

BỘ Y TẾ
CỤC QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG Y TẾ
DỰ ÁN HỖ TRỢ XỬ LÝ CHẤT THẢI BỆNH VIỆN

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ

*(Ban hành kèm theo Quyết định số 105/QĐ-MT ngày 03/7/2014
của Cục trưởng Cục Quản lý môi trường y tế)*



NHÀ XUẤT BẢN Y HỌC
HÀ NỘI, 2015

BỘ Y TẾ
CỤC QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG Y TẾ
DỰ ÁN HỖ TRỢ XỬ LÝ CHẤT THẢI BỆNH VIỆN

HƯỚNG DẪN ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ

*(Ban hành kèm theo Quyết định số 105/QĐ-MT ngày 03/7/2014
của Cục trưởng Cục Quản lý môi trường y tế)*



NHÀ XUẤT BẢN Y HỌC
Hà Nội, 2015

CHỦ BIÊN

TS. Nguyễn Thanh Hà

ĐỒNG CHỦ BIÊN

PGS.TS. Nguyễn Huy Nga

NHÓM BIÊN SOẠN

TS. Nguyễn Thanh Hà

TS. Nguyễn Thị Liên Hương

TS. Lương Mai Anh

ThS. Phan Thị Lý

ThS. Lê Văn Chính

TS. Từ Hải Bằng

ThS. Cao Vũ Hưng

KS. Nguyễn Trí Thâm

CN. Đỗ Thanh Huyền

KS. Vũ Thị Mai Lê

CN. Phạm Thị Quỳnh Trang

THƯ KÝ BIÊN SOẠN

ThS. Lê Mạnh Hùng

QUYẾT ĐỊNH
Về việc ban hành tài liệu hướng dẫn quản lý chất thải y tế

CỤC TRƯỞNG CỤC QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG Y TẾ

Căn cứ Quyết định số 1534/QĐ-BYT ngày 07/5/2013 của Bộ trưởng Bộ Y tế quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Cục Quản lý môi trường y tế, Bộ Y tế;

Căn cứ kết quả đánh giá các tài liệu hướng dẫn về quản lý chất thải y tế của các thành viên Hội đồng Khoa học và Công nghệ của Cục Quản lý môi trường y tế (thành lập tại Quyết định số 25/QĐ-MT ngày 04/3/2014);

Theo đề nghị của Trưởng phòng Môi trường cơ sở y tế,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành kèm theo Quyết định này các tài liệu để hướng dẫn các cơ sở y tế triển khai thực hiện công tác quản lý chất thải y tế gồm:

1. Sổ tay hướng dẫn quản lý chất thải y tế trong bệnh viện;
2. Hướng dẫn áp dụng công nghệ xử lý nước thải y tế;
3. Hướng dẫn áp dụng công nghệ không đốt xử lý chất thải rắn y tế.

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký, ban hành.

Điều 3. Các ông, bà Chánh Văn phòng Cục, Trưởng phòng Môi trường cơ sở y tế, thủ trưởng các cơ sở y tế và các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- BT. Nguyễn Thị Kim Tiến (để báo cáo);
- TT. Nguyễn Thanh Long (để báo cáo);
- TT. Nguyễn Thị Xuyên (để báo cáo);
- Website Cục Quản lý môi trường y tế;
- Lưu: VT, YT.

CỤC TRƯỞNG



Nguyễn Huy Nga

LỜI NÓI ĐẦU

Nước thải phát sinh tại các cơ sở y tế là loại nước thải ô nhiễm có tính chất đặc thù. Do đó, nếu không được thu gom, xử lý đảm bảo các quy chuẩn hiện hành trước khi thải ra môi trường có nguy cơ gây ô nhiễm, suy thoái các nguồn nước tiếp nhận, ảnh hưởng đến chất lượng môi trường đất và có thể phát tán các dịch bệnh trong cộng đồng.

Hiện nay, việc quản lý nước thải y tế tại Việt Nam còn một số bất cập và chưa đáp ứng được các quy định hiện hành về bảo vệ môi trường. Nhiều cơ sở y tế chưa lựa chọn được loại hình công nghệ phù hợp với điều kiện thực tế của đơn vị để đầu tư hệ thống xử lý nước thải. Hệ thống xử lý nước thải tại một số cơ sở y tế chưa đáp ứng được quy chuẩn hiện hành. Bởi vậy, Cục Quản lý môi trường y tế, Bộ Y tế đã phối hợp với Dự án “Hỗ trợ xử lý chất thải bệnh viện” (vay vốn ưu đãi của Ngân hàng Thế giới) để xây dựng tài liệu “Hướng dẫn áp dụng công nghệ xử lý nước thải y tế” nhằm giúp cho các bệnh viện, các cơ sở y tế trong việc lựa chọn công nghệ xử lý nước thải phù hợp trước khi quyết định đầu tư. Trong quá trình biên soạn tài liệu, chúng tôi đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp bổ ích của các cán bộ tại các cơ sở y tế, các chuyên gia trong nước và quốc tế để hoàn thiện tài liệu hướng dẫn này. Để tài liệu được hoàn thiện hơn, góp phần giúp các cơ sở y tế trong công tác đầu tư và vận hành hiệu quả hệ thống xử lý nước thải, Ban biên soạn rất mong nhận được thêm các ý kiến đóng góp từ các đồng nghiệp và độc giả.

Ban biên soạn xin trân trọng cảm ơn sự tham gia, đóng góp của các tổ chức, cá nhân, các chuyên gia tư vấn trong nước và quốc tế, đặc biệt là sự hỗ trợ của Dự án Hỗ trợ xử lý chất thải bệnh viện do Ngân hàng Thế giới tài trợ trong quá trình xây dựng và ban hành tài liệu này.

DANH MỤC VIẾT TẮT

AAO	Anaerobic - Anoxyc - Oxyc (Yếm khí – thiếu khí – hiếu khí)
BOD	Nhu cầu oxy hóa sinh hóa
BYT	Bộ Y tế
COD	Nhu cầu oxy hóa hóa học
CTYT	Công trình y tế
NTBV	Nước thải bệnh viện
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
TDS	Tổng chất rắn hòa tan
TS	Tổng chất rắn
TSS	Tổng chất rắn lơ lửng
XLNT	Xử lý nước thải
BV	Bệnh viện
NTYT	Nước thải y tế
KTMT	Kỹ thuật môi trường
ĐH XD	Đại học Xây dựng
KCN	Khu công nghiệp
XLMT	Xử lý môi trường
ATVSMT	An toàn vệ sinh môi trường
BTNMT	Bộ Tài nguyên và Môi trường
NĐ	Nghị định
CP	Chính phủ
SBR	Sequencing Batch Reactor (Hoạt động gián đoạn theo mẻ)

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1- NƯỚC THẢI Y TẾ VÀ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ TẠI VIỆT NAM	1
1.1. Nước thải y tế.....	1
1.1.1. Lượng nước thải y tế phát sinh	1
1.1.2. Đặc điểm của nước thải y tế	2
1.2. Một số quy định về quản lý nước thải y tế tại Việt Nam	8
1.2.1. Một số quy định về thu gom, xử lý nước thải y tế.....	8
1.2.2. Quy định về xả thải, cấp giấy phép xả thải, quan trắc môi trường	8
1.2.3. Nguyên tắc bố trí công trình xử lý và điểm xả nước thải	9
1.3. Công nghệ xử lý nước thải y tế tại Việt Nam	10
1.3.1. Các giai đoạn xử lý nước thải y tế	10
1.3.2. Một số công nghệ xử lý nước thải y tế hiện đang áp dụng tại Việt Nam...	29
1.3.3. Đánh giá ưu điểm - nhược điểm của một số mô hình công nghệ xử lý nước thải y tế	37
CHƯƠNG 2- HƯỚNG DẪN LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ.....	41
2.1. Một số tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý nước thải y tế phù hợp.....	41
2.1.1. Các tiêu chí đánh giá về kỹ thuật.....	41
2.1.2. Các tiêu chí đánh giá về mặt kinh tế.....	43
2.1.3. Các tiêu chí đánh giá về môi trường.....	44
2.1.4. Các tiêu chí đánh giá về văn hóa - xã hội và quản lý	45
2.2. Xác định và lượng hóa đối với các nhóm tiêu chí	46
2.3. Các bước tiến hành lựa chọn công nghệ xử lý nước thải y tế phù hợp.....	48
CHƯƠNG 3 - MỘT SỐ LƯU Ý TRONG THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT VÀ VẬN HÀNH HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ	50
3.1. Một số lưu ý trong quá trình thiết kế và lắp đặt hệ thống xử lý nước thải y tế.....	50

3.1.1. Một số sai sót cần tránh trong quá trình thiết kế và lắp đặt hệ thống xử lý nước thải y tế	50
3.1.2. Một số lưu ý khi thiết kế và lắp đặt hệ thống xử lý nước thải cho một số loại hình cơ sở y tế cụ thể	53
3.2. Một số lưu ý trong vận hành và bảo trì hệ thống xử lý nước thải y tế....	61
3.2.1. Những tồn tại trong vận hành và bảo trì hệ thống xử lý nước thải y tế ..	61
3.2.2. Một số lưu ý trong vận hành và bảo trì cho một số công nghệ xử lý nước thải y tế cụ thể.....	62
3.3. Đối với công tác giám sát và quan trắc.....	67
TÀI LIỆU THAM KHẢO	68

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1-1: Ước tính lượng nước thải bệnh viện.....	2
Bảng 1-2: Khoảng cách tối thiểu của công trình xử lý nước thải bệnh viện đối với khu dân cư xung quanh.....	9
Bảng 1-3: Lượng bức xạ cần thiết để khử trùng bằng tia cực tím.....	22
Bảng 1-4: So sánh một số ưu, nhược điểm của một số mô hình công nghệ xử lý nước thải bệnh viện	37
Bảng 2-1: Các tiêu chí đánh giá để lựa chọn công nghệ phù hợp.....	47
Bảng 2-2: Điều kiện áp dụng đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý...	48
Bảng 3-1: Khả năng oxy hoá hoàn toàn của ôzôn với các hợp chất hữu cơ	59

DANH MỤC HÌNH

Hình 1-1: Song chắn rác	12
Hình 1-2: Sơ đồ cấu tạo bể lắng đứng	13
Hình 1-3: Sơ đồ cấu tạo bể lắng hai vỏ.....	13
Hình 1-4: Giá thể vi sinh vật của bể lọc sinh học ngập nước	15
Hình 1-5: Sơ đồ cấu tạo bể lọc sinh học	16
Hình 1-6: Cấu tạo hoạt động đĩa quay sinh học.....	17
Hình 1-7: Bể hiếu khí truyền thống	17
Hình 1-8: Sơ đồ nguyên tắc hoạt động của bể SBR.....	18
Hình 1-9: Bể hiếu khí thổi khí kéo dài.....	19
Hình 1-10: Mương oxy hóa	19
Hình 1-11: Bãi lọc trồng cây	20
Hình 1-12: Sân phơi bùn.....	27
Hình 1-13: Sơ đồ máy quay ly tâm.....	28
Hình 1-14: Sơ đồ máy ép bùn băng tải	28
Hình 1-15: Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt	29
Hình 1-16: Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện bằng bùn hoạt tính trong bể hiếu khí	30
Hình 1-17: Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện theo nguyên lý hợp khối.....	31
Hình 1-18 : Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện bằng công nghệ AAO.....	33
Hình 1-19: Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện bằng hồ sinh học ổn định	35
Hình 1-20: Sơ đồ xử lý NTBv bằng bãi lọc trồng cây kết hợp bể lọc yếm khí	36
Hình 3-1: Sơ đồ mô hình công nghệ xử lý nước thải cho cơ sở khám chữa bệnh.....	54
Hình 3-2: Sơ đồ mô hình công nghệ xử lý nước thải cho các cơ sở y tế dự phòng, các cơ sở nghiên cứu đào tạo y dược, các cơ sở sản xuất thuốc.....	57
Hình 3-3: Sơ đồ mô hình Bể lọc kỵ khí kết hợp khử trùng bằng hóa chất xử lý nước thải	61

CHƯƠNG 1

NƯỚC THẢI Y TẾ VÀ CÔNG NGHỆ

XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ TẠI VIỆT NAM

1.1. Nước thải y tế

Nước thải y tế là nước thải phát sinh từ các cơ sở y tế, bao gồm: cơ sở khám bệnh, chữa bệnh; cơ sở y tế dự phòng; cơ sở nghiên cứu, đào tạo y, dược; cơ sở sản xuất thuốc. Trong nước thải y tế, ngoài những yếu tố ô nhiễm thông thường như chất hữu cơ, dầu mỡ động, thực vật, còn có những chất bản khoáng và chất hữu cơ đặc thù, các vi khuẩn gây bệnh, chế phẩm thuốc, chất khử trùng, các dung môi hóa học, dư lượng thuốc kháng sinh và có thể có các đồng vị phóng xạ được sử dụng trong quá trình chẩn đoán và điều trị bệnh. Do đó nước thải y tế cần được thu gom và xử lý đảm bảo theo các quy định hiện hành.

1.1.1. Lượng nước thải y tế phát sinh

Lượng nước cấp của các bệnh viện trong một ngày là cơ sở để tính toán hệ thống thu gom nước thải và lựa chọn công suất của hệ thống xử lý nước thải một cách chính xác nhất. Tuy nhiên, lượng nước thải phát sinh cần được xử lý tại các bệnh viện thường được tính toán dựa trên số lượng bệnh nhân hoặc số giường bệnh (lượng nước thải tính trên bệnh nhân trong ngày). Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) đã đưa ra một vài phương pháp ước tính lượng nước thải phát sinh như sau:

- Bệnh viện quy mô nhỏ và trung bình: 200 - 500 lít/người.ngày.
- Bệnh viện quy mô lớn: 400 - 700 lít/người.ngày
- Bệnh viện trường học: 500 - 900 lít/người.ngày

Tuy nhiên, lượng nước thải thực tế thu gom phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng của hệ thống thu gom trong các cơ sở y tế. Trên thực tế với hệ thống thu gom không hiệu quả, lượng nước thải thực tế thu được thường thấp hơn đáng kể so với các giá trị được chỉ ra trong Bảng 1-1.

Bảng 1-1: Ước tính lượng nước thải bệnh viện

TT	Quy mô bệnh viện (số giường bệnh)	Tiêu chuẩn nước cấp (l/giường.ngày)	Lượng nước thải ước tính (m ³ /ngày)
1	<100	700	70
2	100-300	700	100-200
3	300-500	600	200-300
4	500-700	600	300-400
5	>700	600	>400
6	Bệnh viện kết hợp nghiên cứu và đào tạo > 700	1000	>500

Nguồn: Trung tâm KTMT đô thị và KCN –Trường ĐHXD, Hà Nội, 2002

Số liệu bảng trên chỉ có tính chất tham khảo. Khi thiết kế hệ thống xử lý nước thải tại cơ sở y tế cần có hoạt động khảo sát, đánh giá chi tiết lượng nước thải thực tế phát sinh. Đồng thời tham khảo mức tiêu thụ nước của bệnh viện hàng tháng theo hóa đơn nước tiêu thụ.

Đối với các cơ sở y tế dự phòng hoặc các trạm y tế xã, tiêu chuẩn cấp nước thường thấp hơn các giá trị nêu ở bảng trên. Lưu lượng nước cấp thường dao động từ 10 m³/ngày đến 70 m³/ngày đối với các cơ sở y tế dự phòng và từ 1 m³/ngày - 3 m³/ngày đối với các trạm y tế xã/phường. Theo kinh nghiệm thực tế, thường người ta ước tính lượng nước thải bằng 80% của lượng nước cấp.

1.1.2. Đặc điểm của nước thải y tế

1.1.2.1. Thành phần, thông số ô nhiễm chính trong nước thải y tế

a. Các chất rắn trong nước thải y tế (TS, TSS và TDS)

Thành phần vật lý cơ bản trong nước thải y tế gồm có: tổng chất rắn (TS); tổng chất rắn lơ lửng (TSS); tổng chất rắn hòa tan (TDS). Chất rắn hòa tan có kích thước hạt 10⁻⁸ - 10⁻⁶ mm, không lắng được. Chất rắn lơ lửng có kích thước hạt từ 10⁻³ - 1 mm và lắng được. Ngoài ra trong nước thải còn có hạt keo (kích thước hạt từ 10⁻⁵ - 10⁻⁴ mm) khó lắng.

Theo báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học Bộ Xây dựng “Xây dựng TCVN: Trạm xử lý nước thải bệnh viện - Các yêu cầu kỹ thuật để thiết kế và quản lý vận hành”. Hà Nội, 2008, trong nước thải bệnh viện hoặc các cơ sở y tế khác, hàm lượng cặn lơ lửng dao động từ 75 mg/L đến 250 mg/L. Hàm lượng của các chất

rắn lơ lửng trong nước thải phụ thuộc vào sự hoạt động của các bể tự hoại trong cơ sở y tế.

b. Các chỉ tiêu hữu cơ của nước thải y tế (BOD₅, COD)

Các chỉ tiêu hữu cơ của nước thải y tế gồm có: nhu cầu oxy sinh hóa (BOD) và nhu cầu oxy hóa học (COD).

- ❖ BOD₅ gián tiếp chỉ ra mức độ ô nhiễm do các chất có khả năng bị oxy hoá sinh học, mà đặc biệt là các chất hữu cơ.

BOD₅ thường được xác định bằng phương pháp phân hủy sinh học trong thời gian 5 ngày nên được gọi là chỉ số BOD₅.

Có thể phân loại mức độ ô nhiễm của nước thải thông qua chỉ số BOD₅ như sau:

- BOD₅ < 200 mg/lít (mức độ ô nhiễm thấp)
- 350 mg/l < BOD₅ < 500 mg/lít (mức độ ô nhiễm trung bình)
- 500mg/l < BOD₅ < 750 mg/lít (mức độ ô nhiễm cao)
- BOD₅ > 750 mg/lít (mức độ ô nhiễm rất cao)

Theo báo cáo khảo sát của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường tại nhiệm vụ “Nghiên cứu đề xuất giải pháp xử lý CTBV đạt tiêu chuẩn môi trường” Hà Nội, năm 2004, trong nước thải bệnh viện tại Việt Nam, BOD₅ dao động từ 120 mg/l đến 200 mg/lít.

- ❖ COD là chỉ tiêu để đánh giá mức độ ô nhiễm nước thải kể cả chất hữu cơ dễ phân huỷ và khó phân huỷ sinh học. Đối với nước thải, hàm lượng ô nhiễm hữu cơ được xác định gián tiếp thông qua chỉ số COD.

Có thể phân loại mức độ ô nhiễm thông qua chỉ số COD như sau:

- COD < 400 mg/lít (mức độ ô nhiễm thấp)
- 400 mg/l < COD < 700 mg/lít (mức độ ô nhiễm trung bình)
- 700 mg/l < COD < 1500 (mức độ ô nhiễm cao)
- COD > 1500 mg/lít (mức độ ô nhiễm rất cao)

Trong nước thải bệnh viện tại Việt Nam, COD thường có giá trị từ 150mg/l đến 250 mg/lít.

c. Các chất dinh dưỡng trong nước thải y tế (các chỉ tiêu nitơ và phospho)

Trong nước thải y tế cũng chứa các nguyên tố dinh dưỡng gồm Nitơ và Phốt pho. Các nguyên tố dinh dưỡng này cần thiết cho sự phát triển của vi sinh vật và thực vật. Nước thải y tế thường có hàm lượng N-NH_4^+ phụ thuộc vào loại hình cơ sở y tế. Thông thường nước thải phát sinh từ các phòng khám và các Trung tâm y tế quận/ huyện thấp (300 - 350 lít/giường. ngày) nhưng chỉ số tổng Nitơ cao khoảng từ 50 - 90 mg/l. Các giá trị này chỉ có tính chất tham khảo, khi thiết kế hệ thống xử lý cần phải khảo sát và đánh giá chính xác nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải ở các thời điểm khác nhau. Trong nước, nitơ tồn tại dưới dạng nitơ hữu cơ, nitơ amôn, nitơ nitrit và nitơ nitrat. Nitơ gây ra hiện tượng phú dưỡng và độc hại đối với nguồn nước sử dụng ăn uống. Phốt pho trong nước thường tồn tại dưới dạng orthophotphat (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , H_3PO_4) hay polyphotphat $[\text{Na}_3(\text{PO}_3)_6]$ và phốt phát hữu cơ. Phốt pho là nguyên nhân chính gây ra sự bùng nổ tảo ở một số nguồn nước mặt, gây ra hiện tượng tái nhiễm bẩn và nước có màu, mùi khó chịu.

Các chất thải bệnh viện (nước thải và rác thải) khi xả ra môi trường không qua xử lý có nguy cơ làm hàm lượng nitơ và photpho trong các sông, hồ tăng. Trong hệ thống thoát nước và sông, hồ, các chất hữu cơ chứa nitơ bị amôn hoá. Sự tồn tại của NH_4^+ hoặc NH_3 chứng tỏ sông, hồ bị nhiễm bẩn bởi các chất thải. Trong điều kiện có ôxy, nitơ amôn trong nước sẽ bị các loại vi khuẩn *Nitrosomonas* và *Nitrobacter* chuyển hoá thành nitrit và nitrat.

Hàm lượng nitrat cao sẽ cản trở khả năng sử dụng nước cho mục đích sinh hoạt, ăn uống.

d. Chất khử trùng và một số chất độc hại khác

Do đặc thù hoạt động của các cơ sở y tế, đặc biệt là các bệnh viện, các hóa chất khử trùng đã được sử dụng khá nhiều, các chất này chủ yếu là các hợp chất của clo (cloramin B, clorua vôi,...) sẽ đi vào nguồn nước thải và làm giảm hiệu quả xử lý của các công trình xử lý nước thải sử dụng phương pháp sinh học.

Ngoài ra, một số kim loại nặng như Pb (chì), Hg (Thủy ngân), Cd (Cadimi) hay các hợp chất AOX phát sinh trong việc chụp X- quang cũng như tại các phòng xét nghiệm của bệnh viện trong quá trình thu gom, phân loại không triệt để sẽ đi vào hệ thống nước thải có nguy cơ gây ra ô nhiễm nguồn nước tiếp nhận.

e. Các vi sinh vật gây bệnh trong nước thải y tế

Nước thải y tế có thể chứa các vi sinh vật gây bệnh như: *Samonella typhi* gây

bệnh thương hàn, *Samonella paratyphi* gây bệnh phó thương hàn, *Shigella sp.* gây bệnh lỵ, *Vibrio cholerae* gây bệnh tả,...

Ngoài ra trong nước thải y tế còn chứa các vi sinh vật gây nhiễm bẩn nguồn nước từ phân như sau:

- *Coliforms* và *Fecal coliforms*: *Coliform* là các vi khuẩn hình que gram âm có khả năng lên men lactose để sinh ga ở nhiệt độ $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$. *Coliform* có khả năng sống ngoài đường ruột của động vật (tự nhiên), đặc biệt trong môi trường khí hậu nóng. Nhóm vi khuẩn *coliform* chủ yếu bao gồm các loài như *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* và cả *Fecal coliforms* (trong đó *E. coli* là loài thường dùng để chỉ định nguồn nước bị ô nhiễm bởi phân). Trong quá trình xác định số lượng *Fecal coliform* cần lưu ý kết quả có thể bị sai lệch do có một số vi sinh vật (không có nguồn gốc từ phân) phát triển được ở nhiệt độ 44°C .
- *Fecal streptococci*: nhóm này bao gồm các vi khuẩn chủ yếu sống trong đường ruột của động vật như *Streptococcus bovis* và *S.equinus*. Một số loài có phân bố rộng hơn hiện diện cả trong đường ruột của người và động vật như *S.faecalis* và *S.faecium* hoặc có 2 biotype. Các loại biotype có khả năng xuất hiện cả trong nước ô nhiễm và không ô nhiễm. Việc đánh giá số lượng *Fecal streptococci* trong nước thải được tiến hành thường xuyên. Tuy nhiên, nó có các giới hạn như có thể lẫn lộn với các biotype sống tự nhiên. *Fecal streptococci* rất dễ chết đối với sự thay đổi nhiệt độ. Các thử nghiệm về sau vẫn khuyến khích việc sử dụng chỉ tiêu này, nhất là trong việc so sánh với khả năng sống sót của *Salmonella*.
- *Clostridium perfringens*: đây là loại vi khuẩn chỉ thị duy nhất tạo bào tử trong môi trường yếm khí. Do đó, nó được sử dụng để chỉ thị các ô nhiễm theo chu kỳ hoặc các ô nhiễm đã xảy ra trước thời điểm khảo sát do khả năng sống sót lâu của các bào tử. Đối với các cơ sở tái sử dụng nước thải, chỉ tiêu này là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá do các bào tử của nó có khả năng sống sót tương đương với một số loại virus và trứng ký sinh trùng.

1.1.2.2. Nguồn và tính chất nước thải của từng loại hình cơ sở y tế

a. Nguồn và tính chất nước thải của các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh

Nước thải từ các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh phát sinh chủ yếu từ: các khoa lâm sàng; các khoa cận lâm sàng; khu vực văn phòng; nhà bếp,... Tuy

nhiên, lượng phát thải tại các khu vực này là khác nhau. Thông thường lượng nước thải phát sinh lớn nhất là tại khu vực điều trị nội trú bao gồm nước thải tắm giặt, vệ sinh, tiếp đến là khu vực phòng khám, phòng thí nghiệm, phòng mổ và khu vực văn phòng.

Theo báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học Bộ Xây dựng “Xây dựng TCVN: Trạm xử lý nước thải bệnh viện - Các yêu cầu kỹ thuật để thiết kế và quản lý vận hành”. Hà Nội, 2008 đã chỉ ra hàm lượng chất rắn lơ lửng của nước thải bệnh viện từ 75 đến 250 mg/l. Đồng thời theo số liệu tại báo cáo khảo sát của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường tại nhiệm vụ “Nghiên cứu đề xuất giải pháp xử lý CTBV đạt tiêu chuẩn môi trường” Hà Nội, năm 2004, chỉ số BOD₅ từ 120 đến 200 mg/l, COD từ 150 đến 250 mg/l.

Có thể liệt kê các yếu tố nguy hại có trong nước thải bệnh viện từ các khoa, phòng khác nhau như sau:

- Các hóa chất liên quan đến tráng rửa phim (chất hiện hình và chất ổn định) có nguồn gốc từ phòng chiếu chụp X-quang. Các hóa chất độc hại từ phòng này có thể đi vào nước thải qua quá trình tráng rửa. Tuy nhiên, hiện nay khả năng hóa chất phát sinh tại phòng này rất hạn chế do các bệnh viện đã áp dụng công nghệ kỹ thuật số trong việc chụp X-quang hoặc việc xử lý chất thải phóng xạ được kiểm tra và giám sát chặt chẽ.
- Khu vực Nha khoa là nơi có khả năng phát sinh thủy ngân (Hg) vào nước thải cao khi hỗn hợp thủy ngân được sử dụng trong hàn răng không được tách loại bằng thiết bị tách đặt phía dưới bồn rửa. Khoa chống nhiễm khuẩn là nơi sử dụng lượng chất khử trùng nhiều nhất. Trong đó chất khử trùng dạng aldehyde được sử dụng phổ biến làm gia tăng mức độ ô nhiễm trong nước thải. Nhà bếp trong bệnh viện thường phát thải lượng hữu cơ cao, dầu mỡ động thực vật liên quan đến các khâu chế biến thức ăn vào trong nước thải. Khu vực giặt là làm cho nước thải có độ pH tăng cao, tăng hàm lượng phốt phát và đặc biệt là các hợp chất chứa clo có nguồn gốc từ chất khử trùng được sử dụng. Ở khu vực điều trị, lượng kháng sinh, chất khử trùng (glutaraldehyde) làm cho nước thải ô nhiễm hơn. Đồng thời, lượng ô nhiễm hữu cơ tăng cao khi tiếp nhận dịch rửa từ cơ thể của người bệnh. Phòng thí nghiệm là nguồn phát sinh nước thải có chứa hóa chất, hóa chất thường được sử dụng là các chất halogen, dung môi hữu cơ, tế bào (nhuộm Gram), formaldehyde,...

Ngoài các thông số ô nhiễm trên, nước thải từ các cơ sở khám bệnh, chữa

bệnh còn chứa nhiều rác trong quá trình hoạt động của các khoa, phòng, sinh hoạt của bệnh nhân và người nhà bệnh nhân.

b. Nguồn và tính chất nước thải của các cơ sở y tế dự phòng, nghiên cứu đào tạo y - dược và các cơ sở sản xuất thuốc

Các nguồn nước thải phát sinh từ hoạt động chuyên môn của các cơ sở y tế thuộc nhóm này chủ yếu là nước thải từ quá trình thí nghiệm, sản xuất thuốc, tiêm phòng,... Do đó, ngoài những thông số ô nhiễm trong nước thải như: COD, BOD₅, H₂S, tổng phốt pho, tổng nitơ, SS, DO, vi sinh vật,... nước thải của các cơ sở y tế thuộc nhóm này còn chứa nhiều hóa chất, dư lượng kháng sinh được sử dụng trong sản xuất thuốc. Các chất ô nhiễm này thường theo con đường tráng rửa dụng cụ và đi vào nước thải, tạo nên tính chất ô nhiễm đặc trưng cho nước thải của loại hình cơ sở y tế này.

Nước thải thường có độ pH thấp, thấp nhất là tại các cơ sở sản xuất thuốc nếu sử dụng các hoạt chất có tính kháng sinh trong sản xuất, lượng dư kháng sinh thường làm cho giá trị pH giảm xuống. Tiếp đến là các cơ sở nghiên cứu y-dược và cuối cùng là các trung tâm y tế dự phòng. Về các chỉ tiêu ô nhiễm như: COD, BOD₅, H₂S, tổng phốt pho, tổng nitơ, SS, DO,... không có sự khác biệt rõ rệt trong ba loại hình cơ sở y tế này (y tế dự phòng; nghiên cứu y-dược; sản xuất thuốc) thể tích nước thải phát sinh tùy theo chức năng, nhiệm vụ nhưng thường không nhiều.

Lượng rác có trong nước thải của các cơ sở y tế thuộc nhóm này không cao do không điều trị nội trú nên hạn chế việc sinh hoạt ăn uống. Đồng thời, chỉ tiêu ô nhiễm dầu mỡ trong nước thải của loại hình cơ sở y tế thuộc nhóm này cũng thấp.

