện nghiên cứu cải tiến.

Chuẩn bị kinh phí, sắp xếp thời gian, chăm lo cho sức khỏe để chuẩn bị tốt cho đề tài đảm bảo quá trình thực hiện được đảm bảo.

Thực hiện nghiên cứu cải tiến, xây dựng mô hình thí điểm.

Tổng hợp và xử lý kết quả và hoàn chỉnh đề tài.

Nêu ra được những nhược điểm của hệ thống xử lý chưa qua cải tiến, và tính ưu việt của hệ thống xử lý sau khi đã cải tiến, những khó khăn vướng mắc trong quá trình cải tiến, những khuyến cáo cách thức vận hành sao cho hợp lý, công trình qua cải tiến phải có tính ứng dụng thực tiễn cao có thể tiến hành xây dựng mô hình thí điểm và nhân rộng.

6. Phương Pháp Nghiên Cứu

- Phương pháp kế thừa, hồi cứu tài liệu, số liệu đã có của các đề tài, dự án, chương trình đã và đang thực hiện; Trong quá trình nghiên cứu người nghiên cứu đã đọc, tham khảo tài liệu, phân tích tổng hợp các tài liệu có liên quan đến đề tài trên mạng internet để xác định được những kỹ thuật cần thiết liên quan đến yêu cầu đề tài đặt ra.

- Phương pháp thu thập thông tin kết hợp tham vấn cộng đồng để lấy lời nhận xét từ phía người dân về vấn đề nghiên cứu có ảnh hưởng gì tới họ.

- Phương pháp xây dựng mô hình thực nghiệm, mô hình trình diễn; Quan trắc môi trường để cập nhật thông tin về chất lượng môi trường nước.

- Phương pháp tiếp thu kinh nghiệm: Người nghiên cứu đã kết hợp nhiều ý kiến khác nhau của nhiều thành viên khác nhau trên trang web diễn đàn của các kỹ sư môi trường, những người thân trong gia đình có kinh nghiệm nhằm tổng hợp những ý kiến sâu sắc nhất.

- Phương pháp thực nghiệm nghiên cứu: Sau khi nghiên cứu tổng hợp các nguồn tài liệu và đúc kết cho mình một phương pháp riêng, người nghiên cứu đã tiến hành xây dựng mô hình và so sánh với phương pháp cũ trên cơ sở phân tích hệ thống và lựa chọn xây dựng mô hình các biện pháp cần thiết để tổ chức ứng dụng thực nghiệm nhằm làm sáng tỏ vấn đề nghiên cứu cho giai đoạn tiếp theo.

7. Các Giả Thuyết

Công trình sau khi cải tiến có thể áp dụng vào thực tiễn ở những vùng nông thôn có mức độ ô nhiễm cao cần phải xử lý.

Nếu thành công hơn có thể áp dụng cho các quốc gia khác có điều kiện giống Việt Nam chúng ta.

Hệ thống xử lý nước thải mới nhìn chung phải dựa trên nguyên tắc của một hệ thống xử lý nước thải, tức phải đảm bảo chất lượng nước sau khi xử lý phải đạt tiêu chuẩn nhưng về công nghệ có thể được cải tiến cho phù hợp,

8. Kế Hoạch Nghiên Cứu

Nghiên cứu tài liệu bằng nhiều phương pháp

Nắm vững nguyên tắc cơ bản của quy trình

Tìm ra những hạn chế của quy trình cũ

Chọn phương pháp cho quy trình mới hợp lý

Cải tiến kỹ thuật cho quy trình mới

Xây dựng mơ hình thí điểm

Xử lý kết quả.

Hoàn chỉnh đề tài.

Tuần Công việc	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
Chọn đề tài	Ü					
Phân tích đề tài	Ü	Ü				
Lập kế hoạch		Ü				
Thu thập tài liệu		Ü	Ü	Ü		
Thực hiện đề tài		Ü	Ü	Ü	Ü	
Xử lý kết quả					Ü	Ü
Xây dựng mơ hình					Ü	Ü
Hồn chỉnh						Ü

CHƯƠNG II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CÁC QUÁ TRÌNH XỬ LÝ NƯỚC.

1. LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU.

Trong lĩnh vực xử lý ô nhiễm môi trường ở Việt Nam chúng ta cũng xuất hiện khá lâu chủ yếu là các công ty do nhà nước quản lý, nhưng trong những năm gần đây sự phát triển của nền kinh tế thị trường do vậy có rất nhiều các công ty tư nhân, liên doanh đang hoạt động rất hiệu quả trong lĩnh vực xử lý môi trường ở Việt Nam phải kể đến đó là:

- Công Ty Tâm Nhìn Xanh Gree.

- Công Ty VASECO.v.v.

2 CƠ SỞ PHÁP LÝ.

Có rất nhiều các quyết định, nghị định của chính phủ, nhà nước, các cơ quan chức năng có thẩm quyền về vấn đề nghiên cứu khoa học trong đó phải kể đến như.

- Quyết định của Bộ Trưởng Bộ Khoa Học Và Công Nghệ số 07/2003/QĐ-BKH&CN ngày 03/04/2003 về việc ban hành “ Quy định về việc xác định các đề tài khoa học và công nghệ và các dự án thử nghiệm cấp nhà nước”.

- Quyết định của Bộ Trưởng Bộ Đại Học, Trung Học Chuyên Nghiệp và Dạy Nghề số 901/QĐ ngày 04/8/1989 về việc ban hành quy định về công tác nghiên cứu khoa học-lao động sản xuất và chức năng nhiệm vụ, tổ chức bộ máy của các đơn vị nghiên cứu khoa học –lao động sản xuất trong các trường Đại Học.

Trên đây là một số quy định ràng buộc của nhà nước trong vấn đề nghiên cứu khoa học do vậy đề tài nghiên cứu phải dựa trên các quy định của nhà nước và đảm bảo đúng quy định.

3. CƠ SỞ KHOA HỌC VỀ XỬ LÝ NƯỚC THẢI.

3.1 TỔNG QUAN VỀ CÁC BIỆN PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Nước thải nói chung có chứa nhiều chất ô nhiễm khác nhau, đòi hỏi phải xử lý bằng những phương pháp thích hợp khác nhau. Một cách tổng quát, các phương pháp xử lý nước thải được

chia thành các loại sau:

- Phương pháp xử lý lý học;

- Phương pháp xử lý hóa học và hóa lý;

-Phương pháp xử lý sinh học.

3.2 PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ LÝ HỌC

Trong nước thải thường chứa các chất không tan ở dạng lơ lửng. Để tách các chất này ra khỏi nước thải thường sử dụng các phương pháp cơ học như lọc qua song chắn rác hoặc lưới chắn rác, lắng dưới tác dụng của trọng lực hoặc lực ly tâm, và lọc. Tùy theo kích thước, tính chất lý hóa, nồng độ chất lơ lửng, lưu lượng nước thải và mức độ cần làm sạch mà lựa chọn công nghệ xử lý thích hợp.

3.2.1 SONG CHẮN RÁC

Nước thải dẫn vào hệ thống xử lý trước hết phải qua song chắn rác. Tại đây, các thành phần có kích thước lớn (rác) như giẻ, rác, vỏ đồ hộp, lá cây, bao nylon,... được giữ lại. Nhờ đó tránh làm tắc bơm, đường ống hoặc kênh dẫn. Đây là bước quan trọng nhằm đảm bảo an toàn và điều kiện làm việc thuận lợi cho cả hệ thống xử lý nước thải.

Tùy theo kích thước khe hở, song chắn rác được phân thành loại thô, trung bình và mịn. Song chắn rác thô có khoảng cách giữa các thanh từ 60 – 100 mm và song chắn rác mịn có khoảng cách giữa các thanh từ 10 đến 25 mm. Theo hình dạng có thể phân thành song chắn rác và lưới chắn rác. Song chắn rác cũng có thể đặt cố định hoặc di động. Các loại song chắn rác được trình bày tóm tắt như sau:

Song chắn rác được làm bằng kim loại, đặt ở cửa vào kênh dẫn, nghiêng một góc $45-60^{\circ}$ nếu làm sạch thủ công hoặc nghiêng một góc $75-85^{\circ}$ nếu làm sạch bằng máy. Tiết diện của song chắn có thể tròn, vuông hoặc hỗn hợp. Song chắn tiết diện tròn có trở lực nhỏ nhất nhưng nhanh bị tắc bởi các vật giữ lại. Do đó thông dụng hơn cả là thanh có tiết diện hỗn hợp, cạnh vuông góc phía sau và cạnh tròn phía trước hướng đối diện với dòng chảy. Vận tốc nước chảy qua song chắn giới hạn trong khoảng từ 0,6 – 1 m/s. Vận tốc cực đại dao động trong khoảng 0,75 m/s – 1 m/s nhằm tránh đẩy rác qua khe của song. Vận tốc cực tiểu là 0,4 m/s nhằm tránh phân hủy các chất thải rắn.

3.2.2 LẮNG CÁT

Bể lắng cát được thiết kế để tách các tạp chất vô cơ không tan có kích thước từ 0,2 mm đến 2

mm ra khỏi nước thải nhằm bảo đảm an toàn cho bơm khỏi bị cát, sỏi bào mòn, tránh tắc đường

ống dẫn và tránh ảnh hưởng đến các công trình sinh học phía sau. Bể lắng cát có thể được phân

thành 2 loại: (1) bể lắng ngang và (2) bể lắng đứng. Ngoài ra, để tăng hiệu quả lắng cát, bể lắng cát thổi khí cũng được sử dụng rộng rãi.

Vận tốc dòng chảy trong bể lắng ngang không được vượt quá 0,3 m/s. Vận tốc này cho phép các hạt cát, hạt sỏi và các hạt vô cơ khác lắng xuống đáy, còn hầu hết các hạt hữu cơ khác không lắng và được xử lý ở những công trình tiếp theo.

3.2.3 LẮNG

Bể lắng có nhiệm vụ lắng các hạt cặn lơ lửng có sẵn trong nước thải (bể lắng đợt 1) hoặc cặn được tạo ra từ quá trình keo tụ tạo bông hay quá trình xử lý sinh học (bể lắng đợt 2). Theo chiều dòng chảy, bể lắng được phân thành: bể lắng ngang và bể lắng đứng.

Trong bể lắng ngang, dòng nước thải chảy theo phương ngang qua bể với vận tốc không lớn hơn 0,01 m/s và thời gian lưu nước từ 1,5-2,5 giờ. Các bể lắng ngang thường được sử dụng khi lưu lượng nước thải lớn hơn 15000 m³/ngày. Đối với bể lắng đứng, nước thải chuyển động theo phương thẳng đứng từ dưới lên đến vách tràn với vận tốc 0,5-0,6 m/s và thời gian lưu nước trong bể dao động trong khoảng 45 phút – 120 phút. Hiệu suất lắng của bể lắng đứng thường thấp hơn

bể lắng ngang từ 10 đến 20%.

3.2.4 TUYỂN NỔI

Phương pháp tuyển nổi thường được sử dụng để tách các tạp chất (ở dạng hạt rắn hoặc lỏng) phân tán không tan, tự lắng kém khỏi pha lỏng. Trong một số trường hợp, quá trình này còn được dùng để tách các chất hòa tan như các chất hoạt động bề mặt. Trong xử lý nước thải, quá trình tuyển nổi thường được sử dụng để khử các chất lơ lửng, làm đặc bùn sinh học. Ưu điểm cơ bản của phương pháp này là có thể khử hoàn toàn các hạt nhỏ, nhẹ, lắng chậm trong thời gian ngắn.

Quá trình tuyển nổi được thực hiện bằng cách sục các bọt khí nhỏ vào pha lỏng. Các bọt khí này sẽ kết dính với các hạt cặn. Khi khối lượng riêng của tập hợp bọt khí và cặn nhỏ hơn khối lượng riêng của nước, cặn sẽ theo bọt khí nổi lên bề mặt.

Hiệu suất quá trình tuyển nổi phụ thuộc vào số lượng, kích thước bọt khí, hàm lượng chất rắn. Kích thước tối ưu của bọt khí nằm trong khoảng 15 đến 30 μm (bình thường từ 50-120 μm). Khi hàm lượng hạt rắn cao, xác suất va chạm và kết dính giữa các hạt sẽ tăng lên, do đó lượng khí tiêu tốn sẽ giảm. Trong quá trình tuyển nổi, việc ổn định kích thước bọt khí có ý nghĩa quan trọng. Để đạt mục đích

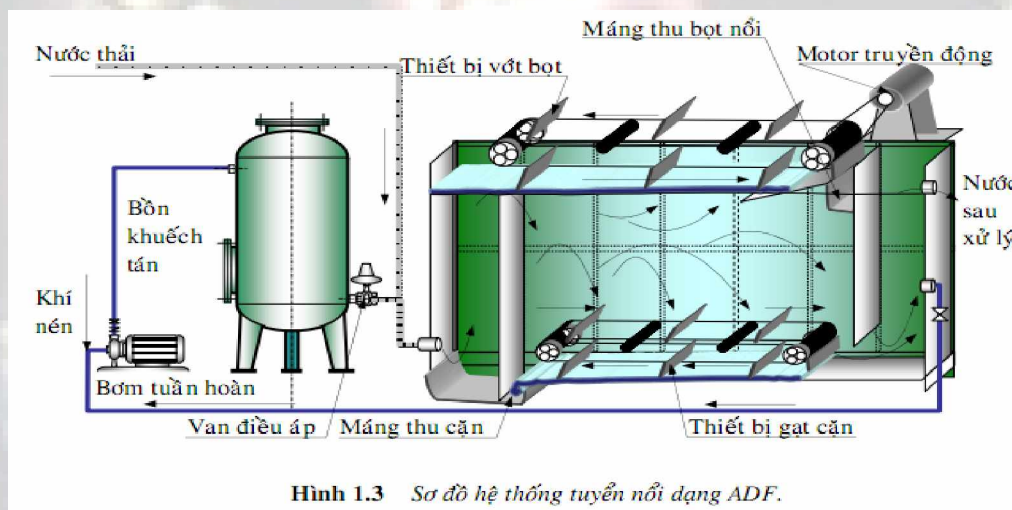
này đôi khi người ta bổ sung thêm vào nước các chất tạo bọt có tác dụng làm giảm năng lượng bề mặt phân pha như cresol, natri alkylsilicat, phenol, ... Điều kiện tốt nhất để tách các hạt trong quá trình tuyển nổi là khi tỷ số giữa lượng pháp khí và pha rắn đạt 0,01 – 0,1.

Tùy theo phương thức cấp không khí vào nước, quá trình tuyển nổi được thực hiện theo các phương thức sau:

Tuyển nổi bằng khí phân tán (Dispersed Air Flotation). Trong trường hợp này, thổi trực tiếp khí nén vào bể tuyển nổi để tạo thành bọt khí có kích thước từ 0,1 – 1 mm, gây xáo trộn hỗn hợp khí – nước chứa cặn. Cặn tiếp xúc với bọt khí, dính kết và nổi lên bề mặt.

Tuyển nổi chân không (Vacuum Flotation). Trong trường hợp này, bão hòa không khí ở áp suất khí quyển, sau đó, thoát khí ra khỏi nước ở áp suất chân không. Hệ thống này thường ít sử dụng trong thực tế vì khó vận hành và chi phí cao.

Tuyển nổi bằng khí hòa tan (Dissolved Air Flotation). Sục không khí vào nước ở áp suất cao (2-4 atm), sau đó giảm áp giải phóng khí. Không khí thoát ra sẽ tạo thành bọt khí có kích thước 20-100 μm (Hình 3.4).



Hình 1.3 Sơ đồ hệ thống tuyển nổi dạng ADF.

3.2.5 LỌC

Lọc được ứng dụng để tách các tạp chất có kích thước nhỏ khi không thể loại được bằng phương pháp lắng. Quá trình lọc ít khi dùng trong xử lý nước thải, thường chỉ sử dụng trong trường hợp nước sau khi xử lý đòi hỏi có chất lượng cao.

Để lọc nước thải, người ta có thể sử dụng nhiều loại bể lọc khác nhau. Thiết bị lọc có thể được phân loại theo nhiều cách khác nhau: theo đặc tính như lọc gián đoạn và lọc liên tục; theo dạng của quá trình như làm đặc và lọc trong; theo áp suất trong quá trình lọc như lọc chân không (áp suất 0,085 MPa), lọc áp lực (từ 0,3 đến 1,5 MPa) hay lọc dưới áp suất thủy tĩnh của cột chất lỏng;

Trong các hệ thống xử lý nước thải công suất lớn không cần sử dụng các thiết bị lọc áp suất cao mà dùng các bể lọc với vật liệu lọc dạng hạt. Vật liệu lọc có thể sử dụng là cát thạch anh, than cốc, hoặc sỏi nghiền, thậm chí cả than nâu hoặc than gỗ. Việc lựa chọn vật liệu lọc tùy thuộc vào loại nước thải và điều kiện địa phương. Quá trình lọc xảy ra theo những cơ chế sau:

- Sàng lọc để tách các hạt rắn hoàn toàn bằng nguyên lý cơ học;
- Lắng trọng lực;
- Giữ hạt rắn theo quán tính;
- Hấp phụ hóa học;
- Hấp phụ vật lý;
- Quá trình dính bám;
- Quá trình lắng tạo bông.

Thiết bị lọc với lớp hạt có thể được phân loại thành thiết bị lọc chậm, thiết bị lọc nhanh, thiết bị lọc hở và thiết bị lọc kín. Chiều cao lớp vật liệu lọc trong thiết bị lọc hở dao động trong khoảng 1-2 m và trong thiết bị lọc kín từ 0,5 – 1 m.

4 PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ HÓA HỌC VÀ HÓA LÝ

4.1 TRUNG HÒA

Nước thải chứa các acid vô cơ hoặc kiềm cần được trung hòa đưa pH về khoảng 6,5 đến 8,5 trước khi thải vào nguồn nhận hoặc sử dụng cho công nghệ xử lý tiếp theo. Trung hòa nước thải có thể thực hiện bằng nhiều cách nhau:

- Trộn lẫn nước thải acid với nước thải kiềm;
- Bổ sung các tác nhân hóa học;
- Lọc nước acid qua vật liệu có tác dụng trung hòa;
- Hấp thụ khí acid bằng nước kiềm hoặc hấp thụ ammoniac bằng nước acid.

Để trung hòa nước thải chứa acid có thể sử dụng các tác nhân hóa học như NaOH, KOH, Na_2CO_3 , nước ammoniac NH_4OH , CaCO_3 , MgCO_3 , đolômít ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) và xi măng. Song tác nhân rẻ nhất là vôi sữa 5-10% $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tiếp đó là soda và NaOH ở dạng phế thải.

Trong trường hợp trung hòa nước thải acid bằng cách lọc qua vật liệu có tác dụng trung hòa, vật liệu lọc sử dụng có thể là manhêtit (MgCO_3), đolômít, đá vôi, đá phấn, đá hoa và các chất thải rắn như xỉ và xỉ tro. Khi lọc nước thải chứa HCl và HNO_3 qua lớp đá vôi, thường chọn tốc độ lọc từ 0,5 – 1 m/h. Trong trường hợp lọc nước thải chứa tới 0,5% H_2SO_4 qua lớp đolômít, tốc độ lọc lấy từ 0,6-0,9 m/h. Khi nồng độ H_2SO_4 lên đến 2% thì tốc độ lọc lấy bằng 0,35 m/h.

Để trung hòa nước thải kiềm có thể có thể dụng khí acid (chứa CO_2 , SO_2 , NO_2 , N_2O_3 ,...). Việc sử dụng khí acid không những cho phép trung hòa nước thải mà đồng thời tăng hiệu quả làm sạch chính khí thải khỏi các cấu tử độc hại.

Việc lựa chọn phương pháp trung hòa là tùy thuộc vào thể tích và nồng độ của nước thải, chế độ thải nước và chi phí hóa chất sử dụng.

4.2 OXY HÓA KHỬ

Để làm sạch nước thải, có thể sử dụng các tác nhân oxy hóa như clo ở dạng khí và hóa lỏng, dioxyt clo, clorat canxi, hypoclorit canxi và natri, permanganat kali, bicromat kali, peroxy hydro (H_2O_2), oxy của không khí, ozone, pyroluzit (MnO_2). Quá trình oxy hóa sẽ chuyển các chất độc hại trong nước thải thành các chất ít độc hại hơn và tách khỏi nước. Quá trình này tiêu tốn nhiều hóa chất nên thường chỉ sử dụng khi không thể xử lý bằng những phương pháp khác.

4.3 KEO TỤ - TẠO BÔNG

Trong nguồn nước, một phần các hạt thường tồn tại ở dạng các hạt keo mịn phân tán, kích thước của hạt thường dao động trong khoảng 0,1 đến 10 μm . Các hạt này không nổi cũng không lắng, và do đó tương đối khó tách loại. Vì kích thước hạt nhỏ, tỷ số diện tích bề mặt và thể tích của chúng rất lớn nên hiện tượng hóa học bề mặt trở nên rất quan trọng. Theo nguyên tắc, các hạt nhỏ trong nước có khuynh hướng keo tụ do lực hút VanderWaals giữa các hạt. Lực này có thể dẫn đến sự dính kết giữa các hạt ngay khi khoảng cách giữa chúng đủ nhỏ nhờ va chạm. Sự va chạm xảy ra do chuyển động Brown và do tác động của sự xáo trộn. Tuy nhiên, trong trường hợp phân tán keo, các hạt duy trì trạng thái phân tán nhờ lực đẩy tĩnh điện vì bề mặt các hạt mang tích điện, có thể là điện tích âm hoặc điện tích dương nhờ sự hấp thụ có chọn lọc các ion trong dung dịch hoặc sự ion hóa các nhóm hoạt hóa. Trạng thái lơ lửng của các hạt keo được bền hóa nhờ lực đẩy tĩnh điện. Do đó, để phá tính bền của hạt keo cần trung hòa điện tích bề mặt của chúng, quá trình này

được gọi là quá trình keo tụ. Các hạt keo đã bị trung hòa điện tích có thể liên kết với những hạt keo khác tạo thành bông cặn có kích thước lớn hơn, nặng hơn và lắng xuống, quá trình này được gọi là quá trình tạo bông.

