

BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI.

HOÀNG HUỆ QUÂN

**NGHIÊN CỨU CÔNG TRÌNH LỌC ODM-2F ĐỂ LOẠI
BỎ CẶN LƠ LỬNG TRONG XỬ LÝ NÂNG CAO NƯỚC
THẢI ĐÔ THỊ NHẪM MỤC ĐÍCH TÁI SỬ DỤNG**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT CƠ SỞ HẠ TẦNG

HÀ NỘI- 2022

BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI.

**NGHIÊN CỨU CÔNG TRÌNH LỌC ODM-2F ĐỂ LOẠI
BỎ CẶN LƠ LŨNG TRONG XỬ LÝ NÂNG CAO NƯỚC
THẢI ĐÔ THỊ NHẪM MỤC ĐÍCH TÁI SỬ DỤNG**

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ SỞ HẠ TẦNG

MÃ SỐ: 62.58.02.10

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. GS, TSKH. TRẦN HỮU UYÊN
2. PGS, TS. NGHIÊM VÂN KHANH

HÀ NỘI - 2022

Lời cảm ơn

Sau thời gian học tập và nghiên cứu tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, đến nay tác giả đã hoàn thành luận án tiến sĩ.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới GS, TSKH Trần Hữu Uyển và PGS, TS. Nghiêm Vân Khanh đã tận tình hướng dẫn khoa học và động viên khuyến khích tác giả hoàn thành công trình nghiên cứu.

Tác giả xin trân trọng cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo, Bộ Xây Dựng, Ban Giám Hiệu, Khoa Sau đại học Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội đã quan tâm sát sao và tạo điều kiện trong quá trình học tập và nghiên cứu tại trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo của Bộ môn Cấp thoát nước-Khoa KTHT & MTĐT, Khoa SDH đã có những trao đổi, góp ý về chuyên môn qui báu, đặc biệt là những vấn đề liên quan đến hướng đề tài luận án.

Tác giả cũng gửi lời cảm ơn tới bạn bè đồng nghiệp nơi công tác và đặc biệt là tới gia đình người thân đã hết lòng đùm bọc yêu thương, động viên cổ vũ và tạo mọi thuận lợi nhất để tác giả yên tâm học tập và nghiên cứu.

Tác giả xin cảm ơn tất cả!

Lời cam đoan

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong luận án là trung thực. Những đóng góp của luận án chưa từng được công bố trong bất cứ công trình nào khác

Tác giả

NCS. Hoàng Huệ Quân

MỤC LỤC

Chương mục	Trang
Mục lục	iii
Danh mục từ và cụm từ viết tắt	vii
Danh mục hình và đồ thị	ix
Danh mục các bảng biểu	xi
Sơ đồ nghiên cứu luận án	xiv
MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết	1
2. Mục đích nghiên cứu	3
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	3
4. Nội dung nghiên cứu	4
5. Phương pháp nghiên cứu	4
6. Ý nghĩa khoa học thực tiễn	5
7. Một số khái niệm và thuật ngữ sử dụng trong luận án	6
8. Cấu trúc của luận án	7
CHƯƠNG 1.	
TỔNG QUAN VỀ XỬ LÝ NÂNG CAO, GIẢI PHÁP TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI TÁI SINH VÀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN	
1.1 Tổng quan về xử lý và xử lý nâng cao nước thải	8
1.1.1 Một số trạm xử lý nước thải sinh hoạt đô thị đang hoạt động tại Việt Nam	8
1.1.2 Mức độ và mục đích xử lý nâng cao nước thải	11
1.1.3 Công trình lọc nước và ứng dụng trong xử lý nâng cao nước thải	17
1.1.4 Công trình lọc MBBR và khả năng ứng dụng trong xử lý nâng cao nước thải	20
1.1.5 Công trình lọc ODM-2F và khả năng ứng dụng trong xử lý nâng cao nước thải	22
1.1.6 Sơ đồ tổng thể công nghệ xử lý nâng cao nước thải theo yêu cầu tái sử dụng	23
1.2 Tổng quan về tái sử dụng nước thải	24
1.2.1 Tổng quan về tái sử dụng nước thải trên thế giới	24