Riêng đối với cơ sở đào tạo y-dược có bệnh viện hoặc cơ sở thực hành có giường bệnh thì nước thải có tính chất, đặc điểm ô nhiễm tương tự như cơ sở khám bệnh, chữa bệnh và cần được xử lý như nước thải bệnh viện.

c. Nguồn và tính chất nước thải các trạm y tế xã, phường, thị trấn

Trạm y tế xã, phường, thị trấn (sau đây gọi là Trạm y tế xã) và các phòng khám tư nhân thường không có bệnh nhân điều trị nội trú. Lượng người đến các trạm y tế xã không nhiều trừ thời gian tiêm chủng. Nước thải phát sinh đối với loại hình cơ sở y tế thuộc nhóm này chủ yếu là loại nước thải sinh hoạt và một lượng nhỏ nước thải phát sinh trong quá trình làm thủ thuật y tế đơn giản. Lượng nước thải phát sinh trung bình khoảng từ 1-2 m³/ngày.đêm. Các chỉ số ô nhiễm như BOD₅, COD tương đối thấp, chủ yếu là NH₄⁺ và một số vi sinh vật gây bệnh.

1.2. Một số quy định về quản lý nước thải y tế tại Việt Nam

1.2.1. Một số quy định về thu gom, xử lý nước thải y tế

Theo Quy chế quản lý chất thải y tế ban hành kèm theo Quyết định số 43/2007/QĐ-BYT ngày 30 tháng 11 năm 2007 của Bộ trưởng Bộ Y tế quy định:

(1) Mỗi bệnh viện phải có hệ thống thu gom và xử lý nước thải đồng bộ. Có hệ thống thu gom riêng nước mưa bề mặt và nước thải từ các khoa, phòng. Hệ thống cống thu gom nước thải phải là hệ thống ngầm hoặc có nắp đậy. Hệ thống xử lý nước thải phải có bể thu gom bùn.

(2) Các bệnh viện không có hệ thống xử lý nước thải phải bổ sung hệ thống xử lý nước thải hoàn chỉnh.

(3) Các bệnh viện đã có hệ thống xử lý nước thải từ trước nhưng bị hỏng không hoạt động hoặc hoạt động không hiệu quả, phải tu bổ và nâng cấp để vận hành đạt quy chuẩn môi trường hiện hành.

(4) Các bệnh viện xây dựng mới, bắt buộc phải có hệ thống xử lý nước thải trong hạng mục xây dựng và được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

(5) Công nghệ xử lý nước thải bệnh viện phải đáp ứng với các tiêu chuẩn, quy chuẩn môi trường, đồng thời phải phù hợp với các điều kiện địa hình, kinh phí đầu tư, chi phí vận hành và bảo trì.

(6) Định kỳ kiểm tra chất lượng xử lý nước thải. Có sổ quản lý vận hành và kết quả kiểm tra chất lượng liên quan.

Các yêu cầu của hệ thống xử lý nước thải bệnh viện:

(1) Có quy trình công nghệ phù hợp, xử lý nước thải đạt quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường đối với nước thải y tế;

(2) Công suất phù hợp với lượng nước thải phát sinh của bệnh viện;

(3) Cửa xả nước thải phải thuận lợi cho việc kiểm tra, giám sát, lấy mẫu;

(4) Bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải phải được quản lý như chất thải rắn y tế.

1.2.2. Quy định về xả thải, cấp giấy phép xả thải, quan trắc môi trường

Các cơ sở khám chữa bệnh, các cơ sở y tế thuộc hệ dự phòng, đào tạo, nghiên cứu có phát sinh chất thải lây nhiễm, nước thải trước khi thải ra môi trường phải

đáp ứng các yêu cầu giới hạn cho phép về các thông số ô nhiễm theo QCVN 28:2010/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế. Các cơ sở sản xuất thuốc, nước thải trước khi thải ra môi trường phải đáp ứng các yêu cầu giới hạn cho phép về các thông số ô nhiễm theo QCVN 40:2011/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp.

Trước khi thải nước thải ra môi trường, các cơ sở y tế phải làm thủ tục xin cấp phép xả thải theo quy định tại Nghị định số 201/2013/NĐ-CP ngày 27/11/2013 của Chính phủ quy định chi tiết một số Điều của Luật Tài nguyên nước.

Quy trình, thủ tục quan trắc tác động môi trường tại các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh tuân thủ theo quy định tại Thông tư số 31/2013/TT-BYT ngày 15/10/2013 của Bộ Y tế. Đối với các cơ sở y tế không thuộc khối khám bệnh, chữa bệnh, quy định quan trắc môi trường theo quyết định phê duyệt báo cáo đánh giá tác động môi trường (ĐTM) hoặc xác nhận cam kết bảo vệ môi trường hoặc quyết định phê duyệt Đề án bảo vệ môi trường.

1.2.3. Nguyên tắc bố trí công trình xử lý và điểm xả nước thải

Hệ thống XLNT phải được bố trí phù hợp với quy hoạch phát triển của các cơ sở y tế và phải đảm bảo khoảng cách tối thiểu của công trình đối với khu dân cư xung quanh.

Bảng 1.2: Khoảng cách tối thiểu của công trình xử lý nước thải bệnh viện đối với khu dân cư xung quanh

STT	Loại công trình	Khoảng cách ATVSMT tối thiểu (m) ứng với công suất (m ³ /ngày)	
		< 200 (m ³ /ngày)	200 - 5.000 (m ³ /ngày)
1	Trạm bơm nước thải	15	20
2	Trạm xử lý nước thải:		
a	Xử lý cơ học, có sân phơi bùn	100	200
b	Xử lý sinh học nhân tạo, có sân phơi bùn	100	150
c	Xử lý sinh học không có sân phơi bùn, có máy làm khô bùn, có thiết bị xử lý mùi hôi, xây dựng kín	10	15
d	Bãi lọc ngầm trồng cây	100	150

STT	Loại công trình	Khoảng cách ATVSMT tối thiểu (m) ứng với công suất (m ³ /ngày)	
		< 200 (m ³ /ngày)	200 - 5.000 (m ³ /ngày)
e	Khu đất tưới cây xanh, nông nghiệp	50	200
f	Hồ sinh học	50	200
g	Mương oxy hóa	50	150

Nguồn: QCVN 01:2008/BXD

Trong khoảng cách vệ sinh môi trường phải trồng cây xanh với chiều rộng $\geq 10\text{m}$. Đối với loại trạm bơm nước thải sử dụng máy bơm thả chìm đặt trong giếng ga kín thì không cần khoảng cách an toàn vệ sinh môi trường, nhưng phải có ống thông hơi xả mùi hôi (xả ở cao độ $\geq 3\text{m}$). Khi không đủ diện tích để đảm bảo khoảng cách tối thiểu trên thì phải có các giải pháp công nghệ phù hợp hoặc xây dựng, lắp đặt hợp khối các công trình và thiết bị xử lý nước thải và phải được cơ quan quản lý môi trường địa phương chấp thuận.

Nước thải của cơ sở y tế dẫn ra bên ngoài bằng cống kín, vật liệu không thấm nước. Để điều kiện pha loãng với nguồn tiếp nhận được tốt, nước thải phải xả ngập và có áp lực.

1.3. Công nghệ xử lý nước thải y tế tại Việt Nam

1.3.1. Các giai đoạn xử lý nước thải y tế

Hiện nay, có rất nhiều phương pháp xử lý nước thải. Tùy thuộc vào đặc điểm của mỗi loại nước thải để áp dụng phương pháp xử lý cho phù hợp. Với công trình xử lý nước thải bệnh viện, người ta thường phải bố trí nhiều phương pháp trên một hệ thống xử lý với nhiều thiết bị kỹ thuật khác nhau mới cho hiệu quả và đạt hiệu suất xử lý cao. Tại Việt Nam nước thải y tế do đặc thù gần giống với nước thải sinh hoạt nên việc thiết kế kỹ thuật và bố trí thiết bị trong hệ thống xử lý nước thải y tế khá tương đồng với hệ thống xử lý nước thải sinh hoạt thông thường. Các bước tiến hành xử lý cũng bao gồm các bước như: tiền xử lý, xử lý cấp một, xử lý cấp hai và sau xử lý.

1.3.1.1. Giai đoạn tiền xử lý

Đây là khâu hết sức quan trọng trong xử lý nước thải nhằm đảm bảo hệ thống

xử lý nước thải hoạt động hiệu quả. Nếu giai đoạn này thực hiện không tốt sẽ ảnh hưởng đến sự hoạt động của hệ thống xử lý nước thải. Bởi vậy, tất cả các cơ sở y tế có phát sinh dòng nước thải đặc thù (chất gây độc tế bào, các hóa chất từ khoa xét nghiệm,...) cần được thu gom xử lý sơ bộ tại nơi phát sinh trước khi đầu nối vào hệ thống thu gom nước thải chung của cơ sở y tế và về khu xử lý tập trung. Do đó, trong giai đoạn tiền xử lý cần được thực hiện như sau:

- Các cơ sở y tế có khoa y học hạt nhân phải tuân thủ các nguyên tắc về an toàn phóng xạ. Nước thải phát sinh từ khu vực này phải được lưu giữ riêng đủ thời gian lâu hơn 10 chu kỳ bán rã của chất phóng xạ, sau đó mới được thải vào hệ thống thu gom nước thải chung của cơ sở y tế và về khu xử lý nước thải tập trung;
- Đối với các bệnh viện có khu vực căng tin, nhà ăn với số lượng khách phục vụ nhiều thường có phát sinh lượng dầu mỡ động thực vật cao, do đó cần được thiết kế hệ thống tách dầu mỡ từ các dòng thải ở khu vực này trước khi đầu nối vào hệ thống thu gom nước thải chung của cơ sở y tế;
- Ngoài hai dòng thải đặc biệt trên, trong các bệnh viện lớn còn có các bộ phận phát sinh ra các dòng thải đặc thù cần phải được xử lý sơ bộ ngay tại nguồn phát sinh trước khi đầu nối vào hệ thống thu gom nước thải về khu xử lý tập trung. Chẳng hạn như nước thải phát sinh từ phòng xét nghiệm, khoa răng, khoa hóa trị liệu, khu vực giặt là,...

Bởi vậy, việc thu gom riêng các dòng thải có tính đặc thù trong các bệnh viện lớn để thực hiện xử lý sơ bộ sẽ góp phần nâng cao và đảm bảo hiệu quả xử lý nước thải của cơ sở y tế.

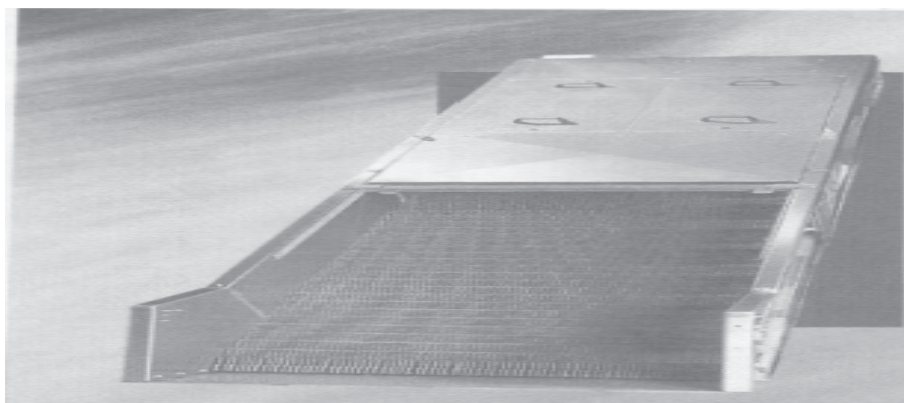
1.3.1.2. Giai đoạn xử lý cấp 1

Giai đoạn xử lý này nhằm loại bỏ các tạp chất dạng lơ lửng nếu như thiết kế đủ tiêu chuẩn. Qua công đoạn tiền xử lý, hàm lượng COD, BOD trong nước thải y tế giảm đáng kể. Phương pháp áp dụng bao gồm phương pháp vật lý, lắng lọc,... Thiết bị kỹ thuật phục vụ cho công đoạn này thông thường như: Song chắn rác, bể lắng cấp một, bể điều hòa.

❖ Song chắn rác

Song chắn rác dùng để tách rác trong nước thải trước khi vào trạm bơm hoặc trạm xử lý tập trung. Để bảo vệ máy bơm khỏi bị tắc nghẽn thì trong ngăn thu nước thải cần lắp đặt song chắn rác thủ công hoặc song chắn rác cơ giới hoặc song

chấn rác kết hợp nghiền rác. Khi khối lượng rác lớn trên $0,1 \text{ m}^3/\text{ngày}$ nên cơ giới hoá khâu lấy rác và nghiền rác. Nếu lượng rác nhỏ hơn $0,1 \text{ m}^3/\text{ngày}$ thì sử dụng song chấn rác thủ công hoặc giỏ chấn rác. Song chấn rác có loại song chấn rác thô và song chấn rác tinh. Song chấn rác thô để tách loại rác to hết sức quan trọng. Song chấn rác được tính toán, lựa chọn loại hình và bố trí sao cho phù hợp nhất với lưu lượng và tính chất của nguồn thải.



Hình 1-1: Song chấn rác

❖ *Bể lắng sơ cấp*

Bể lắng sơ cấp làm nhiệm vụ tách cát và các hợp chất vô cơ. Với việc xử lý nước thải bệnh viện, bể lắng sơ cấp thông thường được sử dụng tập trung vào hai loại là bể lắng đứng và bể lắng hai vỏ, tuy nhiên tùy vào các điều kiện cụ thể mà trong thiết kế có thể mở rộng sử dụng các loại bể lắng khác nhau (như bể lắng ngang) sao cho phù hợp với điều kiện từng bệnh viện và phù hợp với công nghệ lựa chọn. Thông thường để giảm thiểu dung tích bể trong các hệ thống xử lý, bể lắng và bể điều hòa được thiết kế làm một.

- *Bể lắng đứng:*

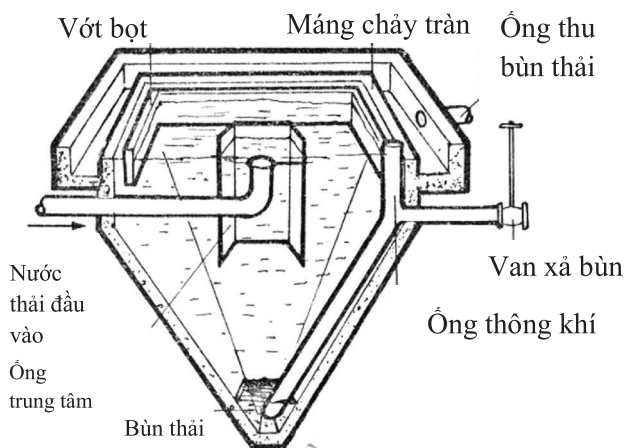
Bể lắng đứng sơ cấp được sử dụng để tách cặn, đảm bảo cho hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải nhỏ hơn 150 mg/L trước khi đưa đi xử lý sinh học hoặc khử trùng.

Kết cấu bể lắng sơ cấp có bộ phận thu và tách chất nổi. Máng tràn để thu nước đã lắng trong các bể lắng có thể làm theo dạng phẳng hoặc dạng răng cưa; tải trọng thủy lực của máng không quá 10 L/s.m .

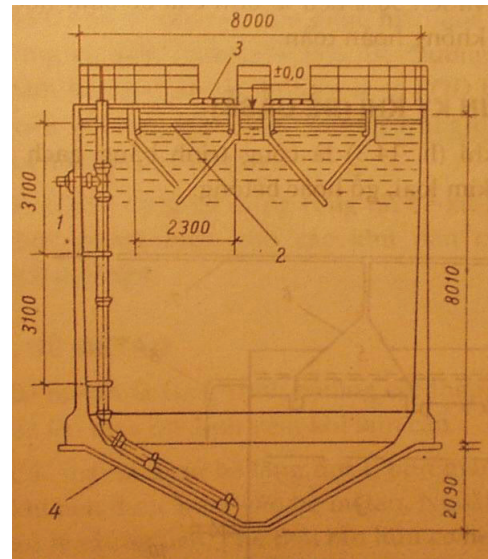
Lượng cặn giữ lại trong bể lắng đứng sơ cấp phụ thuộc vào dòng nước thải đã qua bể tự hoại. Trong cặn từ bể lắng sơ cấp còn nhiều trứng giun sán và vi khuẩn gây bệnh.

- *Bể lắng hai vỏ:*

Bể lắng hai vỏ là công trình có các máng lắng để diễn ra quá trình lắng trọng lực tách cặn lắng theo dòng chảy ngang và ngăn ổn định yếm khí bùn cặn lắng. Bể lắng hai vỏ có nắp đậy áp dụng để thay thế bể tự hoại khi lượng nước thải lớn hơn $50\text{m}^3/\text{ngày}$ và thay thế bể lắng hai vỏ (không có nắp đậy) khi cần thiết phải đặt công trình xử lý gần nhà không đảm bảo khoảng cách ly vệ sinh theo quy định, nhưng thường không vượt quá $500\text{m}^3/\text{ngày}$.



Hình 1-2: Sơ đồ cấu tạo bể lắng đứng



Hình 1-3: Sơ đồ cấu tạo bể lắng hai vỏ

Bể có thể có dạng hình tròn hoặc hình chữ nhật. Thường khi công suất đạt $100\text{m}^3/\text{ngày}$ thì nên làm kiểu tròn, đường kính nhỏ nhất của bể là 3m. Khi công suất đến $500\text{m}^3/\text{ngày}$ thì nên làm kiểu hình chữ nhật, tỉ lệ giữa chiều rộng và chiều dài là 1: 2.

Thời gian xả bùn khỏi bể là một ngày/lần với lượng bùn xả bằng lượng bùn giữ lại trong bể mỗi ngày. Khi điều kiện xả bùn khó khăn thì nên xem xét đến việc tăng thời gian giữa hai lần hút bùn và tăng thể tích ngăn chứa bùn. Tuy nhiên, chu kỳ xả bùn cũng không nên quá 5 ngày/lần.

1.3.1.3. Giai đoạn xử lý cấp 2

Nhiệm vụ của giai đoạn xử lý cấp 2 là loại bỏ carbon hòa tan và các dạng hợp chất nitơ, photpho dưới tác dụng của hệ vi sinh vật trong nước thải. Hệ vi sinh vật tiêu thụ các chất hữu cơ dễ phân hủy trong nước thải dưới dạng hòa tan như: Đường, chất béo, các phân tử carbon mạch ngắn... và hấp thu các dạng vật chất

khó tan hơn ở trạng thái lơ lửng khác vào sinh khối. Trong quá trình khoáng hóa cũng như quá trình nitrate hóa vi khuẩn cần ôxy và dưỡng chất để tồn tại. Để đáp ứng hai điều kiện thiết yếu này, hai phương thức thường được sử dụng là hệ màng lọc cố định bám dính và bùn hoạt tính lơ lửng.

Hệ màng lọc cố định bám dính bao gồm các hệ như: Lọc sinh học nhỏ giọt, đĩa quay sinh học, màng lọc ngập nước... Tại các hệ này, vi sinh vật phát triển trên nền giá thể và nước thải chảy qua các bề mặt này. Các máy thổi khí cưỡng bức hoặc hệ thống cơ học thường được sử dụng để cung cấp ôxy cho hoạt động của hệ vi sinh vật. Trong hệ thống bùn hoạt tính lơ lửng, bùn hoạt tính được trộn với nước thải và được cung cấp oxy trong một bể cố định. Sau công đoạn lắng, bùn hoạt tính được trả lại bể hiếu khí để bù đắp lại lượng sinh khối đã mất đi qua đó đảm bảo khả năng xử lý của hệ vi sinh vật.

Để loại bỏ nitơ, cần có quá trình oxy hóa amoniac thành nitrate dưới tác dụng của các vi sinh vật *Nitrospira* và *Nitrosomonas*. Tiếp theo là quá trình khử nitrate thành khí nitơ. Để thực hiện được các quá trình trên cần thực hiện trong điều kiện thiếu oxy. Ngoài ra cũng có thể sử dụng các kỹ thuật trong xử lý cấp 3 như lọc cát, bãi lọc sinh học. Trong các quá trình Nitrate hóa (Nitrification) và khử nitrate (Denitrification) cần được thực hiện một cách cân trọng nhằm tạo ra nhóm (chủng) vi sinh vật thích nghi và ổn định.

Các kỹ thuật xử lý cấp 2 thường được sử dụng trong các công trình xử lý nước thải bệnh viện tại Việt Nam bao gồm:

a. Bể lọc sinh học

Bể lọc sinh học dùng để xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học hiếu khí mức độ hoàn toàn hoặc không hoàn toàn. Bể hoạt động theo nguyên tắc vi sinh vật dính bám trên vật liệu lọc rắn và hình thành màng lọc sinh học. Áp dụng tại Việt Nam hiện có hai dạng bể lọc sinh học bao gồm:

- Bể lọc sinh học ngập nước
- Bể lọc sinh học nhỏ giọt

❖ Bể lọc sinh học ngập nước

Bể lọc sinh học ngập nước là loại công trình có giá thể thay cho vật liệu lọc, đặt ngập trong nước để vi sinh vật dính bám. Vi sinh vật phát triển thành các lớp màng để hấp thụ các chất hữu cơ và chất dinh dưỡng trong dòng nước thải khi

chuyển động qua bề mặt lớp đệm. Bể có thể hoạt động trong điều kiện nước thải không có ôxy (bể kỵ khí) hoặc được sục khí để bão hòa ôxy (bể hiếu khí).

Giá thể của vi sinh vật kỵ khí là các tấm nhựa hình sóng dính kết với nhau thành khối hoặc các loại đá cuội, antraxit, gạch vỡ,... đường kính tương đương từ 40mm đến 70 mm xếp thành đồng trong bể. Khối đệm có độ rỗng từ 40% (giá thể vật rắn dạng cục đường kính 40-50mm) đến 98% (giá thể là khối tấm nhựa mỏng hình sóng). Nước thải dẫn vào trong bể lọc sinh học kỵ khí phải tạo được thành dòng lan tỏa đều trong khe hở giữa hai bề mặt giá thể. Thời gian nước lưu lại trong bể không nhỏ hơn 1,5 giờ. Hiệu suất xử lý nước thải đạt tới 50% theo BOD.

Giá thể của vi sinh vật hiếu khí là các tấm nhựa hình sóng vật liệu PVC, HIPS hoặc ABS, dày từ 0,25 đến 0,35 mm, gắn với nhau thành khối hoặc các linh kiện nhựa hình dạng kích thước khác nhau xếp thành khối trong bể. Giá thể vi sinh vật hiếu khí ngập nước cũng có thể là cát, antraxit, sỏi cuội và các vật liệu xốp khác. Cấp không khí cho bể bằng máy thổi khí, máy sục khí dạng jet hoặc quạt gió cưỡng bức hoạt động liên tục. Oxy phân tán vào nước nhờ thiết bị khuếch tán khí, aerolif hoặc ejector. Trong bể, nước thải được bão hòa ôxy tạo thành dòng động liên tục qua các lớp đệm vi sinh. Thời gian nước lưu lại trong bể trên 2 giờ. Hiệu suất xử lý theo BOD₅ trong bể từ 70 đến 90%.



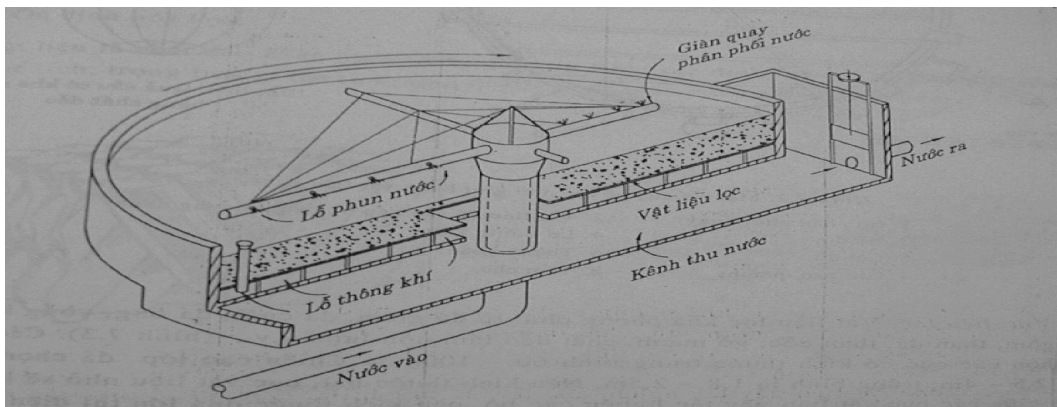
Hình 1-4: Giá thể vi sinh vật của bể lọc sinh học ngập nước

Để kết hợp xử lý nitơ trong nước thải, bể xử lý kỵ khí được bố trí trước bể hiếu khí. Trong bể xử lý hiếu khí, thời gian thổi khí được tính toán kéo dài trên 4 giờ để đảm bảo cho quá trình nitrat hóa diễn ra. Sau đó một phần hỗn hợp nước thải và bùn thứ cấp từ bể hiếu khí được đưa về bể kỵ khí tạo điều kiện cho quá trình khử nitrat diễn ra. Lượng hỗn hợp nước thải và bùn tuần hoàn từ 0,15 đến 0,25% lưu lượng nước thải vào bể. Tải trọng amoni tính toán 0,3 - 2kg N-NH₄⁺/m³ vật liệu đệm/ngày.

❖ **Bể lọc sinh học nhỏ giọt**

Dạng bể lọc sinh học nhỏ giọt được cấp gió tự nhiên hoặc cấp gió nhân tạo. Thông gió tự nhiên thực hiện qua các cửa cấp gió bố trí đều khắp bề mặt thành bể. Tổng diện tích lỗ cấp gió trong phạm vi sàn bể và sàn lọc là 1-5% diện tích bể lọc. Thành bể kín để thông gió nhân tạo. Dùng quạt gió thổi không khí vào khoảng không gian giữa sàn lọc và sàn đáy bể với áp lực 100mm cột nước (ở chỗ cửa vào). Số đơn nguyên bể lọc không dưới 2 và không quá 8, tất cả đều hoạt động. Tính toán máng phân phối và tháo nước của bể lọc sinh học theo lưu lượng lớn nhất. Có thiết bị để xả cặn và để rửa đáy bể lọc sinh học khi cần thiết.

Hàm lượng BOD_5 của nước thải đưa vào bể lọc sinh học không lớn hơn 200mg/L. Nếu nước thải có BOD_5 lớn hơn 200 mg/L thì phải tuần hoàn nước.



Hình 1-5: Sơ đồ cấu tạo bể lọc sinh học

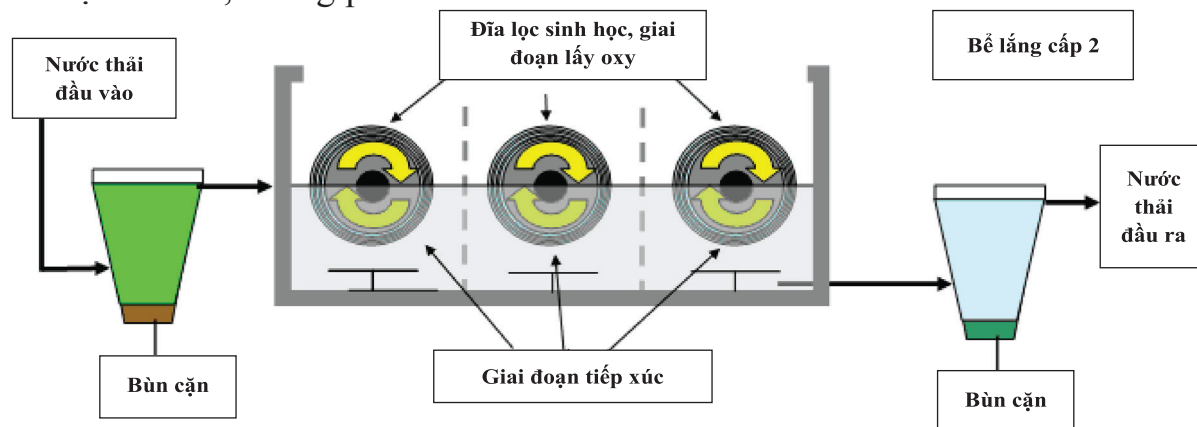
Vật liệu lọc của bể lọc sinh học nhỏ giọt chủ yếu là dạng hạt có thể là đá dăm, cuội, sỏi, xỉ đá keramzit, chất dẻo (có khả năng chịu được nhiệt độ 6 - 30°C mà không mất độ bền). Vật liệu lọc cần có chiều cao giống nhau, cỡ hạt đồng đều theo chiều cao bể.

Nước thải được phân phối trên bề mặt vật liệu lọc theo chu kỳ bằng nhiều cách khác nhau. Khi phân phối nước bằng các loại vòi phun với áp lực tự do, áp lực tại vòi phun cuối cùng không dưới 0,5m cột áp.

b. Đĩa quay sinh học

Đĩa quay sinh học được sử dụng để xử lý nước thải trong công đoạn xử lý sinh học. Hệ thống được thiết kế dạng đĩa với vi sinh vật bám dính trên đĩa. Hệ chuyển động được gắn vào trục làm cho đĩa chuyển động quay tròn. Hệ thống này

giúp cho oxy đi vào sâu bên trong của giá thể sinh học. Đường kính đĩa thường từ 1-4 m, khoảng cách giữa các đĩa là 10 - 20 mm. Để đảm bảo sự hoạt động ổn định của hệ thống, khoảng 40% đĩa được đặt chìm dưới nước thải và vận tốc quay của đĩa đạt từ 1 - 1,6 vòng/phút



Hình 1-6: Cấu tạo hoạt động đĩa quay sinh học

c. Bể hiếu khí truyền thống

Bể hiếu khí trộn là loại bể hiếu khí dùng để xử lý sinh học hoàn toàn hoặc không hoàn toàn các loại nước thải bệnh viện. Tác nhân để xử lý nước thải là bùn hoạt tính. Trong quá trình này, các loại vi khuẩn hiếu khí tích tụ thành các bông bùn (sinh trưởng lơ lửng) sẽ hấp thụ các chất hữu cơ và sử dụng oxy được bão hòa trong nước để oxy hóa chất hữu cơ. Nồng độ ôxy hoà tan cần thiết được duy trì trong hiếu khí là 4 mg/L, tối thiểu là 2 mg/L. Cấp khí cho bể hiếu khí có thể bằng máy thổi khí hoặc máy khuấy. Chiều sâu đặt thiết bị phân phối khí trong bể hiếu khí phụ thuộc chiều sâu bể, là 0,5 - 1m khi dùng hệ thống cấp khí áp lực thấp hoặc 3 - 6 m khi dùng các hệ cấp khí khác.