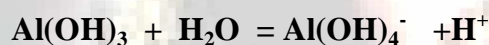
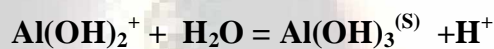
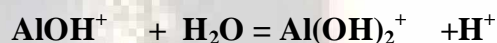
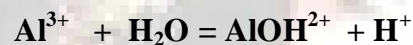
Những chất keo tụ thường dùng nhất là các muối sắt và muối nhôm như:

° $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, NaAlO_2 , $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

° FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Trong các loại phèn nhôm, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ được dùng rộng rãi nhất do có tính hòa tan tốt trong nước, chi phí thấp và hoạt động có hiệu quả trong khoảng $\text{pH} = 5,0 - 7,5$.

Quá trình điện ly và thủy phân $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ xảy ra như sau:



Ngôi ra, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ có thể sử dụng với $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ trong nước theo phương trình phản ứng sau:



Trong phần lớn các trường hợp, người ta sử dụng hỗn hợp NaAlO_2 và $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ theo tỷ lệ (10:1)

(20:1). Phản ứng xảy ra như sau:

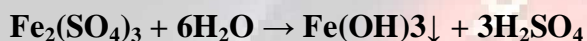
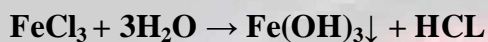


Việc sử dụng hỗn hợp muối trên cho phép mở rộng khoảng pH tối ưu của môi trường cũng như tăng hiệu quả quá trình keo tụ tạo bông

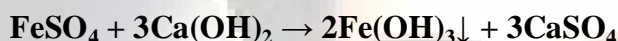
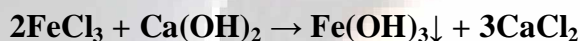
Các muối sắt được sử dụng làm chất keo tụ có nhiều ưu điểm hơn so với các muối nhôm do:

- Tác dụng tốt hơn ở nhiệt độ thấp;
- Có khoảng giá trị pH tối ưu của môi trường rộng hơn;
- Độ bền lớn;
- Có thể khử mùi H_2S .

Tuy nhiên, các muối sắt cũng có nhược điểm là tạo thành phức hòa tan có màu do phản ứng của ion sắt với các hợp chất hữu cơ. Quá trình keo tụ sử dụng muối sắt xảy ra do các phản ứng sau:



Trong điều kiện kiềm hĩa:



Chất Trợ Keo Tụ

Để tăng hiệu quả quá trình keo tụ tạo bông, người ta thường sử dụng các chất trợ keo tụ (flucculant). Việc sử dụng chất trợ keo tụ cho phép giảm liều lượng chất keo tụ, giảm thời gian quá trình keo tụ và tăng tốc độ lắng của các bông keo. Các chất trợ keo tụ nguồn gốc thiên nhiên thường dùng là tinh bột, dextrin $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, các ete, cellulose, dioxit silic hoạt tính $(\text{xSiO}_2.\text{yH}_2\text{O})$.

Các chất trợ keo tụ tổng hợp thường dùng là polyacrylamit $(\text{CH}_2\text{CHCONH}_2)_n$. Tùy thuộc vào các nhóm ion khi phân ly mà các chất trợ đông tụ có điện tích âm hoặc dương như polyacrylic acid $(\text{CH}_2\text{CHCOO})_n$ hoặc polydiallyldimetyl-amon.

Liều lượng chất keo tụ tối ưu sử dụng trong thực tế được xác định bằng thí nghiệm Jartest (Hình 3.5).

4.4 HẤP PHỤ

Phương pháp hấp phụ được dùng rộng rãi để làm sạch triệt để nước thải khỏi các chất hữu cơ hòa tan không xử lý được bằng các phương pháp khác. Tùy theo bản chất, quá trình hấp phụ được phân loại thành: hấp phụ lý học và hấp phụ hóa học.

Hấp phụ lý học là quá trình hấp phụ xảy ra nhờ các lực liên kết vật lý giữa chất bị hấp phụ và bề mặt chất hấp phụ như lực liên kết VanderWaals. Các hạt bị hấp phụ vật lý chuyển động tự do trên bề mặt chất hấp phụ và đây là quá trình hấp phụ đa lớp (hình thành nhiều lớp phân tử trên bề mặt chất hấp phụ).

- Hấp phụ hóa học là quá trình hấp phụ trong đó có xảy ra phản ứng hóa học giữa chất bị hấp phụ và chất hấp phụ. Trong xử lý nước thải, quá trình hấp phụ thường là sự kết hợp của cả hấp phụ vật lý và hấp phụ hóa học.

Khả năng hấp phụ của chất hấp phụ phụ thuộc vào:

- Diện tích bề mặt chất hấp phụ (m^2/g);
- Nồng độ của chất bị hấp phụ;
- Vận tốc tương đối giữa hai pha;
- Cơ chế hình thành liên kết: hóa học hoặc lý học.

4.5 TRAO ĐỔI ION

Phương pháp trao đổi ion được dùng để tách các kim loại như Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg, Cd, V, Mn,... cũng như các hợp chất Asten, Phospho, cyanua, chất phóng xạ, ... khỏi nước và nước thải.

Phương pháp này cho phép thu hồi những chất có giá trị và đạt mức độ làm sạch cao. Đây còn là phương pháp được ứng dụng rộng rãi để tách muối trong xử lý nước và nước thải.

Trao đổi ion là một quá trình trong đó các ion trên bề mặt của chất rắn trao đổi với ion cùng điện tích trong dung dịch khi tiếp xúc với nhau. Trao đổi ion là cũng một quá trình hấp thụ, trong đó, các ion có trong dung dịch thay thế những ion của chất trao đổi không hòa tan (còn gọi mạng trao đổi ion). Chất trao đổi ion dùng trong công nghiệp hầu hết là những polyme không tan, được gọi là nhựa trao đổi ion. Mạng polyme chứa những nhóm có khả năng kết hợp với các ion dương (chất trao đổi cation - cationit) hoặc kết hợp với các ion âm (chất trao đổi anion - anionit). Chất

trao đổi ion có khả năng trao đổi với cả cation và anion được gọi là chất trao đổi lưỡng tính.

Các chất trao đổi ion có thể là các chất vô cơ hoặc hữu cơ, có nguồn gốc tự nhiên hay tổng hợp nhân tạo. Thuộc nhóm các chất trao đổi ion vô cơ tự nhiên gồm các zeolit, kim loại khoáng chất, đất sét, fenspat,... Các chất có tính chất trao đổi cation là chất chứa nhôm silicat loại: $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$. Các chất flour apatit $[Ca_5(PO_4)_3]F$ và hydroxyt apatit $[Ca_5(PO_4)_3]OH$ cũng có tính trao đổi ion. Chất trao đổi ion vô cơ tổng hợp gồm silicagen, các oxyt khó tan và hydroxyt của một số kim loại như nhôm, crom, ...

Các chất trao đổi ion hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên gồm acid humic của đất và than đá, chúng mang tính acid yếu. Để tăng tính acid và dung lượng trao đổi người ta nghiền nhỏ than và lưu hóa ở điều kiện dư ôleum. Than sunfo là các chất điện ly cao phân tử, rở và chứa cả các nhóm acid mạnh và acid yếu. Các chất trao đổi ion này có nhược điểm là độ bền hóa học và độ bền cơ học thấp, dung lượng thể tích không lớn, đặc biệt trong môi trường trung tính. Các chất trao đổi ion hữu cơ tổng

hợp là các nhựa có bề mặt riêng lớn, là các hợp chất cao phân tử. Các gốc hydrocarbon của chúng tạo nên lưới không gian với các nhóm có chức năng trao đổi cố định.

Khả năng trao đổi ion của các chất trao đổi ion được đặc trưng bởi dung lượng trao đổi tính bằng số đương lượng ion được trao đổi trên một đơn vị khối lượng hay thể tích chất trao đổi ion. Hay nói cách khác, dung lượng trao đổi được xác định trên cơ sở số lượng nhóm hoạt động trên một đơn vị khối lượng chất trao đổi. Dung lượng trao đổi phụ thuộc vào đặc tính của những nhóm hoạt động. Đối với chất trao đổi ion axit yếu và bazơ yếu, dung lượng trao đổi sẽ phụ thuộc nhiều vào sự thay đổi pH của dung dịch. Như vậy, bên cạnh dung lượng trao đổi tổng cộng, còn phải tính đến dung lượng trao đổi hữu ích, là một phần dung lượng trao đổi tổng cộng được sử dụng dưới những điều kiện thí nghiệm hoặc áp dụng thực tế. Dung lượng trao đổi tổng cộng có thể được xác định trong phòng thí nghiệm bằng phương pháp chuẩn độ với axit (đối với cột trao đổi anion ở dạng OH⁻) hoặc với bazơ (đối với cột trao đổi cation ở dạng H⁺). Dung lượng trao đổi cũng được xác định bằng cách đường cong ngưỡng hấp thụ.

5 PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

Phương pháp sinh học được ứng dụng để xử lý các chất hữu cơ hòa tan có trong nước thải cũng như một số chất vô cơ như H₂S, sunfit, ammonia, nitơ,... dựa trên cơ sở hoạt động của vi sinh vật để phân hủy các chất hữu cơ gây ô nhiễm. Vi sinh vật sử dụng chất hữu cơ và một số khoáng chất làm thức ăn để sinh trưởng và phát triển. Một cách tổng quát, phương pháp xử lý sinh học có thể phân chia thành 2 loại:

- Phương pháp kỵ khí sử dụng nhóm vi sinh vật kỵ khí, hoạt động trong điều kiện không có oxy;
- Phương pháp hiếu khí sử dụng nhóm vi sinh vật hiếu khí, hoạt động trong điều kiện cung cấp oxy liên tục.

Quá trình phân hủy các chất hữu cơ nhờ vi sinh vật gọi là quá trình oxy hóa sinh hóa. Để thực hiện quá trình này, các chất hữu cơ hòa tan, cả chất keo và các chất phân tán nhỏ trong nước thải cần di chuyển vào bên trong tế bào vi sinh vật theo ba giai đoạn chính như sau:

- Chuyển các chất ô nhiễm từ pha lỏng tới bề mặt tế bào vi sinh vật;

- Khuếch tán từ bề mặt tế bào qua màng bán thấm do sự chênh lệch nồng độ bên trong và bên ngoài tế bào;

- Chuyển hóa các chất trong tế bào vi sinh vật, sản sinh năng lượng và tổng hợp tế bào mới.

Tốc độ quá trình oxy hóa sinh hóa phức tạp thuộc vào nồng độ chất hữu cơ, hàm lượng các tạp chất và mức độ ổn định của lưu lượng nước thải vào hệ thống xử lý. Ở mỗi điều kiện xử lý nhất định, các yếu tố chính ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng sinh hóa là chế độ thủy động, hàm lượng oxy trong nước thải, nhiệt độ, pH, dinh dưỡng và nguyên tố vi lượng.

5.1 PHƯƠNG PHÁP KỶ KHÍ

Quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ là quá trình sinh hóa phức tạp tạo ra hàng trăm sản phẩm trung gian và phản ứng trung gian. Tuy nhiên, phương trình phản ứng sinh hóa trong điều kiện kỵ khí có thể biểu diễn đơn giản như sau:

Vi sinh vật

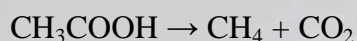
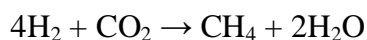
Chất hữu cơ -----> $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{Tế bào mới}$

Một cách tổng quát, quá trình phân hủy kỵ khí xảy ra theo 4 giai đoạn (Hình 1.8):

- Giai đoạn 1: Thủy phân, cắt mạch các hợp chất cao phân tử;
- Giai đoạn 2: Acid hóa;
- Giai đoạn 3: Acetate hóa;
- Giai đoạn 4: Methane hóa.

Các chất thải hữu cơ chứa các nhiều chất hữu cơ cao phân tử như proteins, chất béo, carbohydrates, celluloses, lignin,... trong giai đoạn thủy phân, sẽ được cắt mạch tạo thành những phân tử đơn giản hơn, dễ phân hủy hơn. Các phản ứng thủy phân sẽ chuyển hóa protein thành amino acids, carbohydrate thành đường đơn, và chất béo thành các acid béo. Trong giai đoạn acid hóa, các chất hữu cơ đơn giản lại được tiếp tục chuyển hóa thành acetic acid, H_2 và CO_2 . Các acid béo dễ bay hơi chủ yếu là acetic acid, propionic acid và lactic acid. Bên cạnh đó, CO_2 và H_2 , methanol, các rượu đơn giản khác cũng được hình thành trong quá trình cắt mạch carbohydrat. Vi sinh vật chuyển hóa methane chỉ có thể phân hủy một số loại cơ chất nhất định

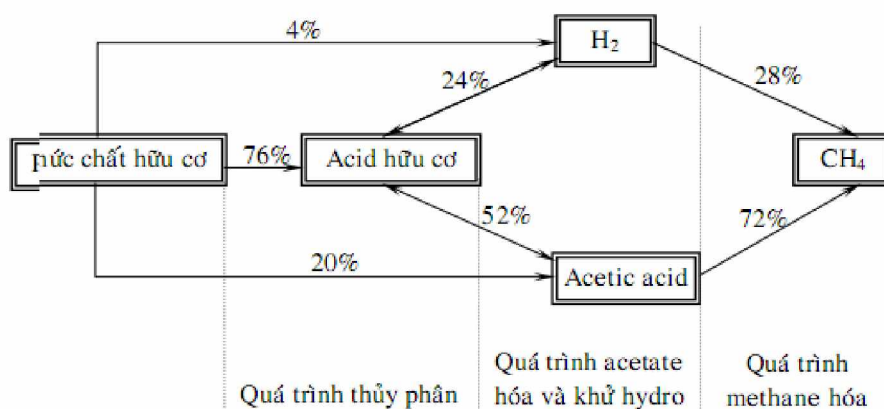
như $\text{CO}_2 + \text{H}_2$, formate, acetate, methanol, methylamines và CO. Các phương trình phản ứng xảy ra như sau:



Tùy theo trạng thái của bùn, có thể chia quá trình xử lý kỵ khí thành:

Quá trình xử lý kỵ khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng như quá trình tiếp xúc kỵ khí (Anaerobic Contact Process), quá trình xử lý bằng lớp bùn kỵ khí với dòng nước đi từ dưới lên (Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB);

Quá trình xử lý kỵ khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám như quá trình lọc kỵ khí (Anaerobic Filter Process).

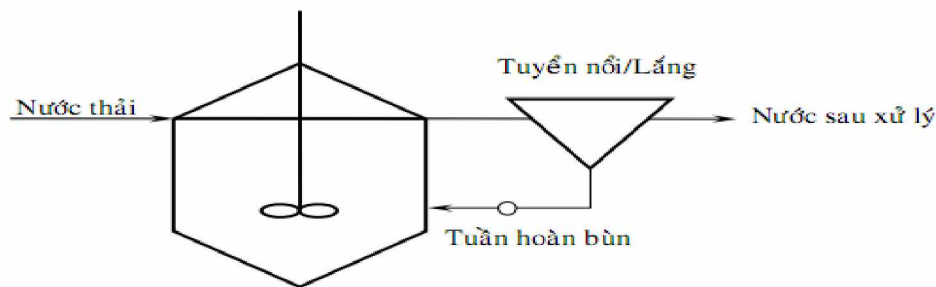


Hình 1.8 Quá trình phân hủy kỵ khí.

Quá Trình Tiếp Xúc Kỵ Khí (Anaerobic Contact Process)

Một số loại nước thải có hàm lượng chất hữu cơ cao có thể xử lý rất hiệu quả bằng quá trình tiếp xúc kỵ khí (Hình 1.9). Quá trình phân hủy xảy ra trong bể kín với bùn tuần hoàn. Hỗn hợp bùn

và nước thải trong bể được khuấy trộn hoàn toàn. Sau khi phân hủy, hỗn hợp được đưa sang bể lắng hoặc bể tuyển nổi để tách riêng bùn và nước. Bùn được tuần hoàn trở lại bể kỵ khí. Lượng bùn dư thải bỏ thường rất ít do tốc độ sinh trưởng của vi sinh vật khá chậm.



Hình 1.9 Sơ đồ thiết bị xử lý sinh học tiếp xúc kỵ khí.

UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

Đây là một trong những quá trình kỵ khí được ứng dụng rộng rãi nhất trên thế giới do hai đặc điểm chính sau:

- Cả ba quá trình, phân hủy - lắng bùn - tách khí, được lắp đặt trong cùng một công trình;
 - Tạo thành các loại bùn hạt có mật độ vi sinh vật rất cao và tốc độ lắng vượt xa so với bùn hoạt tính hiếu khí dạng lơ lửng.
- Bên cạnh đó, quá trình xử lý sinh học kỵ khí sử dụng UASB còn có những ưu điểm so với quá trình bùn hoạt tính hiếu khí như:

- Ít tiêu tốn năng lượng vận hành;
- Ít bùn dư, nên giảm chi phí xử lý
- Bùn sinh ra dễ tách nước;
- Nhu cầu dinh dưỡng thấp nên giảm được chi phí bổ sung dinh dưỡng;
- Có khả năng thu hồi năng lượng từ khí methane;
- Có khả năng hoạt động theo mùa vì bùn kỵ khí có thể hồi phục và hoạt động được sau một thời gian ngưng không nạp liệu.

Sơ đồ bể UASB được trình bày trong Hình 1.10. Nước thải được nạp liệu từ phía đáy bể, đi qua lớp bùn hạt, quá trình xử lý xảy ra khi các chất hữu cơ trong nước thải tiếp xúc với bùn hạt. Khí sinh ra trong điều kiện kỵ khí (chủ yếu là methane và CO₂) sẽ tạo nên dòng tuần hoàn cục bộ giúp cho quá trình hình thành và duy trì bùn sinh học dạng hạt. Khí sinh ra từ lớp bùn sẽ dính bám vào các hạt bùn và cùng với khí tự do nổi lên phía mặt bể. Tại đây, quá trình tách pha khí-lỏng-rắn xảy ra nhờ bộ phận tách pha. Khí theo ống dẫn qua bồn hấp thu chứa dung dịch NaOH 5-10%. Bùn sau khi tách khỏi bọt khí lại lắng xuống. Nước thải theo màng tràn răng cửa dẫn đến công trình xử lý tiếp theo.

Vận tốc nước thải đưa vào bể UASB được duy trì trong khoảng 0,6-0,9 m/h. pH thích hợp cho quá trình phân hủy kỵ khí dao động trong khoảng 6,6-7,6. Do đó cần cung cấp đủ độ kiềm (1000 – 5000 mg/L) để bảo đảm pH của nước thải luôn luôn > 6,2 vì ở pH < 6,2, vi sinh vật chuyển hóa methane không hoạt động được. Cần lưu ý rằng chu trình sinh trưởng của vi sinh vật acid hóa ngắn hơn rất nhiều so với vi sinh vật acetate hóa (2-3 giờ ở 35⁰C so với 2-3 ngày, ở điều kiện tối

ưu). Do đó, trong quá trình vận hành ban đầu, tải trọng chất hữu cơ không được quá cao vì vi sinh vật acid hóa sẽ tạo ra acid béo dễ bay hơi với tốc độ nhanh hơn rất nhiều lần so với tốc độ chuyển hóa các acid này thành acetate dưới tác dụng của vi sinh vật acetate hóa.

Do tại Việt Nam chưa có loại bùn hạt nên quá trình vận hành được thực hiện với tải trọng ban đầu khoảng 3 kg COD/m³.ngày. Mỗi khi đạt đến trạng thái ổn định, tải trọng này sẽ được tăng lên gấp đôi cho đến khi đạt tải trọng 15 - 20 kg COD/m³.ngày. Thời gian này kéo dài khoảng 3 -4 tháng. Sau đó, bể sẽ hoạt động ổn định và có khả năng chịu quá tải, cũng như nồng độ chất thải khá cao. Khí metan thu được có thể sử dụng cho việc đun nấu và cung cấp nhiệt. Lượng bùn sinh ra rất nhỏ nên không cần thiết phải đặt vấn đề xử lý bùn. Quá trình xử lý này chỉ tiêu tốn một lượng nhỏ năng lượng dùng để bơm nước.

Quá Trình Lọc Kỵ Khí (Anaerobic Filter Process)

Bể lọc kỵ khí là một cột chứa vật liệu tiếp xúc để xử lý chất hữu cơ chứa carbon trong nước thải. Nước thải được dẫn vào cột từ dưới lên, tiếp xúc với lớp vật liệu trên đó có vi sinh vật kỵ khí sinh trưởng và phát triển. Vì vi sinh vật được giữ trên bề mặt vật liệu tiếp xúc và không bị rửa trôi theo nước sau xử lý nên thời gian lưu của tế bào vi sinh vật (thời gian lưu bùn) rất cao (khoảng 100 ngày).

5.2 PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC HIẾU KHÍ

Quá trình xử lý sinh học hiếu khí nước thải gồm ba giai đoạn sau:

Các quá trình xử lý sinh học bằng phương pháp hiếu khí có thể xảy ra ở điều kiện tự nhiên hoặc nhân tạo. Trong các công trình xử lý nhân tạo, người ta tạo điều kiện tối ưu cho quá trình oxy hóa sinh hóa nên quá trình xử lý có tốc độ và hiệu suất cao hơn rất nhiều. Tùy theo trạng thái tồn tại của vi sinh vật, quá trình xử lý sinh học hiếu khí nhân tạo có thể chia thành:

Xử lý sinh học hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng chủ yếu được sử dụng để khử chất hữu cơ chứa carbon như quá trình bùn hoạt tính, hồ làm thoáng, bể phản ứng hoạt động gián đoạn, quá trình lên men phân hủy hiếu khí. Trong số những quá trình này, quá trình bùn hoạt tính là quá trình phổ biến nhất.