1.2.2 Tổng quan về tái sử dụng nước thải tại Việt Nam	32
1.2.3 Nhận xét đánh giá về xử lý và tái sử dụng nước thải	34
1.3 Tình hình nghiên cứu liên quan	36
1.3.1 Tình hình nghiên cứu liên quan ở nước ngoài.	36
1.3.2 Tình hình nghiên cứu liên quan ở trong nước.	37
1.3.3 Nhận xét đánh giá về tình hình nghiên cứu liên quan.	39
1.4 Kết luận chương 1	40
CHƯƠNG 2. CƠ SỞ KHOA HỌC VỀ XỬ LÝ VÀ LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NÂNG CAO NƯỚC THẢI ĐỂ TÁI SỬ DỤNG CHO MỤC ĐÍCH KHÔNG ĂN UỐNG TRONG ĐÔ THỊ	
2.1 Chất lượng nước thải	42
2.1.1 Chất lượng nước thải trước xử lý nâng cao	42
2.1.2 Chất lượng nước thải sau xử lý nâng cao	43
2.2 Cơ sở lý thuyết khử chất hữu cơ, chất dinh dưỡng, và cặn lơ lửng	45
2.2.1 Lý thuyết khử chất hữu cơ và dinh dưỡng	45
2.2.2 Công nghệ xử lý sinh học để khử chất hữu cơ và dinh dưỡng	49
2.2.3 Các vật liệu lọc nước, vật liệu lọc đa năng ODM-2F và giá thể sinh học di động	53
2.2.4 Lý thuyết lọc cặn qua lớp vật liệu lọc dạng hạt ODM-2F	61
2.3 Cơ sở lý thuyết nghiên cứu thực nghiệm	74
2.3.1 Cơ sở lý thuyết đồng dạng	74
2.3.2 Giả thuyết khoa học cho nghiên cứu thực nghiệm	77
2.5 Kết luận chương 2	77
CHƯƠNG 3. LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NÂNG CAO NƯỚC THẢI VÀ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM LỌC ODM-2F	
3.1 Lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị	79
3.1.1 Xác định sơ bộ công nghệ xử lý nâng cao nước thải	79
3.1.2 Đánh giá công nghệ xử lý nâng cao nước thải	81

3.2 Xây dựng mô hình nghiên cứu thực nghiệm pilot hiện trường	83
3.2.1 Tính toán thiết kế mô hình thực nghiệm	83
3.2.2 Mô tả mô hình thực nghiệm	87
3.3 Mục đích, đối tượng, phạm vi nghiên cứu và qui hoạch thực nghiệm	88
3.3.1 Mục đích, đối tượng và phạm vi nghiên cứu.	88
3.3.2 Các thông số/chỉ tiêu và qui trình thực nghiệm	90
3.3.3 Phương pháp phân tích và xác định các thông số/chỉ tiêu thực nghiệm	91
3.3.4 Qui hoạch thực nghiệm	93
3.4 Kết quả và xử lý kết quả thực nghiệm pilot lọc ODM-2F	99
3.4.1 Kết quả thực nghiệm	99
3.4.2 Xử lý kết quả thực nghiệm.	103
3.5 Bàn luận nghiên cứu quá trình loại bỏ cặn lơ lửng bằng bể lọc vật liệu lọc ODM-2F	103
3.5.1 Nồng độ thành phần của cặn lơ lửng trong nước thải trước và sau khi đến bể lọc	109
3.5.2 Sự gia tăng tổn thất áp lực của bể lọc vật liệu ODM-2F	110
3.5 Kết luận chương 3	111
CHƯƠNG 4. XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH LỌC ODM-2F VÀ ỨNG DỤNG	
4.1 Xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F.	112
4.1.1 Xác định các thông số lọc	112
4.1.2 Xác định các thông số rửa lọc	118
4.1.3 Xác định các dịch vụ, nhu cầu dùng nước và công suất cấp nước trong đô thị	122
4.1.4 Qui trình tính toán thiết kế công trình lọc	126
4.3 Ứng dụng kết quả nghiên cứu đối khu đô thị huyện Đan Phượng, TP Hà Nội	127
4.3.1 Mô tả trạm xử lý nước thải sinh hoạt	127
4.3.2 Đề xuất dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải	128