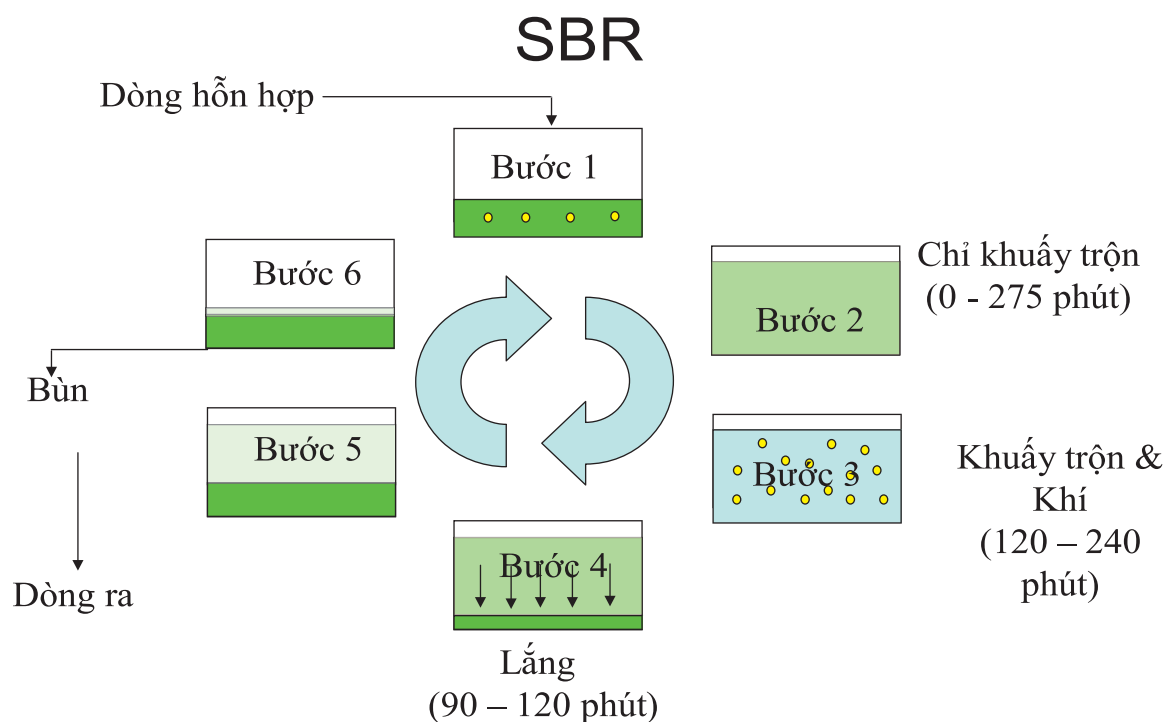
Trong các bể hiếu khí có hệ thống thiết bị xả cặn bể và bộ phận xả nước khỏi thiết bị nạp khí. Trường hợp cần thiết, cần có thiết bị phá bọt bằng cách phun nước hoặc bằng hoá chất.



Hình 1-7: Bể hiếu khí truyền thống

d. Bể hiếu khí hoạt động gián đoạn theo mẻ

Bể hiếu khí hoạt động gián đoạn theo mẻ (*Sequencing Batch Reactor* – Sau đây viết tắt là SBR) kết hợp cả 3 quá trình xử lý thiếu khí, xử lý hiếu khí và lắng bùn hoạt tính, được dùng để xử lý BOD và nitơ trong nước thải bệnh viện. Số bể SBR tối thiểu là 2.



Hình 1-8: Sơ đồ nguyên tắc hoạt động của bể SBR

Trong bể SBR, liều lượng bùn hoạt tính dao động từ 0,5g/L đến 6 g/L. Thời gian cấp nước thải và diễn ra quá trình thiếu khí từ 1,0 giờ đến 1,5 giờ; thời gian sục khí tiếp theo từ 1,5 giờ đến 5,0 giờ; thời gian lắng, xả nước thải và bùn từ 1,5 giờ đến 2,5 giờ. Tổng thời gian một chu kỳ trong bể SBR từ 4 giờ đến 9 giờ. Lượng bùn giữ lại sau mỗi chu kỳ trong bể SBR thường chiếm 20 đến 30% thể tích bể.

e. Bể hiếu khí thổi khí kéo dài

Bể Hiếu khí thổi khí kéo dài thường dùng để xử lý BOD, nitơ amoni và ổn định hiếu khí một phần bùn. Thời gian thổi khí trong bể hiếu khí oxy hóa hoàn toàn t (h) phải lớn hơn 4 giờ. Các công trình phía sau bể hiếu khí thổi khí kéo dài để oxy sinh hóa hoàn toàn các chất hữu cơ được thiết kế theo các thông số sau:

- Thời gian nước lưu lại trong vùng lắng của bể lắng đợt hai với lưu lượng lớn nhất không dưới 1,5giờ.

- Lượng bùn hoạt tính dư chọn bằng 0,35 kg trên 1 kg BOD₅. Việc xả bùn hoạt tính dư cho phép thực hiện đối với bể lắng và bể hiếu khí khi liều lượng bùn đạt tới 5g/L - 6 g/L.
- Độ ẩm bùn xả từ bể lắng là 98% và từ hiếu khí là 99,4%.



Hình 1-9: Bể hiếu khí thổi khí kéo dài

f. Mương oxy hóa

Mương ôxy hóa hoạt động theo nguyên lý bùn hoạt tính, được dùng để xử lý nước thải bậc hai hay bậc ba. Lượng bùn hoạt tính dư là 0,4 kg/kg BOD₅ - 0,5 kg/kg BOD₅, lượng không khí đơn vị là 1,25 mg/mg BOD₅ - 1,45 mg/mg BOD₅ cần xử lý. Mương ôxy hóa có hình ôvan, chiều sâu khoảng 1,0m - 2,0m.

Mương ôxy hóa làm thoáng trong bằng thiết bị cơ khí như máy khuấy trục đứng hoặc trục ngang, guồng quay,... đặt ở đoạn kênh thẳng. Hỗn hợp nước thải và bùn hoạt tính tự chảy từ kênh oxy hóa sang bể lắng thứ cấp. Bùn hoạt tính từ bể lắng thứ cấp được đưa liên tục vào mương. Thời gian nước lưu lại trong bể lắng thứ cấp bằng 1,5 giờ theo lưu lượng lớn nhất. Bùn tuần hoàn từ bể lắng 2 được dẫn liên tục về kênh.



Hình 1-10: Mương oxy hóa

g. Bãi lọc trồng cây (bãi lọc sinh học ngập nước)

Bãi lọc ngập nước để xử lý nước thải gồm hai dạng: ngập nước bề mặt và ngập nước phía dưới (bãi lọc ngầm), thường áp dụng đối với vùng đất cát pha và sét nhẹ để xử lý sinh học hoàn toàn nước thải sau khi đã được lắng sơ bộ. Các bãi lọc ngập nước thường được trồng cây phía trên nên thường được gọi tắt là bãi lọc trồng cây.

Bãi lọc được xây dựng trên khu đất bằng phẳng có độ dốc không quá 2% và có mực nước ngầm sâu trên 1,5 m. Bãi lọc ngập nước không được xây dựng trên những khu đất có sử dụng nước ngầm mạch ngang cũng như khu vực có hang động ngầm (vùng castơ).

Nước thải bệnh viện trước khi chuyển đến xử lý trong bãi lọc ngập nước phải được xử lý sơ bộ trong bể tự hoại hoặc trong các loại bể lắng sơ cấp khác.



Hình 1-11: Bãi lọc trồng cây

Trên khu đất làm bãi lọc ngập nước trồng các loại cây thân lợp hoặc thân rỗng và có rễ chùm. Các loại cây có hoa được khuyến cáo trồng trên bãi lọc ngập nước để tạo cảnh quan cho bệnh viện.

Hiệu quả xử lý BOD trong nước thải của bãi lọc ngập nước có thể tới 90%, hiệu quả xử lý theo Nitơ có thể tới 60%. Với thời gian lưu thủy lực lớn (từ 7 ngày đến hàng tháng).

h. Sử dụng hệ thống thiết bị hợp khối đúc sẵn

Do đặc điểm lưu lượng dòng thải không quá lớn nên một số cơ sở y tế sử dụng các hệ thống hợp khối chế tạo sẵn để dễ dàng thao tác, lắp đặt và vận hành hệ thống xử lý nước thải. Tuy nhiên, tùy vào từng đơn vị sản xuất mà thiết bị hợp khối thường chứa từ 1-3 công đoạn xử lý. Hệ thống hợp khối sẽ được giới thiệu cụ thể ở các chương tiếp theo để dễ dàng thao tác lắp đặt và vận hành hệ thống xử lý nước thải bệnh viện.

1.3.1.4. Sau xử lý

Sau xử lý là bước cuối cùng trong quá trình xử lý nước thải trước khi nước thải được thải ra môi trường tiếp nhận. Trong công đoạn sau xử lý có thể phải sử dụng đến nhiều biện pháp kết hợp. Trước khi khử trùng nước thải, cần thiết phải loại bỏ triệt để các chất hữu cơ lơ lửng còn tồn tại. Khử trùng nước thải từ cơ sở y tế phải được thực hiện, đặc biệt là khi nước thải xả vào nguồn nước sông, hồ.

Ngoài ra trong quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học thường phát sinh một lượng bùn sinh khối, lượng bùn này nhiều hay ít phụ thuộc vào thành phần đầu vào và lưu lượng nước thải, bùn sinh khối phát sinh cũng cần có biện pháp xử lý. Lượng bùn thải chứa các tác nhân ô nhiễm cũng cần được xác định và có biện pháp quản lý thích hợp.

a. Các kỹ thuật khử trùng nước thải y tế

Nước thải từ bệnh viện hoặc từ các cơ sở hoạt động y tế sau khi đã xử lý các chất ô nhiễm hữu cơ thường được khử trùng trước khi xả vào nguồn nước. Ngoài ra nếu xử lý cấp 2 bằng bãi lọc hay hồ sinh học ổn định với thời gian dài (khoảng 1 tháng) thì có thể không cần phải khử trùng. Để khử trùng có thể dùng các phương pháp sau:

- Khử trùng bằng tia cực tím;
- Khử trùng bằng Clo hoặc các hợp chất của Clo (clorua vôi, natri hypoclorid điều chế bằng điện phân);
- Khử trùng bằng Ô zôn (sản xuất tại chỗ).

❖ Khử trùng bằng tia cực tím (Ultraviolet radiation – UV)

Khử trùng bằng tia cực tím chỉ áp dụng đối với nước thải sau khi làm sạch sinh học hoàn toàn và hiệu quả hấp thụ tia cực tím của nước thải đạt tối thiểu là 70%. Công suất của thiết bị được lựa chọn dựa trên lưu lượng tính toán giờ phát sinh nước thải lớn nhất và với lưu lượng tính toán giờ phát sinh nước thải lớn nhất tại thời điểm có mưa trong trường hợp hệ thống sử dụng thoát nước chung. Lượng bức xạ được tính toán nhằm đảm bảo nồng độ *coliforms* trong nước sau khử trùng phải thấp hơn 3000 MPN/100 mL.

Bảng 1-3: Lượng bức xạ cần thiết để khử trùng bằng tia cực tím

Loại nước thải	Hiệu quả khử trùng (%)	Lượng bức xạ (J/m ²)
Sau xử lý sinh học hoàn toàn	90,0	150 - 200
	99,0	200 - 300
	99,9	300 - 500

Máng tiếp xúc khử trùng bằng tia cực tím được thiết kế bằng bê tông cốt thép, số đơn nguyên xác định tùy theo công suất trạm xử lý nhưng tối thiểu là 2 đơn nguyên. Mỗi đơn nguyên cần được trang bị tối thiểu 2 module đèn tia cực tím. Đèn cực tím có khả năng phát xạ 90% sóng UV có tần số 260 nm, công suất mỗi đèn không thấp hơn 26,7 UV-W. Các loại đèn thường được chế tạo dạng ống có chiều dài 0,75m - 1,5 m, đường kính 1,5cm - 2,0 cm. Đèn được bố trí cố định theo module. Các đèn trong từng module được lắp đặt song song với nhau, khoảng cách giữa tâm đèn 6,0 cm. Mỗi đèn được đặt trong ống lồng bằng thạch anh có độ dày 1mm, có khả năng truyền qua tối thiểu là 90% lượng phát xạ tia cực tím tại bước sóng 260 nm.

Thiết bị phát tia cực tím bao gồm:

- Tủ điện điều khiển và phân phối điện trung tâm tới các module đèn tia cực tím và các thiết bị báo động;
- Hệ thống đèn báo hiệu và quan trắc cường độ sóng UV;
- Hệ thống gạt rửa các bóng đèn tia cực tím;
- Hệ thống quản lý và điều khiển mức nước;
- Hệ thống các tấm kính chắn an toàn và thiết bị ngăn ngừa ảnh hưởng sóng UV.

❖ *Khử trùng bằng clo hoặc các hợp chất của clo*

Clo và một số hợp chất clo là hóa chất khử trùng truyền thống được sử dụng trong khử trùng nước thải y tế. Hiệu quả của quá trình khử trùng bằng clo và các hợp chất clo bị tác động nhiều bởi chất lượng nước sau các quá trình xử lý. Sử dụng chất khử trùng với liều lượng thấp, thời gian tiếp xúc ngắn trong khi hàm lượng chất hữu cơ trong nước thải còn cao sẽ dẫn đến hiệu quả khử trùng đạt thấp.

Khử trùng chỉ đạt hiệu quả cao khi nước thải chứa <10 mg/lít chất hữu cơ

dạng lơ lửng. Ở hàm lượng hữu cơ cao hơn có thể sẽ kết hợp với clo hình thành các chất có tính độc hại hơn đối với môi trường.

Thông thường, nước thải sau xử lý sinh học được khử trùng bằng clo lỏng, nước javel (NaOCl), hay Canxi hypoclorit (Ca(OCl)_2). Clo lỏng được cung cấp từ các nhà máy hóa chất, vận chuyển tới khu xử lý nước thải bằng bình thép chịu áp suất cao. Nước javel có thể được sản xuất tại chỗ bằng các thiết bị điện phân muối ăn. Liều lượng clo hoạt tính quy định như sau:

- Nước thải sau xử lý cơ học là 10g/m^3 .
- Nước thải sau khi đã xử lý sinh học hoàn toàn là 3 g/m^3 .
- Nước thải sau khi đã xử lý sinh học không hoàn toàn là 5g/m^3 .

Việc hòa trộn clo với nước thải được tính toán trên cơ sở lưu lượng nước thải lớn nhất trong ngày. Thời gian tiếp xúc tối thiểu của clo với nước thải trong bể tiếp xúc là 30 phút. Việc hòa trộn clo với nước thải được tiến hành bằng các thiết bị hòa trộn, máng trộn và bể tiếp xúc. Vị trí châm clo được bố trí tại gần cửa vào bể tiếp xúc. Bể tiếp xúc được thiết kế để Clo và nước thải được xáo trộn hoàn toàn và không lắng cặn.

Bồn lưu trữ clo được chế tạo bởi các vật liệu không bị ăn mòn bởi clo như nhựa PE, composit,... Bồn lưu trữ clo được trang bị các thiết bị: cửa thăm, van khóa cấp nước kỹ thuật, cấp hóa chất, xả tràn, xả cặn, xả khí, báo mức nước, khuấy trộn cơ học bằng các vật liệu chống ăn mòn bởi clo. Bồn lưu trữ clo đặt tại các nơi không có ánh sáng mặt trời, thoáng khí và cố định trên bệ. Một trạm tối thiểu có 2 bồn lưu trữ clo.

Phòng hóa chất có kết cấu chống động đất, chống cháy. Khu vực bồn chứa hóa chất được xây bờ ngăn nước nhằm hạn chế khu vực bị ảnh hưởng bởi hóa chất trong trường hợp sự cố vỡ bồn. Các phòng kho và phòng kỹ thuật được bố trí hệ thống thông gió và thay đổi không khí trong phòng.

Clo và hợp chất clo là chất khử trùng có thể ảnh hưởng đến sức khỏe và có nguy cơ rủi ro gây mất an toàn trong sử dụng nên khi sử dụng cần cân nhắc về ưu điểm và nhược điểm của sản phẩm này.

Ưu điểm

- Khử trùng bằng clo là kỹ thuật dễ thực hiện trong hệ thống xử lý.

- Hiện nay, khử trùng bằng clo có mức chi phí thấp hơn so với sử dụng tia cực tím và ozone.
- Dư lượng clo còn lại trong nước thải có thể duy trì hiệu lực khử trùng.
- Sử dụng clo khử trùng là đáng tin cậy và hiệu quả đối với phổ rộng của các sinh vật gây bệnh khác nhau.
- Clo có hiệu quả trong việc oxy hóa một số hợp chất hữu cơ và vô cơ trong nước thải.
- Khử trùng bằng clo dễ kiểm soát liều lượng và thay đổi một cách linh hoạt.
- Clo có thể loại bỏ hoặc làm giảm bớt mùi trong quá trình khử trùng.

Nhược điểm

- Clo dư thậm chí ở nồng độ thấp là độc hại với đời sống thủy sinh.
- Các loại hình clo dùng khử trùng đều có tính ăn mòn cao và độc hại. Việc lưu trữ, vận chuyển, xử lý thường có nguy cơ gây ra rủi ro cao.
- Clo oxy hóa một số loại chất hữu cơ trong nước thải, tạo ra các hợp chất độc hại hơn (ví dụ như: trihalomethanes [THMs]).
- Clo làm cho giá trị tổng chất rắn hòa tan tăng lên trong nước thải sau xử lý.
- Hàm lượng clorua (Cl^-) tăng cao trong nước thải sau xử lý.
- Một số loài ký sinh đã cho thấy sức đề kháng với liều thấp clo, trong đó có kén hợp tử của *Cryptosporidium parvum* và trứng của giun ký sinh.
- Tác động dài hạn của các hợp chất cơ clo vào môi trường xuất phát từ quá trình khử trùng nước thải cũng chưa được làm rõ.

❖ Khử trùng bằng ô zôn

Ô zôn là chất khử trùng có tính oxy hóa mạnh hơn clo. Tuy nhiên, ô zôn là chất có mùi khó chịu và độc hại với cơ thể người ở nồng độ cao. Ô zôn có tính khử trùng tốt và ổn định hơn clo. Ngoài ra nó còn có khả năng phá hủy các chất kháng sinh còn dư trong nước thải sau xử lý.

Hệ thống khử trùng bằng Ô zôn bao gồm thiết bị điều chế ô zôn và thiết bị phản ứng (hòa trộn và tiếp xúc ô zôn với nước thải). Hệ thống điều chế ô zôn bao gồm: thiết bị cấp khí, máy cấp điện, thiết bị điều chế ô zôn và các thiết bị làm nguội. Hệ

thông phản ứng bao gồm: thiết bị phân phối và tiếp xúc, thiết bị xử lý ô zôn dư trong khí thải. Nguồn khí cấp để điều chế ô zôn có thể là không khí hoặc ôxy sạch.

Thiết bị điều chế ô zôn thường được lựa chọn sao cho lượng ô zôn cần thiết để khử trùng nước thải bằng 60 - 70% công suất cực đại của thiết bị. Thiết bị tiếp xúc thường được thiết kế theo dạng bể xây bằng bê tông cốt thép hoặc bằng thép có cấu trúc kín đảm bảo khí thải có chứa ô zôn không rò rỉ ra bên ngoài, có chiều sâu mực nước 4 - 6m, thời gian tiếp xúc giữa nước và ô zôn là 10 - 20 phút. Dung tích bể tiếp xúc được tính toán dựa trên thời gian tiếp xúc và lưu lượng nước thải vào giờ thải nước lớn nhất hoặc lưu lượng giờ lớn nhất vào thời điểm có mưa đối với trường hợp hệ thống thoát nước chung.

b. Kỹ thuật xử lý bùn cặn

Hiện nay, bùn cặn từ các hệ thống xử lý nước thải bệnh viện chủ yếu được ổn định, thông hút và đưa ra xử lý bên ngoài bệnh viện. Xử lý bùn cặn có thể dùng phương pháp làm khô bằng thủ công hoặc sử dụng thiết bị chuyên dụng.

❖ Các công trình ổn định bùn cặn

Ổn định bùn cặn nhằm mục đích: giảm khối lượng cặn, giảm tác nhân gây bệnh, giảm mùi hôi thối hoặc ngăn ngừa khả năng thối rửa và làm cho bùn cặn thành dạng dễ dàng tách nước.

- Ổn định yếm khí bùn cặn

Ổn định bùn cặn yếm khí đặc trưng bằng sự phân huỷ kỵ khí các chất hữu cơ trong bể kín. Quá trình này diễn ra rất phức tạp có thể phân ra làm hai giai đoạn:

- + Giai đoạn thứ nhất đặc trưng cho sự hình thành số lượng lớn axit, dấm, chất béo, hydrocacbon ngoài ra còn có: axit cacbonic, rượu, cồn, axit amin, axit sunfuahydric, amoniac. Độ pH giảm xuống <7 nên gọi giai đoạn này là lên men axit - phân huỷ axit, khối lượng bùn cặn phân huỷ ít và có mùi hôi. Giai đoạn này diễn ra nhờ sự hoạt động của các vi khuẩn kỵ khí như: vi khuẩn dấm, butalic, proiric.
- + Giai đoạn thứ hai đặc trưng bởi sự phá vỡ thành phần của các chất hình thành từ giai đoạn thứ nhất và tạo ra khí chủ yếu là metan (CH₄), CO₂, H₂... Độ pH tăng lên 7 - 8 vì vậy giai đoạn này gọi là lên men kiềm hay phân huỷ kiềm. Giai đoạn này diễn ra nhờ hoạt động của các vi khuẩn sản sinh khí metan: *Methannonbactrium*, *Methannooceus*, *Methannosaruna*.

Với các trạm xử lý nước thải công suất vừa và nhỏ thường áp dụng kết hợp với ổn định cặn yếm khí trong một công trình như: bể tự hoại, bể lắng 2 vỏ, bể lắng trong kết hợp lên men cặn. Sau khi ổn định bùn giảm về thể tích và khối lượng được đưa đi chôn lấp hoặc tiếp tục xử lý bằng các biện pháp phù hợp khác.

- Ổn định bùn cặn bằng hóa chất

Bùn cặn cũng có thể ổn định bằng Clo. Dùng sản phẩm chứa Clo như Hyoclorit canxi - $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ hay Clo hơi cho vào dung dịch cặn đã cô đặc để khử mùi, oxy hoá các chất hữu cơ, ngăn cản quá trình thối giũ và diệt trùng. Sau khi trộn cặn với Clo, bắt đầu diễn ra quá trình oxy hoá các chất hữu cơ và pH của cặn giảm xuống 2,5 – 4,5 làm cho các vi sinh vật không sống được và ngăn cản quá trình thối rữa (phân huỷ) của bùn cặn. Sau 2 giờ, pH tăng và lượng Clo dư trong cặn giảm đi, pH tăng lên 5,5 - 6.

Ổn định bằng phương pháp này không làm giảm khối lượng cặn và cặn có mùi Clo. Tốn nhiều Clo và tạo ra nhiều sản phẩm phụ của Clo với Hydrocacbon có thể gây hại nên chỉ áp dụng trong những trạm xử lý có công suất nhỏ ($<100\text{m}^3/\text{ngđ}$).

Ổn định bùn cặn có thể bằng vôi. Vôi cho vào cặn với số lượng đủ để nâng pH của hỗn hợp cặn lên trên 12. Ở môi trường này vi khuẩn không sống được do đó cặn không bị phân huỷ, không có mùi, không gây độc hại. Vôi đưa vào tốt nhất là vôi bột chưa tôi vì giảm được thể tích nước, tăng nhiệt độ lên 55°C để tăng cường quá trình ổn định. Lượng vôi xác định theo thực nghiệm và kinh nghiệm quản lý.

❖ **Các phương pháp làm khô bùn cặn**

Làm khô là quá trình làm tăng nồng độ cặn bằng cách loại bỏ một phần nước ra khỏi hỗn hợp, làm giảm khối lượng bùn cặn phải vận chuyển và giảm thể tích các công trình xử lý tiếp theo. Nồng độ bùn cặn đã nén có thể đạt 2-5% tùy theo dạng công trình nén và tính chất của loại bùn. Quá trình này làm khô cặn từ quá trình cô đặc và ổn định cặn đến độ ẩm 50-85% với mục đích:

- ÷ Giảm khối lượng bùn cặn đưa đến nơi tiếp nhận.
- ÷ Thích hợp để chôn lấp hoặc cho mục đích cải tạo đất.
- ÷ Làm giảm lượng nước có thể ngấm vào trong môi trường xung quanh bãi thải.
- ÷ Giảm khả năng phát tán mùi và độc tính.

- *Sân phơi bùn*

Sân phơi bùn là một khu đất xộp có mặt bằng hình chữ nhật dễ thấm nước, xung quanh xây bờ chắn. Cặn từ bể lắng đợt 1, bùn hoạt tính dư từ bể lắng đợt 2 hay cặn đã lên men từ bể lắng 2 vỏ, bể tự hoại,... đưa tới sân phơi từng đợt rải thành lớp không dày lắm.



Hình 1-12: Sân phơi bùn

Bằng cách phơi tự nhiên cặn khô có thể đạt độ ẩm 75-80%. Tuy nhiên sân phơi bùn chiếm diện tích lớn, khó kiểm soát được mùi. Các vi sinh vật gây bệnh trong bùn cặn có thể khuếch tán ra môi trường xung quanh. Nếu sân không có mái che thì hiệu quả hoạt động thấp về mùa mưa.

Khi nước ngầm sâu hơn 1,5m và đất có khả năng thấm tốt thì có thể xây trên nền đất tự nhiên, nếu không phải làm nền nhân tạo và có hệ thống thu nước.

- Làm khô bùn bằng bãi lọc trồng cây

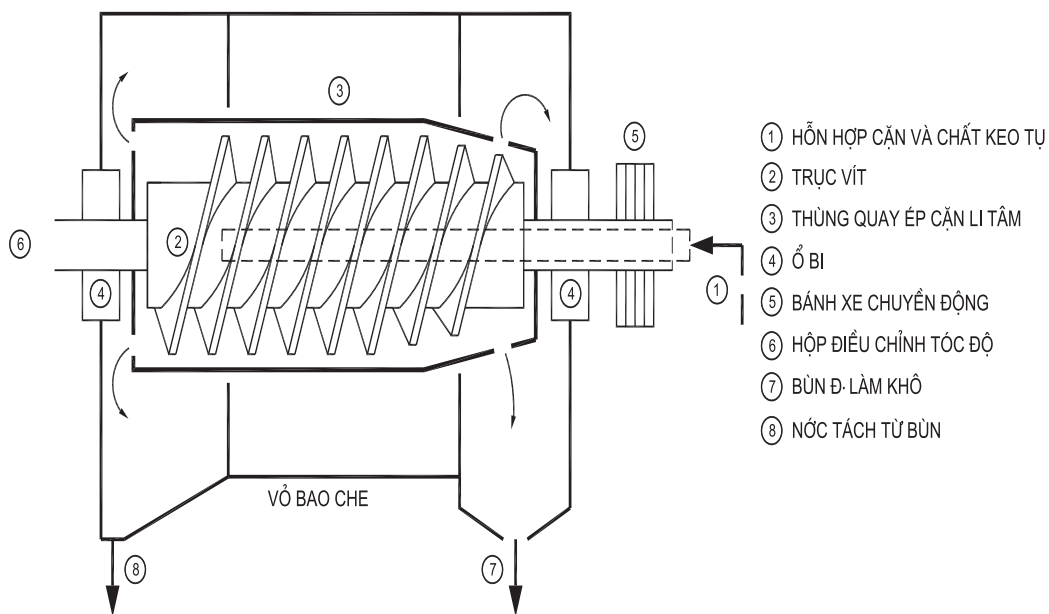
Bãi lọc trồng cây có thể được áp dụng để làm khô bùn thải. Bãi lọc trồng lau sậy có khả năng hấp thu nước qua rễ cây và thoát hơi nước qua lá. Đây là một phương pháp làm khô đơn giản, hiệu quả, thời gian loại bỏ bùn khoáng có thể lên đến 10 năm.

- Làm khô bùn bằng các thiết bị cơ khí

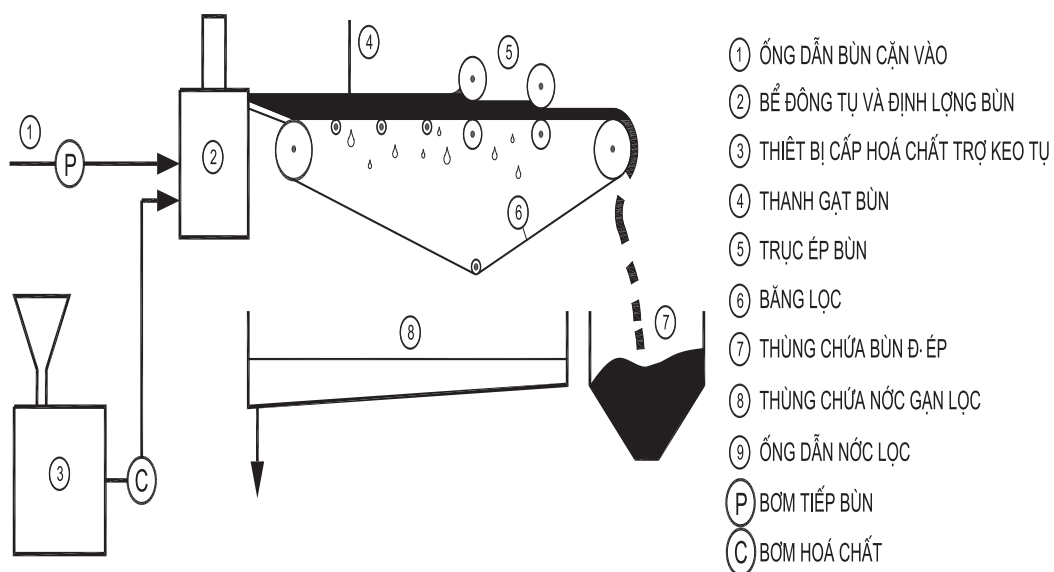
Để giảm bớt diện tích đất xây dựng cũng như khắc phục hạn chế của sân phơi bùn, có thể ứng dụng phương pháp làm khô cơ học bằng quay li tâm hay ép lọc bằng tải. Nguyên lý hoạt động của thiết bị ly tâm là tách nước bằng lực ly tâm. Thiết bị ly tâm có vốn đầu tư không cao, chi phí quản lý thấp. Hệ thống kín không có mùi, chiếm ít diện tích xây dựng. Tuy nhiên nhược điểm chính là chất lượng bùn khô ảnh hưởng rất nhiều bởi đặc tính cặn ban đầu, biên độ dao động của độ ẩm cặn lớn (60-85%).