Xử lý sinh học hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám như quá trình bùn hoạt tính dính bám, bể lọc nhỏ giọt, bể lọc cao tải, đĩa sinh học, bể phản ứng nitrate hóa với màng cố định.

Bể Bùn Hoạt Tính Với Vi Sinh Vật Sinh Trưởng Lơ Lửng

Trong bể bùn hoạt tính hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng, quá trình phân hủy xảy ra khi nước thải tiếp xúc với bùn trong điều kiện sục khí liên tục. Việc sục khí nhằm đảm bảo các yêu cầu cung cấp đủ lượng oxy một cách liên tục và duy trì bùn hoạt tính ở trạng thái lơ lửng. Nồng độ oxy hòa tan trong nước ra khỏi bể lắng đợt 2 không được nhỏ hơn 2 mg/L. Tốc độ sử dụng oxy hòa tan trong bể bùn hoạt tính phụ thuộc vào:

- Tỷ số giữa lượng thức ăn (chất hữu cơ có trong nước thải) và lượng vi sinh vật: tỷ lệ 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 hòa tan.

Để thiết kế và vận hành hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí một cách hiệu quả cần phải hiểu rõ vai trò quan trọng của quần thể vi sinh vật. Các vi sinh vật này sẽ phân hủy các chất hữu cơ có trong nước thải và thu năng lượng để chuyển hóa thành tế bào mới, chỉ một phần chất hữu cơ bị oxy hóa hoàn toàn thành CO_2 , H_2O , NO_3^- , SO_4^{2-} , ... Một cách tổng quát, vi sinh vật tồn tại trong hệ thống bùn hoạt tính bao gồm *Pseudomonas*, *Zoogloea*, *Achromobacter*, *Flacobacterium*, *Nocardia*, *Bdellovibrio*, *Mycobacterium*, và hai loại vi khuẩn nitrate hóa *Nitrosomonas* và *Nitrobacter*. Thêm vào đó, nhiều loại vi khuẩn dạng sợi như *Sphaerotilus*, *Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Lecicothrix*, và *Geotrichum* cũng tồn tại.

Yêu cầu chung khi vận hành hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí là nước thải đưa vào hệ thống cần có hàm lượng SS không vượt quá 150 mg/L, hàm lượng sản phẩm dầu mỡ không quá 25 mg/L, pH = 6,5 – 8,5, nhiệt độ $6^\circ\text{C} < t^\circ\text{C} < 37^\circ\text{C}$.

Bể Hoạt Động Gián Đoạn (Sequencing Batch Reactor – SBR)

Bể hoạt động gián đoạn là hệ thống xử lý nước thải với bùn hoạt tính theo kiểu làm đầy và xả cạn. Quá trình xảy ra trong bể SBR tương tự như trong bể bùn hoạt tính hoạt động liên tục chỉ có điều tất cả xảy ra trong cùng một bể và được thực hiện lần

lượt theo các bước: (1) -Làm đầy; (2)-Phản ứng; (3)-Lắng; (4)-Xả cặn; (5)-Ngưng. Bể Bùn Hoạt Tính Với Vi Sinh Vật Sinh Trưởng Dạng Đính Bám (Attached Growth

Activated Sludge Reactor)

Nguyên lý hoạt động của bể này tương tự như trường hợp vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng, chỉ khác là vi sinh vật phát triển dính bám trên vật liệu tiếp xúc đặt trong bể.

Bể Lọc Sinh Học Nhỏ Giọt (Trickling Filter)

Bể lọc sinh học là một thiết bị phản ứng sinh học trong đó các vi sinh vật sinh trưởng cố định trên lớp vật liệu lọc. Bể lọc hiện đại bao gồm một lớp vật liệu dễ thấm nước với vi sinh vật dính kết trên đó. Nước thải đi qua lớp vật liệu này sẽ thấm hoặc nhỏ giọt trên đó. Vật liệu lọc thường là đá dăm hoặc các khối vật liệu dẻo có hình thù khác nhau. Nếu vật liệu lọc là đá hoặc sỏi thì kích thước hạt dao động trong khoảng 25-100 mm, chiều sâu lớp vật liệu dao động trong khoảng 0,9-

2,5 m, trung bình là 1,8 m. Bể lọc với vật liệu là đá dăm thường có dạng tròn. Nước thải được phân phối trên lớp vật liệu lọc nhờ bộ phận phân phối. Bể lọc với vật liệu lọc là chất dẻo có thể có dạng tròn, vuông, hoặc nhiều dạng khác với chiều cao biến đổi từ 4-12 m. Ba loại vật liệu bằng chất dẻo thường dùng là (1) vật liệu với dòng chảy thẳng đứng, (2) vật liệu với dòng chảy ngang, (3) vật liệu đa dạng.

Chất hữu cơ sẽ bị phân hủy bởi quần thể vi sinh vật dính kết trên lớp vật liệu lọc. Các chất hữu cơ có trong nước thải sẽ bị hấp phụ vào màng vi sinh vật dày 0,1 – 0,2 mm và bị phân hủy bởi vi sinh vật hiếu khí. Khi vi sinh vật sinh trưởng và phát triển, bề dày lớp màng tăng lên, do đó, oxy đã bị tiêu thụ trước khi khuếch tán hết chiều dày lớp màng sinh vật. Như vậy, môi trường kỵ khí được hình thành ngay sát bề mặt vật liệu lọc.

Khi chiều dày lớp màng tăng lên, quá trình đồng hóa chất hữu cơ xảy ra trước khi chúng tiếp xúc với vi sinh vật gần bề mặt vật liệu lọc. Kết quả là vi sinh vật ở đây bị phân hủy nội bào, không còn khả năng dính bám lên bề mặt vật liệu lọc, và bị rửa trôi.

Đĩa sinh học (Rotating Biological Contactor)

Đĩa sinh học gồm hàng loạt đĩa tròn, phẳng, bằng polystyren hoặc polyvinylclorua (PVC) lắp trên một trục. Các đĩa được đặt ngập trong nước một phần và quay chậm. Trong quá trình vận hành, vi sinh vật sinh trưởng, phát triển trên bề mặt đĩa hình thành một lớp màng mỏng bám trên bề mặt đĩa. Khi đĩa quay, lớp màng sinh học sẽ tiếp xúc với chất hữu cơ trong nước thải và với khí quyển để hấp thụ oxy.

Đĩa quay sẽ ảnh hưởng đến sự vận chuyển oxy và đảm bảo cho vi sinh vật tồn tại trong điều kiện hiếu khí.

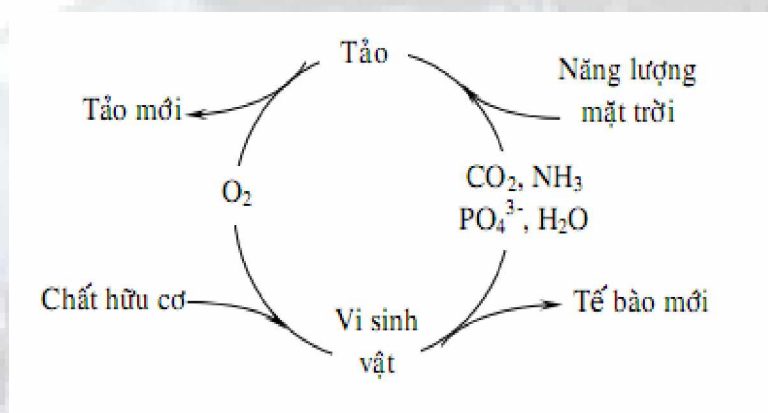
5.3 HỒ SINH VẬT

Tùy theo nồng độ oxy hòa tan có trong hồ, hệ thống hồ sinh vật được phân loại thành: (1) hồ hiếu khí, (2) hồ hiếu khí tùy tiện, và (3) hồ kỵ khí.

Hồ hiếu khí

Hồ sinh vật hiếu khí đơn giản nhất là các hồ bằng đất dùng để xử lý nước thải bằng các quá trình tự nhiên dưới tác dụng của cả vi sinh vật và tảo. Hồ hiếu khí chứa vi sinh vật và tảo ở dạng lơ lửng, và điều kiện hiếu khí chiếm ưu thế suốt độ sâu hồ. Có hai loại hồ hiếu khí cơ bản: (1) hồ nuôi tảo nhằm tạo điều kiện để tảo phát triển mạnh nhất, có độ sâu từ 150 – 450 mm; (2) hồ hiếu khí nhằm đạt được lượng oxy hòa tan trong hồ lớn nhất, có độ sâu $\leq 1,5$ m.

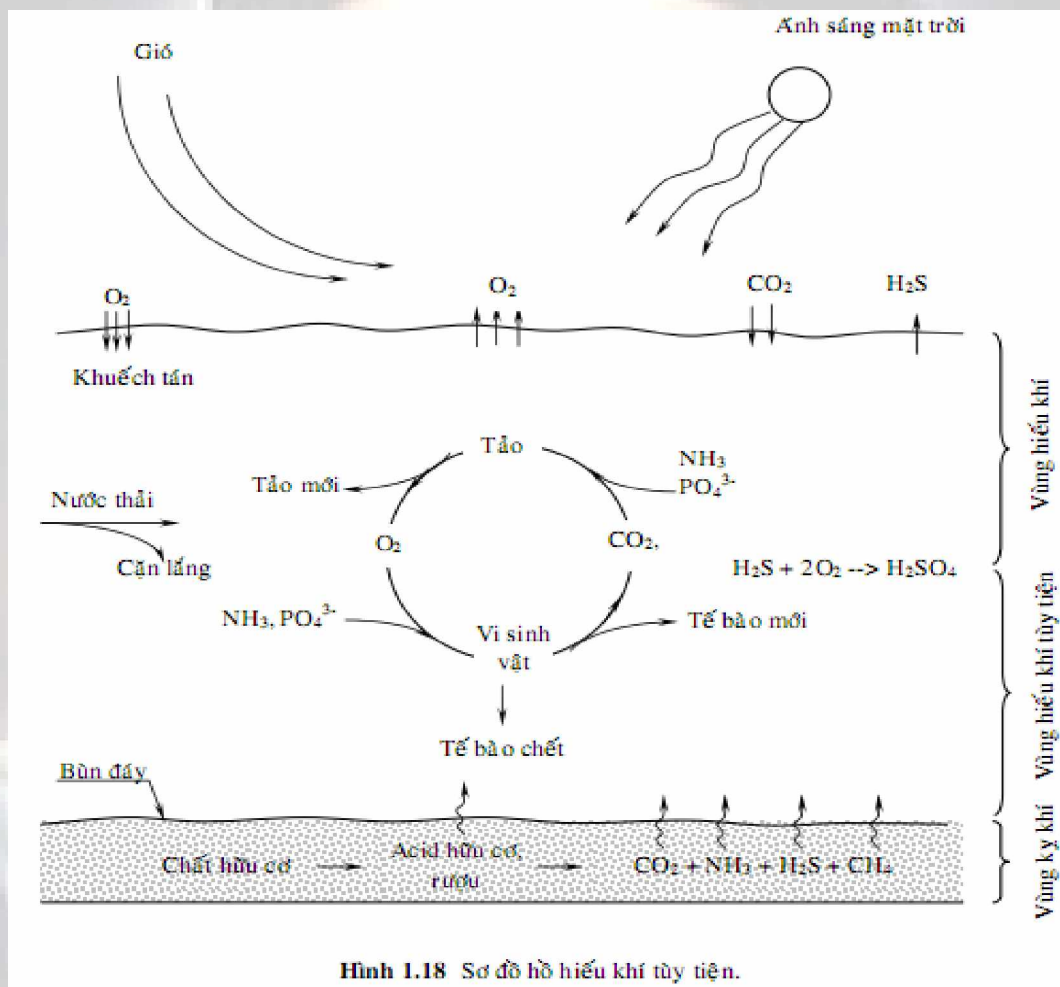
Trong bể quang hợp hiếu khí, oxy được cung cấp bằng quá trình khuếch tán khí bề mặt tự nhiên và quá trình quang hợp của tảo. Ngoại trừ tảo, quần thể vi sinh vật tồn tại trong hồ tương tự quần thể vi sinh vật trong hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí. Vi sinh vật sử dụng oxy sinh ra từ quá trình quang hợp của tảo để phân hủy hiếu khí các chất hữu cơ. Các chất dinh dưỡng và CO_2 thải ra từ quá trình phân hủy này lại là nguồn thức ăn cho tảo. Mỗi quan hệ cộng sinh giữa tảo và vi sinh vật trong hồ hiếu khí được trình bày trong Hình 1.17.



Hình 1.17 Môi quan hệ cộng sinh giữa tảo và vi sinh vật trong hồ hiếu khí.

Hồ ổn định chất lượng nước thải trong đó tồn tại cả ba loại vi sinh vật hiếu khí, kỵ khí và hiếu khí tùy tiện được gọi là hồ hiếu khí tùy tiện.

Trong hồ hiếu khí tùy tiện tồn tại 3 vùng: (1) vùng bề mặt nơi tảo và vi sinh vật tồn tại trong mối quan hệ cộng sinh như trình bày trên; (2) vùng đáy kỵ khí, ở đó chất rắn tích lũy được phân hủy dưới tác dụng của vi sinh vật kỵ khí; và (3) vùng trung gian, một phần hiếu khí và một phần kỵ khí, ở đó chất hữu cơ được phân hủy dưới tác dụng của vi sinh vật hiếu khí tùy tiện. Sơ đồ hồ hiếu khí tùy tiện được trình bày trong Hình 1.18.

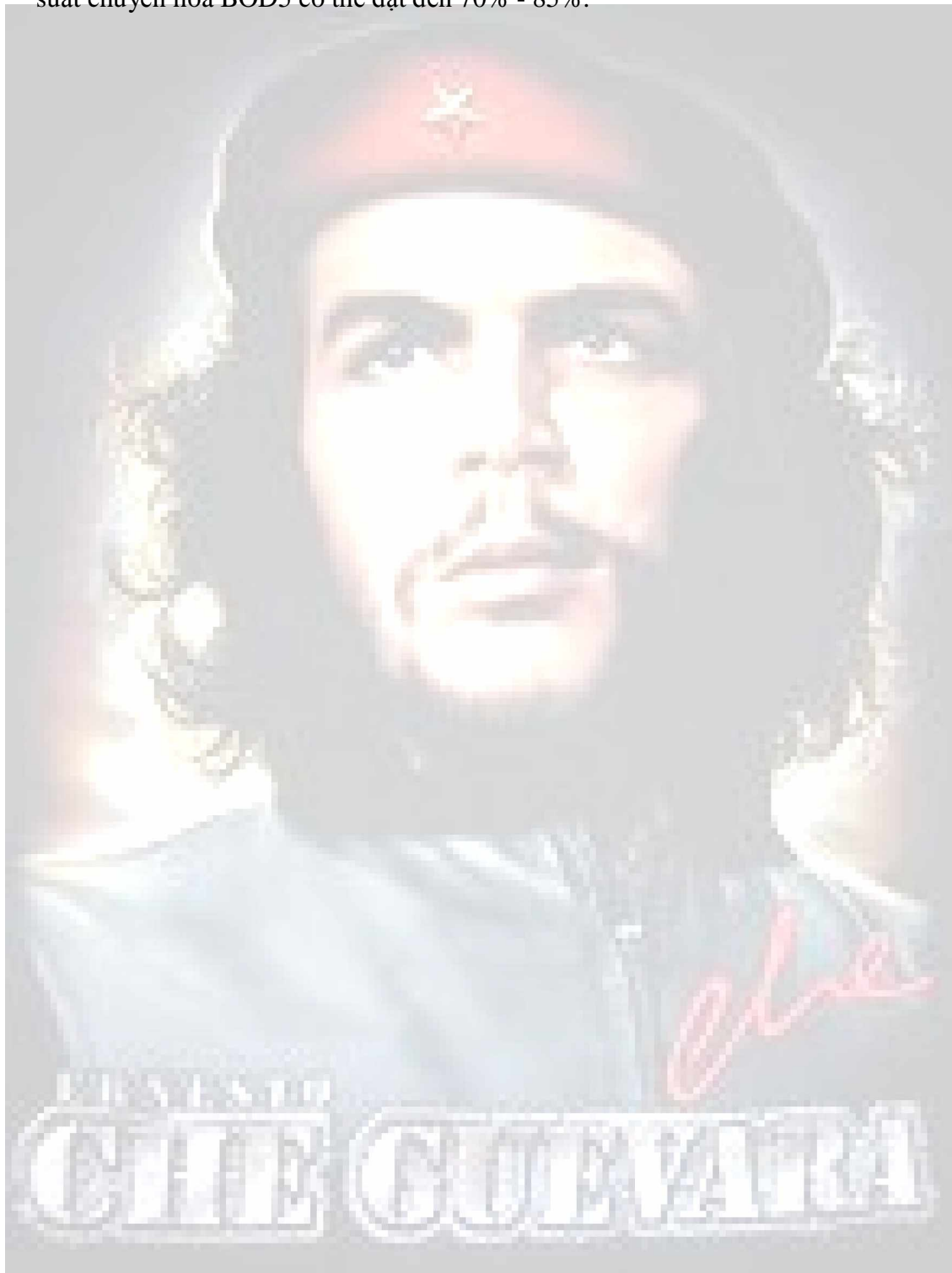


Độ sâu của hồ hiếu khí tùy tiện giới hạn trong khoảng 1,2 – 2,4 m (4 - 8 ft) và thời gian lưu nước có thể kéo dài trong khoảng 5-30 ngày.

Hồ kỵ khí

Hồ kỵ khí được sử dụng để xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ và hàm lượng cặn cao. Độ sâu hồ kỵ khí phải lớn hơn 2,4 m (8 ft) và có thể đạt đến 9,1 m với thời gian lưu nước dao động trong khoảng 20-50 ngày. Quá trình ổn định nước thải

trong hồ xảy ra dưới tác dụng kết hợp của quá trình kết tủa và quá trình chuyển hóa chất hữu cơ thành CO_2 , CH_4 , các khí khác, các acid hữu cơ và tế bào mới. Hiệu suất chuyển hóa BOD5 có thể đạt đến 70% - 85%.



CHƯƠNG III: CƠ SỞ THIẾT KẾ.

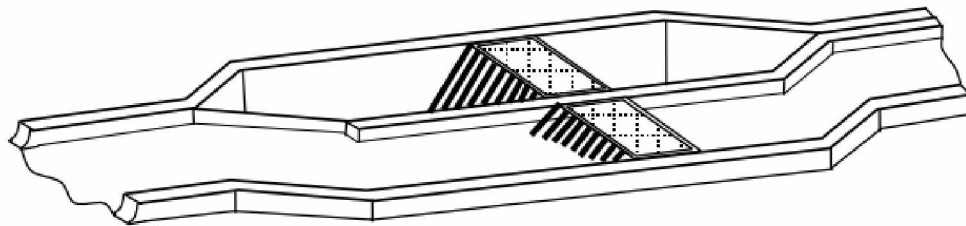
1. SONG CHẮN RÁC

Nước thải dẫn vào hệ thống xử lý trước hết phải qua song chắn rác. Tại đây, các thành phần có kích thước lớn (rác) như giẻ, rác, vỏ đồ hộp, lá cây, bao nylon,... được giữ lại. Nhờ đó tránh làm tắc bơm, đường ống hoặc kênh dẫn. Đây là bước quan trọng nhằm đảm bảo an toàn và điều kiện làm việc thuận lợi cho cả hệ thống xử lý nước thải.

Tùy theo kích thước khe hở, song chắn rác được phân thành loại thô, trung bình và mịn. Song chắn rác thô có khoảng cách giữa các thanh từ 60 – 100 mm và song chắn rác mịn có khoảng cách giữa các thanh từ 10 đến 25 mm. Theo hình dạng có thể phân thành song chắn rác và lưới chắn rác. Song chắn rác cũng có thể đặt cố định hoặc di động. Các loại song chắn rác được trình bày tóm tắt như sau:



Song chắn rác được làm bằng kim loại, đặt ở cửa vào kênh dẫn, nghiêng một góc $45-60^{\circ}$ nếu làm sạch thủ công hoặc nghiêng một góc $75-85^{\circ}$ nếu làm sạch bằng máy. Tiết diện của song chắn có thể tròn, vuông hoặc hỗn hợp. Song chắn tiết diện tròn có trở lực nhỏ nhất nhưng nhanh bị tắc bởi các vật giữ lại. Do đó thông dụng hơn cả là thanh có tiết diện hỗn hợp, cạnh vuông góc phía sau và cạnh tròn phía trước hướng đối diện với dòng chảy. Vận tốc nước chảy qua song chắn giới hạn trong khoảng từ 0,6 – 1 m/s. Vận tốc cực đại dao động trong khoảng 0,75 m/s – 1 m/s nhằm tránh đẩy rác qua khe của song. Vận tốc cực tiểu là 0,4 m/s nhằm tránh phân hủy các chất thải rắn.



Hình 1.1 Song chắn rác làm sạch thủ công.

ra khỏi nước thải nhằm bảo đảm an toàn cho bơm khỏi bị cát, sỏi bào mòn, tránh tắc đường

ống dẫn và tránh ảnh hưởng đến các công trình sinh học phía sau. Bể lắng cát có thể được phân

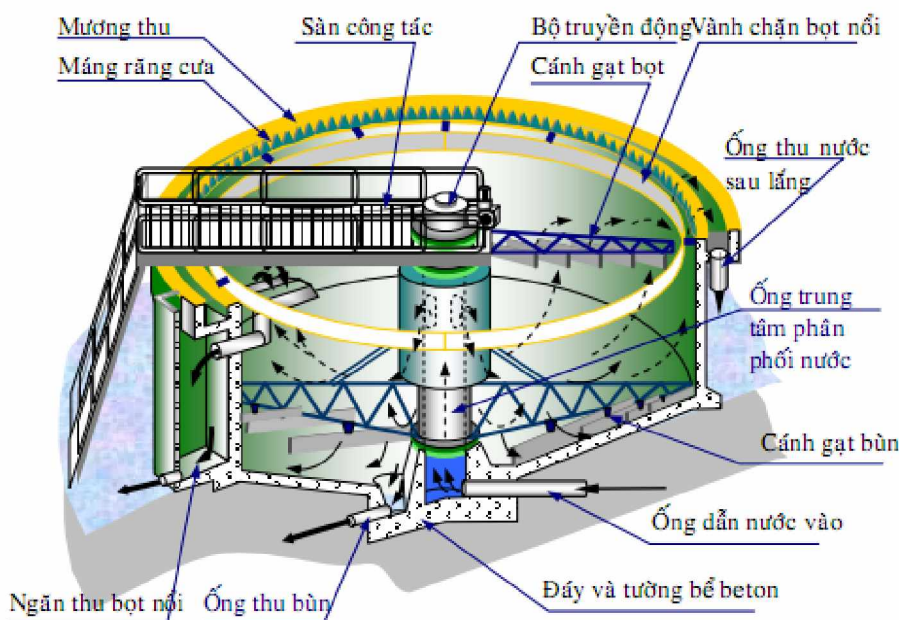
thành 2 loại: (1) bể lắng ngang và (2) bể lắng đứng. Ngoài ra, để tăng hiệu quả lắng cát,

2. LẮNG

Bể lắng có nhiệm vụ lắng các hạt cặn lơ lửng có sẵn trong nước thải (bể lắng đợt 1) hoặc cặn được tạo ra từ quá trình keo tụ tạo bông hay quá trình xử lý sinh học (bể lắng đợt 2). Theo chiều dòng chảy, bể lắng được phân thành: bể lắng ngang và bể lắng đứng.

Trong bể lắng ngang, dòng nước thải chảy theo phương ngang qua bể với vận tốc không lớn hơn 0,01 m/s và thời gian lưu nước từ 1,5-2,5 giờ. Các bể lắng ngang thường được sử dụng khi lưu lượng nước thải lớn hơn 15000 m³/ngày. Đối với bể lắng đứng, nước thải chuyển động theo phương thẳng đứng từ dưới lên đến vách tràn với vận tốc 0,5-0,6 m/s và thời gian lưu nước trong bể dao động trong khoảng 45 phút – 120 phút. Hiệu suất lắng của bể lắng đứng thường thấp hơn

bể lắng ngang từ 10 đến 20%.



Hình 1.2 Cấu tạo bể lắng đung.

3. TUYỂN NỔI

Phương pháp tuyển nổi thường được sử dụng để tách các tạp chất (ở dạng hạt rắn hoặc lỏng) phân tán không tan, tự lắng kém khỏi pha lỏng. Trong một số trường hợp, quá trình này còn được dùng để tách các chất hòa tan như các chất hoạt động bề mặt. Trong xử lý nước thải, quá trình tuyển nổi thường được sử dụng để khử các chất lơ lửng, làm đặc bùn sinh học. Ưu điểm cơ bản của phương pháp này là có thể khử hoàn toàn các hạt nhỏ, nhẹ, lắng chậm trong thời gian ngắn.

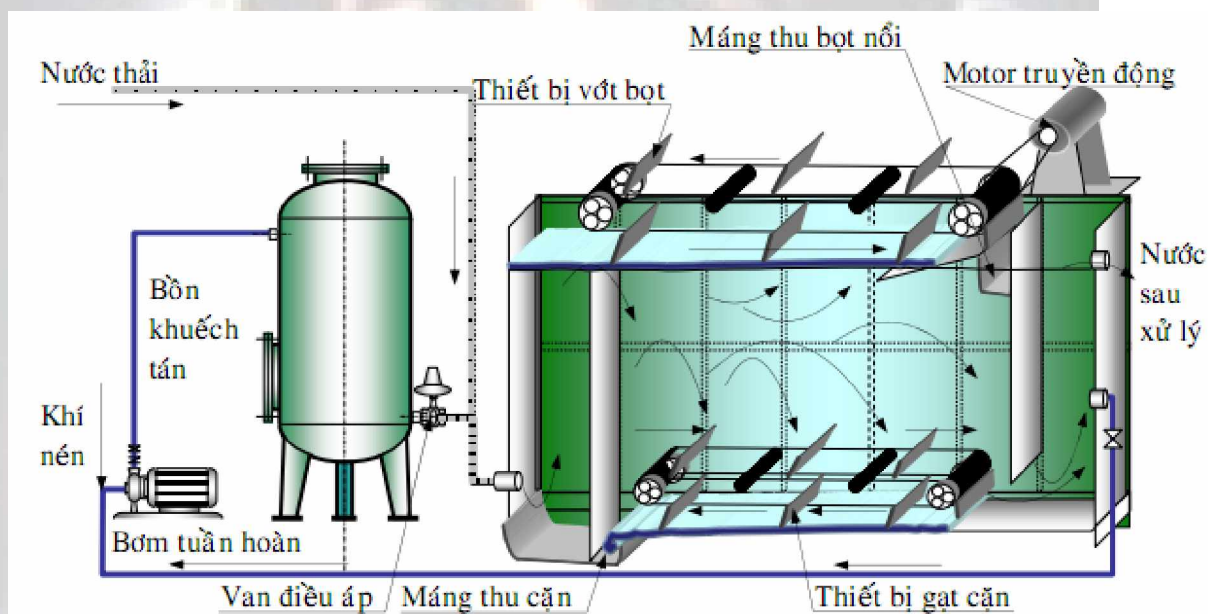
Quá trình tuyển nổi được thực hiện bằng cách sục các bọt khí nhỏ vào pha lỏng. Các bọt khí này sẽ kết dính với các hạt cặn. Khi khối lượng riêng của tập hợp bọt khí và cặn nhỏ hơn khối lượng riêng của nước, cặn sẽ theo bọt khí nổi lên bề mặt.

Hiệu suất quá trình tuyển nổi phụ thuộc vào số lượng, kích thước bọt khí, hàm lượng chất rắn. Kích thước tối ưu của bọt khí nằm trong khoảng 15 đến 30 μm (bình thường từ 50-120 μm). Khi hàm lượng hạt rắn cao, xác suất va chạm và kết dính giữa các hạt sẽ tăng lên, do đó lượng khí tiêu tốn sẽ giảm. Trong quá trình tuyển nổi, việc ổn định kích thước bọt khí có ý nghĩa quan trọng. Để đạt mục đích này đôi khi người ta bổ sung thêm vào nước các chất tạo bọt có tác dụng làm giảm năng lượng bề mặt phân pha như cresol, natri alkylsilicat, phenol, ... Điều kiện tốt nhất để tách các hạt trong quá trình tuyển nổi là khi tỷ số giữa lượng pháp khí và pha rắn đạt 0,01 – 0,1. Tỷ lệ này thay đổi tùy theo loại chất lơ lửng có trong nước thải và thường được xác định bằng thực nghiệm. Tùy theo phương thức cấp không khí vào nước, quá trình tuyển nổi được thực hiện theo các phương thức sau: Tuyển

nổi bằng khí phân tán (Dispersed Air Flotation). Trong trường hợp này, thổi trực tiếp khí nén vào bể tuyển nổi để tạo thành bọt khí có kích thước từ $0,1 - 1 \text{ mm}$, gây xáo trộn hỗn hợp khí – nước chứa cặn. Cặn tiếp xúc với bọt khí, dính kết và nổi lên bề mặt.

Tuyển nổi chân không (Vacuum Flotation). Trong trường hợp này, bão hòa không khí ở áp suất khí quyển, sau đó, thoát khí ra khỏi nước ở áp suất chân không. Hệ thống này thường ít sử dụng trong thực tế vì khó vận hành và chi phí cao.

Tuyển nổi bằng khí hòa tan (Dissolved Air Flotation). Sục không khí vào nước ở áp suất cao ($2-4 \text{ atm}$), sau đó giảm áp giải phóng khí. Không khí thoát ra sẽ tạo thành bọt khí có kích thước $20-100 \mu\text{m}$ (Hình 3.4).



Hình 1.3 Sơ đồ hệ thống tuyển nổi dạng ADF.

4. LỌC

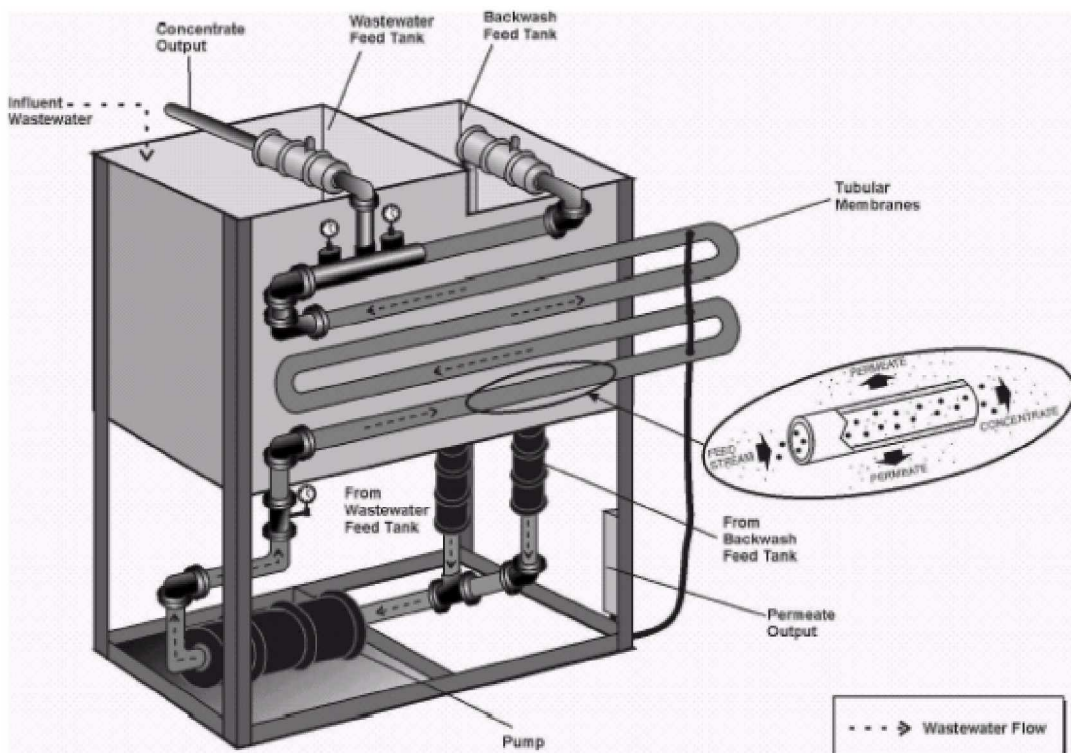
Lọc được ứng dụng để tách các tạp chất có kích thước nhỏ khi không thể loại được bằng phương pháp lắng. Quá trình lọc ít khi dùng trong xử lý nước thải, thường chỉ sử dụng trong trường hợp nước sau khi xử lý đòi hỏi có chất lượng cao.

Để lọc nước thải, người ta có thể sử dụng nhiều loại bể lọc khác nhau. Thiết bị lọc có thể được phân loại theo nhiều cách khác nhau: theo đặc tính như lọc gián đoạn và lọc liên tục; theo dạng của quá trình như làm đặc và lọc trong; theo áp suất trong quá trình lọc như lọc chân không (áp suất $0,085 \text{ MPa}$), lọc áp lực (từ $0,3$ đến $1,5 \text{ MPa}$) hay lọc dưới áp suất thủy tĩnh của cột chất lỏng;

Trong các hệ thống xử lý nước thải công suất lớn không cần sử dụng các thiết bị lọc áp suất cao mà dùng các bể lọc với vật liệu lọc dạng hạt. Vật liệu lọc có thể sử dụng là cát thạch anh, than cốc, hoặc sỏi nghiền, thậm chí cả than nâu hoặc than gỗ. Việc lựa chọn vật liệu lọc tùy thuộc vào loại nước thải và điều kiện địa phương. Quá trình lọc xảy ra theo những cơ chế sau:

- Sàng lọc để tách các hạt rắn hoàn toàn bằng nguyên lý cơ học;
- Lắng trọng lực;
- Giữ hạt rắn theo quán tính;
- Hấp phụ hóa học;
- Hấp phụ vật lý;
- Quá trình dính bám;
- Quá trình lắng tạo bông.

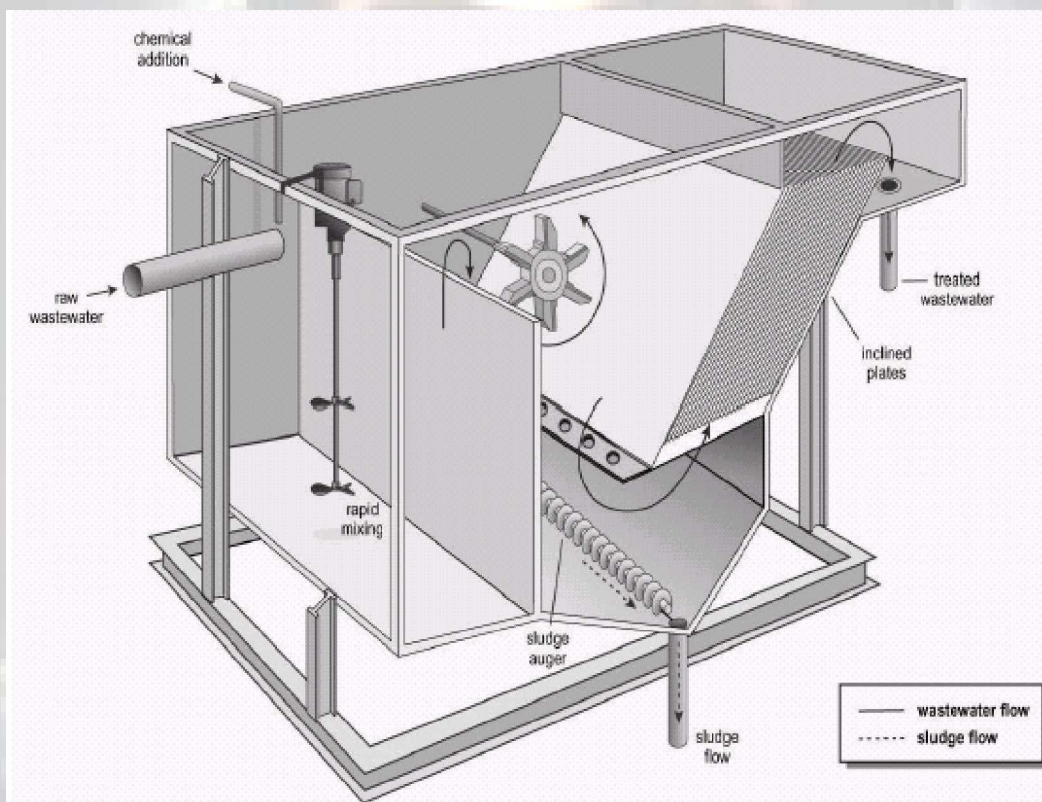
Thiết bị lọc với lớp hạt có thể được phân loại thành thiết bị lọc chậm, thiết bị lọc nhanh, thiết bị lọc hở và thiết bị lọc kín. Chiều cao lớp vật liệu lọc trong thiết bị lọc hở dao động trong khoảng 1-2 m và trong thiết bị lọc kín từ 0,5 – 1 m.



Hình 1.4 Thiết bị siêu lọc sử dụng màng membrane

5. KEO TỤ - TẠO BÔNG

Trong nguồn nước, một phần các hạt thường tồn tại ở dạng các hạt keo mịn phân tán, kích thước của hạt thường dao động trong khoảng 0,1 đến 10 μm . Các hạt này không nổi cũng không lắng, và do đó tương đối khó tách loại. Vì kích thước hạt nhỏ, tỷ số diện tích bề mặt và thể tích của chúng rất lớn nên hiện tượng hóa học bề mặt trở nên rất quan trọng. Theo nguyên tắc, các hạt nhỏ trong nước có khuynh hướng keo tụ do lực hút VanderWaals giữa các hạt. Lực này có thể dẫn đến sự dính kết giữa các hạt ngay khi khoảng cách giữa chúng đủ nhỏ nhờ va chạm. Sự va chạm xảy ra do chuyển động Brown và do tác động của sự xáo trộn. Tuy nhiên, trong trường hợp phân tán keo, các hạt duy trì trạng thái phân tán nhờ lực đẩy tĩnh điện vì bề mặt các hạt mang tích điện, có thể là điện tích âm hoặc điện tích dương nhờ sự hấp thụ có chọn lọc các ion trong dung dịch hoặc sự ion hóa các nhóm hoạt hóa. Trạng thái lơ lửng của các hạt keo được bền hóa nhờ lực đẩy tĩnh điện. Do đó, để phá tính bền của hạt keo cần trung hòa điện tích bề mặt của chúng, quá trình này được gọi là quá trình keo tụ. Các hạt keo đã bị trung hòa điện tích có thể liên kết với những hạt keo khác tạo thành bông cặn có kích thước lớn hơn, nặng hơn và lắng xuống, quá trình này được gọi là quá trình tạo bông. Quá trình thủy phân các chất keo tụ và tạo thành bông cặn xảy ra theo các giai đoạn sau:



Hình 1.5 Hệ thống keo tụ tạo bông kết hợp với bể lắng Lamella

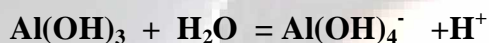
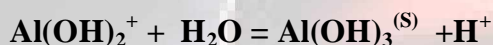
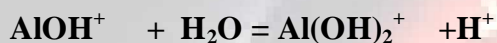
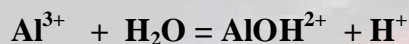
Những chất keo tụ thường dùng nhất là các muối sắt và muối nhôm như:

° $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, NaAlO_2 , $\text{Al}_2(\text{OH})_5\text{Cl}$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
 $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

° FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Muối Nhôm

Trong các loại phèn nhôm, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ được dùng rộng rãi nhất do có tính hòa tan tốt trong nước, chi phí thấp và hoạt động có hiệu quả trong khoảng pH = 5,0 – 7,5. Quá trình điện ly và thủy phân $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ xảy ra như sau:

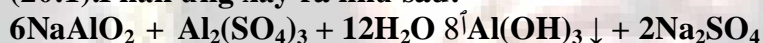


Ngôi ra, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ có thể sử dụng với $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ trong nước theo phương trình phản ứng sau:



Trong phần lớn các trường hợp, người ta sử dụng hỗn hợp NaAlO_2 và $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ theo tỷ lệ (10:1)

(20:1). Phản ứng xảy ra như sau:



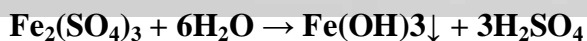
Việc sử dụng hỗn hợp muối trên cho phép mở rộng khoảng pH tối ưu của môi trường cũng như tăng hiệu quả quá trình keo tụ tạo bông.

Muối Sắt

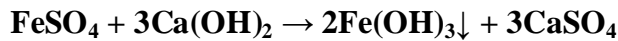
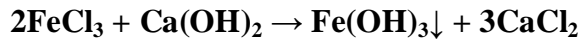
Các muối sắt được sử dụng làm chất keo tụ có nhiều ưu điểm hơn so với các muối nhôm do:

- Tác dụng tốt hơn ở nhiệt độ thấp;
- Có khoảng giá trị pH tối ưu của môi trường rộng hơn;
- Độ bền lớn;
- Có thể khử mùi H_2S .

Tuy nhiên, các muối sắt cũng có nhược điểm là tạo thành phức hòa tan có màu do phản ứng của ion sắt với các hợp chất hữu cơ. Quá trình keo tụ sử dụng muối sắt xảy ra do các phản ứng sau:



Trong điều kiện kiềm hóa:

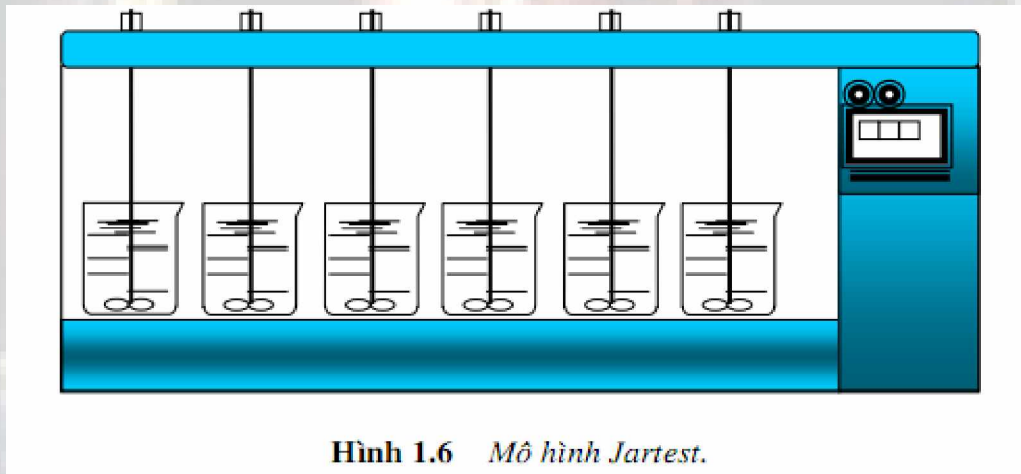


Chất Trợ Keo Tụ

Để tăng hiệu quả quá trình keo tụ tạo bông, người ta thường sử dụng các chất trợ keo tụ (flucculant). Việc sử dụng chất trợ keo tụ cho phép giảm liều lượng chất keo tụ, giảm thời gian quá trình keo tụ và tăng tốc độ lắng của các bông keo. Các chất trợ keo tụ nguồn gốc thiên nhiên thường dùng là tinh bột, dextrin ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n, các ete, cellulose, dioxit silic hoạt tính ($\text{xSiO}_2 \cdot \text{yH}_2\text{O}$).