Trong giai đoạn này nước được tách khỏi bùn nhờ trọng lực qua khe hở ở băng tải xuống ngăn thu nước ở dưới. Tiếp đó bùn cặn chạy trên băng tải qua các trục ép với lực ép tăng dần, ở giai đoạn này nước được tách chủ yếu nhờ lực ép của các trục và chảy xuống ngăn thu. Kết quả là bùn cặn ép ở cuối băng tải đã giảm độ ẩm xuống 65-85%.

Tuy nhiên trong khuôn khổ nghiên cứu, các kỹ thuật làm khô bùn cặn trong xử lý nước thải bệnh viện quy mô nhỏ cấp quận/ huyện, các thiết bị cơ khí ít được sử dụng.



Hình 1-13: Sơ đồ máy quay ly tâm

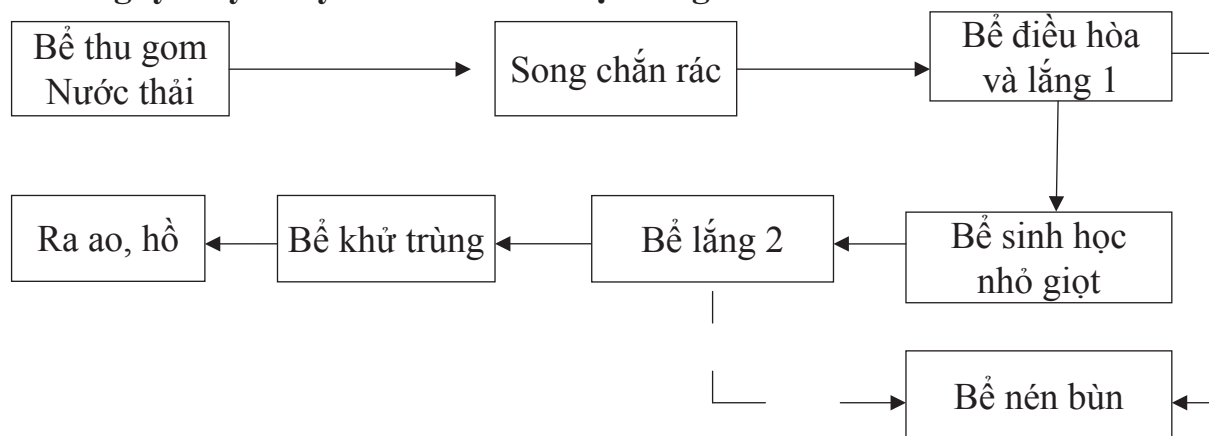


Hình 1-14: Sơ đồ máy ép bùn băng tải

1.3.2. Một số công nghệ xử lý nước thải y tế hiện đang áp dụng tại Việt Nam

1.3.2.1. Xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt (Biophil)

Nguyên lý xử lý nước thải của hệ thống



Hình 1-15: Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt

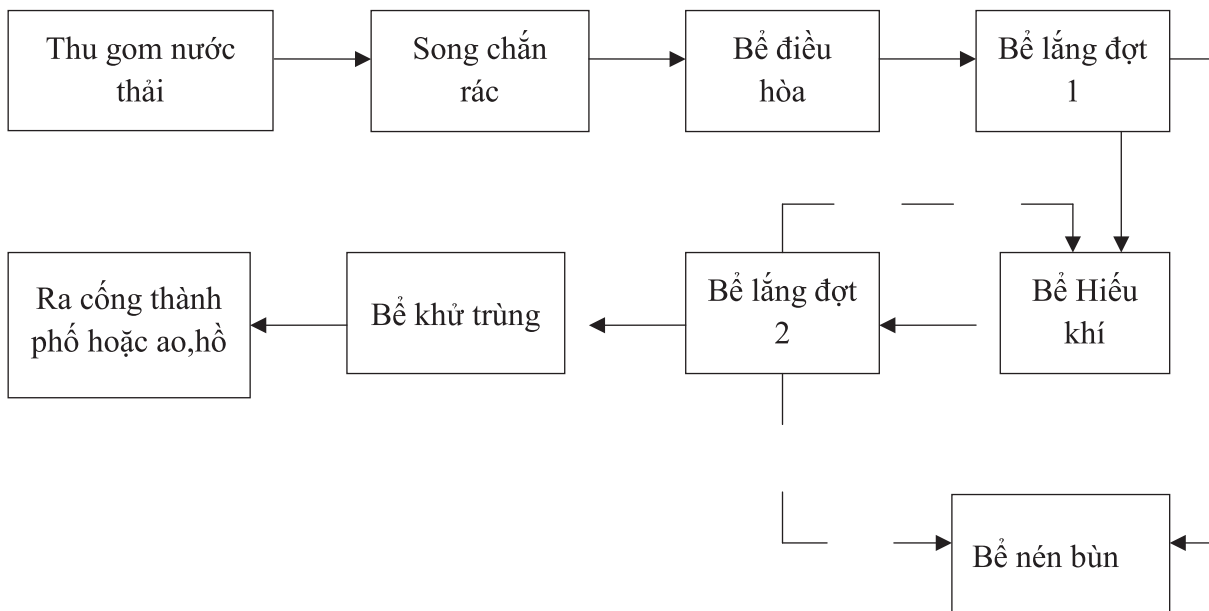
Nước thải bệnh viện được thu gom từ hệ thống cống thoát, qua song chắn rác thô nhằm cản những vật lớn như: quần áo, bơm tiêm, chai lọ, gạc... có khả năng làm tắc nghẽn đường ống và hỏng bơm. Nước từ ngăn thu được bơm tới bể điều hòa và xử lý sơ bộ, nhằm điều hòa chất bẩn và lưu lượng nước thải đồng thời tại đây thực hiện xử lý sơ bộ, các vi sinh vật có sẵn trong nước thải oxy hóa một phần hợp chất hữu cơ thành chất ổn định bông cặn dễ lắng, đồng thời khử một phần COD, BOD.

Tiếp đó nước thải được chảy tràn hoặc bơm tới bể lọc sinh học nhỏ giọt tùy thuộc cách bố trí hệ thống ngầm hay nổi. Tại đây dựa vào khả năng của vi sinh vật sử dụng những chất hữu cơ có trong nước thải làm nguồn dinh dưỡng để sống và biến đổi chất, giải phóng các chất vô cơ vô hại. Trong bể lọc sinh học nước thải được tưới đều xuống lớp vật liệu lọc là các loại đá cục, cuội có kích thước nhỏ hơn 30 mm, với chiều cao vật liệu lọc từ 1,5 - 2m. Các hạt vật liệu lọc sẽ được bao bọc một lớp màng vi sinh vật.

Nước ra khỏi bể lọc sinh học được bơm lên bể lắng thứ cấp, phần bùn lắng xuống đáy được đưa đến bể nén bùn, phần nước trong dẫn đến bể khử trùng để tiêu diệt vi sinh vật gây bệnh. Nước sau khi xử lý thải ra hệ thống cống thành phố hoặc ao hồ.

1.3.2.2. Xử lý nước thải bệnh viện bằng bùn hoạt tính trong bể hiếu khí (Aerotank).

Nguyên lý xử lý nước thải của hệ thống



Hình 1-16: Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện bằng bùn hoạt tính trong bể hiếu khí

Nước thải từ các bể phốt, khu vệ sinh ở các khoa, phòng, buồng bệnh được thu gom qua hệ thống cống thu đến bể điều hoà có lắp thiết bị song chắn rác nhằm loại bỏ các vật có kích thước lớn như bơm tiêm, mảnh thủy tinh vỡ, bông gạc, đồ vải,... để đảm bảo cho máy móc, thiết bị và các công trình phía sau hoạt động có hiệu quả.

Bể điều hoà làm nhiệm vụ điều hoà lưu lượng và nồng độ chất bẩn trong nước thải. Tại đây, nước thải được khuấy trộn và làm thoáng sơ bộ nhờ hệ thống sục khí, sau đó được bơm lên bể lắng đợt 1 (bể lắng sơ cấp). Các bông cặn bản, chất rắn có khả năng lắng sẽ lắng xuống đáy và được đưa đến bể thu bùn.

Nước phần trên đi đến bể hiếu khí, tại bể này hàm lượng bùn hoạt tính được duy trì lơ lửng để oxy hoá các chất bẩn, hợp chất hữu cơ thành những chất ổn định tạo bông cặn dễ lắng. Môi trường hiếu khí trong bể đạt được nhờ sử dụng hệ thống sục khí nhằm duy trì hỗn hợp lỏng trong thiết bị luôn ở chế độ khuấy trộn hoàn toàn với không khí. Sau một thời gian lưu nhất định, hỗn hợp sinh khối được đưa sang bể lắng đợt 2 (lắng thứ cấp).

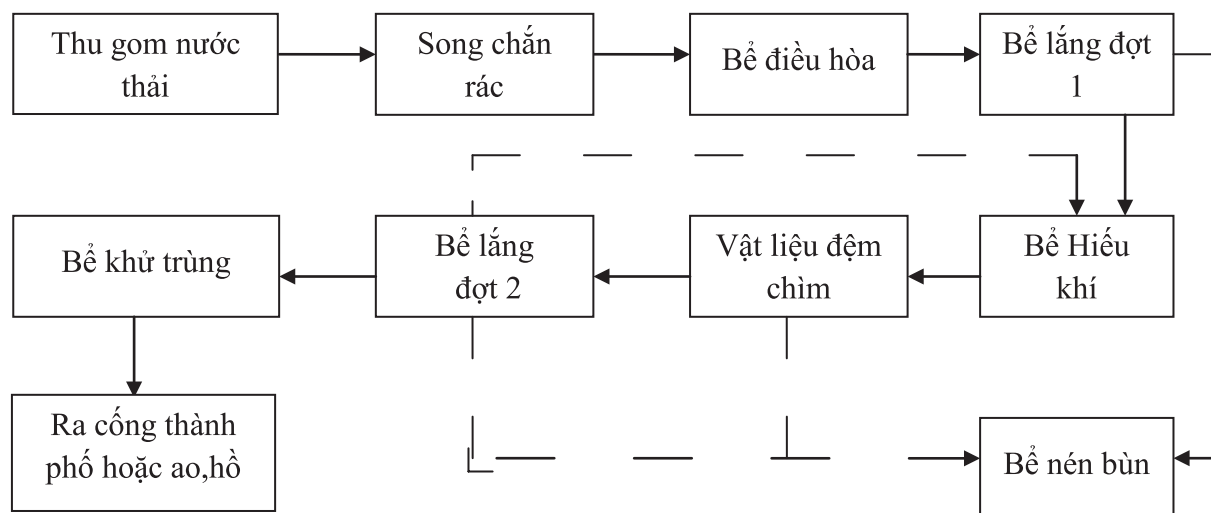
Tại bể lắng đợt 2, bùn được lắng xuống tách ra khỏi nước đã xử lý và một

phần bùn lắng tuần hoàn trở lại bể hiếu khí để duy trì nồng độ bùn hoạt tính trong bể. Phần nước sạch sau khi được lắng tại bể lắng đợt 2 qua bể khử trùng với dung dịch Clo được định lượng bơm vào, hoặc qua bể sục ô zôn. Nước thải sau khi xử lý được xả ra môi trường.

Phần bùn tạo ra từ bể lắng đợt 1, bể lắng đợt 2 được xả định kỳ nhờ áp lực thủy tĩnh, bùn được tháo xuống bể nén bùn. Tại bể nén, bùn được giảm thể tích và tự phân huỷ, diệt trừ các vi sinh gây bệnh. Bùn đã được nén giảm thể tích được chuyển đến bể chứa bùn và định kỳ đem chôn tại bãi chôn lấp.

1.3.2.3. Xử lý nước thải bệnh viện theo nguyên lý hợp khối

Nguyên lý xử lý nước thải của hệ thống



Hình 1-17: Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện theo nguyên lý hợp khối

Việc thu gom và vận chuyển nước thải từ các khoa, phòng, buồng bệnh và các bể phốt trong cơ sở y tế được thực hiện thông qua mạng lưới thu nước thải đến bể hợp khối gồm các công đoạn: ngăn thu nước thải có lắp đặt rọ chắn rác, ngăn điều hòa, ngăn làm lắng sơ bộ, bể hiếu khí và ngăn thu bùn.

Bể điều hoà làm nhiệm vụ điều hoà lưu lượng và nồng độ chất bẩn trong nước thải, đồng thời tại đây nước thải được trộn với các chế phẩm vi sinh nhằm tăng nhanh quá trình phân huỷ sơ bộ các chất hữu cơ, xử lý một phần COD, BOD. Tại đây, nước thải được khuấy trộn và làm thoáng sơ bộ nhờ hệ thống sục khí.

Phần nước thải sau khi qua bể điều hòa được lắng sơ bộ và phần nước gạn trong từ bể nén bùn được chảy sang bể hiếu khí gồm 2 ngăn, tại đây hàm lượng bùn hoạt tính được duy trì lơ lửng để oxy hóa các chất bẩn, hợp chất hữu cơ

thành những chất ổn định tạo thành bông cặn dễ lắng. Tại bể này thực hiện quá trình khử BOD, COD và nitơ. Môi trường hiếu khí trong bể đạt được do sử dụng hệ thống sục khí nhằm duy trì hỗn hợp lỏng trong thiết bị luôn ở chế độ khuấy trộn hoàn toàn.

Sau khi qua xử lý tại bể hiếu khí, nước thải được bơm lên thiết bị hợp khối dạng tháp, thiết bị xử lý có đệm vi sinh được chế tạo từ vật liệu nhựa (hoặc vật liệu hữu cơ khác) có thông số: Độ rỗng > 90%, bề mặt riêng 250 - 300 m²/m³. Tại đây thực hiện các quá trình xử lý vi sinh như sau:

- Trộn khí cưỡng bức có cường độ cao bằng việc dùng không khí thổi cưỡng bức để hút và đẩy nước thải.
- Lọc vi sinh dòng xuôi có lớp đệm vi sinh ngập nước.

Thời gian lưu của nước thải trong thiết bị hợp khối là 2 - 2,5 giờ. Khi nước thải tưới qua lớp vật liệu lọc bằng các phần tử rắn xốp, các vi khuẩn sẽ được hấp phụ, sinh sống và phát triển trên bề mặt đó. Vi khuẩn dính bám vào vật rắn nhờ chất galatin do chúng tiết ra và có thể di chuyển dễ dàng trong lớp chất nhầy này. Đầu tiên vi khuẩn phát triển tập trung ở một khu vực sau đó chúng phát triển lan dần và phủ kín bề mặt vật liệu lọc. Các chất dinh dưỡng như muối khoáng, hợp chất hữu cơ và oxy có trong nước thải khuếch tán qua màng sinh vật và có thể vào tận lớp Xenlulose đã tích lũy phía trong cùng. Sau một thời gian, màng sinh vật được hình thành và chia thành 2 lớp: Lớp ngoài cùng là lớp hiếu khí, được oxy khuếch tán xâm nhập vào, lớp trong là lớp thiếu oxy (anoxyc). Thành phần sinh vật chủ yếu của màng sinh vật là vi khuẩn, ngoài ra còn có các động vật nguyên sinh, nấm, xạ khuẩn,... Sau một thời gian hoạt động, màng sinh vật dày lên, các chất khí tích tụ phía trong tăng lên và màng bị tách ra khỏi vật liệu lọc. Hàm lượng cặn lơ lửng trong nước tăng lên. Sự hình thành các lớp màng sinh vật mới lại tiếp diễn.

Sau đó nước thải cùng bùn hoạt hóa chuyển qua bể lắng đợt 2 (lắng lamen) để tách khỏi bùn hoạt hóa và cặn hữu cơ khác. Tại bể lắng lamen có xếp đệm làm tăng bề mặt tiếp xúc, tăng khả năng va chạm. Bể này có đường cấp hóa chất keo tụ nhằm tạo bông keo tụ nâng cao hiệu suất lắng.

Phần nước trong được qua bộ phận khử trùng bằng dung dịch NaOCl hoặc Ca(OCl)₂ nồng độ 3 - 5 mg (tính theo lượng Clo hoạt tính)/m³ nước thải. Cuối cùng nước thải được xả ra ngoài cống thành phố hoặc ao, hồ, đồng ruộng.

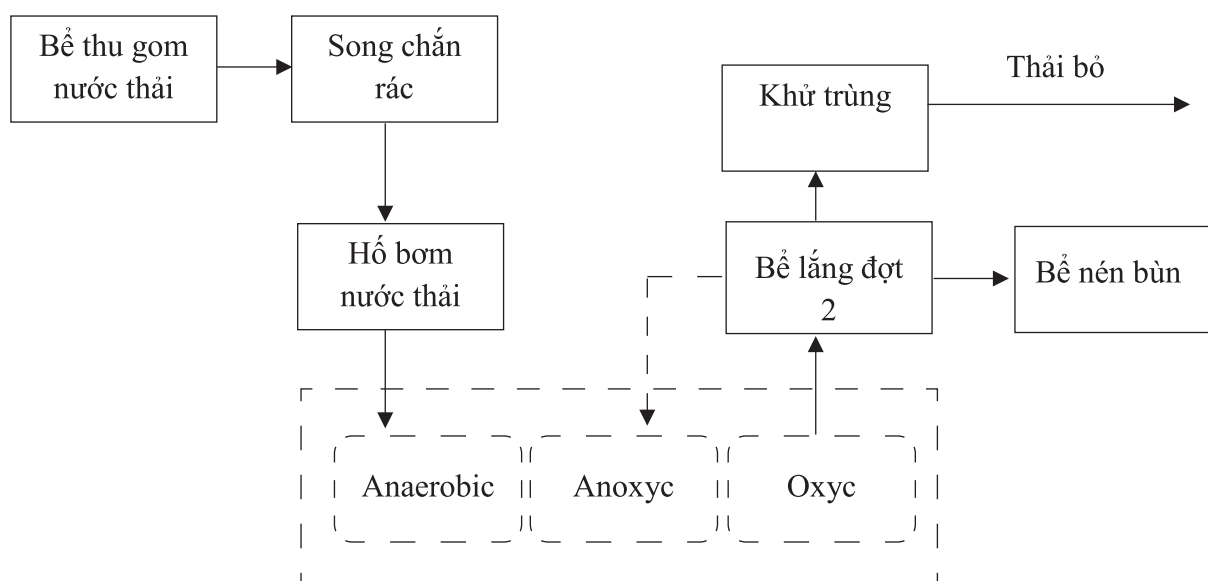
Phần bùn, cặn lắng ở ngăn lắng và từng ngăn xử lý sinh học được máy bơm

hồi lưu một phần bùn hoạt hóa trở lại thiết bị sinh học để đảm bảo được nồng độ xử lý còn phân bùn dư được bơm về bể nén bùn.

1.3.2.4. Xử lý nước thải bệnh viện bằng công nghệ AAO

Thời gian gần đây khi đầu tư xây dựng mới hệ thống xử lý nước thải bệnh viện người ta thường chú ý và lựa chọn một mô hình xử lý nước thải được chế tạo hợp khối theo công nghệ AAO (Anaerobic/yếm khí – Anoxyc/thiếu khí – Oxyc/hiếu khí).

Nguyên lý xử lý nước thải của hệ thống



Hình 1-18 : Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện bằng công nghệ AAO

Nước thải từ hệ thống cống thu gom chung của bệnh viện được dẫn vào bể điều hòa có đặt song chắn rác inox kích thước khe hở 5-10 mm để tách rác và các vật thể lớn có trong nước thải. Thời gian nước lưu trong bể điều hòa trung bình từ 3 giờ đến 4 giờ. Nước thải sau đó được xử lý ở các công đoạn như sau:

Ngăn yếm khí dòng ngược với vi sinh vật lơ lửng được kết hợp với khối đệm giá thể bằng PVC chuyên dụng tạo nên màng vi sinh vật kỵ khí, làm tăng mật độ vi sinh vật lên đến khoảng 20.000 vi sinh vật/m³ nước thải, đảm bảo hiệu quả xử lý theo COD và tổng P lên đến 75-80%.

Trong ngăn thiếu khí diễn ra quá trình khử nitrat khi một phần hỗn hợp bùn và nước thải chứa nitrat được bơm ngược từ ngăn hiếu khí về. Trong ngăn này chủ yếu diễn ra quá trình hô hấp thiếu khí và kết quả cuối cùng là giải phóng N₂ bay lên và một phần COD được xử lý.

Trong ngăn hiếu khí, không khí được cấp bởi máy thổi khí, tạo điều kiện để diễn ra quá trình oxy hóa sinh hóa hiếu khí các chất hữu cơ và quá trình nitrat hóa diễn ra. Kết quả là BOD trong nước thải giảm rõ rệt và amoni chuyển thành nitrat.

Như vậy trong 3 ngăn AAO sẽ xử lý được các chất ô nhiễm chủ yếu là hữu cơ (theo BOD và COD), tổng nitơ và tổng phospho.

Sau khi qua các bậc xử lý nói trên, hỗn hợp nước thải và bùn được qua ngăn lắng thứ cấp để tách phần lớn lượng bùn hoạt tính nhằm hồi lưu về ngăn anoxic và ngăn oxy. Phần bùn dư được đưa về bể chứa bùn.

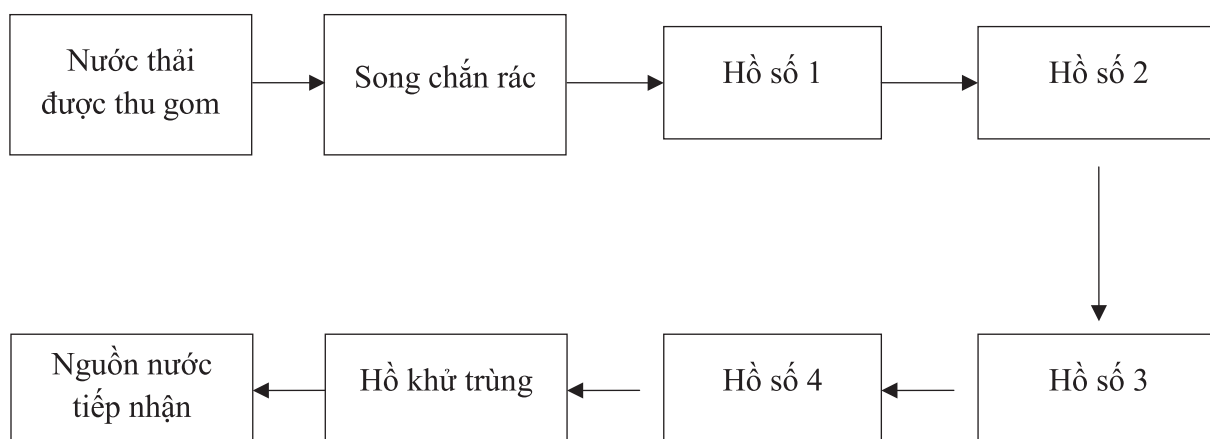
Nước thải sau ngăn lắng thứ cấp được đưa vào ngăn khử trùng. Nước thải có thể được khử trùng bằng hai cách:

- Khử trùng bằng bộ màng siêu lọc MBR (Membrane Biological Reactor) với kích thước lỗ 0,3 - 0,5 μm . Bằng màng MBR có thể loại được 98% vi khuẩn có trong nước thải. Hầu hết vi khuẩn *E.coli* được giữ lại trên màng lọc. Ngoài chức năng khử trùng, trên bề mặt MBR còn tập trung bùn hoạt tính mật độ cao để tiếp tục xử lý triệt để nước thải. Màng MBR được rửa ngược bằng thủy lực theo chương trình tự động lập sẵn.
- Khử trùng bằng NaOCl hoặc $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ dạng viên rắn. Nước thải sau xử lý đi qua với vận tốc nhất định sẽ làm hòa tan hóa chất khử trùng vào nước. Phương pháp này giảm đáng kể thiết bị cũng như chi phí chuẩn bị và định lượng hóa chất khử trùng theo phương pháp truyền thống.
- Khử trùng bằng Cloramin B ($\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_2\text{NCINa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) đang được một số cơ sở y tế sử dụng để khử trùng nước thải.

1.3.2.5. Xử lý nước thải bệnh viện bằng hồ sinh học ổn định

Nguyên lý xử lý của hệ thống

Hệ thống xử lý NTBV áp dụng hồ sinh học ổn định khác với hệ thống công nghệ xử lý nước thải khác là người ta sử dụng năng lượng tự nhiên, dựa vào sự khuếch tán không khí và sự quang hợp là nguồn oxy chính. Ưu điểm của loại công nghệ này là không tốn năng lượng để vận hành nên rất phù hợp với điều kiện của các nước đang phát triển. Phương pháp xử lý này không gây ồn, có thể gây mùi khó chịu nếu vận hành không đúng cách. Tuy nhiên, đòi hỏi các bệnh viện phải có đất rộng. Hệ thống xử lý này đóng vai trò quan trọng đặc biệt trong xử lý nước thải ở các nước có khí hậu ẩm.



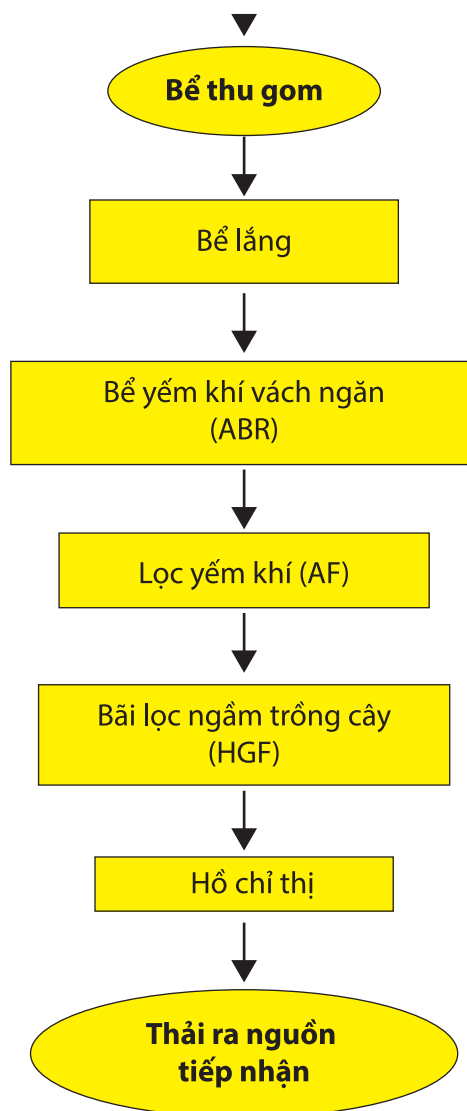
Hình 1-19: Sơ đồ xử lý nước thải bệnh viện bằng hồ sinh học ổn định

1.3.2.6. Xử lý nước thải bệnh viện bằng bãi lọc trồng cây kết hợp bể lọc yếm khí

Nguyên lý xử lý của hệ thống

Nguyên lý hoạt động của bãi lọc sinh học trồng cây là dựa vào hoạt động sinh trưởng của một số loại cây mà người ta sử dụng chúng như một giải pháp hữu hiệu cho việc xử lý nước thải với tải lượng ô nhiễm không quá lớn. Thông qua bộ rễ, cây sẽ hấp thụ các tạp chất vô cơ và hữu cơ trong nước thải, biến chúng thành nguồn dinh dưỡng nuôi sống cây trong suốt quá trình sinh trưởng qua đó làm sạch nước thải. Thường các loại cây như: lau sậy, cỏ nến, cây ráng có khả năng xử lý khá tốt nước thải. Trong đó cây lau sậy có khả năng xử lý tốt hơn cả. Kết quả thử nghiệm cho thấy, sậy là loài có khả năng xử lý tốt với hiệu suất cao trên 90% đối với tất cả các chỉ tiêu nghiên cứu là BOD_5 , COD, *Coliform*,... Cỏ nến có hiệu suất loại bỏ các chất ô nhiễm thấp hơn sậy. Trồng cây ráng trong nước thải, cây phát triển liên tục, lá xanh, khả năng xử lý chất ô nhiễm khá tốt, một số chỉ số đạt 90%. Ráng là loại thực vật ngập nước, có thân cứng nên vẫn có thể sống và phát triển tốt trong môi trường nước thải ô nhiễm. Ngoài ra, cỏ vertiver có thể xử lý đạt hiệu suất 77%, tuy nhiên cây phát triển không tốt, lá vàng nên không phù hợp lắm.

Hiện nay, có rất nhiều kiểu bãi lọc được ứng dụng, tuy nhiên để có tính hiệu quả cao cần sử dụng bãi lọc sao cho phù hợp với điều kiện của từng khu vực áp dụng, các giống cây trồng cần phù hợp với điều kiện môi trường sống của từng khu vực có hệ thống xử lý.



Hình 1-20: Sơ đồ xử lý NTBĐ bằng bãi lọc trồng cây kết hợp bể lọc yếm khí

Để có thể xử lý được nước thải bệnh viện không chỉ sử dụng riêng bãi lọc trồng cây cho một mô hình xử lý mà cần phải kết hợp cả các phương pháp tiền xử lý để mô hình có thể hoạt động hiệu quả.

Nước thải từ các điểm thải trong bệnh viện (không bao gồm các nguồn thải nguy hại cần phân loại) được thu gom tối đa về bể thu gom, sau đó tiếp tục đi qua bể lắng. Tại bể lắng, nước thải cũng đã được làm sạch sơ bộ nhờ quá trình sa lắng các tạp chất vô cơ và hữu cơ có kích thước nhỏ.

Tiếp tục nước thải được dẫn đến bể yếm khí có vách ngăn (ABR). Nhờ sự hoạt động của các VSV yếm khí mà các hợp chất hữu cơ bị phân giải tạo ra các phân tử nhỏ hơn và một lượng khí biogas nhất định sinh ra. Hơn nữa, thời gian lưu tại bể yếm khí có vách ngăn là tương đối dài tạo điều kiện phân hủy tối đa các hợp

chất hữu cơ trong nước thải. Sau khi qua bể lọc yếm khí các hợp chất hữu cơ bị phân hủy tạo thành các phân tử nhỏ như NH_3 , các hợp chất của Nitơ và photpho là các chất mà hệ thực vật của bãi lọc có thể dễ dàng sử dụng làm thức ăn. Nước thải được làm sạch nhờ bãi lọc trồng cây sau đó tiếp tục được dẫn qua bể khử trùng bằng hóa chất trước khi thải bỏ ra môi trường.

1.3.3. Đánh giá ưu điểm - nhược điểm của một số mô hình công nghệ xử lý nước thải y tế

Trong số 06 mô hình đã được giới thiệu, mỗi một mô hình đều có một số ưu điểm và nhược điểm nhất định. Một mô hình công nghệ phù hợp phải được tính toán, chọn lựa sao cho phù hợp nhất với điều kiện thực tế của cơ sở y tế đang hoạt động, có tính đến sự phát triển trong tương lai. Bởi vậy, trong khuôn khổ của hướng dẫn này sẽ đưa ra so sánh về mặt ưu, nhược điểm của từng công nghệ, trên cơ sở đó các cơ sở y tế xem xét đơn vị mình phù hợp với phương pháp xử lý nào nhất để lựa chọn trước khi quyết định đầu tư.

Bảng 1-4: So sánh ưu nhược điểm của một số mô hình công nghệ xử lý nước thải bệnh viện

TT	Mô hình công nghệ	Ưu điểm	Nhược điểm
1	Xử lý NTBV theo công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt	- Xử lý tương đối hiệu quả nước thải bệnh viện có mức độ ô nhiễm vừa phải; - Kết cấu đơn giản, lắp đặt đơn giản, thuận tiện, chi phí đầu tư không cao; - Có thể không cần cấp khí cưỡng bức; - Vận hành và bảo dưỡng đơn giản, chi phí vận hành không cao do tiêu thụ ít điện năng, không đòi hỏi nhân viên vận hành có trình độ cao; - Chiếm ít diện tích hơn công nghệ bùn hoạt tính; - Không gây tiếng ồn.	- Chi phí đầu tư cho hệ thống khoảng 15 - 18 triệu/m^3 nước thải; - Không phù hợp với loại nước thải có mức độ ô nhiễm hữu cơ và nitơ cao; - Cần có bể điều hòa để ổn định nước thải và cần có bể lắng thứ cấp hở và cồng kênh; - Không vận hành được nếu mất điện; - Cần có trạm bơm nước thải sau bể lắng 1; - Có thể gây mùi nếu vận hành không đúng.

TT	Mô hình công nghệ	Ưu điểm	Nhược điểm
2	Xử lý NTBV bằng bùn hoạt tính trong bể hiếu khí	- Xử lý hiệu quả nước thải có thành phần hữu cơ (BOD, COD) và amoni cao; - Kết cấu thiết bị đơn giản nên chi phí đầu tư thấp;	- Chi phí đầu tư cho hệ thống khoảng từ 15 - 18 triệu đồng/m³ nước thải; - Dễ xảy ra hiện tượng bùn khó lắng làm giảm hiệu quả xử lý nước thải. Để khắc phục tình trạng này đòi hỏi nhân viên vận hành có kiến thức và trình độ tốt;
		- Thiết bị hoạt động tự động không tốn nhiều nhân công vận hành.	- Tiêu hao nhiều điện năng để cung cấp không khí cưỡng bức, chi phí vận hành cao; không thể vận hành nếu mất điện; - Có thể phát tán tiếng ồn, mùi hôi và vi sinh vật gây bệnh ra môi trường nếu không vận hành đúng cách; - Cần thời gian khá lâu để hệ bùn hoạt tính hoạt động lại bình thường sau sự cố.
3	Xử lý NTBV theo nguyên lý hợp khối	- Xử lý hiệu quả nước thải có thành phần hữu cơ và nitơ cao. Hiệu suất xử lý tương đối ổn định; - Kỹ thuật vận hành đơn giản và ổn định hơn công nghệ bùn hoạt tính; - Chiếm ít diện tích hơn công nghệ bùn hoạt tính.	- Chi phí đầu tư cao do phải sử dụng vật liệu lọc sinh học (khoảng 15-25 triệu đồng/m³ nước thải); - Chi phí vận hành cao (1000 – 1200 đồng/m³ nước thải) do tiêu hao nhiều điện năng (để cung cấp không khí cưỡng bức) và hóa chất; - Không thể vận hành nếu mất điện; - Có thể phát sinh tiếng ồn và mùi hôi nếu vận hành không đúng; - Vỏ bằng thép không phù hợp với điều kiện thời tiết thay đổi.

TT	Mô hình công nghệ	Ưu điểm	Nhược điểm
4	Xử lý NTBV bằng công nghệ AAO	- Xử lý hiệu quả nước thải có mức độ ô nhiễm cao; - Thi công lắp ráp nhanh, kết cấu gọn, cơ động, có thể phối hợp với các bể xử lý sẵn có; - Tiêu thụ điện năng ít nên chi phí vận hành thấp (khoảng 400 – 550 đồng/m³ nước thải); - Chiếm ít diện tích, có thể lắp đặt chìm hoặc nổi, có thể di chuyển; - Không phát tán mùi hôi vì lắp đặt chìm và kín.	* Đối với hệ thống sử dụng công nghệ màng lọc cho công đoạn khử trùng: Đối với hệ thống công nghệ sử dụng màng lọc, chi phí đầu tư ban đầu cao (khoảng 30 -50 triệu đồng/m³ nước thải); - Phải bảo dưỡng màng lọc hàng năm, đòi hỏi nhân viên vận hành có trình độ, phải thay thế màng lọc sau khoảng thời gian hoạt động; - Chi phí đầu tư cao và chi phí bảo dưỡng màng lọc, thay thế thiết bị phụ thuộc vào nhà cung cấp nước ngoài, đây là rào cản chính đối với các cơ sở y tế khi áp dụng mô hình này. * Đối với hệ thống không sử dụng công nghệ màng lọc cho khử trùng mà khử trùng bằng hóa chất: chi phí đầu tư ban đầu ở mức trung bình (khoảng 15-25 triệu đồng/m³ nước thải);
5	Xử lý NTBV bằng hồ sinh học ổn định	- Xử lý hiệu quả nước thải có mức độ ô nhiễm thấp và trung bình; - Chi phí đầu tư thấp; - Chi phí vận hành và bảo trì rất thấp; - Vận hành và bảo trì dễ dàng, không đòi hỏi nhân viên vận hành có trình độ cao.	- Chi phí đầu tư khoảng từ 6 - 8 triệu/m³ nước thải; - Không phù hợp với nước thải bệnh viện có mức độ ô nhiễm cao; - Chiếm nhiều diện tích đất sử dụng cho công trình.

TT	Mô hình công nghệ	Ưu điểm	Nhược điểm
6	Xử lý NTBV bằng bãi lọc trồng cây kết hợp bể lọc yếm khí	- Xử lý hiệu quả nước thải ở mức độ thấp và trung bình; - Chi phí đầu tư không quá cao; - Hiệu quả xử lý các chỉ tiêu hóa lý tốt nếu tăng cường dung tích bể yếm khí; - Chi phí vận hành và bảo dưỡng thấp; - Không đòi hỏi nhân viên vận hành có trình độ cao; - Tạo cảnh quan thiên nhiên trong lành, thân thiện với môi trường.	- Chi phí đầu tư khoảng từ 10 - 15 triệu/m³ nước thải; - Phải đầu tư bể yếm khí lớn nếu nước thải có tải lượng ô nhiễm cao; - Chiếm nhiều diện tích sử dụng; - Hiệu quả khử trùng trên bãi lọc không đảm bảo nếu thời gian lưu ngắn (dưới 07 ngày).

CHƯƠNG 2

HƯỚNG DẪN LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ

2.1. Một số tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý nước thải y tế phù hợp

Do các loại hình cơ sở y tế là rất đa dạng và phong phú, nên để giúp công tác lựa chọn công nghệ XLNT tối ưu cho các cơ sở y tế, rất cần xây dựng một bộ tiêu chí đánh giá công nghệ XLNT y tế hiệu quả. Về lưu lượng nước thải của các cơ sở y tế có thể dao động từ một mét khối đối với các trạm y tế tuyến xã/phường và đến hàng ngàn mét khối đối với các bệnh viện tuyến trung ương. Đối với các loại hình cơ sở y tế khác nhau, sự khác biệt của thành phần nước thải cũng khác nhau.

Bởi vậy, việc xác định một mô hình công nghệ phù hợp để xử lý nước thải cho mỗi loại hình cơ sở y tế cần căn cứ vào điều kiện cụ thể của cơ sở y tế. Phải bắt đầu ngay từ việc khảo sát thiết kế, lên phương án công nghệ, xây dựng, lắp đặt và vận hành chạy thử. Đảm bảo hiệu quả xử lý đáp ứng các yêu cầu đặt ra, để hệ thống khi đưa vào sử dụng là hợp lý và hiệu quả nhất.

Trong phần đánh giá công nghệ xử lý nước thải tại Chương 1 của tài liệu này đã chỉ ra ưu, nhược điểm của từng loại công nghệ xử lý đang áp dụng cho xử lý nước thải y tế hiện nay ở Việt Nam. Thực tế đã cho thấy, tùy theo điều kiện cụ thể của mỗi cơ sở y tế để lựa chọn áp dụng công nghệ phù hợp nhằm đem lại hiệu quả trong xử lý. Việc xây dựng bộ tiêu chí đánh giá để giúp các cơ sở y tế lựa chọn phương án công nghệ thích hợp nhất cho đơn vị mình là rất cần thiết.

Một hệ thống xử lý nước thải được cho là bền vững dựa trên phương pháp phân tích đa tiêu chí (Multi-criteria analysis) và được xem xét trên các phương diện bao gồm: các tiêu chí đánh giá về kỹ thuật; các tiêu chí đánh giá về kinh tế; các tiêu chí đánh giá về môi trường; các tiêu chí đánh giá về văn hóa, xã hội. Trong phần tiếp theo, sẽ nêu cụ thể mỗi nhóm tiêu chí.

2.1.1. Các tiêu chí đánh giá về kỹ thuật

Các tiêu chí đánh giá về kỹ thuật của hệ thống xử lý nước thải bao gồm:

(1) Hiệu quả XLNT (tuân thủ theo QCVN)

Đối với bất kỳ hệ thống xử lý nước thải nào, mục tiêu quan trọng nhất là chất lượng nước thải sau xử lý phải đạt được các yêu cầu của quy chuẩn môi trường hiện

hành hay nói cách khác là chất lượng nước thải sau xử lý có tuân thủ QCVN liên quan không. Đây là tiêu chí bắt buộc đối với mô hình công nghệ xử lý nước thải nói chung và nước thải y tế nói riêng. Trong việc lựa chọn mô hình công nghệ phù hợp, việc đánh giá và lượng hóa tiêu chí này dựa trên hồ sơ công nghệ của mô hình và số liệu đánh giá hiệu quả xử lý của mô hình đó đối với các công trình tương tự.

(2) Hiệu quả xử lý /chi phí đầu tư

Hiệu quả xử lý của mỗi công trình đơn vị cũng phản ánh sự phù hợp trong thiết kế, vận hành công trình đơn vị đó, đồng thời ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý của toàn hệ thống. Xét hai hệ thống xử lý có chi phí xây dựng và vận hành tương đương nhau, hệ thống có hiệu quả loại bỏ chất ô nhiễm cao hơn thì sẽ an toàn trong việc tuân thủ quy định về môi trường hơn. Việc đánh giá và lượng hóa tiêu chí này dựa trên hồ sơ công nghệ của mô hình, kết quả xử lý đối với các nhóm chỉ tiêu theo quy chuẩn Việt Nam hiện hành khi vận hành hệ thống. Tỷ lệ này càng lớn, hiệu quả càng cao.

(3) Tuổi thọ hay độ bền của công trình, thiết bị

Độ bền của công trình, thiết bị là tiêu chí đánh giá mức độ tin cậy của kết cấu công trình cũng như tuổi thọ của thiết bị. Đối với các công trình xử lý nước thải, các thiết bị công nghệ luôn phải làm việc với cường độ cao trong môi trường khắc nghiệt, việc dừng hệ thống để thay thế và bảo dưỡng thiết bị là hết sức khó khăn. Vì vậy, tuổi thọ công trình hay độ bền của các trang thiết bị công nghệ cần được xem xét một cách cẩn trọng.

(4) Tỷ lệ nội địa hóa của hệ thống hoặc khả năng thay thế linh kiện, thiết bị

Tỷ lệ nội địa hóa của thiết bị là tiêu chí mang tính khuyến khích các nghiên cứu triển khai đối với khoa học trong nước. Việc sử dụng các thiết bị công nghệ có tỷ trọng nội địa hóa cao và đã được kiểm chứng hoạt động hiệu quả trong các công trình tương tự là cơ sở để giúp nhà đầu tư xem xét ưu tiên lựa chọn. Tiêu chí này thể hiện sự chủ động và dễ dàng thay thế linh kiện trong bảo trì, bảo dưỡng cũng như khắc phục sự cố trong quá trình vận hành hệ thống.

(5) Khả năng thích ứng khi tăng nồng độ hay lưu lượng đầu vào

Đây là một tiêu chí quan trọng trong các tiêu chí kỹ thuật. Nước thải tại các cơ sở y tế nói chung thường có sự dao động không nhỏ về lưu lượng cũng như tải lượng ô nhiễm, vì vậy các mô hình công nghệ có khả năng thích ứng đối

với các dao động của các chỉ số nước thải đầu vào thường được đánh giá với số điểm cao hơn.

(6) Thời gian xây dựng hệ thống

Thời gian xây dựng hệ thống là tiêu chí mở, mức độ quan trọng của tiêu chí này được thể hiện trong từng trường hợp cụ thể của mỗi cơ sở y tế. Tuy nhiên, một mô hình công nghệ được đánh giá cao hơn khi có thời gian lắp đặt và hoàn thiện nhanh hơn, thời gian vận hành chạy thử và đào tạo vận hành ngắn hơn.

(7) Giải pháp thi công dễ dàng, thuận tiện

Giải pháp thi công dễ dàng, thuận tiện cũng là một tiêu chí tính đến trong các tiêu chí về kỹ thuật. Đối với các cơ sở y tế có vị trí thi công lắp đặt phức tạp như gần khu dân cư, diện tích nhỏ hẹp, trong khi thi công xây dựng vẫn phải tiếp tục hoạt động thì tiêu chí này cũng cần được quan tâm.

(8) Mức độ hiện đại và tự động hóa của công nghệ

Mức độ hiện đại và tự động hóa của công nghệ là một tiêu chí cần quan tâm. Đối với công nghệ xử lý nước thải y tế, tỷ trọng các thiết bị trong hệ thống chiếm không cao. Bởi vậy, việc thiết lập một hệ thống điều khiển tự động hóa là việc không quá khó. Hệ thống điều khiển tự động sẽ giảm chi phí nhân công trong khâu vận hành, tăng hiệu quả xử lý của hệ thống.

(9) Khả năng mở rộng cải tiến module của thiết bị

Khả năng mở rộng cải tiến module của thiết bị là một tiêu chí khi xem xét đánh giá phụ thuộc nhiều vào điều kiện của từng cơ sở y tế. Khi đánh giá tiêu chí này cần đối chiếu với kế hoạch, quy hoạch tổng thể chung để đưa ra tỷ trọng điểm cho phù hợp.

(10) Thời gian tập huấn và chuyển giao công nghệ

Thời gian tập huấn vận hành hệ thống là một tiêu chí gián tiếp đánh giá mức độ phức tạp của công nghệ. Tiêu chí này thường đánh giá dựa trên đề xuất của các nhà cung cấp.

2.1.2. Các tiêu chí đánh giá về mặt kinh tế

Tổng vốn đầu tư xây dựng công trình, chi phí vận hành và chi phí bảo trì, bảo dưỡng công trình là cơ sở để xác định các tiêu chí đánh giá về mặt kinh tế. Chi phí

đầu tư công trình được sử dụng để so sánh lựa chọn phương án đầu tư có lợi nhất về mặt kinh tế.

Cụ thể các nhóm tiêu chí đánh giá về mặt kinh tế như sau:

(1) Chi phí xây dựng và lắp đặt thiết bị (tính theo suất đầu tư)

Chi phí xây dựng bao gồm chi phí nguyên vật liệu xây dựng, công lao động, vận chuyển và một số chi phí phụ trợ khác. Chi phí này có thể được biểu diễn qua suất đầu tư xây dựng trên một đơn vị nước thải.

(2) Chi phí vận hành, bảo trì, sửa chữa (tính theo VNĐ/m³ nước thải)

Chi phí vận hành bao gồm: chi phí điện, nước, hóa chất, nhân công. Chi phí bảo trì và sửa chữa công trình là chi phí dùng cho việc bảo trì, bảo dưỡng hệ thống (như thay thế phụ tùng, thiết bị trong bảo trì, bảo dưỡng, thay thế màng lọc nếu có).

2.1.3. Các tiêu chí đánh giá về môi trường

Các tiêu chí đánh giá về môi trường được cụ thể như sau:

(1) Diện tích không gian sử dụng của hệ thống (tính cho 1m³ nước thải)

Diện tích không gian sử dụng của hệ thống xử lý là một tiêu chí về môi trường cần đánh giá trong công tác lựa chọn. Đối với các cơ sở y tế tại Việt Nam, diện tích đất sử dụng là hạn chế do các bệnh viện lớn thường nằm trong khu vực đông dân cư. Việc lựa chọn một mô hình công nghệ có sử dụng ít diện tích đất thường là tiêu chí quan trọng hàng đầu đối với một số cơ sở. Một mô hình chiếm ít diện tích đất sử dụng, tạo cảnh quan môi trường hài hòa tại các cơ sở sẽ chiếm ưu thế trong việc lựa chọn.

(2) Tỷ lệ sử dụng nguyên liệu và năng lượng (tính cho 01 m³ nước thải)

Sử dụng ít năng lượng và nguyên liệu đồng nghĩa với việc hạn chế phát thải thứ cấp vào môi trường. Vì vậy tiêu chí này được liệt kê vào nhóm tiêu chí về môi trường.

(3) Khả năng tái sử dụng chất thải thứ cấp

Khả năng tái sử dụng sản phẩm thứ cấp sau xử lý được liệt kê vào nhóm tiêu chí về môi trường. Việc tái sử dụng nước thải sau xử lý cho việc tưới tiêu đối với nước thải các cơ sở y tế là việc có tính khả thi. Việc này rất có ý nghĩa đối với các

cơ sở y tế vùng xa có điều kiện không thuận lợi về nước cấp. Hơn nữa, việc tái sử dụng nước thải sau xử lý là việc làm tiết kiệm tài nguyên, mang tính bền vững và thân thiện với môi trường.

(4) Mức độ xử lý chất thải thứ cấp

Trong xử lý nước thải y tế, phát thải thứ cấp chủ yếu là bùn thải và khí thải. Một mô hình công nghệ được đánh giá cao khi quan tâm đến sự phát thải thứ cấp trong quá trình xử lý. Mô hình công nghệ hoàn thiện khi đề cao các giải pháp tổng thể trong xử lý triệt để cả hai yếu tố ô nhiễm phát sinh này.

(5) Mức độ rủi ro mất an toàn đối với người vận hành, môi trường và giải pháp phòng ngừa, khắc phục khi xảy ra sự cố

Đây là tiêu chí quan trọng nằm trong nhóm tiêu chí về môi trường. Mô hình công nghệ ít xảy ra các sự cố rủi ro mất an toàn đối với người vận hành và môi trường cũng như việc dễ khắc phục sau khi xảy ra sự cố môi trường. Đối với các cơ sở y tế không sử dụng công nghệ tự động hóa trong xử lý hoặc có vị trí gần với khu dân cư, nguồn nước sinh hoạt,... cần phải đánh giá hết sức thận trọng tiêu chí này.

2.1.4. Các tiêu chí đánh giá về văn hóa - xã hội và quản lý

Nhóm tiêu chí xã hội bao gồm mức độ chấp nhận của cộng đồng đối với những ảnh hưởng do hệ thống xử lý nước thải gây ra. Cụ thể nhóm tiêu chí này bao gồm:

(1) Mức độ mỹ học của hệ thống với cảnh quan khu vực

Hệ thống xử lý phù hợp với quy hoạch chung của cơ sở y tế, thiết kế xây dựng đẹp hài hòa với cảnh quan chung là tiêu chí được liệt kê vào nhóm tiêu chí văn hóa - xã hội và quản lý. Đối với cơ sở y tế, đặc biệt là đối với các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh việc tạo lập một cảnh quan thiên nhiên sinh động, hài hòa và thân thiện với môi trường là một trong những yếu tố quan trọng nâng cao chất lượng khám bệnh, chữa bệnh và điều trị.

(2) Khả năng thích ứng với điều kiện môi trường của vùng, miền

Khả năng thích ứng với điều kiện môi trường vùng miền là một tiêu chí quan trọng cần phải được xem xét một cách kỹ lưỡng trong lựa chọn công nghệ. Một mô hình công nghệ được đánh giá cao khi đã tính toán tới các ảnh hưởng trong

điều kiện khí hậu của các vùng, miền. Về điều kiện tự nhiên cần phải chú ý tới các yếu tố ảnh hưởng của khí hậu vùng, miền lên hiệu quả xử lý của hệ thống.

(3) Yêu cầu về nguồn nhân lực quản lý và vận hành hệ thống xử lý nước thải

Nguồn nhân lực trong vận hành hệ thống cũng là một tiêu chí về mặt quản lý, tiêu chí này cũng cần được xem xét kỹ lưỡng khi đối chiếu với điều kiện thực tế của các cơ sở. Một cơ sở y tế trong khu vực vùng xa khó có thể áp dụng mô hình công nghệ đòi hỏi đội ngũ vận hành và quản lý có trình độ chuyên sâu. Tiêu chí này cần được xem xét một cách thận trọng.

2.2. Xác định và lượng hóa đối với các nhóm tiêu chí

Trong bốn nhóm tiêu chí cơ bản đã nêu tại phần trên, thang điểm và cách cho điểm đối với mỗi nhóm tiêu chí khi đánh giá công nghệ xử lý nước thải được cụ thể hoá như sau:

- Nhóm các tiêu chí đánh giá về kỹ thuật, đây là nhóm tiêu chí quan trọng nhất và được lượng hóa với số điểm là A/100 điểm;
- Nhóm các tiêu chí đánh giá về kinh tế, được lượng hóa với số điểm là B/100 điểm;
- Nhóm các tiêu chí đánh giá về môi trường, được lượng hóa với số điểm là C/100 điểm;
- Nhóm các tiêu chí đánh giá về văn hóa, xã hội, đây là nhóm tiêu chí ít quan trọng nhất, được lượng hóa với số điểm là D/100 điểm.

Tổng giá trị: $A + B + C + D = 100$ điểm. Trong 04 nhóm tiêu chí, các chỉ tiêu cụ thể đối với mỗi nhóm tiêu chí có giá trị là A_i ; B_j ; C_p ; D_q . Tùy thuộc vào điều kiện thực tế của từng cơ sở y tế, việc đánh giá và lựa chọn công nghệ có thể điều chỉnh các giá trị A_i ; B_j ; C_p ; D_q cho phù hợp.

Việc đánh giá (cho điểm) công nghệ xử lý nước thải theo mỗi nhóm tiêu chí và các tiêu chí cụ thể trong từng nhóm (tối đa hoặc trong thang điểm dao động) tùy thuộc vào các đặc điểm, thông số của hồ sơ thuyết minh công nghệ, kết quả khảo sát hiện trường tại cơ sở y tế và đánh giá kết quả vận hành thực tế công nghệ xử lý tại các công trình tương tự.

Ví dụ, đối với việc đánh giá công nghệ xử lý nước thải của các cơ sở y tế

trong tài liệu này, A có giá trị là 50 điểm; B có giá trị là 25 điểm; C có giá trị là 15 điểm và D có giá trị là 10 điểm. Giá trị điểm số của Ai; Bj; Cp; Dq và ví dụ minh họa được trình bày trong Bảng 2-1. Tuy nhiên, trong thực tế, tùy thuộc vào yêu cầu, điều kiện cụ thể của từng cơ sở y tế, hội đồng có thể xem xét và thay đổi mức điểm của các nhóm tiêu chí nêu trên.

Bảng 2-1: Các tiêu chí đánh giá để lựa chọn công nghệ hiện có phù hợp

TT	Tiêu chí đánh giá	Điểm số tối đa	Ví dụ minh họa*	Khoảng dao động*
I	Các tiêu chí đánh giá về kỹ thuật:	A	50	
1	Hiệu quả XLNT (tuân thủ theo QCVN)	A1	17	0-17
2	Hiệu quả xử lý/ chi phí đầu tư	A2	3	0-3
3	Tuổi thọ hay độ bền của công trình, thiết bị	A3	5	0-5
4	Tỷ lệ nội địa hóa của hệ thống hoặc khả năng thay thế linh kiện, thiết bị	A4	10	0-10
6	Khả năng thích ứng khi tăng nồng độ hay lưu lượng đầu vào	A5	3	0-3
7	Thời gian xây dựng hệ thống	A6	2	0-2
8	Giải pháp thi công dễ dàng thuận tiện	A7	2	0-2
9	Mức độ hiện đại và tự động hóa của công nghệ	A8	3	0-3
10	Khả năng mở rộng cải tiến modul của thiết bị	A9	2	0-2
11	Thời gian tập huấn và chuyển giao công nghệ	A10	3	0-2
II	Các tiêu chí đánh giá về kinh tế:	B	25	
1	Chi phí xây dựng và lắp đặt thiết bị (tính theo suất đầu tư)	B1	9	2-9
2	Chi phí vận hành, bảo trì, sửa chữa (tính theo VNĐ/m ³ nước thải)	B2	16	2-16
III	Các tiêu chí đánh giá về môi trường	C	15	
1	Diện tích không gian sử dụng của hệ thống	C1	3	1-3
2	Tỷ lệ sử dụng nguyên liệu và năng lượng (tính cho 1m ³ nước thải)	C2	3	1-3
3	Khả năng tái sử dụng chất thải thứ cấp	C3	3	0-3
4	Mức độ xử lý chất thải thứ cấp	C4	3	0-3
5	Mức độ rủi ro mất an toàn đối với người vận hành, môi trường (độ ồn, mùi) và giải pháp phòng ngừa, khắc phục khi xảy ra sự cố	C5	3	0-3
IV	Các tiêu chí đánh giá về văn hóa - xã hội và quản lý:	D	10	

TT	Tiêu chí đánh giá	Điểm số tối đa	Ví dụ minh họa*	Khoảng dao động*
1	Mức độ mỹ học của hệ thống với cảnh quan khu vực	D1	3	1-3
2	Khả năng thích ứng với điều kiện môi trường của vùng, miền	D2	4	0-4
3	Yêu cầu về nguồn nhân lực quản lý và vận hành hệ thống xử lý nước thải	D3	3	0-3
	Tổng cộng	100	100	

(*): Số điểm và khoảng dao động chỉ có tính tham khảo

Mục đích đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý nước thải là để lựa chọn một mô hình công nghệ phù hợp với điều kiện cụ thể của một cơ sở y tế. Vì vậy, khi các công nghệ được đưa vào để đánh giá và lựa chọn theo các tiêu chí cho điểm tại Bảng 2-1 phải đảm bảo chất lượng nước thải sau xử lý đạt yêu cầu của QCVN hiện hành khi xả thải vào nguồn nước tiếp nhận.

Bảng 2-2: Điều kiện áp dụng đánh giá sự phù hợp của công nghệ xử lý

TT	Nội dung	Tiêu chí điểm đánh giá	Lựa chọn/ không lựa chọn
1	Điều kiện bắt buộc:	Tiêu chí I.1 ≥ 10	
2	Tổng điểm:	Tổng điểm ≤ 50	Không nên áp dụng
		$50 < \text{Tổng điểm} < 70$	Có thể áp dụng
		Tổng điểm > 70	Khuyến khích áp dụng

2.3. Các bước tiến hành lựa chọn công nghệ xử lý nước thải y tế phù hợp

- ❖ **Bước 1:** Khảo sát thực trạng quản lý nước thải và các thông số đầu vào trong nước thải của cơ sở y tế
 - *Xác định các điều kiện về cơ sở vật chất:* Điều kiện cơ sở vật chất cần xác định bao gồm hiện trạng hệ thống thu gom, hiện trạng hệ thống xử lý nước thải hiện có, trên cơ sở đó xác định phương án xây mới hay cải tạo hệ thống.
 - *Xác định vị trí công trình, diện tích đất sử dụng cho công trình:* Đây là những tiêu chí quan trọng trong việc xác định loại hình công nghệ xử lý nước thải cho mỗi cơ sở y tế.
 - *Xác định lưu lượng nước thải thực tế:* Lưu lượng nước thải thực tế được xác định bằng phương pháp đo vào các thời điểm xả thải khác nhau trong

ngày, sau đó lấy giá trị trung bình. Từ lưu lượng thực tế khảo sát thu được sơ bộ xác định tổng mức đầu tư thông qua công suất của hệ thống. Cần tham khảo qua số lượng tiêu thụ nước thực tế của cơ sở y tế hàng tháng.

- *Xác định thành phần và nồng độ ô nhiễm của nước thải*: Các chỉ số COD, BOD₅, NH₄⁺, ... được phân tích từ các mẫu nước thải được lấy vào các thời điểm khác nhau sau đó lấy giá trị trung bình.
- *Xem xét nguồn nhân lực vận hành hệ thống cũng như nguồn kinh phí của cơ sở*: Thông tin này giúp việc hoạch định quản lý hệ thống xử lý nước thải sau quá trình đầu tư xây dựng.