Các chất trợ keo tụ tổng hợp thường dùng là polyacrylamit ($\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$)_n. Tùy thuộc vào các nhóm ion khi phân ly mà các chất trợ đông tụ có điện tích âm hoặc dương như polyacrylic acid (CH_2CHCOO)_n hoặc polydiallyldimetyl-amon.

Liều lượng chất keo tụ tối ưu sử dụng trong thực tế được xác định bằng thí nghiệm Jartest (Hình 3.5).

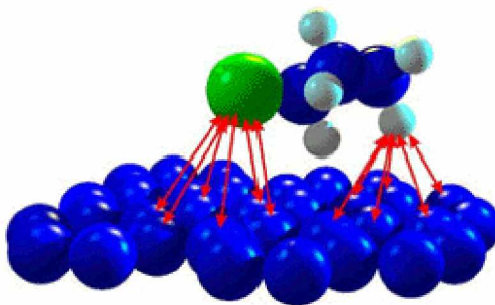


Hình 1.6 Mô hình Jartest.

6. HẤP PHỤ

Phương pháp hấp phụ được dùng rộng rãi để làm sạch triệt để nước thải khỏi các chất hữu cơ hòa tan không xử lý được bằng các phương pháp khác. Tùy theo bản chất, quá trình hấp phụ được phân loại thành: hấp phụ lý học và hấp phụ hóa học.

Hấp phụ lý học là quá trình hấp phụ xảy ra nhờ các lực liên kết vật lý giữa chất bị hấp phụ và bề mặt chất hấp phụ như lực liên kết VanderWaals. Các hạt bị hấp phụ vật lý chuyển động tự do trên bề mặt chất hấp phụ và đây là quá trình hấp phụ đa lớp (hình thành nhiều lớp phân tử trên bề mặt chất hấp phụ).



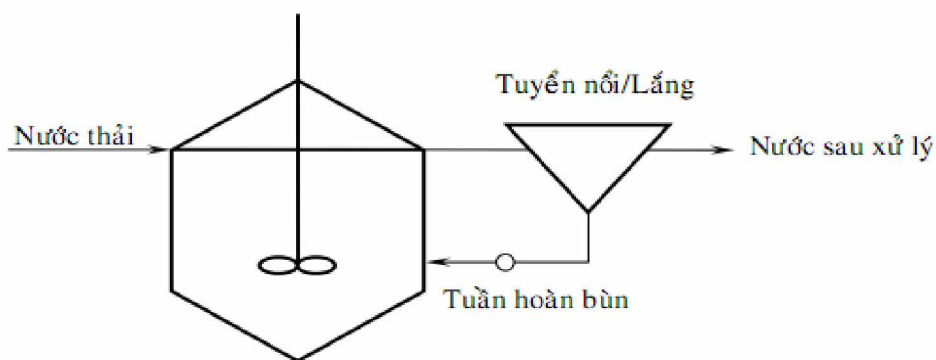
Hình 1.7 Lực phân tán London (đóng vai trò chính trong quá trình hấp phụ)

- Hấp phụ hóa học là quá trình hấp phụ trong đó có xảy ra phản ứng hóa học giữa chất bị hấp phụ và chất hấp phụ. Trong xử lý nước thải, quá trình hấp phụ thường là sự kết hợp của cả hấp phụ vật lý và hấp phụ hóa học.

Khả năng hấp phụ của chất hấp phụ phụ thuộc vào:

Diện tích bề mặt chất hấp phụ (m^2/g);

- Nồng độ của chất bị hấp phụ;
- Vận tốc tương đối giữa hai pha;
- Cơ chế hình thành liên kết: hóa học hoặc lý học.



Hình 1.9 Sơ đồ thiết bị xử lý sinh học tiếp xúc kỵ khí.

UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

Đây là một trong những quá trình kỵ khí được ứng dụng rộng rãi nhất trên thế giới do hai đặc điểm chính sau:

- Cả ba quá trình, phân hủy - lắng bùn - tách khí, được lắp đặt trong cùng một công trình;
 - Tạo thành các loại bùn hạt có mật độ vi sinh vật rất cao và tốc độ lắng vượt xa so với bùn hoạt tính hiếu khí dạng lơ lửng.
- Bên cạnh đó, quá trình xử lý sinh học kỵ khí sử dụng UASB còn có những ưu điểm so với quá trình bùn hoạt tính hiếu khí như:

Ít tiêu tốn năng lượng vận hành;

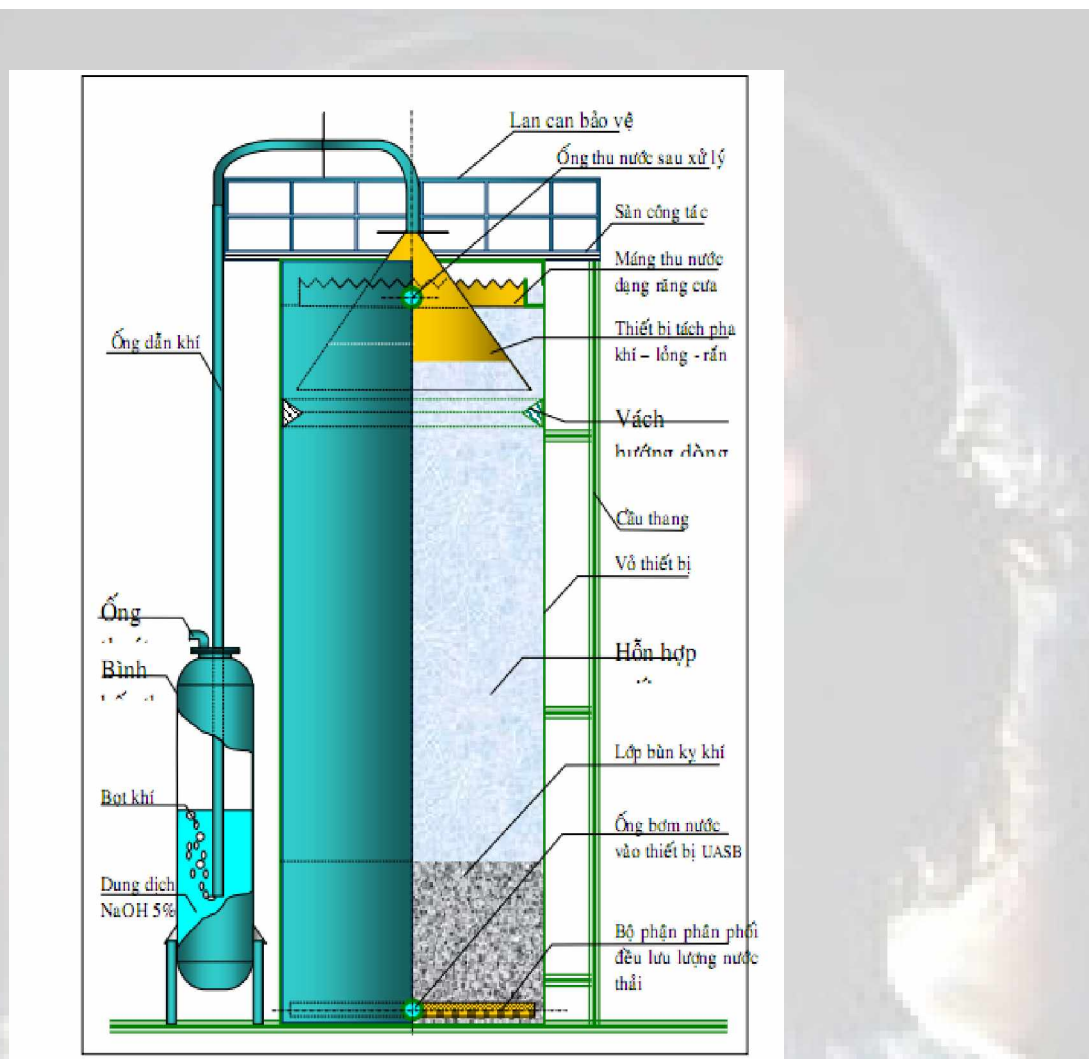
- Ít bùn dư, nên giảm chi phí xử lý
- Bùn sinh ra dễ tách nước;
- Nhu cầu dinh dưỡng thấp nên giảm được chi phí bổ sung dinh dưỡng;
- Có khả năng thu hồi năng lượng từ khí methane;
- Có khả năng hoạt động theo mùa vì bùn kỵ khí có thể hồi phục và hoạt động được sau một thời gian ngưng không nạp liệu.

Sơ đồ bể UASB được trình bày trong Hình 1.10. Nước thải được nạp liệu từ phía đáy bể, đi qua lớp bùn hạt, quá trình xử lý xảy ra khi các chất hữu cơ trong nước thải tiếp xúc với bùn hạt. Khí sinh ra trong điều kiện kỵ khí (chủ yếu là methane và CO₂) sẽ tạo nên dòng tuần hoàn cục bộ giúp cho quá trình hình thành và duy trì bùn sinh học dạng hạt. Khí sinh ra từ lớp bùn sẽ dính bám vào các hạt bùn và cùng với khí tự do nổi lên phía mặt bể. Tại đây, quá trình tách pha khí-lỏng-rắn xảy ra nhờ bộ phận tách pha. Khí theo ống dẫn qua bồn hấp thu chứa dung dịch NaOH 5-10%. Bùn sau khi tách khỏi bọt khí lại lắng xuống. Nước thải theo màng tràn răng cưa dẫn đến công trình xử lý tiếp theo.

Vận tốc nước thải đưa vào bể UASB được duy trì trong khoảng 0,6-0,9 m/h. pH thích hợp cho quá trình phân hủy kỵ khí dao động trong khoảng 6,6-7,6. Do đó cần cung cấp đủ độ kiềm (1000 – 5000 mg/L) để bảo đảm pH của nước thải luôn luôn > 6,2 vì ở pH < 6,2, vi sinh vật chuyển hóa methane không hoạt động được. Cần lưu ý rằng chu trình sinh trưởng của vi sinh vật acid hóa ngắn hơn rất nhiều so với vi sinh vật acetate hóa (2-3 giờ ở 35⁰C so với 2-3 ngày, ở điều kiện tối

ưu). Do đó, trong quá trình vận hành ban đầu, tải trọng chất hữu cơ không được quá cao vì vi sinh vật acid hóa sẽ tạo ra acid béo dễ bay hơi với tốc độ nhanh hơn rất nhiều lần so với tốc độ chuyển hóa các acid này thành acetate dưới tác dụng của vi sinh vật acetate hóa. Do tại Việt Nam chưa có loại bùn hạt nên quá trình vận hành được thực hiện với tải trọng ban đầu khoảng 3 kg COD/m³.ngđ. Mỗi khi đạt đến trạng thái ổn định, tải trọng này sẽ được tăng lên gấp đôi cho đến khi đạt tải trọng 15 - 20 kg COD/m³.ngđ. Thời gian này kéo dài khoảng 3 -4 tháng. Sau đó, bể sẽ hoạt động ổn định và có khả năng chịu quá tải, cũng như nồng độ chất thải khá cao. Khí metan thu được có thể sử dụng cho việc đun nấu và cung cấp nhiệt. Lượng bùn

sinh ra rất nhỏ nên không cần thiết phải đặt vấn đề xử lý bùn. Quá trình xử lý này chỉ tiêu tốn một lượng nhỏ năng lượng dùng để bơm nước.



Hình 1.10 Upflow Anaerobic Sludge Bed (UASB).

Quá Trình Lọc Kỵ Khí (Anaerobic Filter Process)

Bể lọc kỵ khí là một cột chứa vật liệu tiếp xúc để xử lý chất hữu cơ chứa carbon trong nước thải. Nước thải được dẫn vào cột từ dưới lên, tiếp xúc với lớp vật liệu trên đó có vi sinh vật kỵ khí sinh trưởng và phát triển. Vì vi sinh vật được giữ trên bề mặt vật liệu tiếp xúc và không bị rửa trôi theo nước sau xử lý nên thời gian lưu của tế bào vi sinh vật (thời gian lưu bùn) rất cao (khoảng 100 ngày).

7. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SINH HỌC HIẾU KHÍ

Quá trình xử lý sinh học hiếu khí nước thải gồm ba giai đoạn sau:

Các quá trình xử lý sinh học bằng phương pháp hiếu khí có thể xảy ra ở điều kiện tự nhiên hoặc nhân tạo. Trong các công trình xử lý nhân tạo, người ta tạo điều kiện tối ưu cho quá trình oxy hóa sinh hóa nên quá trình xử lý có tốc độ và hiệu suất cao hơn rất nhiều. Tùy theo trạng thái tồn tại của vi sinh vật, quá trình xử lý sinh học hiếu khí nhân tạo có thể chia thành:

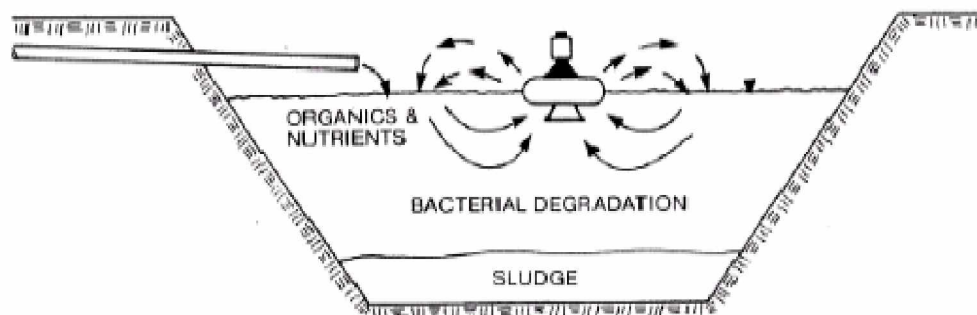
Xử lý sinh học hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng chủ yếu được sử dụng để khử chất hữu cơ chứa carbon như quá trình bùn hoạt tính, hồ làm thoáng, bể phản ứng hoạt động gián đoạn, quá trình lên men phân hủy hiếu khí. Trong số những quá trình này, quá trình bùn hoạt tính là quá trình phổ biến nhất.

Xử lý sinh học hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám như quá trình bùn hoạt tính dính bám, bể lọc nhỏ giọt, bể lọc cao tải, đĩa sinh học, bể phản ứng nitrate hóa với màng cố định.

Bể Bùn Hoạt Tính Với Vi Sinh Vật Sinh Trưởng Lơ Lửng

Trong bể bùn hoạt tính hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng, quá trình phân hủy xảy ra khi nước thải tiếp xúc với bùn trong điều kiện sục khí liên tục. Việc sục khí nhằm đảm bảo các yêu cầu cung cấp đủ lượng oxy một cách liên tục và duy trì bùn hoạt tính ở trạng thái lơ lửng. Nồng độ oxy hòa tan trong nước ra khỏi bể lắng đợt 2 không được nhỏ hơn 2 mg/L. Tốc độ sử dụng oxy hòa tan trong bể bùn hoạt tính phụ thuộc vào:

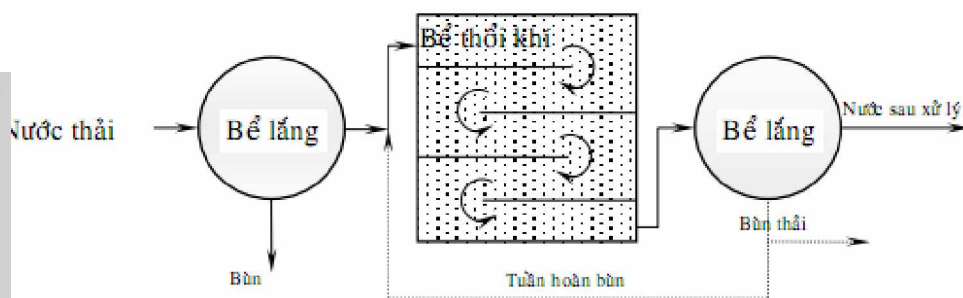
- Tỷ số giữa lượng thức ăn (chất hữu cơ có trong nước thải) và lượng vi sinh vật: tỷ lệ F/M;
- Nhiệt độ;
- Tốc độ sinh trưởng và hoạt độ sinh lý của vi sinh vật;
- Nồng độ sản phẩm độc tích tụ trong quá trình trao đổi chất;
- Lượng các chất cấu tạo tế bào;
- Hàm lượng oxy hòa tan.



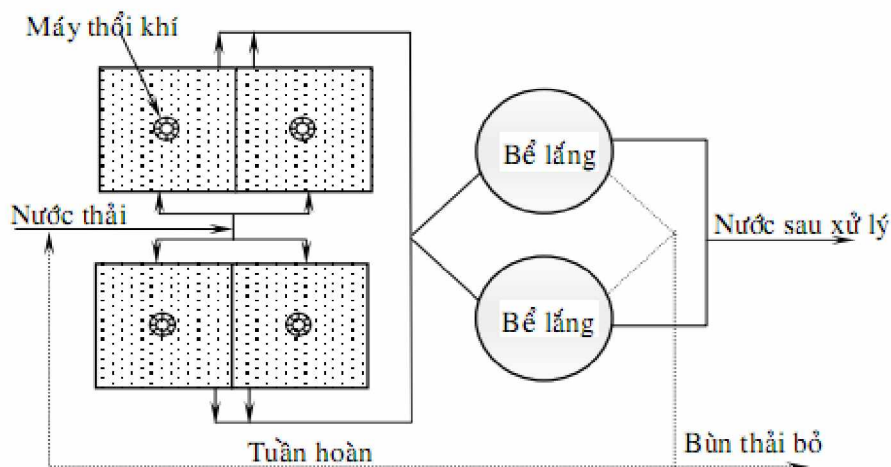
Hình 1.11 Hình minh họa cơ chế xử lý của ao sục khí

Để thiết kế và vận hành hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí một cách hiệu quả cần phải hiểu rõ vai trò quan trọng của quần thể vi sinh vật. Các vi sinh vật này sẽ phân hủy các chất hữu cơ có trong nước thải và thu năng lượng để chuyển hóa thành tế bào mới, chỉ một phần chất hữu cơ bị oxy hóa hoàn toàn thành CO_2 , H_2O , NO_3^- , SO_4^{2-} ,... Một cách tổng quát, vi sinh vật tồn tại trong hệ thống bùn hoạt tính bao gồm *Pseudomonas*, *Zoogloea*, *Achromobacter*, *Flacobacterium*, *Nocardia*, *Bdellovibrio*, *Mycobacterium*, và hai loại vi khuẩn nitrate hóa *Nitrosomonas* và *Nitrobacter*. Thêm vào đó, nhiều loại vi khuẩn dạng sợi như *Sphaerotilus*, *Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Lecicothrix*, và *Geotrichum* cũng tồn tại.

Yêu cầu chung khi vận hành hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí là nước thải đưa vào hệ thống cần có hàm lượng SS không vượt quá 150 mg/L, hàm lượng sản phẩm dầu mỡ không quá 25 mg/L, pH = 6,5 – 8,5, nhiệt độ $6^\circ\text{C} < t^\circ\text{C} < 37^\circ\text{C}$. Một số sơ đồ hệ thống bùn hoạt tính sinh trưởng lơ lửng được trình bày trong hình dưới đây.



a. Quá trình bùn hoạt tính hiếu khí cổ điển với dòng chảy nút.
(Conventional plug-flow activated process)

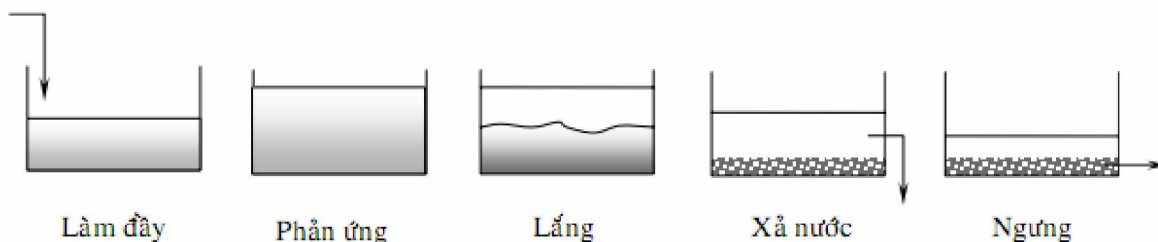


b. Quá trình bùn hoạt tính hiếu khí khuấy trộn hoàn toàn. (Complete-mix activated sludge process)

Hình 1.12 Sơ đồ hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí.

Bể Hoạt Động Gián Đoạn (Sequencing Batch Reactor – SBR)

Bể hoạt động gián đoạn là hệ thống xử lý nước thải với bùn hoạt tính theo kiểu làm đầy và xả cạn. Quá trình xảy ra trong bể SBR tương tự như trong bể bùn hoạt tính hoạt động liên tục chỉ có điều tất cả xảy ra trong cùng một bể và được thực hiện lần lượt theo các bước: (1) -Làm đầy; (2)-Phản ứng; (3)-Lắng; (4)-Xả cạn; (5)-Ngưng. Sơ đồ hệ thống SBR được trình bày trong Hình 1.13.

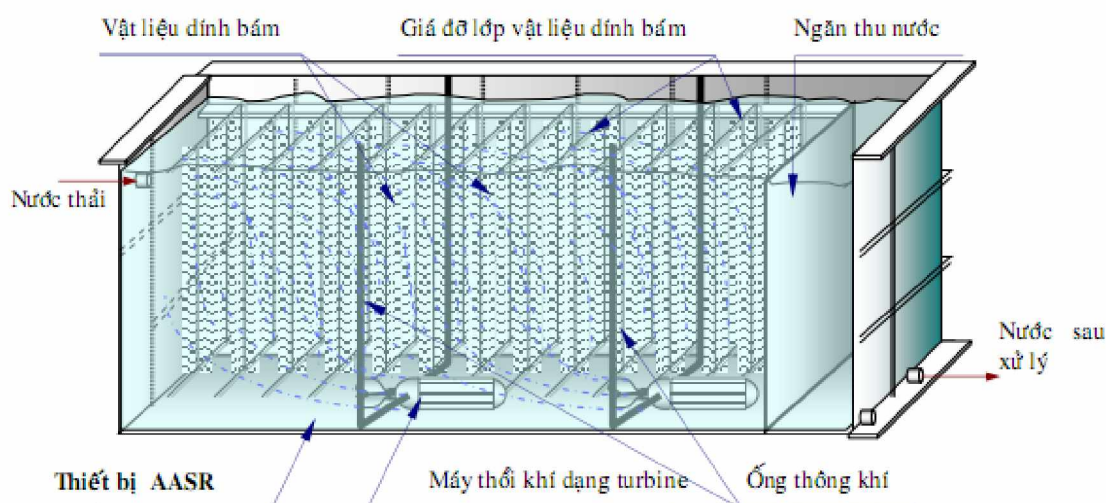


Hình 1.13 Sơ đồ hoạt động của hệ thống SBR.

Bể Bùn Hoạt Tính Với Vi Sinh Vật Sinh Trưởng Dạng Dính Bám (Attached Growth)

Activated Sludge Reactor)

Nguyên lý hoạt động của bể này tương tự như trường hợp vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng, chỉ khác là vi sinh vật phát triển dính bám trên vật liệu tiếp xúc đặt trong bể. Sơ đồ cấu tạo bể bùn hoạt tính với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám được trình bày trong Hình 1.14.



Hình 1.14 Bể bùn hoạt tính với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám.
(Attached Growth Activated Sludge Reactor – AASR).

CHƯƠNG IV: VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1. NHỮNG HẠN CHẾ CỦA QUY TRÌNH CŨ

Hiện nay công nghệ xử lý nước thải bị ô nhiễm các hợp chất hữu cơ trên thế giới và Việt Nam chủ yếu là sử dụng các biện pháp sinh học, trong đó phương pháp xử lý hiếu khí và xử lý kỵ khí là phổ biến nhất, với nguồn nước thải có mức độ ô nhiễm cao thông thường người ta xử lý kết hợp kỵ khí và hiếu khí.

Xử lý nước thải bằng phương pháp hiếu khí có rất nhiều hạn chế như: chỉ xử lý được nước thải có mức độ ô nhiễm thấp, chi phí vận hành cho xử lý cao (tiền điện và hóa chất bổ sung), tính ổn định của hệ thống không cao, tạo ra nhiều bùn thải. Đối với phương pháp xử lý kỵ khí thông thường thì cần phải thời gian dài, không xử lý được triệt để (nước thải ra chưa đạt tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5945/2005-loại B), nước sau xử lý có mùi thối.

Đặc biệt quy trình truyền thống thường có quy mô rất lớn có thể xử lý khối lượng nước thải cho cả một vùng dân cư rộng lớn hoặc khu công nghiệp, yêu cầu chi phí xây dựng khổng lồ, phương thức vận hành phức tạp đòi hỏi chuyên môn cao. Trong khi đó một hệ thống xử lý nước thải dùng cho cụm dân cư ở nông thôn không cần quy mô lớn và phức tạp vì lượng nước thải cần xử lý ít, thành phần độc tố cần xử lý không phức tạp do vậy yêu cầu công nghệ không quá cao.

Cách thức vận hành phải đơn giản, ít tốn kém chi phí vận hành và bảo trì thấp có thể tận dụng nguồn lao động địa phương để vận hành, công nghệ cải tiến và chi phí thấp và bền vững, hướng tới tái sử dụng quay vòng chất thải và giảm thiểu lượng chất thải thải ra môi trường.

2 LỰA CHỌN QUY TRÌNH VÀ CÔNG NGHỆ

Để khắc phục các nhược điểm của công nghệ xử lý nước thải bằng phương pháp hiếu khí và kỵ khí nêu trên, người nghiên cứu đưa ra (**Quy trình công nghệ xử lý nước thải bị ô nhiễm chất hữu cơ bằng hệ thống xử lý cơ học kết hợp sinh học kỵ khí.**)

Các bước xử lý có thể tóm tắt như sau:

- Thu gom nước thải cần xử lý vào bể thu gom, trong đó nước sạt trùng được tách dòng để không thu gom vào bể thu gom,
- Điều hòa nước thải để điều chỉnh các chỉ tiêu cơ bản của nước thải, làm lắng sơ bộ nước thải,
- Xử lý kỵ khí nước thải trong các modul xử lý bằng cách cho nước thải đi qua lớp bùn kỵ khí có chất mang.
- Xử lý mùi bằng các hợp chất Ca^{2+} và làm lắng nước thải.

Hệ thống xử lý nước thải để thực hiện quy trình công nghệ xử lý nước thải bị ô nhiễm chất hữu cơ bằng phương pháp kỵ khí gồm:

- Bể thu gom để thu gom nước thải cần xử lý, trong đó nước sạt trùng được tách dòng để không thu gom vào bể thu gom,
- Bể điều hòa nước thải để điều chỉnh các chỉ tiêu cơ bản của nước thải,
- Bể lắng sơ bộ nước thải,
- Các module xử lý kỵ khí nước thải bao gồm lớp bùn kỵ khí có chất mang vi sinh vật bằng polyetylen và máy khuấy,
- Bể lắng để xử lý mùi bằng các hợp chất Ca^{2+} và làm lắng nước thải.

Các chỉ tiêu cơ bản của nước thải là COD, BOD5, SS, độ pH và tỉ lệ các nguyên tố C : N : P : K được điều chỉnh nhằm tăng hiệu suất xử lý của hệ thống. Ngoài ra, để tăng hiệu quả bám dính của vi sinh vật lên chất mang sử dụng chất trợ bám dính và chất mang vi sinh vật còn có tác dụng lọc loại bỏ cặn cơ học. Hơn nữa, nước làm mát cũng được tách dòng để không thu gom vào bể thu gom.

Bản chất kỹ thuật là xử lý kỵ khí hoàn toàn trên cơ sở các module được điều khiển tự động và các hệ thống xử lý mùi thối.

*. Ưu điểm

Hệ thống xử lý không cần diện tích lớn, dễ nhân rộng và rút gọn khi cần thiết.

Trong quy trình công nghệ xử lý nước thải bằng phương pháp kỵ khí theo giải pháp hữu ích có bốn công đoạn chính là thu gom, điều hòa, xử lý kỵ khí trong các module xử lý kỵ khí dòng chảy ngược có chất mang, xử lý mùi và bể lắng.

Việc thiết kế, chế tạo các module xử lý 4 là việc rất quan trọng, module này có hình trụ và được chế tạo bằng inox. Bên trong module được thiết kế các giá đỡ để cố định các chất mang vi sinh vật. Việc cố định chất mang phải đảm bảo tính đều khắp, bền lâu trong hệ thống. Lớp chất mang bằng polyetylen vừa có tính chất cố định các vi sinh vật, vừa có tính trợ lọc. Nước thải được bơm từ dưới lên trên qua lớp bùn kỵ khí và qua lớp chất mang. Việc tăng khả năng tiếp xúc giữa vi sinh vật và nước thải bằng hệ thống khuấy. Module được thiết kế kín đảm bảo không cho không khí lọt vào ảnh hưởng đến hoạt động trao đổi chất của vi sinh vật.

Quy trình xử lý nước thải bằng phương pháp kỵ khí bao gồm các công đoạn:

Công đoạn thu gom nước thải: Công đoạn thu gom nước thải tuy không phức tạp nhưng lại có ý nghĩa thực tiễn rất lớn. Công đoạn này phải thu gom được tất cả lượng nước thải cần xử lý nhưng lại phải tách được dòng, loại bỏ nước sạt trùng, nước làm mát cần phải xử lý ra ngoài. Việc này cực kỳ cần thiết vì có loại bỏ được chất sạt trùng ra ngoài thì hệ thống xử lý mới hoạt động ổn định và loại bỏ nước làm mát không cần xử lý ra ngoài để giảm lượng nước cần phải xử lý. Nước thải thông thường được thu gom về bể ngầm. Bể ngầm xây dựng to hay nhỏ là tùy thuộc vào lượng nước thải của cơ sở sản xuất. Bể thu gom nước thải còn có tác dụng điều hòa lưu lượng của chất ô nhiễm giúp cho hệ thống hoạt động ổn định.

Công đoạn điều hòa, lắng sơ bộ: Đây là một trong những công đoạn rất quan trọng. Ở công đoạn này nước thải được điều chỉnh những chỉ tiêu cơ bản và được

lắng sơ bộ loại bỏ cặn cơ học và các chất rắn không hòa tan trước khi bơm vào các modul xử lý kỵ khí. ở công đoạn này các chỉ tiêu quan trọng đều được kiểm tra như độ pH, mức độ ô nhiễm và tỉ lệ các nguyên tố chủ yếu.

Công đoạn xử lý kỵ khí: Đây là công đoạn chính của hệ thống xử lý. Về nguyên lý, nước thải đi từ dưới lên qua một lớp bùn kỵ khí, ở đó sẽ diễn ra quá trình trao đổi chất giữa các vi sinh vật kỵ khí với môi trường. Kết quả là tạo ra khí CH_4 và CO_2 , một ít sinh khối mới và một vài tạp chất khác. Để tăng hiệu suất của quá trình xử lý, chất mang polyetylen được bố trí trong modul xử lý kỵ khí, các chất mang này có độ bền cơ học cao, không bị phân hủy dưới tác dụng của các axit, kiềm và các chất khác, thời gian sử dụng có thể được kéo dài đến 10 năm. Để tăng hiệu quả bám dính của các vi sinh vật lên chất mang, các chất trợ bám dính được sử dụng. Chất trợ bám dính là tổng hợp của glycerin, mật ong... Đây là những nghiên cứu thử nghiệm đầu tiên tại Việt Nam về việc tăng khả năng bám dính của các vi sinh vật trên chất mang trong hệ thống xử lý nước thải mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Công đoạn xử lý mùi và lắng đợt 2: Nước thải sau xử lý kỵ khí thường có mùi thối. Mùi thối của nước thải do các hợp chất C, N và S tạo ra. Có nhiều phương pháp để loại bỏ các hợp chất này. Các tác giả giải pháp hữu ích đã chọn được tác nhân xử lý có hiệu quả vừa làm sạch mùi nước thải, vừa diệt các vi sinh vật và làm giảm một phần các chỉ tiêu trong khi xử lý. Ở Việt Nam cũng đã có tư liệu về xử lý mùi của nước thải bằng KMnO_4 , NaOH ... Phương pháp xử lý này là không kinh tế do đó không có tính khả thi. Hiện nay, tác nhân được sử dụng trong hệ thống theo giải pháp hữu ích vừa đảm bảo tính khoa học vừa đảm bảo tính kinh tế, giá thành xử lý rất thấp là các hợp chất của Ca^{2+} .

Công đoạn xử lý hiếu khí và khử trùng: Sau khi xử lý kỵ khí, nước thải được chuyển sang bể hiếu khí để xử lý triệt để nước thải nhằm đạt tiêu chuẩn loại B (TCVN 5945-2005) trước khi thải ra hệ thống cống thải.

3 NHỮNG YÊU CẦU CỦA CẢI TIẾN QUY TRÌNH

*.Yêu Cầu Chung

Sau khi cải tiến quy trình phải đảm bảo được các yêu cầu sau

Sau khi xử lý, nước thải phải giảm được độ đục, màu, mùi, độ cứng và các chất hữu cơ gây bệnh thỏa các yêu cầu của Nhà nước.

Công trình càng đơn giản, càng bền vững và hiện thực thì càng tốt

Công trình cần xem xét các liên quan đến mức độ lao động với chi phí thấp, giới hạn việc phải nhập khẩu nguyên vật liệu và chuyên gia nước ngoài.

Công trình phải thỏa nhu cầu phát triển dân số.

Công trình cần thiết phải nằm trong khả năng quản lý, vận hành và bảo dưỡng của cộng đồng địa phương.

Công trình cần được thừa nhận và đồng tình cao của cộng đồng và có sự

tham gia càng nhiều càng tốt của cư dân, nguyên vật liệu tại chỗ

4 KHẢO SÁT

Trước khi tiến hành việc cải tiến một đề án xử lý nước thải, cần thiết phải có bước điều tra, khảo sát và đánh giá hiện trạng của khu vực công trình cần thực hiện. Điều tra khảo sát sẽ được thực hiện nhằm mục đích thu thập các dữ liệu sau:

- *. Bản đồ tự nhiên khu vực với các điểm hoặc đường đồng cao độ với tỉ lệ xích 1/500 - 1/5 000.
- *. Số liệu và biểu đồ các diễn biến tình hình khí tượng thủy văn khu vực.
- *. Số dân và số hộ trong khu vực công trình: số cư dân hiện tại và số cư dân phỏng đoán cho 5, 10 và 15 năm sau.
- *. Số lượng và qui mô các hoạt động sản xuất trong vùng: tiểu thủ công nghiệp, chế biến nông thủy hải sản, ...
- *. Mức độ nước thải do sinh hoạt và sản xuất: lưu lượng thải, thời đoạn thải và thành phần lượng nước thải.
- *. Phỏng vấn và đánh giá nguồn thu nhập và sức khỏe của cộng đồng cư dân. Đánh giá sơ bộ theo cảm tính ảnh hưởng của lượng nước thải lên các hoạt động và sức khỏe cộng đồng cũng như cảnh quan môi trường.
- *. Các chủ trương của chính quyền (định hướng phát triển, các qui hoạch trước đó, qui định chung về môi trường, ...) và nguyện vọng nhân dân khu vực.
- *. Diện tích xây dựng cho phép và các nguồn nguyên vật liệu xây dựng cũng như nguồn năng lượng cho công trình về sau.
- *. Ước lượng khả năng cung cấp tài chính cho dự án.

Các dữ liệu được tập hợp và hình thành một báo cáo sơ bộ đánh giá ban đầu.

- *. Lưu lượng nước thải trong một ngày đêm (m^3/day) và lưu lượng nước thải cần làm sạch qua công trình (l/s hoặc m^3/h) phụ thuộc vào nhiều yếu tố như số người, thời điểm, mùa vụ, giai đoạn sản xuất...

Tổ hợp các điều kiện bất lợi nhất để có số liệu thiết kế.

5. CÁC BỘ PHẬN CẢI TIẾN.

Các điểm cần chú ý khi thiết kế hoặc cải tiến các qui trình xử lý

- *. Tính khả thi của qui trình xử lý: tính khả thi của qui trình xử lý dựa trên kinh nghiệm, các số liệu, các ấn bản về các nghiên cứu trên mô hình và thực tế. Nếu đây là những qui trình hoàn toàn mới hoặc có các yếu tố bất thường, các nghiên cứu trên mô hình là rất cần thiết.
- *. Nằm trong khoảng lưu lượng có thể áp dụng được. Ví dụ như các hồ ổn định nước thải không thích hợp cho việc xử lý nước thải có lưu lượng lớn.
- . Có khả năng chịu được sự biến động của lưu lượng (nếu sự biến động này quá lớn, phải sử dụng bể điều lưu)

- *.Đặc tính của nước thải cần xử lý (để quyết định qui trình xử lý hóa học hay sinh học)
- *.Các chất có trong nước thải gây ức chế cho quá trình xử lý và không bị phân hủy bởi quá trình xử lý.
- *.Các giới hạn do điều kiện khí hậu: nhất là nhiệt độ vì nó ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng của các quá trình hóa học và sinh học.
- *.Hiệu quả của hệ thống xử lý: thường được chỉ thị bằng tính chất của nước thải đầu ra.
- *.Các chất tạo ra sau quá trình xử lý như bùn, chất rắn, nước và khí đều phải được ước tính về số lượng. Thông thường thì người ta dùng các mô hình để xác định phần này.
- *.Xử lý bùn: việc chọn qui trình xử lý bùn nên cùng lúc với việc lựa chọn qui trình xử lý nước thải để tránh các khó khăn có thể xảy ra sau này đối với việc xử lý bùn.
- *.Các giới hạn về môi trường: hướng gió trong năm, gần khu dân cư, xếp loại nguồn nước... có thể là các yếu tố giới hạn cho việc lựa chọn hệ thống xử lý.
- *.Các hóa chất cần sử dụng: nguồn và số lượng, các yếu tố làm ảnh hưởng đến việc tăng lượng hóa chất sử dụng và giá xử lý.
- *.Năng lượng sử dụng: nguồn và ảnh hưởng của nó đến giá xử lý.
- *.Nhân lực: kể cả công nhân và cán bộ kỹ thuật. Cần phải tập huấn đến mức độ nào.
- *.Vận hành và bảo trì: cần phải cung cấp các điều kiện, phụ tùng đặc biệt nào cho quá trình vận hành và bảo trì.
- *.Độ tin cậy của hệ thống xử lý bao gồm cả trường hợp chạy quá tải hay dưới tải.
- *.Độ phức tạp của hệ thống xử lý.
- *.Tính tương thích với các hệ thống và thiết bị có sẵn.
- *.Diện tích đất cần sử dụng, kể cả khu vực đệm cho hệ thống xử lý.

5.1 SONG CHẮN RÁC

Trong hầu hết các công trình xử lý nước thải bằng biện pháp xử lý cơ học đều có song chắn rác (*bar-rack/screen*). Song chắn rác là hạng mục công trình xử lý sơ bộ đầu tiên nhằm ngăn giữ rác bần thơ gồm giấy, bọc nylon, chất dẻo, cỏ cây, vỏ đồ hộp, gỗ, ... Các loại rác này có thể làm tắc nghẽn đường dẫn nước hoặc làm hư hỏng máy bơm. Song chắn rác là một hay nhiều lớp thanh đan xen kẽ với nhau (còn gọi là mắc song) đặt ngang đường dẫn nước thải. Rác sau khi lấy ra khỏi nước thải thường được đem qua bộ phận nghiền (*grinder*), đốt hoặc chôn tùy theo mức độ, kinh phí và công nghệ

Thanh đan trong song chắn có thể có hình tròn ($\varphi = 8 - 10 \text{ mm}$) hoặc hình chữ nhật (tiết diện ngang ($s \times b$) = $10 \times 40 \text{ mm}$, $8 \times 60 \text{ mm}$, ...). Hình tròn thì thuận lợi

cho dòng chảy nhưng khó cào rác, còn hình chữ nhật thì gây tổn thất dòng chảy. Có nhiều hình dạng khác, tốt nhất là hình bầu dục, nhưng chi phí loại này cao.

Loại song chắn rác di động thường ít được sử dụng do thiết bị phức tạp và quản lý khó. Phổ biến là loại chắn rác dạng thanh chữ nhật cố định, rác được lấy bằng cào sắt gắn với một trục quay. Lượng rác được giữ lại phụ thuộc vào khe hở giữa các thanh chắn. Tùy theo mức độ rác trong nước thải, người ta định các khe hở của song chắn, nếu rộng quá thì sẽ không ngăn rác hiệu quả, cịn nếu hẹp quá thì cản trở dòng chảy.

Một số lưu ý khi thiết kế song chắn rác:

Không chế tốc độ dòng chảy nước thải qua song chắn từ 0,5 - 1,0 m/s.

Nếu lượng rác $W > 0,1 \text{ m}^3/\text{ngày}$ thì có thể lấy rác bằng tay.

. Khi thiết kế cần lưu ý là chiều dài rãnh làm sạch bằng tay không nên vượt quá khoảng cách thuận lợi cho việc

cào rác bằng tay, khoảng 3 m. Thanh chắn rác thường không nhỏ hơn 10 mm theo chiều dày và 50 mm theo chiều sâu. Các thanh này được hàn chặt trong một khung cứng với các khoảng cách phù hợp với dụng cụ cào rác. Phía trên kênh dẫn thường có các tấm đập để ngăn cản mùi hơi của nước thải. Kênh dẫn nước thải cần được thiết kế để ngăn cản các tích tụ sạn sỏi và các vật liệu nặng khác lắng tụ trong kênh, nên xác định bề rộng kênh dẫn trước khu vực chắn rác sao cho vận tốc dòng chảy chỉ giới hạn trong khoảng 0,10 m/s - 0,20 m/s là tốt nhất. Song chắn rác có bộ phận lấy rác bằng cơ giới rất đa dạng về hình kiểu, mỗi loại đều có ưu điểm và khuyết điểm riêng bộ phận cào rác vận hành bằng xích quay theo một đầu

dẫn, rác được cuốn theo chiều đi xuống của dây xích và đưa lên một máng lọc đồ. Ưu điểm của kiểu này là việc lấy rác tương đối triệt để nhất là các loại rác "mềm" như giấy, vải, nylon,... các thanh chắn được bảo vệ khỏi bị hư hại do các mảnh vỡ gây ra. Khuyết điểm là nó thỉnh thoảng bị kẹt do các loại rác "cứng" gây ra, đồng thời gặp khó khăn khi chỉnh sửa bánh xích và cần thiết phải tháo nước khỏi lịng kênh.

theo một giá đỡ, lên đến đâu giá đỡ, rác sẽ tự rơi xuống và đưa đi nơi khác. Độ nghiêng của giá đỡ có thể điều chỉnh tùy theo tình trạng rác thải. Ưu điểm của kiểu này là hầu hết các bộ phận lấy rác đều nằm trên mực nước, có thể dễ dàng làm sạch và quản lý mà không cần phải tháo sạch nước trong lòng kênh. Khuyết

điểm của nó là bộ phận cào rác chỉ hoạt động trên một chiều giá đỡ thay vì liên tục như loại xích quay.