❖ **Bước 2:** Xem xét trên cơ sở yêu cầu đầu ra

Xác định điểm xả nước thải vào nguồn nước tiếp nhận: Xác định được điểm xả nước thải sau xử lý vào nguồn nước tiếp nhận là xác định được yêu cầu đầu ra đối với hệ thống xử lý nước thải. Trường hợp điểm xả thải là cống thoát nước thành phố yêu cầu đầu ra là mức B theo QCVN: 28/2010/BTNMT. Trong trường hợp điểm xả thải là sông, hồ với nguồn nước là nước mặt sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt, thì yêu cầu đầu ra bắt buộc phải là mức A. Tuy nhiên, trong thực tế cần tham khảo quy định của địa phương để biết yêu cầu chất lượng nước thải khi xả vào nguồn tiếp nhận là mức A hay B. Thông tin này là cơ sở quan trọng trong việc định hướng cho điểm tiêu chí về hiệu quả xử lý của hệ thống.

❖ **Bước 3:** Phân tích các thông tin thu thập để lựa chọn loại hình công nghệ xử lý phù hợp

Tiến hành lập hội đồng hoặc tổ chuyên gia có chuyên môn và kinh nghiệm để xem xét, đánh giá và lựa chọn công nghệ xử lý nước thải y tế phù hợp với điều kiện thực tế của đơn vị. Thành phần Hội đồng hoặc tổ chuyên gia ngoài đại diện các đơn vị có liên quan bắt buộc phải có mặt, nên có 01 chuyên gia về công nghệ xử lý nước thải y tế và 01 chuyên gia về xây dựng công trình nước thải.

CHƯƠNG 3

MỘT SỐ LƯU Ý TRONG THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT VÀ VẬN HÀNH HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ

Một số vấn đề trực tiếp phát sinh trong các hệ thống xử lý nước thải tại các cơ sở y tế chủ yếu xuất phát từ khâu vận hành và bảo trì hệ thống. Phần lớn hệ thống xử lý nước thải tại các cơ sở y tế ở Việt Nam được thiết kế đặt chìm nên thường không được quan tâm bảo dưỡng thường xuyên. Hệ thống thường hay phải ngừng chạy do vấn đề kinh phí hoạt động hạn chế, nhân công vận hành không được đào tạo bài bản đã dẫn tới nhiều công trình đầu tư rất tốn kém sau một thời gian vận hành đã bị hỏng và không còn hoạt động. Bởi vậy, xin giới thiệu một số lưu ý trong thiết kế, lắp đặt và vận hành hệ thống xử lý nước thải y tế để các cơ sở có thể tham khảo nhằm tránh những sai sót mắc phải trong quá trình thiết kế, xây dựng hệ thống xử lý nước thải tại cơ sở, góp phần nâng cao hiệu quả của các công trình xử lý nước thải tại cơ sở.

3.1. Một số lưu ý trong quá trình thiết kế và lắp đặt hệ thống xử lý nước thải y tế

Trong hàng thập kỷ qua tại Việt Nam cũng như tại khu vực Đông Nam Á, các sự cố và sai lầm trong kỹ thuật tại các trạm xử lý phi tập trung trong đó bao gồm các trạm xử lý nước thải y tế nói chung có thể tổng hợp với 14 sai lầm điển hình. Bởi vậy, trong quá trình lựa chọn công nghệ, thiết kế, xây dựng, lắp đặt cần xác định một cách cụ thể các thông số nhằm tránh các sai sót đáng tiếc.

Dưới đây xin giới thiệu một số sai sót cần tránh trong quá trình thiết kế và lắp đặt hệ thống xử lý nước thải y tế.

3.1.1. Một số sai sót cần tránh trong quá trình thiết kế và lắp đặt hệ thống xử lý nước thải y tế

(1) Xác định sai công suất thiết kế

Trong khâu thiết kế, lượng nước thải thực tế của các cơ sở y tế thường không được khảo sát một cách chính xác đã dẫn đến công suất thiết kế không phù hợp, có thể bị thấp hơn so với thực tế, gây khó khăn trong xử lý hoặc cao hơn so với thực tế gây lãng phí trong quá trình đầu tư. Thông thường, các hệ thống xử lý được thiết kế hoạt động liên tục trong 24 giờ. Tuy nhiên, lượng nước thải thường phát sinh mạnh trong thời điểm từ 8 giờ đến 12 giờ trong ngày, vì vậy cần thiết kế bể điều hòa để điều tiết lưu lượng xử lý ổn định.

(2) Không xử lý được ammonium (N-NH₄)

Trong nước thải bệnh viện thường ban đầu nitơ được thải ra dưới dạng nitơ hữu cơ. Sau khoảng thời gian nhất định nitơ hữu cơ chuyển thành dạng N-NH₄ trong nước thải. Tuy nhiên, tại một số hệ thống xử lý nước thải không có thời gian lưu đủ lớn cho quá trình chuyển hóa từ nitơ hữu cơ sang N-NH₄ dẫn đến các quá trình nitrat hóa và loại nitơ không diễn ra triệt để làm cho hàm lượng N-NH₄ còn cao trong nước thải đầu ra.

(3) Thiếu công đoạn tiền xử lý và điều hòa lưu lượng

Trạm xử lý dạng phi tập trung thiết lập cho các cơ sở y tế độc lập thường không quan tâm đến khâu tiền xử lý và bể điều hòa. Khi không thiết lập công đoạn tiền xử lý dẫn đến không tách loại được rác, cát và các tác nhân gây hỏng máy bơm của hệ thống xử lý.

(4) Xác định sai tải lượng chất hữu cơ và nitơ

Nước thải bệnh viện thường có tải lượng chất hữu cơ không cao nhưng cần thiết phải xác định cụ thể khi thiết kế hệ thống xử lý. Đây là điểm rất quan trọng để tránh hiện tượng công suất cấp khí trong giai đoạn xử lý sinh học hiếu khí cao hơn nhiều so với tải lượng chất hữu cơ trong nước, gây lãng phí và làm tăng chi phí trong quá trình xử lý.

(5) Không tuần hoàn bùn bổ sung cho quá trình loại nitơ (denitrification)

Để tăng cường hiệu quả việc loại bỏ nitơ vi khuẩn cần cung cấp đủ chất hữu cơ như nguồn thức ăn cho vi sinh hoạt động. Nên khi hàm lượng chất hữu cơ giảm xuống, lượng bùn tuần hoàn sẽ giúp ổn định và tăng cường hiệu quả quá trình loại nitơ. Tuy nhiên, thực tế cho thấy các hệ thống xử lý đang hoạt động hiện nay ở Việt Nam thường ít quan tâm đến chi tiết này dẫn đến làm giảm hiệu quả xử lý.

(6) Không loại bỏ được bùn sau xử lý

Lượng bùn không được loại bỏ triệt để sau công đoạn lắng lọc sẽ làm tăng tổng rắn hòa tan của nước thải sau xử lý, do đó làm giảm hiệu quả trong khâu khử trùng.

(7) Không có bể ổn định bùn và xử lý bùn

Trong thực tế cho thấy, tại một số cơ sở y tế bùn thải được tách ra trong quá

trình xử lý nhưng không có biện pháp thích hợp để quản lý và xử lý đã tạo ra mùi hôi thối trong khu vực và gây ra ô nhiễm thứ cấp.

(8) Thiếu giải pháp loại bỏ phốt pho

Thường các hệ thống xử lý nước thải y tế ít quan tâm đến loại bỏ phốt pho dưới dạng $P-PO_4$ (phốt phát). Trong trường hợp nước thải có hàm lượng phốt phát quá cao làm cho hệ thống không ứng biến kịp để loại bỏ phốt phát do chưa thiết lập các kỹ thuật xử lý sẽ dẫn đến chất lượng nước thải sau xử lý không đạt chỉ tiêu này theo quy định.

(9) Thiếu các thiết bị đo và giám sát

Các thiết bị đo và giám sát cơ bản chưa được lắp đặt như (đo lưu lượng, đo chỉ số oxy hòa tan...), khi không có các thiết bị giám sát các chỉ số này, sẽ không điều chỉnh được chế độ làm việc thích hợp của các thiết bị liên quan trong hệ thống và do đó dẫn đến một số thiết bị thường phải làm việc quá tải gây lãng phí và tăng chi phí xử lý.

(10) Sử dụng không đúng liều lượng chất khử trùng và thời gian lưu nước thải trong khâu khử trùng

Mỗi loại chất khử trùng đòi hỏi một liều lượng và thời gian lưu nhất định tương ứng với thành phần ô nhiễm trong nước thải. Khi thiết lập hệ khử trùng tại các trạm xử lý phi tập trung thường không xác định được liều lượng, đồng thời bể khử trùng thường quá nhỏ nên không đủ thời gian lưu trong khâu khử trùng.

(11) Chưa tính toán giải pháp khi phải ngừng hệ thống để sửa chữa, khắc phục sự cố

Nhìn chung nhiều hệ thống xử lý nước thải trong quá trình thiết kế chưa tính toán cho phương án phải ngừng vận hành hệ thống để khắc phục sự cố. Trong trường hợp này phải có phương án lưu giữ nước thải hoặc phải có hệ thống dự phòng thay thế các thiết bị hư hỏng để đảm bảo hệ thống hoạt động bình thường vì bệnh viện không thể ngừng hoạt động do sự cố của hệ thống xử lý nước thải.

(12) Trong thiết kế thường đặt nặng vấn đề công nghệ xử lý nước thải của bệnh viện

Thực tế cho thấy nhiều công trình đầu tư ít quan tâm hoặc xem nhẹ việc thiết kế hệ thống điện động lực, điều khiển và thiết bị bảo vệ các động cơ cũng như chế

độ vận hành của trạm xử lý nước thải. Do đó khi hệ thống đi vào vận hành đã nảy sinh nhiều vấn đề phát sinh phải đầu tư bổ sung hoặc khắc phục.

(13) Chưa quan tâm đến các quy định hiện hành khi đầu tư công trình XLNT

Theo quy định tại Điều 6 của Nghị định 114/2010/NĐ-CP ngày 06/12/2010 của Chính phủ, các công trình đầu tư xây dựng trạm XLNT phải lập quy trình bảo trì công trình và bộ phận cho trạm xử lý nước thải. Tuy nhiên, trong thực tế nhiều công trình XLNT chưa xây dựng được quy trình này khi đi vào vận hành.

(14) Thiếu bước khảo sát địa hình, địa chất trạm xử lý nước thải

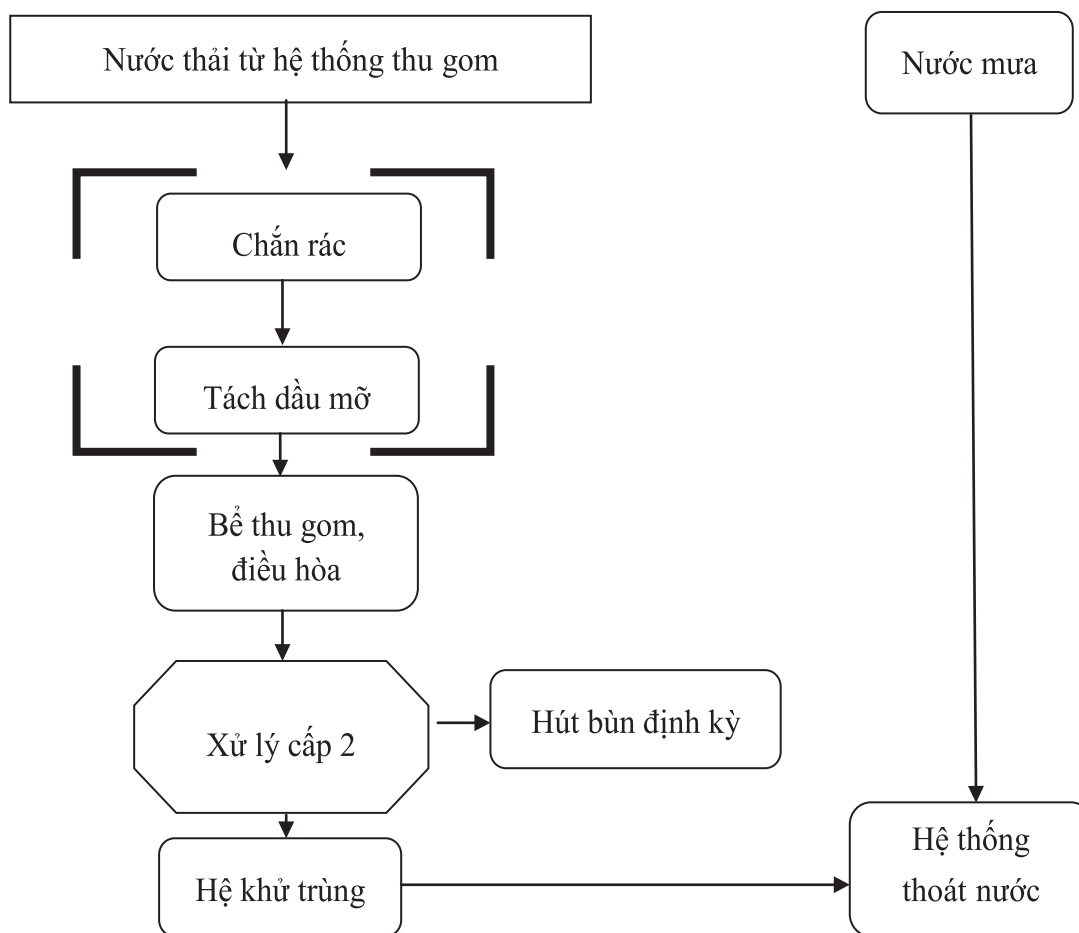
Thực tế cho thấy nhiều dự án đầu tư trạm XLNT do thiếu công đoạn này nên khi bước vào quá trình thi công xây dựng thường gặp các sự cố kỹ thuật và ảnh hưởng đến an toàn của các công trình xung quanh và hoạt động của các công trình hiện có trong bệnh viện.

Những lưu ý quan trọng được nêu ở trên là bài học rất bổ ích cho các cơ sở y tế trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư xây dựng công trình. Nó giúp các cơ sở y tế khi lựa chọn các mô hình công nghệ xử lý nước thải, đặc biệt ngay trong quá trình thiết kế và xây dựng để tránh mắc phải những sai sót như đã nêu trên nhằm nâng cao hiệu quả xử lý, giảm chi phí đầu tư và chi phí vận hành.

3.1.2. Một số lưu ý khi thiết kế và lắp đặt hệ thống xử lý nước thải cho một số loại hình cơ sở y tế cụ thể

3.1.2.1. Các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh

Đặc điểm nước thải của các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh là chứa nhiều rác, dầu mỡ, bùn thải và lưu lượng không ổn định. Đối với cơ sở khám bệnh, chữa bệnh có số lượng bệnh nhân nhiều, nên lượng nước thải ra từ khu vực giặt là khá lớn, làm cho độ pH của nước thải khá cao. Vì vậy, khi thiết kế, lắp đặt hệ thống xử lý phải thiết lập hai công đoạn tách rác và tách dầu mỡ. Đồng thời xem xét việc điều chỉnh pH cho phù hợp.



Hình 3-1: Sơ đồ mô hình công nghệ xử lý nước thải cho cơ sở khám chữa bệnh

a. Giai đoạn tiền xử lý

Công đoạn thu gom nước thải đóng vai trò hết sức quan trọng trong công tác xử lý nước thải. Một hệ thống thu gom không đồng bộ sẽ dẫn tới việc thu gom không hiệu quả, làm nước thải thất thoát nhiều. Trong các khảo sát đã tiến hành cho thấy, do hệ thống thu gom không đồng bộ mà nhiều công trình xử lý sau khi xây dựng xong không có nước thải để hoạt động hoặc có nước thải cũng ít hơn nhiều so với lưu lượng tính toán trong khâu thiết kế. Bởi vậy, trong quá trình chuẩn bị đầu tư cần đặc biệt chú ý đến hệ thống thu gom. Nếu trường hợp hệ thống thu gom đã cũ cần phải có kế hoạch cải tạo, đảm bảo thu gom triệt để nguồn nước thải, tránh để nước thải thấm, ngấm xuống đất gây ô nhiễm nước ngầm. Nếu hệ thống thu gom được đầu tư mới phải đảm bảo hệ thống thu gom là hệ thống được thiết kế với đường đi ngắn nhất và đảm bảo thu gom được toàn bộ phần nước thải phát sinh. Trong khi thiết kế tuyến ống cần chú ý đến việc nước thải lẫn nhiều rác với kích thước lớn, vì vậy kích thước đường ống cần có hệ số dự phòng lớn.

❖ **Tách rác**

Đối với hệ thống xử lý có công suất bằng hoặc lớn hơn 300 m³/ngày.đêm cần thiết lập hệ chắt và vớt rác cơ giới đảm bảo hoạt động liên tục trong suốt quá trình xử lý.

Bể chứa tại khâu chắt rác là bể hở nên khả năng phát tán mùi tại khu vực này rất lớn. Để đảm bảo tránh phát tán mùi tại khâu tách rác cần phải thiết lập hệ sục khí với công suất phù hợp tạo môi trường hiếu khí hạn chế mùi hôi thối phát sinh.

❖ **Tách dầu mỡ**

Hệ tách dầu mỡ phải đảm bảo tiện dụng trong việc vớt dầu mỡ định kỳ ra khỏi hệ thống xử lý. Cần tránh việc thiết lập hệ tách dầu mỡ mà trong quá trình hoạt động không lấy được dầu mỡ ra thường xuyên. Đối với hệ thống có công suất từ 300m³/ngày.đêm trở lên cần đầu tư hệ tách dầu mỡ hiện đại và dễ dàng trong việc thu hồi dầu mỡ định kỳ.

❖ **Điều chỉnh pH**

Trong khâu tiền xử lý của hệ thống xử lý nước thải cho các cơ sở khám chữa bệnh (Hình 3-1), không nhất thiết phải điều chỉnh pH cũng như sử dụng thêm chất trợ lắng. Tuy nhiên, đối với một số cơ sở có lượng nước thải từ khu vực giặt là lớn cần phải giám sát tốt tính chất nước thải đầu vào. Nếu nước thải đầu vào có pH cao hơn 9 cần phải điều chỉnh pH bằng cách sử dụng thêm H₂SO₄ (axít sunfuric) đồng thời sử dụng thêm phèn hoặc PAC trợ lắng để loại bỏ sơ sợi vải trước khi đưa nước thải sang bể điều hòa.

❖ **Bể điều hòa**

Bể điều hòa được xây dựng bằng bê tông cốt thép hoặc các vật liệu khác nhưng phải đảm bảo có cao độ thiết kế phù hợp và có khả năng thu gom một cách dễ dàng lượng nước thải phát sinh. Do hoạt động của bệnh viện diễn ra chủ yếu trong vòng 12 giờ (thời điểm từ 7h đến 19h) nên trong thiết kế cần tính toán sao cho thời gian lưu của nước thải trong bể điều hòa đạt từ 04 giờ - 06 giờ (tính theo lưu lượng trung bình). Hệ thống xử lý nước thải nếu có thiết kế xử lý cấp hai là xử lý hiếu khí hay lọc sinh học, bãi lọc trồng cây, hồ sinh học cần đảm bảo nước thải chảy từ bể thu gom sang bể yếm khí theo nguyên tắc tự chảy nhằm giảm chi phí đầu tư thiết bị và chi phí vận hành. Đối với hệ thống xử lý có sử dụng các thiết bị hợp khối tùy thuộc vào điều kiện địa hình mặt bằng để bố trí công trình ưu tiên hoạt động theo nguyên tắc tự chảy.

b. Giai đoạn sau xử lý

❖ Khử trùng

Khử trùng là khâu cuối cùng của bậc xử lý trước khi cho nước thải vào hệ thống thoát nước. Trong mục (1.3.1.4) đã giới thiệu về các phương pháp khử trùng. Tất cả các mô hình công nghệ đều phải thiết lập hệ khử trùng (trừ các công nghệ có kết hợp màng lọc khử trùng). Hiện nay, phổ biến áp dụng khử trùng bằng hoá chất và khử trùng bằng ô zôn. Tuy nhiên, khử trùng bằng ô zôn có hiệu quả cao hơn và dễ dàng vận hành, đồng thời tiết kiệm chi phí và nhân công.

❖ Bể chứa bùn

Bể chứa bùn có tác dụng như một nơi lưu giữ và phân hủy bùn trước khi đưa đi xử lý hợp vệ sinh. Bể phải đảm bảo được xây dựng bằng bê tông có độ kín tránh rò rỉ. Bùn thải cần được hút định kỳ để tránh hiện tượng bùn quá đặc gây khó khăn cho việc hút bùn.

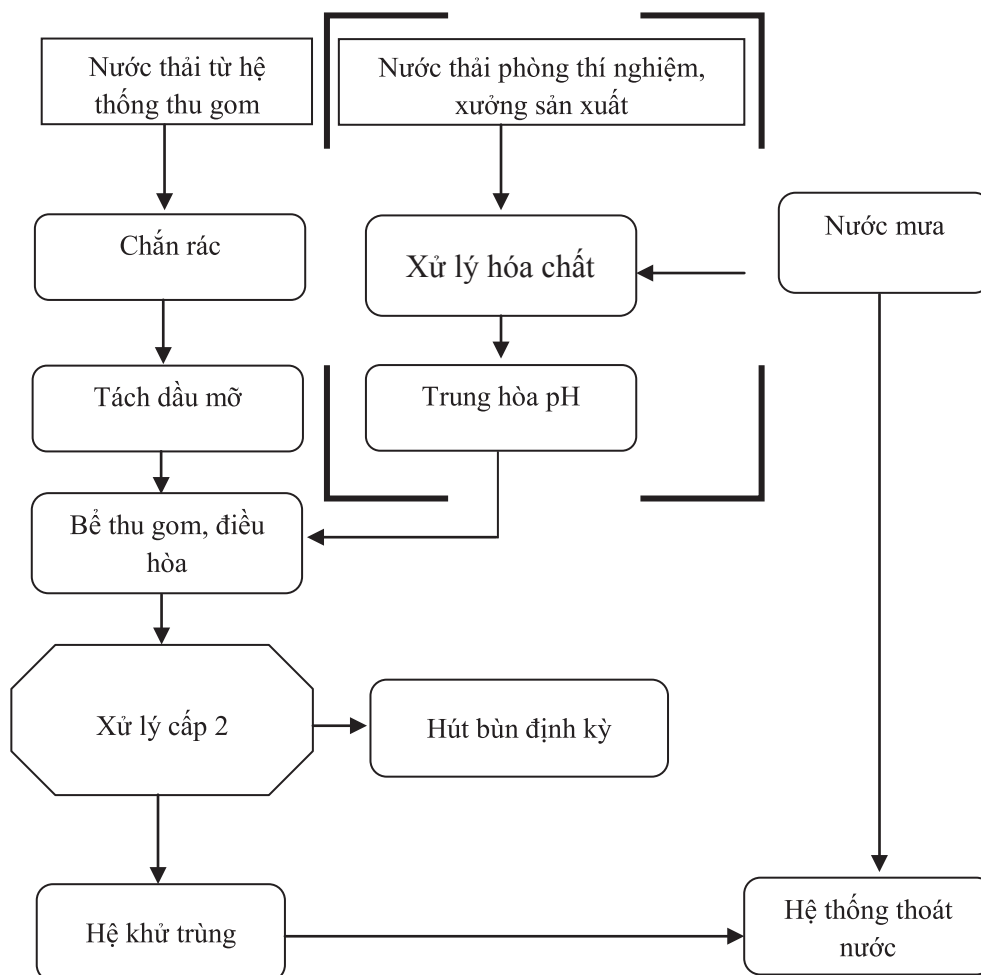
Đối với các hệ thống xử lý có công suất $> 2000\text{m}^3/\text{ngày.đêm}$ cần thiết lập hệ làm khô bùn bằng máy ép bùn băng tải, có sử dụng thêm polymer tăng cường khả năng thoát nước của bùn.

Ngoài những điểm lưu ý trong giai đoạn tiền xử lý và giai đoạn sau xử lý như đã nêu trên, có một số điểm cần lưu ý nữa đối với hệ thống xử lý nước thải của cơ sở khám, chữa bệnh:

- Do kết cấu của bể trong hệ thống xử lý là rất khác nhau, phụ thuộc vào việc áp dụng của mỗi loại hình công nghệ khác nhau. Tuy nhiên, để trong khâu vận hành hệ thống xử lý thuận tiện, đạt hiệu quả cao hơn, cần bố trí các bể trong khâu xử lý bậc 2 là các bể nổi hoặc nửa nổi, nửa chìm nếu điều kiện cho phép. Trong trường hợp điều kiện không cho phép, bắt buộc phải đặt chìm thì các thiết bị như bơm, máy khuấy, máy thổi khí đặt chìm phải là thiết bị có chất lượng tốt, đảm bảo hoạt động được lâu dài trong môi trường nước thải.
- Hệ thống xử lý nước thải tại cơ sở khám bệnh, chữa bệnh thường được thiết kế hai chế độ hoạt động cho thiết bị hoạt động tự động và điều khiển bằng tay. Tuy nhiên, ưu tiên việc thiết lập một hệ điều khiển tự động tối đa để đảm bảo hệ thống được vận hành liên tục và đem lại hiệu quả xử lý cao hơn.

3.1.2.2. Các cơ sở y tế dự phòng, các cơ sở nghiên cứu đào tạo y - dược, các cơ sở sản xuất thuốc

Do đặc điểm nước thải tại các cơ sở y tế này thường có độ pH thấp, trong đó thấp nhất là tại các cơ sở sản xuất thuốc nếu sử dụng các hoạt chất có tính kháng sinh trong sản xuất. Tiếp đến là các cơ sở nghiên cứu y, dược và cuối cùng là các trung tâm y tế dự phòng. Về các chỉ tiêu như: COD, BOD₅, H₂S, tổng phốt pho, tổng nitơ, SS, DO,..., không có sự khác biệt rõ rệt giữa các loại hình trong nhóm này. Lượng rác trong nước thải của các cơ sở y tế thuộc nhóm này không cao do không có điều trị nội trú nên hạn chế việc sinh hoạt ăn uống và lượng dầu mỡ cũng không lắng đọng nhiều. Khi thiết kế, lắp đặt hệ thống xử lý phải tách riêng nguồn nước thải nhiễm hóa chất.



Hình 3-2: Sơ đồ công nghệ XLNT cho các cơ sở y tế dự phòng, các cơ sở nghiên cứu đào tạo y dược, các cơ sở sản xuất thuốc

a. Giai đoạn tiền xử lý

Hệ thống thu gom nước thải (Hình 3-2), ngoài việc phải thu gom toàn bộ lượng

nước thải phát sinh, cần phải thu gom riêng nước thải trong hoạt động chuyên môn như nước thải phòng thí nghiệm, nước thải sản xuất. Nguồn nước thải này cần phải thu gom triệt để, tránh để tình trạng lẫn vào nhau sẽ gây khó khăn trong các công đoạn xử lý tiếp theo. Đường ống thiết kế thu gom nước thải loại này thường có kết cấu bằng nhựa uPVC hoặc HDPE. Tránh dùng đường ống kẽm trong thu gom nước thải phòng thí nghiệm hoặc nước thải sản xuất do nước thải có tính axít, dễ gây ra hiện tượng bục ống dẫn, khó khăn trong việc thu gom và xử lý. Trong mọi trường hợp cần hết sức chú ý đến hệ thống thu gom, nếu không tiến hành thu gom, phân loại nước thải một cách nghiêm túc sẽ dẫn đến hiệu quả xử lý thấp ngay cả khi hệ thống xử lý được đầu tư hiện đại với chi phí đầu tư lớn.

Trong sơ đồ dây chuyền công nghệ áp dụng cho các cơ sở y tế dự phòng, các cơ sở nghiên cứu đào tạo y dược và các cơ sở sản xuất thuốc (hình 3-2) cần thiết bổ sung khâu tách rác. Tuy nhiên, do nước thải không chứa nhiều rác như đối với các cơ sở có bệnh nhân nội trú nên khâu tách rác có thể là hệ thống song chắn rác với kích thước phù hợp, kết cấu đơn giản, việc thu vớt rác được thực hiện một cách dễ dàng.

Đặc thù của nước thải trong các cơ sở y tế nhóm này là không chứa nhiều dầu mỡ nên trong khâu thiết kế cũng không nhất thiết phải thiết lập một hệ tách dầu mỡ. Tuy nhiên, tùy thuộc vào đặc điểm của từng loại hình, đối với các cơ sở sản xuất thuốc và các trung tâm y tế dự phòng không cần bể tách dầu mỡ trong quy trình xử lý. Đối với các cơ sở đào tạo y, dược nếu có thêm khu khám chữa bệnh và nước thải được thu gom về một hệ thống xử lý tập trung thì cần thiết phải có bể tách dầu mỡ.

❖ *Điều chỉnh pH*

Đối với các cơ sở y tế thuộc nhóm này do có hai nguồn nước thải cùng tập trung về bể điều hòa. Vì vậy, sau khâu trung hòa pH nước thải đảm bảo có lượng cặn lơ lửng ít nhất khi sang bể điều hòa. Phần cặn lơ lửng sinh ra sau quá trình trung hòa cần được loại bỏ ngay từ bể trung hòa.

Trong khâu tiền xử lý của hệ thống xử lý nước thải cho các trung tâm y tế dự phòng, các cơ sở đào tạo y, dược và các cơ sở sản xuất thuốc phải có điều chỉnh pH đồng thời sử dụng thêm chất trợ lắng để sa lắng nhanh các chất lơ lửng sinh ra sau trung hòa (thông thường dùng sữa vôi để trung hòa). Thường các chất trợ lắng được dùng là phèn hoặc PAC (poly-aluminium-chloride). Không cần thiết phải dùng thêm chất keo tụ trong quá trình lắng do lưu lượng nước thải trong hầu hết

các cơ sở y tế nhóm này là không lớn. Việc thiết lập thêm thiết bị sử dụng chất keo tụ (polymer) sẽ gây khó khăn trong khâu vận hành.