được giữ trên giá đỡ nhờ vào trọng lượng của dây xích. Ưu điểm của kiểu này là bộ phận đầu bánh răng cơ khí không bị ngập chìm trong nước thải. Khuyết điểm của nó là chiếm nhiều không gian lắp đặt.

∴ Tính tổng số rác giữ lại ở song lọc trong 1 ngày.

$$\text{Khối lượng rác giữ lại} = (20 \text{ m}^3 / 1.000.000 \text{ m}^3) (1 \text{ m}^3 / \text{s}) (3600 \text{ s} / \text{h}) (24 \text{ h} / \text{ngày}) \\ = 1,73 \text{ m}^3 \text{ rác/ngày.}$$

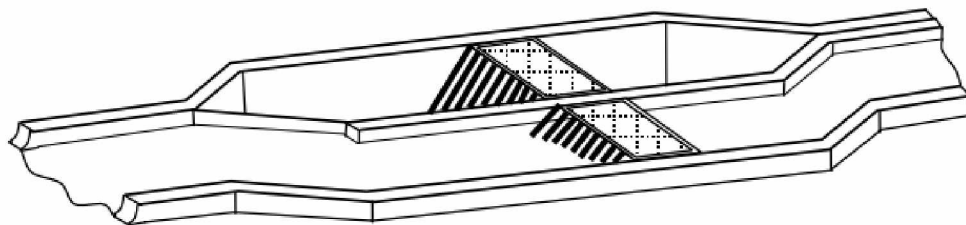
Ví dụ 3.2: Một song cào rác dạng thanh đứng với khoảng hở là $b = 25 \text{ mm}$ để lọc rác từ nước thải đến một nhà máy xử lý qua một ống dẫn hình tròn. Cho biết :

- + Đường kính ống dẫn $D = 1,25 \text{ m}$
- + Hệ số nhám đường ống $n = 0,013$
- + Độ dốc đường ống $S = 0,00064$
- + Vận tốc trung bình dòng nước $V_{\text{avg}} = 0,8 V_{\text{max}}$ (vận tốc lớn nhất)
- + Kích thước thanh chắn $s = 10 \text{ mm}$ (dày), bề rộng song chắn $1,5 \text{ m}$

Yêu cầu xác định

- (1) vận tốc trung bình dòng chảy trong ống.
- (2) số thanh chắn cho bộ phận song cào rác theo các số liệu trên.
- (3) tổn thất cột nước qua song chắn ứng với V_{avg} .

bằng bơm xoắn Archimède



Hình 1.1 Song chắn rác làm sạch thủ công.

5.2 BỂ LẮNG CÁT

Bể lắng cát (*grit chamber*) dùng để chắn giữ những hạt cát, sạn nhỏ có trong nước thải, đặc biệt là những hệ thống thoát nước mưa và nước thải chảy chung.

Các hạt cát này có thể gây hư hỏng máy bơm và làm nghẽn các ống dẫn bùn của các bể lắng. Khi lượng nước thải lớn hơn $100 \text{ m}^3/\text{ngày}$ thì việc xây dựng bể lắng

cát là cần thiết.

Thời gian nước lưu lại trong bể lắng từ 30 - 60 giây. Các bể lắng cát có hồ thu cát ở đầu bể, cát được thu hồi bằng biện pháp thủ công khi lượng cát $W_{\text{cát}}$ ($0,5 \text{ m}^3/\text{ngày}$ đêm, trên lượng này có thể dùng cơ giới như bơm phun tia, gầu xúc, bơm ruột xoắn kiểu Archimède, ...

:(2) Thiết kế đập tràn hình loe

Đập tràn hình loe đối xứng được bố trí ở cuối kênh dẫn. Đây là dạng phối hợp giữa dòng chảy qua một đập tràn thành mỏng và một lỗ. Loại này có đặc điểm là khi Q tăng gấp đôi, thì chiều sâu dòng chảy cũng tăng gấp đôi và nhưng vận tốc dòng chảy không đổi:

+ Bể lắng cát có sục khí

Bể lắng cát loại này thiết kế theo quan sát chuyển động của chất lỏng xoay tròn làm các hạt rắn trong chất lỏng tích lũy lại, nhất là các hạt cát có đường kính lớn hơn $0,2 \text{ mm}$, thời gian lưu lại trong bể khoảng 2 đến 5 phút tại thời điểm có lưu lượng cực đại. Hồ thu cát được bố trí dưới đáy đường dẫn chừng $0,9 \text{ m}$ dưới các ống thổi khí. Các ống thổi khí được đặt ở vị trí cách đáy bể chừng $0,45 - 0,60 \text{ m}$. nước thải có lưu lượng thải lớn nhất là $Q_{\text{max}} = 30\,000 \text{ m}^3/\text{ngày}$, thời gian chất thải trong kênh ứng với Q_{max} là 3 phút, chiều sâu định chảy trong bể là $H = 3 \text{ m}$.

5.3 BỂ LẮNG SƠ CẤP

Bể lắng sơ cấp (*primary sedimentation tanks*) là một trong những tiến trình xử lý nước thải cổ điển nhất, nó có nhiệm vụ giữ lại các chất không hòa tan, trôi lơ lửng trong nước thải. Các chất có thể bị giữ lại trong bể gồm:

- Các chất rắn có khả năng lắng;
- Các chất dầu, mỡ và các vật liệu nổi khác;
- Một phần các chất tải hữu cơ.

Theo tác giả Gerard Kiely (*Environmental engineering*, 1997), nếu bể lắng sơ cấp được thiết kế và vận hành tốt thì có khoảng 50 - 70 % chất rắn lơ lửng bị giữ lại và làm giảm 25 - 40 % hàm lượng BOD5 trước khi đi vào việc xử lý bằng phương pháp sinh học (hình 3.10).

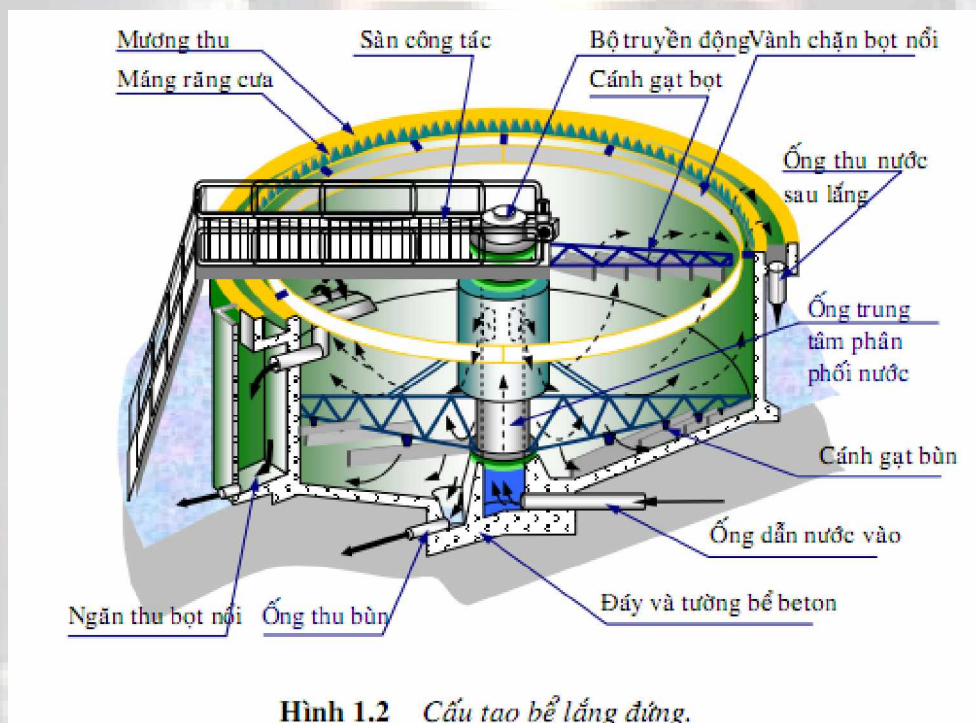
Hình 3.10: Quan hệ giữa tốc độ chảy mặt và tỉ lệ chất thải rắn lắng đọng

(McGhee, 1991) (các đường đứt nét - - - - - dùng cho ví dụ 3.5)

Người ta phân biệt:

+ **Bể lắng sơ cấp hoạt động gián đoạn**: loại này áp dụng khi lượng nước thải ít và chế độ thải không đồng đều (ví dụ ở xưởng giặt áo quần). Bể loại này có nguyên tắc hoạt động tương đối đơn giản là ta cứ việc xả nước thải vào một bể chứa (xem cách xác định cách cân bằng dòng chảy ở phần 2.3.5, chương 2) và để nước đứng yên trong một khoảng thời gian nhất định (khoảng 1,5 - 2,5 giờ), sau khi để các chất rắn lắng xuống, ta tháo nước ra và cho lượng xả mới vào.

+ **Bể lắng hoạt động liên tục**: nước thải được xả liên tục vào bể và trong quá trình di chuyển các chất rắn lơ lửng bị giữ lại. Có nhiều kiểu bể loại này: bể lắng ngang, bể lắng đứng và bể lắng hình trụ.



Hình 1.2 Cấu tạo bể lắng đứng.

5.4 BỂ LỌC

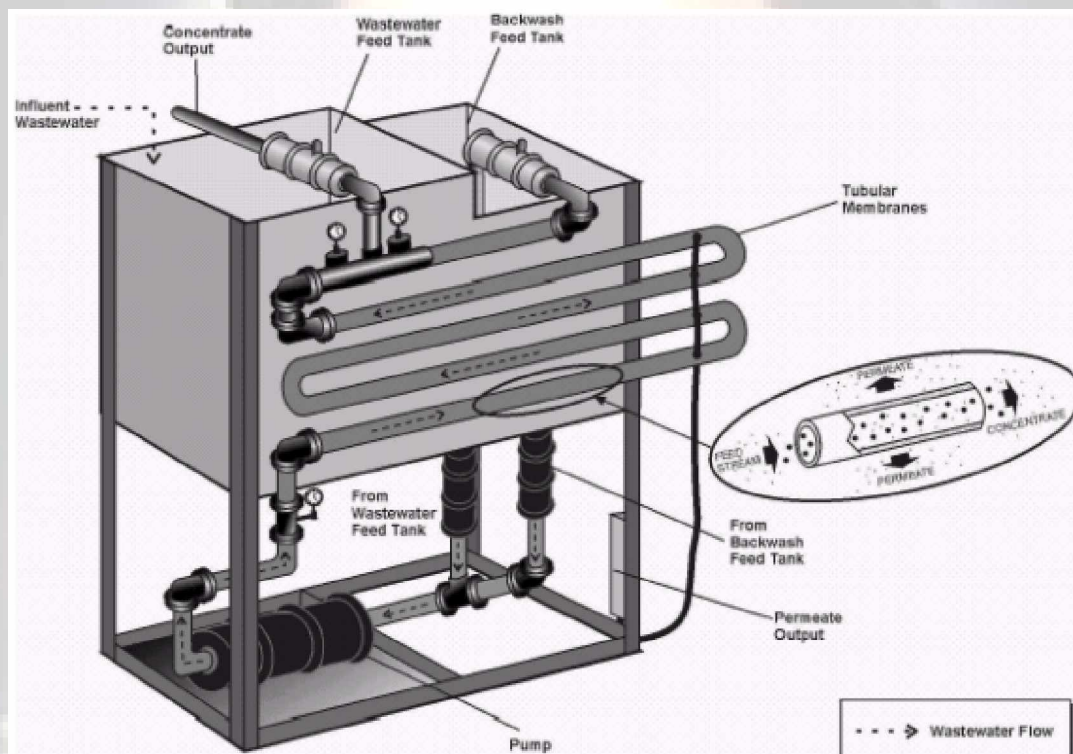
Người ta có thể dùng các hạt sạn sỏi, cát, than ... để loại bỏ một phần các chất rắn lơ lửng của nước thải và lượng BOD trước khi cho qua các công trình xử lý sinh học hay hóa học khác. Bể lọc thấm hay bể lọc nhỏ giọt (percolating hay trickling filters) là một trong các hình thức lọc cổ điển với dạng hình hộp tròn, hình chữ nhật bằng bê tông hoặc thép chứa sỏi, đá vôi (có đường kính hạt khoảng 25 -

100 mm). Kích thước các bể thường vào khoảng 1,0 - 2,5 m theo chiều sâu và có đường kính khoảng 5 - 50 m, đáy bể là các tấm lược để thu hồi nước thải đã qua

xử lý bể lọc thấm. Gần đáy bể có một lỗ nhỏ thông khí. Sơ đồ bể như hình vẽ.

Các yếu tố ảnh hưởng đến việc xử lý và thiết kế bể lọc:

- Thành phần và khả năng xử lý của nước thải;
- Loại vật liệu lọc và bề dày lớp lọc;
- Tính dẫn tải thủy lực và hữu cơ;
- Tỷ số quay vịnh và sắp xếp nước thải;
- Nhiệt độ nước thải;
- Sự vận hành của hệ thống phân phối nước thải



Hình 1.4 Thiết bị siêu lọc sử dụng màng membrane

6. KẾT HỢP CÁC BIỆN PHÁP XỬ LÝ HIỆU KHÍ

a) Bể lọc sinh học hoạt tính: giống như bể lọc sinh học nhỏ giọt cao tải, chỉ khác là bùn từ bể lắng thứ cấp được bơm hỗn lưu vào bể lọc sinh học hoạt tính để tăng mật độ vi sinh vật trong bể này. Ưu điểm của bể lọc sinh học hoạt tính là hiệu suất khử BOD cao hơn, lưu lượng nạp BOD có thể tăng 4 - 5 lần so với bể lọc sinh học nhỏ giọt thông thường. Thông số thiết kế thường dùng là 3,21 - 4,00 kg/m³.d (hiệu suất khử BOD là 60 - 65%).

Hiệu suất khử BOD của bể lọc sinh học hoạt tính và bể lắng thứ cấp được tính theo công thức:

$$\frac{L_e}{L_0} = e^{-KT[0,016(T-20)]^{0,48}}$$

trong đó

L_e : nước thải sau xử lý

L_0 : nước thải trước xử lý

KT: khả năng khử BOD ở nhiệt độ $T (^{\circ}\text{C}) = K_{20}^{T-20}$; $K_{20} = 12,16$

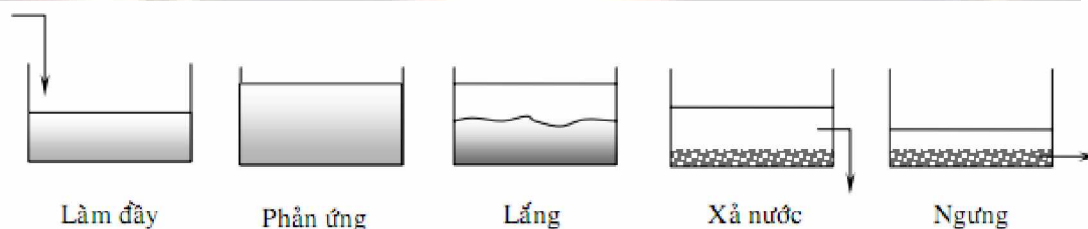
TL: lưu lượng nạp chất hữu cơ $\text{kg/m}^3 \cdot \text{d}$;

= 1,016 đối với nước thải gia dụng.

Kết hợp bể lọc sinh học và bể bùn hoạt tính theo dạng nối tiếp

Bể Hoạt Động Gián Đoạn (Sequencing Batch Reactor – SBR)

Bể hoạt động gián đoạn là hệ thống xử lý nước thải với bùn hoạt tính theo kiểu làm đầy và xả cạn. Quá trình xảy ra trong bể SBR tương tự như trong bể bùn hoạt tính hoạt động liên tục chỉ có điều tất cả xảy ra trong cùng một bể và được thực hiện lần lượt theo các bước: (1) -Làm đầy; (2)-Phản ứng; (3)-Lắng; (4)-Xả cạn; (5)-Ngưng. Sơ đồ hệ thống SBR được trình bày trong Hình 1.13.



Hình 1.13 Sơ đồ hoạt động của hệ thống SBR.

CHƯƠNG V: HOÀN THIÊN QUY TRÌNH

Qua thử nghiệm cho thấy các chỉ tiêu cơ bản đã đạt được song cần cải tiến và chỉnh sửa lại tại công đoạn xử lý sinh học để nước sau khi xử lý không còn mùi hôi.

1. PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC

Phương pháp sinh học được ứng dụng để xử lý các chất hữu cơ hòa tan có trong nước thải cũng như một số chất vô cơ như H_2S , sunfit, ammonia, nitơ,... dựa trên cơ sở hoạt động của vi sinh vật để phân hủy các chất hữu cơ gây ô nhiễm. Vi sinh vật sử dụng chất hữu cơ và một số khoáng chất làm thức ăn để sinh trưởng và phát triển. Một cách tổng quát, phương pháp xử lý sinh học có

thể phân chia thành 2 loại:

Phương pháp kỵ khí sử dụng nhóm vi sinh vật kỵ khí, hoạt động trong điều kiện không có oxy;

Phương pháp hiếu khí sử dụng nhóm vi sinh vật hiếu khí, hoạt động trong điều kiện cung cấp oxy liên tục.

Quá trình phân hủy các chất hữu cơ nhờ vi sinh vật gọi là quá trình oxy hóa sinh hóa. Để thực hiện quá trình này, các chất hữu cơ hòa tan, cả chất keo và các chất phân tán nhỏ trong nước thải cần di chuyển vào bên trong tế bào vi sinh vật theo ba giai đoạn chính như sau:

Chuyển các chất ô nhiễm từ pha lỏng tới bề mặt tế bào vi sinh vật;

Khuếch tán từ bề mặt tế bào qua màng bán thấm do sự chênh lệch nồng độ bên trong và bên ngoài tế bào;

Chuyển hóa các chất trong tế bào vi sinh vật, sản sinh năng lượng và tổng hợp tế bào mới.

Tốc độ quá trình oxy hóa sinh hóa phụ thuộc vào nồng độ chất hữu cơ, hàm lượng các tạp chất và mức độ ổn định của lưu lượng nước thải vào hệ thống xử lý. Ở mỗi điều kiện xử lý nhất định, các yếu tố chính ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng sinh hóa là chế độ thủy động, hàm lượng oxy trong nước thải, nhiệt độ, pH, dinh dưỡng và nguyên tố vi lượng.

1.1. PHƯƠNG PHÁP KỶ KHÍ

Quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ là quá trình sinh hóa phức tạp tạo ra hàng trăm sản phẩm trung gian và phản ứng trung gian. Tuy nhiên, phương trình phản ứng sinh hóa trong điều kiện kỵ khí có thể biểu diễn đơn giản như sau:

Vi sinh vật

Chất hữu cơ -----> $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{Tế bào mới}$

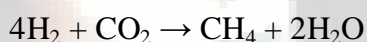
Một cách tổng quát, quá trình phân hủy kỵ khí xảy ra theo 4 giai đoạn (Hình 1.8):

Giai đoạn 1: Thủy phân, cắt mạch các hợp chất cao phân tử;

- Giai đoạn 2: Acid hóa;
- Giai đoạn 3: Acetate hóa;
- Giai đoạn 4: Methane hóa.

Các chất thải hữu cơ chứa các nhiều chất hữu cơ cao phân tử như proteins, chất béo, carbohydrates, celluloses, lignin,... trong giai đoạn thủy phân, sẽ được cắt mạch tạo thành những phân tử đơn giản hơn, dễ phân hủy hơn. Các phản ứng thủy phân sẽ chuyển hóa protein thành amino acids, carbohydrate thành đường đơn, và chất béo thành các acid béo. Trong giai đoạn acid hóa, các chất hữu cơ đơn giản lại được tiếp tục chuyển hóa thành acetic acid, H_2 và CO_2 . Các acid béo dễ bay hơi chủ yếu là acetic acid, propionic acid và lactic acid. Bên cạnh đó, CO_2 và H_2 , methanol, các rượu đơn giản khác cũng được hình thành trong quá trình cắt mạch carbohydrate. Vi sinh vật chuyển hóa methane chỉ có thể phân hủy một số loại cơ chất nhất định

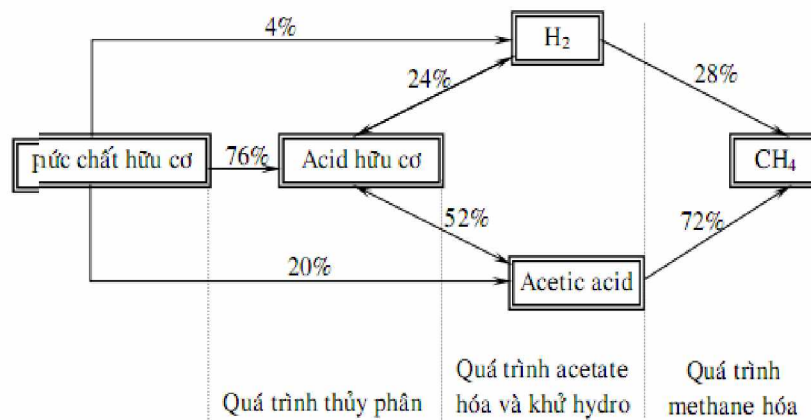
như $\text{CO}_2 + \text{H}_2$, formate, acetate, methanol, methylamines và CO. Các phương trình phản ứng xảy ra như sau:



Tùy theo trạng thái của bùn, có thể chia quá trình xử lý kỵ khí thành:

Quá trình xử lý kỵ khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng như quá trình tiếp xúc kỵ khí (Anaerobic Contact Process), quá trình xử lý bằng lớp bùn kỵ khí với dòng nước đi từ dưới lên (Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB);

- Quá trình xử lý kỵ khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám như quá trình lọc kỵ khí (Anaerobic Filter Process).