❖ *Xử lý chất kháng sinh, hóa chất bằng ô zôn*

Trong xử lý nước thải thông thường ô zôn được xem là chất sát trùng hiệu quả nhất với những đặc tính vượt trội so với Chlorine. Trong sơ đồ công nghệ hướng dẫn cho các cơ sở y tế dự phòng, các cơ sở đào tạo y, dược và các cơ sở sản xuất thuốc do đặc thù tính chất nước thải có chứa hóa chất, đặc biệt nguồn thải có nguồn gốc kháng sinh. Một số hoạt chất có tính kháng sinh mà các cơ sở này có sử dụng hiện nay thường có các nhóm chức là gốc axit hữu cơ. Vì vậy, chỉ cần trung hòa nước thải bằng sữa vôi là có thể phá bỏ hoạt tính kháng sinh của nhóm này. Tuy nhiên, trong các cơ sở thuộc nhóm này thường sử dụng nhiều loại hóa chất khác nhau nên việc thiết lập một hệ tiền xử lý bằng ô zôn là hết sức cần thiết. Hóa chất độc hại và chất kháng sinh trong nước thải sẽ bị loại bỏ hoạt tính bởi khả năng oxy hóa mạnh của ô zôn và tạo điều kiện cho hệ vi sinh vật phát triển trong khâu xử lý tiếp theo.

Trong khâu thiết kế cần tính toán chính xác thời gian lưu đối với các cơ sở áp dụng tiền xử lý bằng ô zôn để đạt hiệu quả xử lý cao nhất.

Bảng 3-1: Khả năng oxy hoá hoàn toàn của ôzôn với các hợp chất hữu cơ

Hợp chất hay phân tử	Sau xử lý	Vận tốc
Aromatic compounds	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	trung bình
Aliphatic compounds	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	trung bình
Formaldehyde	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	nhanh
Formic Acid	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	nhanh
Ethylene	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	trung bình
Methan	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	trung bình
Organic Acids	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	nhanh
Sulphur compounds	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 + \text{O}_2$	nhanh
Trichloroethylene	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$	nhanh

b. Giai đoạn sau xử lý: có những lưu ý giống như đã trình bày đối với hệ thống xử lý nước thải của các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh.

Tuy nhiên, để vận hành hệ thống xử lý đạt hiệu quả cao hơn nên cân nhắc bố trí các bể trong khâu xử lý bậc 2 là các bể nổi nếu điều kiện cho phép. Nếu điều kiện không cho phép bắt buộc phải đặt chìm thì các thiết bị như bơm, máy khuấy,

máy thổi khí đặt chìm phải là thiết bị tốt đảm bảo hoạt động được lâu dài trong môi trường nước thải.

Hệ thống ống thu gom đảm bảo chịu được axit. Hệ thống điều chỉnh pH cần là thiết bị tốt, tín hiệu chuẩn, đặc biệt đầu dò phải hoạt động tốt trong điều kiện môi trường nước thải. Phải có đầu dò pH dự phòng thay thế trường hợp hỏng đầu dò.

3.1.2.3. Các trạm y tế xã, phường, thị trấn

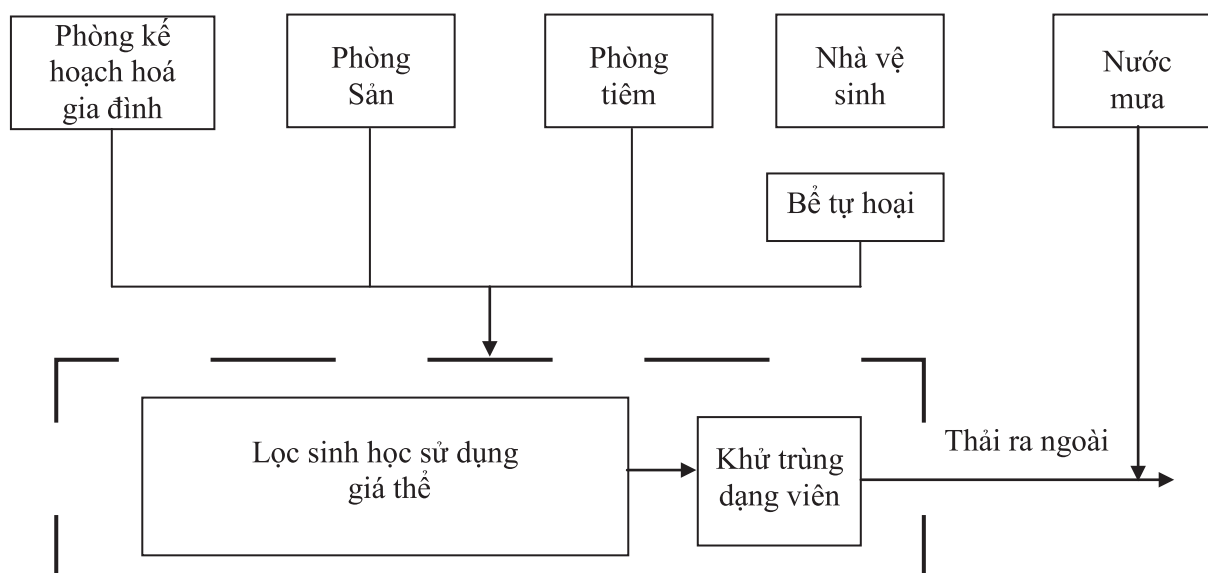
Do đặc điểm của các trạm y tế xã, phường, thị trấn (sau đây gọi là Trạm y tế xã) là phát sinh lượng nước thải không nhiều, các chỉ số ô nhiễm như BOD_5 , COD tương đối thấp, chủ yếu là NH_4^+ và ít vi sinh vật gây bệnh. Đồng thời điều kiện cơ sở vật chất tại các trạm y tế xã còn hạn chế, chưa có cán bộ chuyên trách về quản lý môi trường. Hiện nay, việc quản lý và xử lý nguồn chất thải phát sinh tại các trạm y tế xã chưa được quan tâm và đầu tư đúng mức. Hơn nữa, các công nghệ hiện đang áp dụng xử lý nước thải y tế nêu trên chưa phù hợp với qui mô và điều kiện của các trạm y tế xã. Trong khuôn khổ của tài liệu hướng dẫn này xin giới thiệu mô hình xử lý nước thải phù hợp đối với điều kiện của trạm y tế xã như sau:

Mô hình Bể lọc kỵ khí kết hợp khử trùng bằng hóa chất để xử lý nước thải là mô hình có thể phù hợp cho các trạm y tế xã.

❖ Bể lọc kỵ khí

- Nguyên lý hoạt động: Là quá trình xử lý dựa trên cơ chế lọc sinh học yếm khí và cơ học. Nguyên tắc hoạt động giống như bể yếm khí nhưng tăng cường hiệu quả tiếp xúc giữa nước thải và vi sinh vật (*VSV*) nhờ lớp vật liệu lọc trong bể. Các *VSV* sống bám trên các vật liệu nước thải được xử lý khi tiếp xúc với các *VSV* bám trên vật liệu lọc. Quá trình xử lý này sẽ loại bỏ các chất rắn không lắng được và các chất rắn hòa tan nhờ đưa chúng tiếp xúc với các màng *VSV* hoạt tính hình thành trên bề mặt vật liệu lọc.
- Yêu cầu thiết kế, xây dựng và vận hành: Bể lọc kỵ khí được xây chìm và hoạt động lâu dài. Chiều sâu bể lọc kỵ khí thường được thiết kế sâu 2-3m, nếu hoạt động tốt có khả năng loại bỏ tới 80% COD. Tương tự như bể yếm khí, bể lọc kỵ khí cũng không cần công tác bảo dưỡng nhiều, chu kỳ hút bùn phụ thuộc nhiều vào lưu lượng và chất lượng nước thải cần xử lý. Tuy nhiên, bể trong quá trình hoạt động vẫn cần có công tác vệ sinh màng lọc vì sau một

thời gian hoạt động, màng VSV hình thành rất dày trên các lớp bên trong màng đã chết do không được tiếp xúc với nguồn dinh dưỡng thường xuyên từ nước thải, dẫn đến hạn chế khả năng xử lý. Khi lớp màng quá dày sẽ làm cho lớp vật liệu không có tác dụng lọc. Lúc này cần thay thế lớp vật liệu này bằng lớp vật liệu khác.



Hình 3-3: Sơ đồ mô hình Bể lọc kỵ khí kết hợp khử trùng bằng hóa chất xử lý nước thải

Bể được xây bằng gạch hoặc đúc bằng composite, chia thành 03 ngăn có tổng dung tích phù hợp với lưu lượng từng công trình cụ thể. Đáy và lắp được thiết kế sao cho phù hợp với quỹ đất dành cho việc xử lý. Nước thải sau khi chảy qua hệ thống thu gom được chảy vào trong hệ thống bể lọc kỵ khí. Sau đó nước thải được chảy tiếp vào bể lọc kỵ khí và lần lượt chảy qua hệ thống giá thể sinh học. Tại đây, nước thải được xử lý bởi hệ vi sinh vật bám dính trên màng lọc. Nước thải sau xử lý, trước khi thải ra hệ thống mương thoát nước sẽ được khử trùng bằng viên khử trùng (Viên clorua vôi, Viên Cloramin B) trong công đoạn khử trùng.

Đây là mô hình dễ xây dựng, vận hành, tiết kiệm năng lượng và phù hợp với điều kiện của tuyến xã/phường.

3.2. Một số lưu ý trong vận hành và bảo trì hệ thống xử lý nước thải y tế

3.2.1. Những tồn tại trong vận hành và bảo trì hệ thống xử lý nước thải y tế

Thực tế qua khảo sát tại một số cơ sở y tế đã cho thấy đang có một số tồn tại, bất cập trong vận hành hệ thống xử lý nước thải y tế như sau:

- Nhận thức chưa đầy đủ về các yêu cầu kỹ thuật trong vận hành hệ thống xử lý nước thải của cán bộ quản lý và nhân viên vận hành tại các cơ sở y tế;
- Hệ thống quản lý chất thải nguy hại tại một số cơ sở y tế hoạt động không hiệu quả đã ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý của hệ thống xử lý nước thải;
- Chưa thực hiện tốt công tác quản lý tài sản, chế độ bảo dưỡng thiết bị và kế hoạch phòng ngừa, khắc phục sự cố cho hệ thống xử lý nước thải;
- Thiếu công cụ cơ bản sẵn có để thực hiện việc bảo trì thường xuyên hệ thống;
- Thiếu hệ thống tiền xử lý và xử lý bậc 1;
- Việc thiết kế hệ thống xử lý phức tạp đã làm chi phí hoạt động tăng cao và gây khó khăn cho công nhân trong vận hành hệ thống;
- Thiếu kế hoạch bố trí ngân sách cho chi phí vận hành và bảo trì thường xuyên hệ thống như các khâu thay rửa bể dầu mỡ và thông hút bể tự hoại.
- Chưa tuân thủ đúng quy trình vận hành và các yêu cầu bảo trì theo hướng dẫn của nhà cung cấp. Đây là nguyên nhân ảnh hưởng đến tuổi thọ cũng như hiệu quả của hệ thống xử lý. Bởi vậy, trong quá trình vận hành, nhân viên vận hành phải tuyệt đối tuân thủ theo các yêu cầu kỹ thuật, quy trình vận hành và bảo trì hệ thống của nhà cung cấp.

Giống như quản lý chất thải rắn, việc quản lý nước thải cũng cần phải quy định rõ trách nhiệm cho nhân viên vận hành hệ thống, đồng thời nhân viên này cần được đào tạo và là người có trách nhiệm. Để thiết kế một hệ thống xử lý nước thải hoạt động hiệu quả là cần thực hiện kiểm toán nước thải để xác định các nguồn thải khác nhau. Dựa trên kết quả kiểm toán để xác định các giải pháp tiền xử lý và thu gom, tách riêng chất thải nguy hại dạng lỏng. Khi có Nhà máy xử lý nước thải, bắt buộc phải có kế hoạch bảo trì đối với hệ thống và xây dựng kế hoạch ngân sách cho hệ thống hoạt động.

3.2.2. Một số lưu ý trong vận hành và bảo trì cho một số công nghệ xử lý nước thải y tế cụ thể

3.2.2.1. Đối với hệ thống xử lý nước thải bệnh viện theo công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt (Biophil)

Để bể lọc sinh học hoạt động hiệu quả cần có thời gian nuôi cấy tạo màng vi sinh vật trên lớp vật liệu lọc. Trong thời gian này phải tưới nước đều và lựa chọn

thời điểm nhiệt độ môi trường thích hợp (thông thường từ 20 - 25°C). Thời gian một chu kỳ tưới từ 5 - 6 phút. Lưu lượng tưới tăng dần từ 0,1 - 0,25 lưu lượng nước tính toán cho đến khi trong nước thải sau bể lọc xuất hiện nitorat và hiệu xuất xử lý ổn định. Sau đó tăng dần lưu lượng nước tưới cho đến khi đạt lưu lượng tính toán.

Đối với bể lọc sinh học cần phải:

- Thường xuyên theo dõi và tẩy rửa thiết bị phân phối nước;
- Thường xuyên kiểm tra khoảng không ở đáy bể, các đường ống dẫn gió và máng thu nước; trong trường hợp bị tắc bể cần dùng nước sạch để thông rửa bể;
- Loại bỏ lớp bùn trôi rửa trên bề mặt lớp vật liệu lọc bằng cách xúc, rửa sạch và sau đó xếp lại. Thường xuyên bổ sung vật liệu thiếu hụt trong quá trình này;
- Kiểm tra lượng không khí cấp vào bể. Hiệu suất thông gió được xác định bằng cách phân tích mẫu nước sau xử lý. Nếu trong mẫu nước có độ pH không giảm và hàm lượng oxy hòa tan không thay đổi thì sự thông gió cho bể là đảm bảo yêu cầu;

Nếu sự vận chuyển của nước thải và không khí qua lớp vật liệu lọc không ổn định thì cần phải lấy vật liệu ra, rửa sạch, kiểm tra cỡ hạt, bổ sung và xếp vào bể.

Chế độ làm việc của bể lọc sinh học phải được kiểm tra, tối thiểu mỗi tháng hai lần bằng cách phân tích mẫu nước thải trước và sau xử lý.

3.2.2.2. Đối với hệ thống xử lý nước thải bệnh viện bằng bùn hoạt tính trong bể hiếu khí (Aerotank)

Để bể hiếu khí làm việc bình thường trong thời gian đưa bể vào hoạt động cần phải tạo ra lượng bùn hoạt tính đạt tới khối lượng và chất lượng yêu cầu. Thời gian tạo bùn hoạt tính trong bể hiếu khí kéo dài từ 1- 2 tháng cho đến khi chỉ số bùn trong bình imhoff là 200 - 300 ml/l. Nếu sử dụng bùn sinh khối có sẵn thì thời gian rút ngắn xuống còn 2-4 tuần. Trong thời gian đầu hoạt động 30% lưu lượng với bùn hoạt tính mỗi sau đó tăng dần công suất cấp nước thải cho đến khi đạt 200 - 300ml/l. Không nên dùng chế phẩm sinh học giao bán trên thị trường cho vào bể trong khâu nuôi cấy vi sinh ban đầu. Để thuận tiện và tiết kiệm thời gian thì bùn hoạt tính được sản xuất ngay tại hiện trường trong thời gian chờ xây dựng và lắp đặt hệ thống.

Một số chỉ số cơ bản để bể hiếu khí làm việc bình thường là:

- Máy thổi khí phải làm việc liên tục và đảm bảo đúng công suất yêu cầu;
- Nước thải và không khí phải được phân tán đều trên từng ngăn và trên toàn thể tích bể;
- Đảm bảo cung cấp bùn hoạt tính tuần hoàn liên tục với liều lượng theo yêu cầu. Nước và bùn hoạt tính phải được trộn đều trong bể.
- Lượng khí nén cung cấp cho bể hiếu khí được tính toán và điều chỉnh dựa vào các yếu tố sau đây:
- Chất lượng nước đã xử lý theo các chỉ tiêu BOD, hàm lượng chất lơ lửng;
- Nồng độ oxy hòa tan trong bể hiếu khí;
- Nồng độ bùn hoạt tính.

Điều kiện để bể hiếu khí làm việc ổn định là hàm lượng bùn hoạt tính phải đạt trên 200ml/l. Bể hoạt động tốt nhất khi hàm lượng bùn đạt 300 - 600ml/l (xác định bằng cách sử dụng bình chuẩn imhoff).

Hàm lượng oxy hòa tan trong bể hiếu khí phải đảm bảo 2 - 4mg/l. Để duy trì ổn định lượng ôxy trong bể nên sử dụng đầu đo DO và điều khiển máy thổi khí theo chế độ tự động.

Đối với các loại bể hiếu khí thổi khí kéo dài và mương oxy hóa, yêu cầu vận hành và bảo dưỡng nghiêm ngặt, đòi hỏi nhân công phải được đào tạo bài bản có kỹ năng tốt để vận hành và quản lý. Mương oxy hóa có nồng độ bùn tuần hoàn dưới 200ml/l. Bùn thừa phải thường xuyên đưa ra khỏi mương. Việc xả bùn và tháo kiệt mương nên thực hiện trong mùa nóng để bùn hoạt tính mới hình thành nhanh hơn. Các thiết bị như máy khuấy, guồng quay, máy bơm, van, khóa,... phải thường xuyên bảo dưỡng, bôi dầu mỡ.

Bùn hoạt tính trong bể aeroten bị trương (nhiều hạt nhỏ rời rạc và khó lắng) có thể do các nguyên nhân tải lượng chất hữu cơ (BOD) trong bể tăng, oxy không đủ hoặc có chất độc hại trong nước thải. Một số biện pháp khắc phục hiện tượng bùn trương như sau:

- Tăng cường sục khí;
- Xả bùn dư;

- Tạm thời giảm tải trọng của bể;
- Pha loãng nước thải bằng nước sông, hồ;
- Tháo kiệt và xả đợt nước mới vào bể.

Bùn trong bể lắng thứ cấp bị nổi từng đám không lắng có thể do lớp bùn lắng quá dày không xả dẫn đến hiện tượng yếm khí xảy ra, tạo bọt khí kéo bùn nổi lên. Để khắc phục hiện tượng bùn nổi cần giảm thời gian sục khí, cạo rửa bùn ở đáy và thành bể.

Tối thiểu hai tuần một lần xác định hiệu quả làm việc của hiếu khí bằng cách phân tích mẫu nước trước bể hiếu khí và sau bể lắng thứ cấp theo các chỉ tiêu như hàm lượng chất lơ lửng (SS), BOD₅, DO, mỗi ca một lần xác định liều lượng bùn hoạt tính tuần hoàn và chỉ số bùn.

3.2.2.3. Đối với hệ thống xử lý nước thải bệnh viện theo nguyên lý hợp khối chế tạo trong nước (V69, CN2000)

Hệ thống xử lý nước thải theo nguyên lý hợp khối thường chế tạo vỏ bằng inox nên hệ vi sinh vật thường chịu tác động trực tiếp từ những thay đổi của nhiệt độ môi trường. Nếu hệ thống lắp đặt ở khu vực miền trung và ở ngoài trời vào những ngày nắng nóng, nước trong thiết bị sẽ rất nóng làm chết hệ vi sinh vật và làm giảm hiệu quả xử lý. Nếu như hệ thống được lắp đặt tại miền Bắc vào những ngày mùa đông, nhiệt độ môi trường xuống thấp làm cho hoạt động của vi sinh vật rất kém, qua đó làm giảm hiệu quả xử lý của hệ thống. Để tăng cường hiệu suất xử lý của hệ thống cần phải tạo một lớp bảo ôn cho tháp hợp khối hoặc làm mái che.

Trong hệ thống thường dùng cả máy thổi khí đặt chìm nên rất hay bị trục trặc. Vì vậy cần phải sử dụng loại máy đặt chìm có chất lượng tốt, hoạt động liên tục được trong môi trường nước thải. Luôn phải có hệ dự phòng kèm theo. Nên chuyển máy thổi khí chìm thành máy thổi khí đặt cạn vì kỹ thuật chuyển đổi cũng không quá phức tạp.

3.2.2.4. Đối với hệ thống xử lý nước thải bệnh viện theo nguyên lý hợp khối nhập khẩu đồng bộ (công nghệ AAO)

Hệ thống xử lý nước thải bệnh viện áp dụng công nghệ AAO sử dụng màng MBR trong khâu khử trùng, hạn chế được việc dùng hóa chất hay máy sục ô zôn. Tuy nhiên, đối với hệ màng lọc cũng có nhiều bất tiện. Sợi màng có thể bị đứt, áp

suất tập trung vào chỗ hở và kéo cả bùn ra theo nước. Ngoài ra sau khi sử dụng một thời gian màng thường hay bị tắc.

Do đó khi công nghệ này sử dụng màng, nhất thiết phải có hệ thống rửa màng bao gồm: sân, vòi nước áp lực, hóa chất rửa màng,... Định kỳ 06 tháng/lần phải rửa màng lọc và kiểm tra màng lọc thường xuyên để tránh hiện tượng đứt gãy màng. Đồng thời phải tuân thủ nghiêm chế độ vận hành của nhà sản xuất.

3.2.2.5. Đối với hệ thống xử lý nước thải bệnh viện bằng hồ sinh học ổn định

Do chưa đủ nước thải, hồ sinh học được làm đầy ngay khi bắt đầu đưa vào hoạt động bằng nước sạch của các ao xung quanh. Ao kỵ khí và ao tùy tiện sơ cấp thường được làm đầy với một nửa thể tích là nước sạch và tăng dần lượng nước thải vào ao. Nước thải có thể được bổ sung thêm từ các công trình xử lý khác.

Hàng ngày phải tiến hành công tác duy tu ao như vớt rác và làm quang bờ ao. Cỏ xung quanh ao được cắt thủ công và cơ giới nhưng tránh dùng thuốc diệt cỏ. Váng, các chất nổi và các tạp chất khác phải được làm sạch khỏi đường dẫn nước vào và ra khỏi ao.

Bèo và các loại thực vật lớn phải được vớt thường xuyên ra khỏi hồ sinh học tùy tiện và hồ sinh học xử lý.

Phải kiểm tra định kỳ hàng tháng để đánh giá được hiệu quả xử lý của ao. Chất lượng nước trong hệ thống chuỗi hồ sinh học phải được đánh giá theo các thông số chủ yếu thường dùng là nhiệt độ, lưu lượng, pH, DO, BOD₅, SS, chỉ số coliform, tổng nitơ và độ màu của nước.

3.2.3.6. Đối với hệ thống xử lý NTBV bằng bãi lọc trồng cây kết hợp bể lọc yếm khí

Với mô hình này cũng khó để thực hiện việc dòng thải đầu vào đi vào hệ thống xử lý theo nguyên tắc tự chảy vì hệ thực vật khó thích nghi với môi trường thay đổi liên tục. Bởi vậy vẫn cần phải có bể điều hòa và hệ thống bơm để điều tiết lưu lượng cho hệ thống. Do đó phải thường xuyên theo dõi sự hoạt động của bơm, phải tiến hành bảo dưỡng định kỳ.

Đối với các chỉ tiêu vi sinh thì mô hình này cũng hoạt động chưa hiệu quả vì hầu hết các bể khử trùng của một vài hệ thống đang hoạt động đều không có hóa chất khử trùng. Để đạt được các chỉ tiêu vi sinh theo tiêu chuẩn thải thì cần thiết

phải có những biện pháp khử trùng với những tính toán cụ thể để cho hiệu quả cao nhất. Thường xuyên cắt tỉa và dọn sinh khối trong bãi lọc, tránh tình trạng cây chết làm thức ăn cho cây sống gây thối bãi lọc. Trong khi khởi động bãi thường trồng cây sống trên bãi, bơm nước ngập vào trong bãi sau đó bơm dần nước thải vào. Tính toán kỹ hệ số bay hơi nước tránh hiện tượng nước không ra được khỏi bãi lọc. Cần thiết phải thiết kế thêm hệ khử trùng cho nước thải đầu ra.

3.3. Đối với công tác giám sát và quan trắc

Giám sát hệ thống xử lý nước thải bao gồm hai khía cạnh riêng biệt:

- Giám sát hoạt động của hệ thống;
- Giám sát chất lượng nước thải sau xử lý.

Một vấn đề thường không được chú ý trong suốt quá trình hoạt động của hệ thống xử lý nước thải là việc quản lý để tránh thất thoát nước thải trong quá trình thu gom. Lượng nước thải tổn thất từ 10 -30% là thường xuyên xảy ra khi rò rỉ, vỡ trên đường ống thu gom, đặc biệt các điểm khớp nối ống thu gom. Giám sát hệ thống xử lý nước thải thông qua việc lắp đặt đồng hồ đo lưu lượng là rất cần thiết. Thường xuyên theo dõi lưu lượng nước thải sau xử lý và so sánh với lượng nước tiêu thụ nhằm phát hiện và xử lý kịp thời sự cố của hệ thống thu gom, xử lý nước thải.

Để giám sát chất lượng nước thải tại các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh, các chỉ tiêu cần quan trắc tuân thủ theo QCVN 28:2010/BTNMT (đối với các cơ sở y tế không có khoa y học hạt nhân, không cần giám sát các chỉ tiêu tổng hoạt độ α và β). Các cơ sở sản xuất thuốc tuân thủ theo QCVN 40: 2011/BTNMT (chi tiết các chỉ tiêu cần quan trắc xem Phụ lục 1, trên cơ sở yêu cầu các chỉ tiêu quan trắc theo Quyết định phê duyệt báo cáo đánh giá tác động môi trường (ĐTM) hoặc xác nhận cam kết bảo vệ môi trường hoặc quyết định phê duyệt Đề án bảo vệ môi trường).

Quy trình, thủ tục quan trắc tác động môi trường tại các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh tuân thủ theo qui định tại Thông tư số 31/2013/TT-BYT ngày 15/10/2013 của Bộ Y tế. Đối với các cơ sở y tế không thuộc khối khám bệnh, chữa bệnh, qui định quan trắc môi trường theo Quyết định phê duyệt ĐTM hoặc xác nhận cam kết bảo vệ môi trường hoặc quyết định phê duyệt Đề án bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

1. Quy chế về Quản lý chất thải y tế ban hành theo Quyết định số 43/2007/QĐ-BYT ngày 03 tháng 12 năm 2007 của Bộ trưởng Bộ Y tế.
2. QCVN 28:2010/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế.
3. Đỗ Trọng Dũng. Luận văn thạc sĩ “Lựa chọn các mô hình công nghệ phù hợp để xử lý nước thải cho các bệnh viện trong điều kiện ở Việt Nam”. Trường Đại học Xây dựng, 2005.
4. Trần Đức Hạ. Báo cáo đề tài NCKH Bộ Xây dựng “Xây dựng TCVN: Trạm xử lý nước thải bệnh viện - Các yêu cầu kỹ thuật để thiết kế và quản lý vận hành”. Hà Nội, 2008.
5. Nguyễn Khắc Hải. Báo cáo tổng kết nhiệm vụ quản lý nhà nước về bảo vệ môi trường “Nghiên cứu đề xuất các giải pháp xử lý chất thải bệnh viện đạt tiêu chuẩn môi trường”. Hà Nội, 2004.
6. Nguyễn Xuân Nguyên. Nước thải và công nghệ xử lý nước thải. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2003.
7. Nguyễn Xuân Nguyên, Phạm Hồng Hải. Công nghệ xử lý nước thải bệnh viện. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2004.
8. Lê Văn Cát, Cơ sở hóa học và kỹ thuật xử lý nước. Nhà xuất bản thanh niên, Hà Nội, 1999.

Tài liệu tiếng Anh

9. WHO. Medical Waste Management in Developing countries. 1994
10. Human Excreta and Gray Water Treatment in Japan. The University of Tokyo, 1996.
11. Pham Ngoc Bao, Toshiya Aramaki, Keisuke Hanaki. Multi-criteria evaluation of wastewater treatment scenarios for small towns in developing countries – Case study of Toan Thang Town in Vietnam. Journal of Water and Environment Technology, Vol 8, No 4, 2010.

PHỤ LỤC 1

MỘT SỐ QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA ĐỐI VỚI NƯỚC THẢI

1. Chất lượng nước thải y tế theo QCVN 28:2010/BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		Phương pháp xác định
			Mức A	Mức B	
1	pH		6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	TCVN 6492: 1999 (ISO 10523: 1994)
2	COD	mg/L	50	100	TCVN 6491:1999
3	Chất rắn lơ lửng	mg/L	50	100	TCVN 6625: 2000 (ISO 11923: 1997)
4	BOD ₅ (20 °C)	mg/L	30	50	TCVN 6001: 1995 (ISO 5815: 1989)
5	Sunfua (S ²⁻ , tính theo H ₂ S)	mg/L	1,0	4,0	TCVN 4567: 1988 hoặc SMEWW 4500 - S ²⁻
6	Amoni (NH ₄ ⁺ , tính theo N)	mg/L	5	10	TCVN 5988: 1995 (ISO 5664: 1984)
7	Nitrat (NO ₃ ⁻ , tính theo N)	mg/L	30	50	TCVN 6180: 1996 (ISO 7890 - 3: 1988 (E))
8	Dầu mỡ động thực vật	mg/L	10	20	SMEWW 5520 - B
9	Phosphat (tính theo P)	mg/L	6	10	TCVN 6494 – 2:2000 (ISO 10304 – 2: 1995)
10	Tổng coliforms	MPN/100mL	3000	5000	TCVN 6187 - 1: 1996 (ISO 9308 - 1: 1990 (E)) hoặc TCVN 6187-2:1996 (ISO 9308 - 2: 1990 (E))
11	Vi khuẩn gây bệnh đường ruột Salmonella Shigella Vibrio cholera		KPHĐ KPHĐ KPHĐ	KPHĐ KPHĐ KPHĐ	SMEWW 9260 B SMEWW 9260 E SMEWW 9260 H
12	Tổng hoạt phóng xạ α	Bq/L	0,1	0,1	TCVN 6053: 1995 (ISO 9696:1992)
13	Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/L	1,0	1,0	TCVN 6219: 1995 (ISO 9697:1992)

KPHĐ – không phát hiện được

Mức A: Cột A quy định giá trị C của các thông số và các chất gây ô nhiễm làm cơ sở tính toán giá trị tối đa cho phép trong nước thải y tế khi thải vào các nguồn nước được dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt.