Hình 1.8 Quá trình phân hủy kỵ khí.

Quá Trình Tiếp Xúc Kỵ Khí (Anaerobic Contact Process)

Một số loại nước thải có hàm lượng chất hữu cơ cao có thể xử lý rất hiệu quả bằng quá trình tiếp xúc kỵ khí (Hình 1.9). Quá trình phân hủy xảy ra trong bể kín với bùn tuần hoàn. Hỗn hợp bùn

và nước thải trong bể được khuấy trộn hoàn toàn. Sau khi phân hủy, hỗn hợp được đưa sang bể lắng hoặc bể tuyển nổi để tách riêng bùn và nước. Bùn được tuần hoàn trở lại bể kỵ khí. Lượng bùn dư thải bỏ thường rất ít do tốc độ sinh trưởng của vi sinh vật khá chậm.

(Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

Đây là một trong những quá trình kỵ khí được ứng dụng rộng rãi nhất trên thế giới do hai đặc điểm chính sau:

- Cả ba quá trình, phân hủy - lắng bùn - tách khí, được lắp đặt trong cùng một công trình;
 - Tạo thành các loại bùn hạt có mật độ vi sinh vật rất cao và tốc độ lắng vượt xa so với bùn hoạt tính hiếu khí dạng lơ lửng.
- Bên cạnh đó, quá trình xử lý sinh học kỵ khí sử dụng UASB còn có những ưu điểm so với quá trình bùn hoạt tính hiếu khí như:

Ít tiêu tốn năng lượng vận hành;

- bùn; Ít bùn dư, nên giảm chi phí xử lý
- Bùn sinh ra dễ tách nước;
- Nhu cầu dinh dưỡng thấp nên giảm được chi phí bổ sung dinh dưỡng;

- Có khả năng thu hồi năng lượng từ khí methane;
- Có khả năng hoạt động theo mùa vì bùn kỵ khí có thể hồi phục và hoạt động được sau một thời gian ngưng không nạp liệu.

Sơ đồ bể UASB được trình bày trong Hình 1.10. Nước thải được nạp liệu từ phía đáy bể, đi qua lớp bùn hạt, quá trình xử lý xảy ra khi các chất hữu cơ trong nước thải tiếp xúc với bùn hạt. Khí sinh ra trong điều kiện kỵ khí (chủ yếu là methane và CO₂) sẽ tạo nên dòng tuần hoàn cục bộ giúp cho quá trình hình thành và duy trì bùn sinh học dạng hạt. Khí sinh ra từ lớp bùn sẽ dính bám vào các hạt bùn và cùng với khí tự do nổi lên phía mặt bể. Tại đây, quá trình tách pha khí-lỏng-rắn xảy ra nhờ bộ phận tách pha. Khí theo ống dẫn qua bồn hấp thu chứa dung dịch NaOH 5-10%. Bùn sau khi tách khỏi bọt khí lại lắng xuống. Nước thải theo màng tràn răng cưa dẫn đến công trình xử lý tiếp theo.

Vận tốc nước thải đưa vào bể UASB được duy trì trong khoảng 0,6-0,9 m/h. pH thích hợp cho quá trình phân hủy kỵ khí dao động trong khoảng 6,6-7,6. Do đó cần cung cấp đủ độ kiềm (1000 – 5000 mg/L) để bảo đảm pH của nước thải luôn luôn > 6,2 vì ở pH < 6,2, vi sinh vật chuyển hóa methane không hoạt động được. Cần lưu ý rằng chu trình sinh trưởng của vi sinh vật acid hóa ngắn hơn rất nhiều so với vi sinh vật acetate hóa (2-3 giờ ở 35⁰C so với 2-3 ngày, ở điều kiện tối

ưu). Do đó, trong quá trình vận hành ban đầu, tải trọng chất hữu cơ không được quá cao vì vi sinh vật acid hóa sẽ tạo ra acid béo dễ bay hơi với tốc độ nhanh hơn rất nhiều lần so với tốc độ chuyển hóa các acid này thành acetate dưới tác dụng của vi sinh vật acetate hóa.

Do tại Việt Nam chưa có loại bùn hạt nên quá trình vận hành được thực hiện với tải trọng ban đầu khoảng 3 kg COD/m³.ngđ. Mỗi khi đạt đến trạng thái ổn định, tải trọng này sẽ được tăng lên gấp đôi cho đến khi đạt tải trọng 15 - 20 kg COD/m³.ngđ. Thời gian này kéo dài khoảng 3 -4 tháng. Sau đó, bể sẽ hoạt động ổn định và có khả năng chịu quá tải, cũng như nồng độ chất thải khá cao. Khí metan thu được có thể sử dụng cho việc đun nấu và cung cấp nhiệt. Lượng bùn sinh ra rất nhỏ nên không cần thiết phải đặt vấn đề xử lý bùn. Quá trình xử lý này chỉ tiêu tốn một lượng nhỏ năng lượng dùng để bơm nước.

Quá Trình Lọc Kỵ Khí (Anaerobic Filter Process)

Bể lọc kỵ khí là một cột chứa vật liệu tiếp xúc để xử lý chất hữu cơ chứa carbon trong nước thải. Nước thải được dẫn vào cột từ dưới lên, tiếp xúc với lớp vật liệu trên đó có vi sinh vật kỵ khí sinh trưởng và phát triển. Vì vi sinh vật được giữ trên bề mặt vật liệu tiếp xúc và không bị rửa trôi theo nước sau xử lý nên thời gian lưu của tế bào vi sinh vật (thời gian lưu bùn) rất cao (khoảng 100 ngày).

1.2 PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ SINH HỌC HIẾU KHÍ

Các quá trình xử lý sinh học bằng phương pháp hiếu khí có thể xảy ra ở điều kiện tự nhiên hoặc nhân tạo. Trong các công trình xử lý nhân tạo, người ta tạo điều kiện tối ưu cho quá trình oxy hóa sinh hóa nên quá trình xử lý có tốc độ và hiệu suất cao hơn rất nhiều. Tùy theo trạng thái tồn tại của vi sinh vật, quá trình xử lý sinh học hiếu khí nhân tạo có thể chia thành:

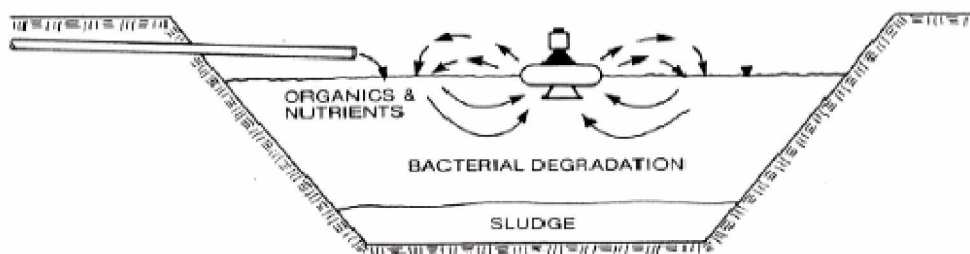
Xử lý sinh học hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng chủ yếu được sử dụng để khử chất hữu cơ chứa carbon như quá trình bùn hoạt tính, hồ làm thoáng, bể phản ứng hoạt động gián đoạn, quá trình lên men phân hủy hiếu khí. Trong số những quá trình này, quá trình bùn hoạt tính là quá trình phổ biến nhất.

Xử lý sinh học hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng dính bám như quá trình bùn hoạt tính dính bám, bể lọc nhỏ giọt, bể lọc cao tải, đĩa sinh học, bể phản ứng nitrate hóa với màng cố định.

Bể Bùn Hoạt Tính Với Vi Sinh Vật Sinh Trưởng Lơ Lửng

Trong bể bùn hoạt tính hiếu khí với vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng, quá trình phân hủy xảy ra khi nước thải tiếp xúc với bùn trong điều kiện sục khí liên tục. Việc sục khí nhằm đảm bảo các yêu cầu cung cấp đủ lượng oxy một cách liên tục và duy trì bùn hoạt tính ở trạng thái lơ lửng. Nồng độ oxy hòa tan trong nước ra khỏi bể lắng đợt 2 không được nhỏ hơn 2 mg/L. Tốc độ sử dụng oxy hòa tan trong bể bùn hoạt tính phụ thuộc vào:

- Tỷ số giữa lượng thức ăn (chất hữu cơ có trong nước thải) và lượng vi sinh vật: tỷ lệ 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 hòa tan.



Hình 1.11 Hình minh họa cơ chế xử lý của ao sục khí

Để thiết kế và vận hành hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí một cách hiệu quả cần phải hiểu rõ vai trò quan trọng của quần thể vi sinh vật. Các vi sinh vật này sẽ phân hủy các chất hữu cơ có trong nước thải và thu năng lượng để chuyển hóa thành tế bào mới, chỉ một phần chất hữu cơ bị oxy hóa hoàn toàn thành CO_2 , H_2O , NO_3^- , SO_4^{2-} , ... Một cách tổng quát, vi sinh vật tồn tại trong hệ thống bùn hoạt tính bao gồm *Pseudomonas*, *Zoogloea*, *Achromobacter*, *Flacobacterium*, *Nocardia*, *Bdellovibrio*, *Mycobacterium*, và hai loại vi khuẩn nitrate hóa *Nitrosomonas* và *Nitrobacter*. Thêm vào đó, nhiều loại vi khuẩn dạng sợi như *Sphaerotilus*, *Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Lecicothrix*, và *Geotrichum* cũng tồn tại.

Yêu cầu chung khi vận hành hệ thống bùn hoạt tính hiếu khí là nước thải đưa vào hệ thống cần có hàm lượng SS không vượt quá 150 mg/L, hàm lượng sản phẩm dầu mỡ không quá 25 mg/L, pH = 6,5 – 8,5, nhiệt độ $6^\circ\text{C} < t^\circ\text{C} < 37^\circ\text{C}$.

Bể Hoạt Động Gián Đoạn (Sequencing Batch Reactor – SBR)

Bể hoạt động gián đoạn là hệ thống xử lý nước thải với bùn hoạt tính theo kiểu làm đầy và xả cạn. Quá trình xảy ra trong bể SBR tương tự như trong bể bùn hoạt tính hoạt động liên tục chỉ có điều tất cả xảy ra trong cùng một bể và được thực hiện lần lượt theo các bước: (1) -Làm đầy; (2)-Phản ứng; (3)-Lắng; (4)-Xả cạn; (5)-Ngưng.

Nguyên lý hoạt động của bể này tương tự như trường hợp vi sinh vật sinh trưởng dạng lơ lửng, chỉ khác là vi sinh vật phát triển dính bám trên vật liệu tiếp xúc đặt trong bể.

CHƯƠNG VI : KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

1. KẾT LUẬN

Kết quả sau cải tiến cho thấy vấn đề quản lý tổng hợp chất thải sinh hoạt và bảo vệ môi trường theo cụm ở nông thôn còn mới mẻ và khá phức tạp đối với nước ta, đòi hỏi phải được tiếp tục hoàn thiện cả về mặt phương pháp luận lẫn thực tiễn.

Qua kết quả đánh giá của mô hình thực nghiệm cho thấy quy trình sau khi cải tiến đạt được những chỉ tiêu sau

Sau khi xử lý, nước thải giảm được độ đục, màu, mùi, độ cứng và các chất hữu cơ gây bệnh thỏa các yêu cầu của Nhà nước.

Công trình đơn giản, bền vững và hiện thực

Đặc biệt phương thức vận hành đơn giản có thể sử dụng lao động ở địa phương với chi phí thấp,

Không cần phải nhập khẩu nguyên liệu và sử dụng chuyên gia nước ngoài.

Công trình có tính đến việc phát triển dân số và đảm bảo nhu cầu phát triển dân số.

Công trình cần thiết phải nằm trong khả năng quản lý, vận hành và bảo dưỡng của cộng đồng địa phương.

Công trình được thừa nhận và đồng tình cao của cộng đồng và có sự tham gia của người dân, nguyên vật liệu tại chỗ

2 Ý KIẾN ĐỀ NGHỊ.

- Đề xuất, kiến nghị các biện pháp thể chế, chính sách, quản lý môi trường với sự tham gia của cộng đồng địa phương.

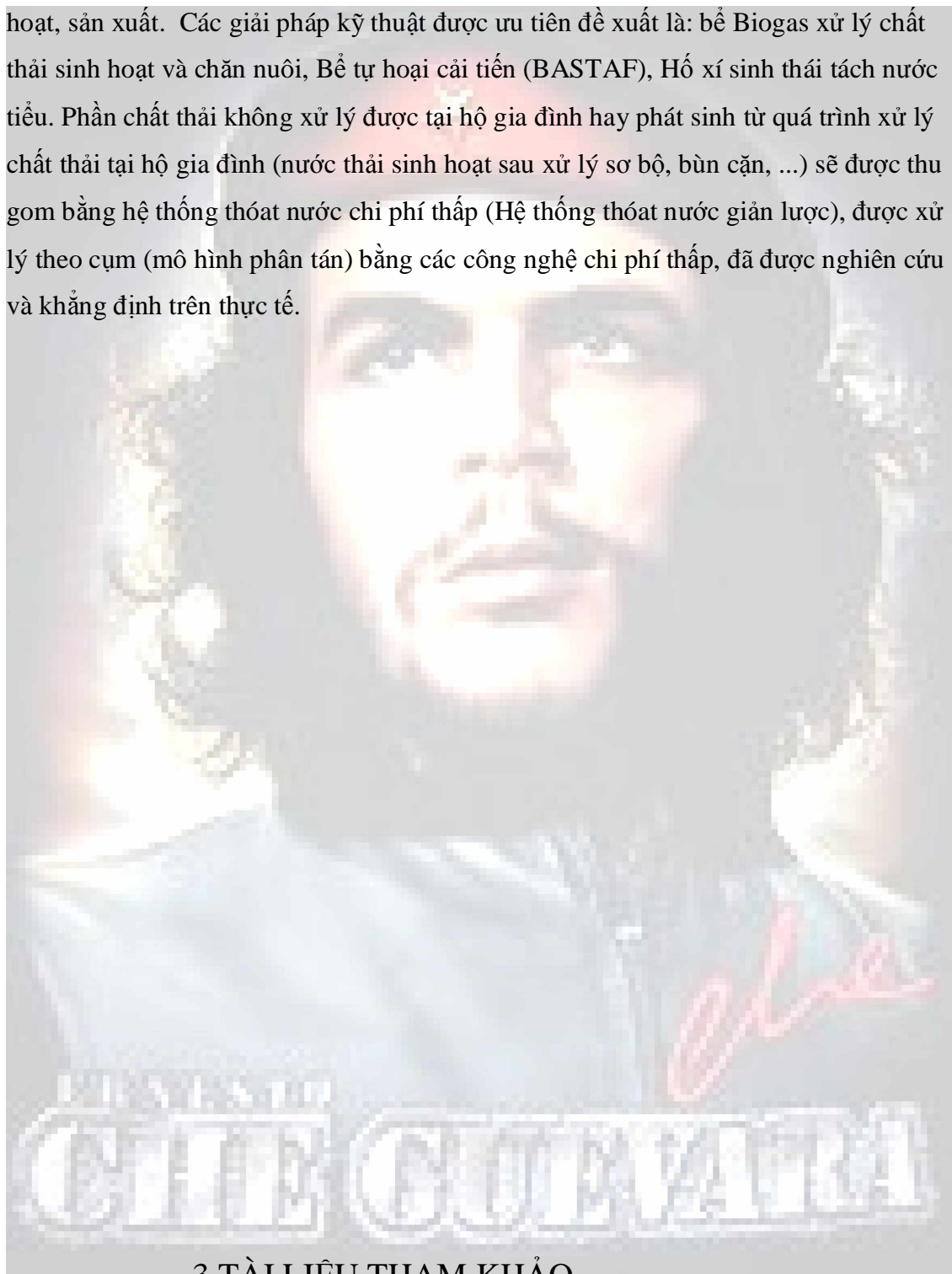
Bên cạnh nguồn Ngân sách Nhà nước, các nguồn vốn khác nhau cũng được huy động để thực hiện nhiệm vụ và duy trì các mô hình triển khai như Ngân sách địa phương, huy động đóng góp của nhân dân địa phương (vốn, ngày công, cơ sở vật chất, ...), từ các dự án hợp tác quốc tế (Dự án hợp tác với Thụy sĩ).

Và đồng thời áp dụng các công nghệ xử lý như:

Công nghệ xử lý CTR: chế biến phân vi sinh, tái chế chất thải rắn vơ cơ, chôn lấp hợp vệ sinh và xử lý chất thải rắn công nghiệp, tiến tới sử dụng công nghệ đốt. Trước mắt là triển khai thu gom chất thải rắn sinh hoạt tại nguồn, phân loại tại nguồn, chế biến phân vi sinh từ rác thải hữu cơ tại trạm chế biến phân vi sinh (Compost) ở xã hoặc thôn. Sản phẩm phân vi sinh sẽ được nghiên cứu nâng cao chất lượng để thương mại hóa, sử dụng làm phân bón cho cây trồng, cải tạo đất.

+ Nước thải được thu gom và xử lý tối đa tại ở hộ gia đình, với các công nghệ chi phí thấp, phù hợp với điều kiện cụ thể tại địa phương, tại hộ gia đình, theo phương thức

tách các dạng vật chất tối đa (nếu có thể) và hướng tới tái sử dụng nước thải, chất dinh dưỡng an toàn trong trồng trọt, nuôi trồng thủy sản, khí sinh học (nếu có) trong sinh hoạt, sản xuất. Các giải pháp kỹ thuật được ưu tiên đề xuất là: bể Biogas xử lý chất thải sinh hoạt và chăn nuôi, Bể tự hoại cải tiến (BASTAF), Hồ xí sinh thái tách nước tiểu. Phần chất thải không xử lý được tại hộ gia đình hay phát sinh từ quá trình xử lý chất thải tại hộ gia đình (nước thải sinh hoạt sau xử lý sơ bộ, bùn cặn, ...) sẽ được thu gom bằng hệ thống thoát nước chi phí thấp (Hệ thống thoát nước gián lược), được xử lý theo cụm (mô hình phân tán) bằng các công nghệ chi phí thấp, đã được nghiên cứu và khẳng định trên thực tế.



1. Báo cáo tổng hợp Dự án "Xây dựng và triển khai mô hình xử lý chất thải sinh hoạt của các cụm dân cư dọc lưu vực sông". Cục BVMT, Viện Kỹ thuật Nước và CNMT, 2005-2006.
2. Báo cáo Hiện trạng Môi trường Hà Nội và các tỉnh Hà Tây, Hà Nam của các Sở Khoa học Công nghệ và Môi trường các năm 1998, 2000, 2002, 2004.
3. Cam kết về bảo vệ môi trường của Chủ tịch Ủy ban Nhân dân 6 tỉnh, thành phố thuộc lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy, Hội nghị Bảo vệ Môi trường Lưu vực sông Nhuệ - sông Đáy ngày 07/08/2003.
4. Bộ Xây dựng - Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, 1993 *Giáo trình Cấp Thoát nước*, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
5. Bounds, T.R., 1997. *Design and Performance of Septic Tanks, Site Characterization and Design of Onsite Septic Systems*, ASTM STP 901, M.S. Bedinger, A.I. Johnson, and J.S. Fleming, Eds., American Society for Testing Materials, Philadelphia.
6. Calvin Victor Davis, 1952 *Handbook of Applied Hydraulics*, Nxb. McGraw-Hill Book Co., New York
7. Nguyễn Ngọc Dung, 1999 *Xử lý nước cấp*, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
8. Environmental Sanitation Information Center (1987). *Environmental Sanitation Review*. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand
9. Nguyễn Văn Đạt, Huỳnh Chánh Thiện, 1982 *Kết cấu công trình*, tập I, II, Nxb. Đại học và THCN, Hà Nội Fair, Gordon Maskew, 1954 *Water supply and waste-water disposal*, Nxb. John Wiley & Son, New York George Tchobanoglous and Franklin L. Burton, 19 *Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse*, Nxb. McGraw-Hill Book Co., New York
10. Gruhler, 1980 *Công trình làm sạch nước thải loại nhỏ*, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
11. John M. Kalbermatten, DeAnne S. Julius, Charles G. Gunnerson, D. Duncan Mara (1982). *Appropriate Sanitation Alternatives - a Planning and Design Manual*. The Johns Hopkins University Press. Published for the World Bank. Baltimore and London, UK
12. Hồng Huệ, 1996 *Xử lý nước thải*, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
13. Kriengsak Udomsinrot, 1989 *Wastewater Engineering Design - Calculations*, Mitnara Printing, Bangkok
14. Linvil G. Rich, 1980 *Low-maintenance, Mechanically Simple Wastewater Treatment Systems*, Nxb. McGraw-Hill Book Co., New York
15. Dương Trọng Phi (2003). *Nâng cao hiệu quả của nhà tiêu sinh thái VINASANRES*, Viện Pasteur Nha Trang, Nha Trang
16. Smethurst, George, 1988 *Basic water treatment for application world-wide*, Nxb. Thomas Telford, S.M. Tronach, T. Rudd, J.N. Lester, 1986 *Anaerobic digestion processes in industrial wastewater treatment*, Nxb. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
17. Tổng cục Xây dựng - Tiêu chuẩn ngành, 1996
18. TCXD 188: *Nước thải đô thị - Tiêu chuẩn thải*, Nxb. Xây dựng, Hà Nội
19. Trần Văn Mơ, 1993 *Kỹ thuật Môi trường*, Nxb. Xây dựng, Hà Nội