Mức B: Cột B quy định giá trị C của các thông số và các chất gây ô nhiễm làm cơ sở tính toán giá trị tối đa cho phép trong nước thải y tế khi thải vào các nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt

2. Chất lượng nước thải của các cơ sở sản xuất công nghiệp bao gồm các cơ sở sản xuất thuốc khi thải ra môi trường bên ngoài theo QCVN 40:2011/ BTNMT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp.

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		Phương pháp xác định
			Mức A	Mức B	
1	Nhiệt độ	°C	40	40	TCVN 4557:1988
2	Màu	Pt/Co	50	150	TCVN 6185:2008
3	pH	-	6 đến 9	5,5 đến 9	TCVN 6492:2011 (ISO 10523:2008)
4	BOD5	mg/L	30	50	TCVN 6001-1:2008 (ISO 5815-1:2003)
5	COD	mg/L	75	150	TCVN 6491:1999 (ISO 6060:1989)
6	Chất rắn lơ lửng	mg/L	50	100	TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997)
7	Asen (As)	mg/L	0,05	0,1	TCVN 6626:2000
8	Thủy Ngân (Hg)	mg/L	0,005	0,01	TCVN 7877:2008
9	Chì (Pb)	mg/L	0,1	0,5	TCVN 6193:1996
10	Cadimi (Cd)	mg/L	0,05	0,1	TCVN 6193:1996
11	Crom III	mg/L	0,2	1	TCVN 6222:2008
12	Crom VI	mg/L	0,05	0,1	TCVN 6658:2000
13	Đồng (Cu)	mg/L	2	2	TCVN 6193:1996
14	Kẽm (Zn)	mg/L	3	3	TCVN 6193:1996
15	Niken (Ni)	mg/L	0,2	0,5	TCVN 6193:1996
16	Mangan (Mn)	mg/L	0,5	1	TCVN 6002:1995
17	Sắt (Fe)	mg/L	1	5	TCVN 6177:1996
18	Tổng xianua	mg/L	0,07	0,1	TCVN 6181:1996 (ISO 6703 -1:1984)
19	Tổng Phenol	mg/L	0,1	0,5	TCVN 6216:1996 (ISO 6439:1990)
20	Tổng dầu mỡ khoáng	mg/L	5	10	TCVN 7875:2008

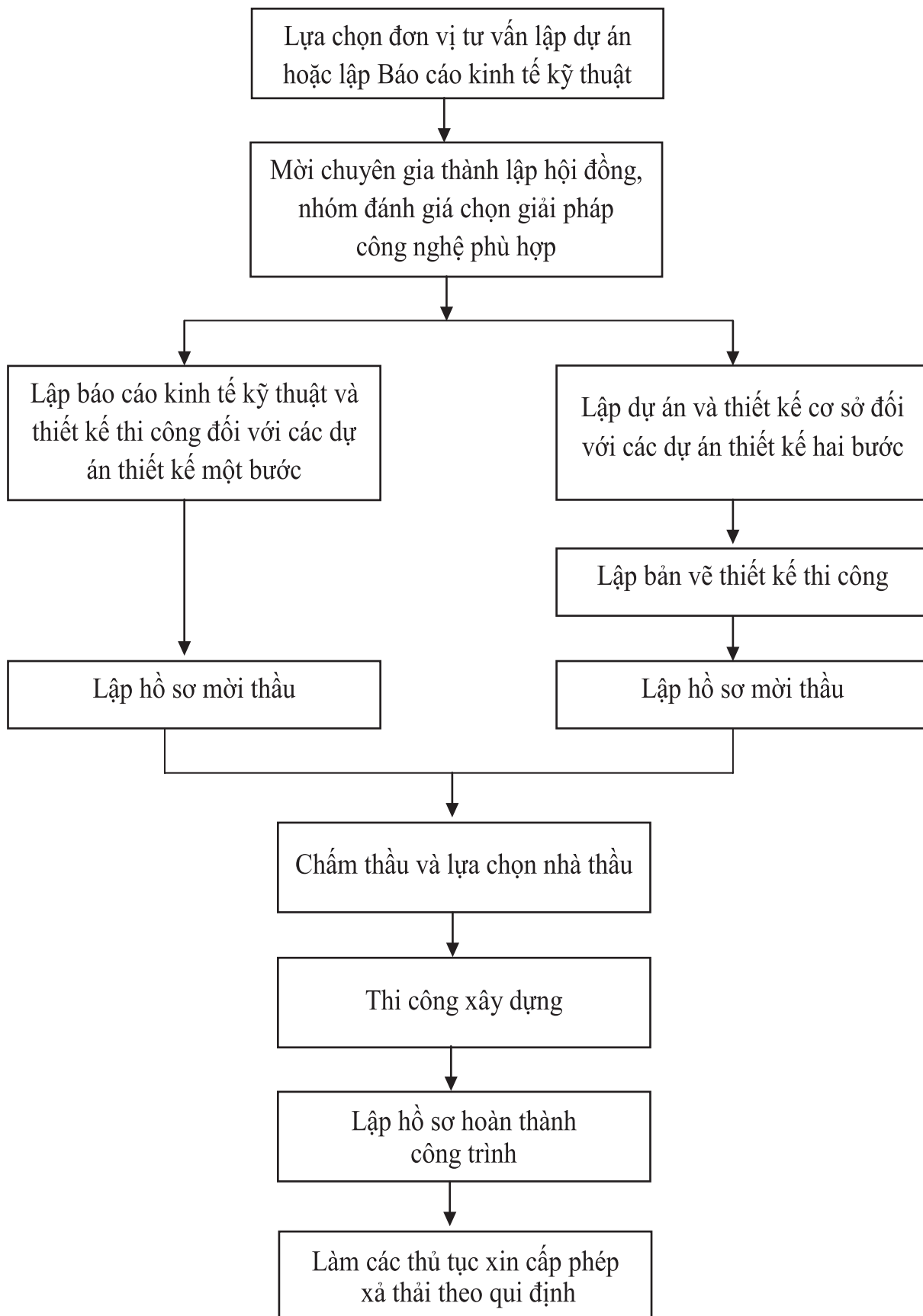
TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị giới hạn		Phương pháp xác định
			Mức A	Mức B	
21	Sulfua (S ²⁻ , tính theo H ₂ S)	mg/L	0,2	0,5	TCVN 6637:2000
22	Flo	mg/L	5	10	
23	Amoni (NH ₄ ⁺ , tính theo N)	mg/L	5	10	TCVN 5988:1995 (ISO 5664:1984)
24	Tổng Nito (tính theo N)	mg/L	20	40	TCVN 6638:2000
25	Tổng Phốt pho	mg/L	4	6	TCVN 6202:2008 (ISO 6878:2004)
26	Clorua	mg/L	500	1000	TCVN 6225-3:2011 (ISO 7393-3:1990)
27	Tổng hóa chất bảo vệ thực vật clo hữu cơ	mg/L	0,05	0,1	TCVN 7876:2008
28	Clo dư	mg/L	1	2	
29	Tổng hóa chất bảo vệ thực vật phốt pho hữu cơ	mg/L	0,3	1	TCVN 8062:2009
30	Tổng PCB	mg/L	0,003	0,01	
31	Tổng coliforms	MPN/100mL	3000	5000	TCVN 6187-2:1996 (ISO 9308 -2:1990(E))
32	Tổng hoạt phóng xạ α	Bq/L	0,1	0,1	TCVN 6053:2011
33	Tổng hoạt độ phóng xạ β	Bq/L	1	1	TCVN 6219:2011

KPHĐ – không phát hiện được

Cột A quy định giá trị C của các thông số ô nhiễm trong nước thải công nghiệp khi xả vào nguồn nước được dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt

Cột B quy định giá trị C của các thông số ô nhiễm trong nước thải công nghiệp khi xả vào nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt;

PHỤ LỤC 2
TRÌNH TỰ CÁC BƯỚC ĐẦU TƯ HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI



PHỤ LỤC 3

KẾT QUẢ KHẢO SÁT SƠ BỘ VIỆC ÁP DỤNG CÁC CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ TẠI VIỆT NAM

1. Xử lý nước thải theo phương pháp lọc sinh học nhỏ giọt

Toàn bộ công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt kiểu cũ này được đầu tư cho các cơ sở y tế tại Việt Nam từ những năm 70 - 80 của thế kỷ trước. Hầu hết công trình kiểu này đều đã hỏng (Bệnh Viện Lao Phổi Hải Phòng, Bệnh viện Việt - Tiệp Hải Phòng). Các bệnh viện hiện nay chưa áp dụng phổ biến kiểu công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt cải tiến vì vậy trong quá trình khảo sát một số tỉnh thành về tình hình áp dụng công nghệ xử lý nước thải, đoàn khảo sát chưa tiếp cận được với mô hình công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt nào đang áp dụng xử lý nước thải y tế, hiện nay áp dụng chủ yếu cho nước thải y tế là dạng lọc sinh học ngập nước.

Trong một số áp dụng của mô hình công nghệ lọc sinh học nhỏ giọt đối với nước thải sinh hoạt thì mô hình chỉ thích hợp với tải lượng ô nhiễm hữu cơ thấp.

Mô hình chỉ thích hợp với hệ thống có công suất trung bình <500m³/ngày/đêm.

2. Xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính trong bể hiếu khí (Aerotank)

Đa số các trạm xử lý thuộc nhóm công nghệ này được xây dựng ở nước ta sau năm 1990, gần đây do một số nhược điểm như: Sục khí trong các bể hiếu khí hở, nên có một lượng lớn bọt tạo ra gây ô nhiễm môi trường xung quanh, các thiết bị hoạt động dễ gây ồn và bốc mùi hôi ra môi trường do đó công nghệ này ít được xây dựng ở thành phố, nếu mô hình này được triển khai trong khu vực nội thành thì các bể hiếu khí được thiết kế chìm hoặc có nắp kín và lỗ thông hơi hạn chế phát tán mùi và bọt trong quá trình hoạt động. Các cơ sở đoàn khảo sát đã tham quan có sử dụng kiểu công nghệ như trên bao gồm:

**Bảng PL3-1: Danh sách các bệnh viện sử dụng mô hình
kiểu bể hiếu khí trong quá trình khảo sát**

STT	Bệnh viện	Số giường bệnh	Công suất thiết kế (m ³ /ngày/đêm)	Thời gian hoạt động	Công nghệ
1	TTYT Quận Hải Châu, Đà Nẵng	200	120	2009	hiếu khí
2	Bệnh viện Phụ sản - Nhi Đà Nẵng	600	360	2010	hiếu khí

STT	Bệnh viện	Số giường bệnh	Công suất thiết kế (m ³ /ngày/đêm)	Thời gian hoạt động	Công nghệ
3	Bệnh viện Mắt Đà Nẵng	100	150	2003	hiếu khí
4	TTYT Quận Liên Chiểu, Đà Nẵng	150	100	2010	hiếu khí
5	Bệnh viện YHCT Đà Nẵng	100	90	2003	hiếu khí

❖ Về công nghệ xử lý

Tại một số cơ sở khảo sát có sử dụng công nghệ bùn hoạt tính trong bể Hiếu khí, nhìn chung đây chuyên công nghệ đã đáp ứng đủ các yếu tố để có thể xử lý tốt nguồn nước thải bệnh viện tại quy mô thiết kế. Dung tích bể trong các hệ thống được thiết kế tương đối lớn đảm bảo đủ thời gian lưu của nước thải trong các bể cũng như đảm bảo thời gian cho hoạt động của hệ *VSV* trong phương pháp xử lý sinh học. Ở tất cả các cơ sở đã khảo sát, có hệ thống khử trùng bằng hóa chất (khử trùng bằng Cloramin B hoặc Clorua vôi). Máy thổi khí bố trí tại các hệ thống khảo sát đều là các máy thổi khí dạng đặt chìm với công suất tương đối lớn đảm bảo cung cấp đủ oxy cho hoạt động của hệ *VSV*. Trong số các bệnh viện khảo sát có 04 bệnh viện tại Đà Nẵng có bố trí hệ thống bể hoàn toàn đặt chìm, tuy tránh được việc hệ thống che chắn tầm nhìn và cảnh quan nhưng lại rất bất tiện cho việc quan sát hoạt động của hệ *VSV* trong bể cũng như hạn chế việc bảo dưỡng các trang thiết bị được đặt chìm trong bể.

Trong số 06 hệ thống xử lý tại TP. Đà Nẵng đoàn đã tiến hành khảo sát, có tới 05 hệ thống áp dụng kiểu xử lý hiếu khí. Thường việc áp dụng loại hình công nghệ nào là do thị trường và nhà cung cấp tại địa phương.



Hình PL3 - 1: Hoạt động của bể hiếu khí thực tế

❖ Về hiện trạng vận hành hệ thống xử lý

Đây chuyên công nghệ là phù hợp, tuy nhiên công tác vận hành bảo dưỡng tại một số bệnh viện áp dụng công nghệ trên cũng rất đáng lo ngại. Tại 05 bệnh của TP. Đà Nẵng lượng nước thải thu gom về hệ thống xử lý rất ít, đạt khoảng 50% lượng nước thải thực tế phát sinh. Nguyên nhân do hệ thống hạ tầng của bệnh viện được đầu tư không đồng bộ, các đơn nguyên trong bệnh viện không kết nối với nhau trong công tác thoát nước thải dẫn đến nước thải thấm ngấm xuống đất.

Các cơ sở được khảo sát đều có hệ thống XLNT không được bảo dưỡng định kỳ. Việc liên hệ với nhà thầu lắp đặt trong việc bảo hành và bảo trì hệ thống không thực hiện được.

❖ Về chất lượng nước sau xử lý

Trong các bệnh viện khảo sát chỉ có bệnh viện Phụ sản nhi Đà Nẵng có thuê đơn vị quan trắc. Các thông số xả thải đạt theo yêu cầu vận hành đối với mẫu tại thời điểm lấy mẫu.

Đây là công nghệ tương đối đơn giản và dễ thực hiện, diện tích sử dụng cũng nhỏ. Để hệ thống này hoạt động có hiệu quả chỉ cần khắc phục một số nhược điểm, đặc biệt là cần quan tâm hơn đến khâu vận hành, bảo trì, bảo dưỡng hệ thống.

Hệ thống phải được vận hành thường xuyên, liên tục kiểm tra chất lượng nước đầu ra để xác định sự hoạt động của hệ *VSV*. Nếu chưa kiểm tra được chính xác qua cách kiểm định thì có thể quan sát chất lượng nước đầu vào, đầu ra thường xuyên bằng mắt thường từ đó có những điều chỉnh phù hợp. Để thực hiện tốt công việc này, cán bộ quản lý vận hành cần được đào tạo nâng cao trình độ chuyên môn một cách bài bản, đồng thời bệnh viện cũng cần đầu tư kinh phí đảm bảo cho hệ thống để vận hành liên tục nhằm tránh tình trạng hệ vi sinh vật chết do không được cung cấp nguồn dinh dưỡng từ nước thải.

3. Xử lý nước thải theo nguyên lý hợp khối (chế tạo trong nước V69, CN-2000)

Đây là mô hình công nghệ được phát triển trong nước trong thời gian khoảng 10 năm trở lại đây. Hệ thống cũng đã gây được tiếng vang và được lắp đặt ở nhiều cơ sở y tế trên toàn quốc. Hệ thống V69 và CN-2000 xử lý hiệu quả nước thải có thành phần hữu cơ và nitơ cao. Hiệu suất xử lý tương đối ổn định. chiếm ít diện tích đất sử dụng. Qua khảo sát tại một số cơ sở y tế trên địa bàn cả nước, chúng

tôi có được danh sách các đơn vị áp dụng công nghệ V69 và CN-2000 bao gồm:

Bảng PL 3-2: Danh sách các bệnh viện sử dụng mô hình hợp khối trong nước

STT	Bệnh viện	Số giường bệnh	Công suất thiết kế (m ³ /ngày/đêm)	Thời gian hoạt động	Công nghệ
1	Bệnh viện đa khoa quận Ngô Quyền, Hải Phòng	160	350	2002	V69
2	Bệnh viện Hữu Nghị Việt Tiệp Hải Phòng	1100	600	2007	V69
3	Bệnh viện Đa khoa Kiến An, Hải Phòng	450	350	2002	V69
4	Bệnh viện Xanh Pôn, Hà Nội	700	100	2008	CN2000
5	Bệnh viện Phụ sản TƯ	700	700	2011	CN2000
6	Trung tâm YTDP Hà Nội			2011	CN2000
7	Viện Dược liệu			2011	CN2000
8	TTYT huyện Iapa – Gia Lai	25	60	2010	CN2000

❖ Về công nghệ xử lý

Tại một các cơ sở được khảo sát, nhìn chung đây chuyên công nghệ đáp ứng đủ các yếu tố để có thể xử lý tốt nguồn nước thải bệnh viện tại quy mô thiết kế. Dung tích bể trong các hệ thống được thiết kế tương đối lớn và dư thừa đối với các cơ sở có hệ thống xử lý nước thải áp dụng mô hình V69 tại thành phố Hải Phòng. Việc tính toán thiết kế không chuẩn dẫn đến hệ thống quá dư thừa công suất gây lãng phí vốn đầu tư, hiệu quả xử lý kém vì không đủ nước thải, lãng phí chi phí hóa chất và điện năng. Cần phải có tính toán thiết kế phù hợp với điều kiện thực tế của cơ sở y tế.

Tại Hà Nội một số hệ thống xử lý nước thải theo công nghệ CN-2000 đều được đầu tư mới từ năm 2008 trở lại đây. Nhìn chung việc xây lắp các hệ thống trên là bài bản, có sự bổ sung các công đoạn hỗ trợ đối với một số điểm khác biệt của các loại hình cơ sở y tế. Ví dụ như: việc thêm công đoạn trung hòa và khử hóa chất độc hại đối với hệ thống lắp đặt cho Viện Dược liệu; thêm trợ lắng loại bỏ sơ sợi vải đối với hệ thống xử lý tại Bệnh viện Phụ sản Trung ương.

Trang thiết bị của các mô hình hợp khối trong nước như bơm, máy thổi khí có độ bền chưa cao. Đối với các thiết bị đặt chìm thường rất hay hỏng hóc gây khó khăn trong công tác vận hành của cơ sở y tế.



Hình PL3-2: Mô hình CN 2000 áp dụng thực tế

Hình PL3-3: Mô hình công nghệ V69 thực tế áp dụng

❖ Về hiện trạng vận hành hệ thống xử lý

Công tác vận hành tại một số đơn vị được khảo sát nói chung đã được duy trì thường xuyên. Tuy nhiên, vẫn còn một vài cơ sở vận hành chưa được liên tục, thể hiện máy thổi khí không bật liên tục (nhằm tiết kiệm chi phí) vẫn xảy ra. Máy thổi khí không vận hành liên tục sẽ dẫn đến việc phát sinh mùi mỗi khi máy hoạt động trở lại và gây ảnh hưởng sâu đến môi trường xung quanh.

Chi phí xử lý đối với mô hình công nghệ trên là cao do phải mua hóa chất cũng như chủng *VSV* từ phía nhà cung cấp. Việc chi phí vận hành xử lý cao là nguyên nhân dẫn đến hệ thống không được vận hành liên tục, cũng như hệ thống chưa được bảo dưỡng định kỳ thường xuyên.

❖ Về chất lượng nước sau xử lý

Các cơ sở y tế như: Bệnh viện Hữu Nghị Việt Tiệp Hải Phòng, Bệnh viện Đa khoa Kiến An, Hải Phòng, Bệnh viện Xanh Pôn, Bệnh viện phụ sản TU, Viện Dược liệu là các cơ sở có kết quả quan trắc định kỳ hàng năm, kết quả cho thấy đều đạt tiêu chuẩn xả thải theo qui định hiện hành.

Đây là công nghệ dễ thực hiện, diện tích sử dụng cũng nhỏ. Để hệ thống này hoạt động có hiệu quả chỉ cần khắc phục một số nhược điểm như: hạn chế chi phí xử lý, thay đổi một cách linh động một số công đoạn xử lý cho phù hợp với điều kiện cụ thể của từng loại hình cơ sở y tế. Thay đổi kết cấu vật liệu sao cho phù hợp với điều kiện khí hậu địa phương.

4. Xử lý nước thải bằng công nghệ AAO (Nhập khẩu của Nhật Bản)

Hệ thống hợp khối theo công nghệ AAO của Nhật Bản mới được triển khai trên một số bệnh viện tại Việt Nam nên vẫn chưa có một nghiên cứu nào đánh giá

một cách cụ thể về hiệu quả xử lý và hiệu quả hoạt động của hệ thống. Tuy nhiên, xét trên nguyên lý xử lý, cách bố trí thiết bị và vận hành thì đây là một mô hình công nghệ hiện đại có khả năng tích hợp và giải quyết các vấn đề trong việc xử lý triệt để nước thải bệnh viện như: các chỉ tiêu hữu cơ, chỉ tiêu vi sinh. Qua khảo sát tại một số cơ sở y tế trên địa bàn cả nước chúng tôi có được danh sách các đơn vị đang áp dụng công nghệ AAO như sau.

Bảng PL3-3: Danh sách khảo sát các bệnh viện sử dụng mô hình công nghệ AAO nhập khẩu từ nước ngoài

STT	Bệnh viện	Số giường bệnh	Công suất thiết kế (m ³ /ngày.đêm)	Thời gian hoạt động	Công nghệ
1	TTYT huyện Đắc Pơ	50	60	2012	AAO Nhật Bản
2	TTYT huyện Chư Sê	100	60	2010	AAO Nhật Bản
3	Bệnh viện Đa khoa Đức Thọ, Hà Tĩnh	200	100	2010	AAO Nhật Bản

❖ Về công nghệ xử lý

Các trang thiết bị hiện đại, thiết bị được nhập khẩu hoàn toàn. Các bước xử lý bố trí một cách khoa học và hợp lý tạo điều kiện xử lý nước thải tốt nhất. Về công suất thiết kế là phù hợp với lưu lượng xả thải của cơ sở. Hệ thống điều khiển thiết lập tự động, thuận lợi cho vận hành.

Tuy nhiên chưa có thiết lập hệ rửa màng lọc trong hệ thống xử lý nên đã làm tăng chi phí xử lý do việc thay thế hệ màng lọc.



Hình PL3-4: Hệ thống AAO Nhật bản áp dụng thực tế



Hình PL3-5: Chuẩn bị lắp đặt hệ thống xử lý nước thải AAO

❖ Về hiện trạng vận hành hệ thống xử lý

Công tác vận hành tại hai đơn vị khảo sát không được duy trì thường xuyên do không có nước để xử lý. Hệ thống thu gom cũ kỹ không đồng bộ dẫn tới việc không thu gom được nước thải về hệ thống xử lý.

Việc đầu tư chưa có khảo sát kỹ đã dẫn tới lãng phí nguồn vốn rất lớn trong đầu tư hệ thống. Do đó, cần thiết phải có khảo sát kỹ trước khi đầu tư cũng như đầu tư bài bản, đồng bộ giữa hệ thống thu gom và hệ thống xử lý. Không nên lựa chọn công nghệ hiện đại, có chi phí xử lý cao cho các cơ sở y tế có cơ sở vật chất còn nghèo, số lượng bệnh nhân hạn chế. Vì các cơ sở này không có nguồn thu để trang trải kinh phí cho vận hành hệ thống xử lý theo mô hình này, dẫn đến lãng phí trong đầu tư.

❖ Về chất lượng nước sau xử lý

Đối với các cơ sở được đoàn khảo sát tiếp cận đang áp dụng mô hình trên đều có cơ sở vật chất chưa đồng bộ. Mặc dù đầu tư hệ thống xử lý nước thải hiện đại nhưng hệ thống thu gom nước chưa tốt hoặc quá trình khảo sát lượng nước thải để thiết kế hệ thống chưa chính xác đã dẫn đến chưa đủ lượng nước thải để vận hành hết công suất xử lý của hệ thống theo thiết kế. Chất lượng nước thải sau xử lý đáp ứng theo QCVN hiện hành.

5. Xử lý nước thải theo phương pháp hồ sinh học ổn định

Mô hình công nghệ này hiện đang áp dụng tại bệnh viện Việt Nam - Thụy Điển Uông Bí, Trung tâm y tế dự phòng huyện Ý Yên, Hà Nam.

❖ Về công nghệ xử lý

Qua nghiên cứu và khảo sát cho thấy việc ứng dụng ao, hồ sinh học để xử lý NTBV không mấy khả quan, mặc dù hiệu suất xử lý đối với vi sinh tương đối cao, tuy nhiên tổng số *coliform* vẫn cao hơn tiêu chuẩn thải cho phép vì bể khử trùng của hệ thống này áp dụng tại các bệnh viện đều không sử dụng hóa chất khử trùng, hiệu suất xử lý đối với một số chỉ tiêu rất thấp như H_2S , BOD_5 và do đó chất lượng nước thải sau xử lý chưa đạt quy chuẩn cho phép. Một phần do thiết kế chưa tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật và một phần do chưa được hướng dẫn kỹ việc định kỳ nạo vét bùn và vớt các thủy thực vật như rong, tảo, bèo do đó vi sinh trong nước thải không đủ oxy để thủy phân các chất hữu cơ.

❖ Về hiện trạng vận hành hệ thống xử lý

Việc không thường xuyên làm sạch định kỳ các hồ sinh học để hệ thực vật thủy sinh phát triển một cách tự do. Cây chết sẽ làm nguồn thức ăn cho cây sống làm cho việc lấy thức ăn từ nước thải của hệ thực vật là rất kém và làm cho hệ thống hoạt động không có hiệu quả.

❖ Về chất lượng nước sau xử lý

Để ứng dụng và xử lý tốt được nước thải bệnh viện thì cần phải tính toán chuẩn về các thông số trong khâu thiết kế và bổ sung thêm hệ thống khử trùng nhằm giải quyết triệt để yếu tố vi sinh trong nước thải. Đặc biệt trong quá trình sử dụng, bệnh viện cần định kỳ giám sát và tuân thủ thời gian làm sạch hệ thống hồ, chất lượng nước sau xử lý chưa đạt yêu cầu.

6. Xử lý nước thải bằng bãi lọc trồng cây kết hợp bể lọc yếm khí

Hệ thống bãi lọc trồng cây đã được áp dụng tại một số bệnh viện bao gồm:

- Bệnh viện Nhân Ái (huyện Thác Mơ, tỉnh Bình Phước) sử dụng cây sậy để xử lý khoảng 100m³/ngày
- Bệnh viện đa khoa huyện Kim Bảng (Hà Nam) sử dụng cây dong, công suất xử lý 125 m³/ngày
- Bệnh viện nhi Thanh Hóa sử dụng cây dong, công suất xử lý 100m³/ngày



Hình PL3-6: Hệ thống xử lý nước thải tại bệnh viện Nhi Thanh Hóa

❖ Về công nghệ xử lý

Với việc bố trí một cách khoa học các bậc xử lý trong hệ thống này, sự kết hợp với bể yếm khí có thời gian lưu lớn sẽ là điều kiện giải quyết triệt để các chỉ tiêu hóa lý ở các giai đoạn tiếp theo.

Sau thời gian hoạt động để hệ thống có thể tiếp tục hoạt động tốt cần thiết

phải làm vệ sinh bãi lọc thường xuyên, phải định kỳ phát quang hệ thực vật tạo ra khe hở cho ánh sáng chiếu xuống bãi lọc. Làm vệ sinh những cây chết để tránh hiện tượng cây chết làm thức ăn cho cây sống. Thường xuyên quan sát dòng chảy của nước thải vào bãi lọc, tránh hiện tượng tạo dòng chảy tắt và tắc bãi lọc làm giảm hiệu quả xử lý.

❖ Về hiện trạng vận hành hệ thống xử lý

Hệ thống chỉ hoạt động có hiệu quả trong thời gian nhất định chủ yếu là trong thời gian vận hành chạy thử và bàn giao. Sau đó hệ thống thường bị bỏ quên, nguyên nhân chủ yếu là do sự quản lý lỏng lẻo của đơn vị chủ quản. Do không được quan tâm bảo dưỡng thường xuyên, một số thiết bị của hệ thống bị hỏng dẫn tới nước thải không được dẫn qua hệ thống xử lý nuôi hệ vi sinh vật trong bể cây, làm cho nước sau xử lý không đạt tiêu chuẩn xả thải.

Với mô hình này cũng khó để thực hiện việc dòng thải đầu vào đi vào hệ thống xử lý theo nguyên tắc tự chảy vì hệ thực vật khó thích nghi với môi trường thay đổi liên tục. Bởi vậy vẫn cần phải có bể điều hòa và hệ thống bơm để điều tiết lưu lượng cho hệ thống. Do đó phải thường xuyên theo dõi sự hoạt động của bơm và tiến hành bảo dưỡng định kỳ.

❖ Về chất lượng nước sau xử lý

Đối với các chỉ tiêu vi sinh thì mô hình này cũng hoạt động chưa hiệu quả vì hầu hết các bể khử trùng của một vài hệ thống đang hoạt động đều không có hóa chất khử trùng. Để đạt được các chỉ tiêu vi sinh theo QCVN hiện hành khi thải ra môi trường thì cần thiết phải có những biện pháp khử trùng. Nhìn chung chất lượng nước thải chưa xử lý là chưa đạt yêu cầu theo quy định hiện hành.

NHÀ XUẤT BẢN Y HỌC

Địa chỉ: số 352 - Đội Cấn - Ba Đình - Hà Nội

Email: xuatbanyhoc@fpt.com.vn

Số điện thoại: 04.37625934 - Fax: 04.37625923

Chịu trách nhiệm xuất bản:

TỔNG GIÁM ĐỐC
CHU HÙNG CƯỜNG

Chịu trách nhiệm nội dung

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
BSCKI. NGUYỄN TIẾN DŨNG

Biên tập:

BS. Nguyễn Tiến Dũng

Sửa bản in:

Nguyễn Minh Quốc

Trình bày bìa:

Nguyễn Minh Quốc

Kt vi tính:

Nguyễn Minh Quốc

In 1.500 bản, khổ 21x29,7 cm tại công ty TNHH in & thương mại Thái Hà. Số đăng ký kế hoạch xuất bản: 457-2015/CXBIPH/11 - 25/YH. Số xuất bản 71/QĐ-XBYH ngày 12 tháng 3 năm 2015. In xong và nộp lưu chiểu quý I-2015.

SÁCH KHÔNG BÁN

ISBN: 978-604-66-1121-9



9 786046 611219