4.3.3 Tính toán thiết kế các công trình trong dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải	129
4.4 Đánh giá lợi ích kinh tế, môi trường của giải pháp xử lý nâng cao nước thải và tái sử dụng cho mục đích cấp nước không ăn uống trong đô thị.	134
4.4.1 Khái toán kinh tế xử lý nâng cao nước thải.	134
4.4.2 Lợi ích về kinh tế và môi trường.	135
4.5 Bàn luận	136
4.5.1 Bàn luận về kết quả nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình lọc ODM-2F	136
4.5.3 Bàn luận về khả năng ứng dụng các kết quả nghiên cứu vào thực tế đô thị Việt nam	137
KẾT LUẬN CHUNG VÀ KIẾN NGHỊ	138
TÀI LIỆU THAM KHẢO	140
PHỤ LỤC	151

DANH MỤC CÁC CỤM TỪ VIẾT TẮT

<i>Từ viết tắt</i>	Giải nghĩa tiếng việt	Giải nghĩa tiếng Anh
<i>AAO</i>	Kỵ khí-Thiếu khí-Hiếu khí	Anaerobic-Anoxic-Oxic
<i>ABR</i>	Công nghệ phản ứng kỵ khí có vách ngăn	Anaerobic Baffled Reactor
<i>AO</i>	Thiếu khí-Hiếu khí (tạm dịch)	Anoxic-Oxic
<i>ATP</i>	Adenosine Triphosphate	Adenosine Triphosphate
<i>BOD</i>	Nhu cầu oxy sinh hóa	Biological Oxygen Demand
<i>BTNMT</i>	Bộ Tài nguyên môi trường	
<i>COD</i>	Nhu cầu oxy hóa học	Chemical Oxygen Demand
<i>CN</i>	Công nghiệp	
<i>CTN</i>	Cấp thoát nước	
<i>DEWATS</i>	Hệ thống xử lý nước thải phân tán	Decentralised Wastewater Treatment Systems
<i>KCN-KCX</i>	Khu công nghiệp-Khu chế xuất	
<i>KHVN</i>	Khoa học Việt nam	
<i>KH & CN</i>	Khoa học và Công nghệ	
<i>KT-XH</i>	Kinh tế - xã hội	
<i>LVS</i>	Lưu vực sông	
<i>MBBR</i>	Công nghệ lọc giá thể sinh học di động	Moving Bed Biofilm Reactor
<i>MBR</i>	Công nghệ màng sinh học	Membrane Bio- Reactor
<i>NCKH</i>	Nghiên cứu khoa học	
<i>NĐ</i>	Nghị định	
<i>NMXLNT</i>	Nhà máy xử lý nước thải	
<i>NTM</i>	Nông thôn mới	
<i>NTSH</i>	Nước thải sinh hoạt	
<i>NQ</i>	Nghị quyết	
<i>OD</i>	Kênh oxy hóa	
<i>TCCP</i>	Tiêu chuẩn cho phép	<i>Oxidation Ditch</i>
<i>TSS</i>	Tổng chất rắn lơ lửng	

<i>QCVN</i>	Qui chuẩn kỹ thuật quốc gia	Total Suspended Solid
<i>SBR</i>	Bể sinh học theo mẻ liên tục	
<i>TF</i>	Lọc nhỏ giọt	Sequencing Batch Reactor
<i>TP</i>	Thành phố	Tricking filter
<i>UASB</i>	Bùn kỵ khí dòng chảy ngược	
		Upflow anaerobic sludge
<i>XLNT</i>	Xử lý nước thải	blanket
<i>XLNTTT</i>	Xử lý nước thải tập trung	

DANH MỤC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Số TT	Nội dung các hình và so đồ	Trang
1	Hình 1.1. Phân bố các nhà máy XLNT đô thị năm 2015 và năm 2020	13
2	Hình 1.2. Sơ đồ công nghệ lọc MBBR	19
3	Hình 1.3. Hai loại bể MBBR hiếu khí và thiếu khí	20
4	Hình 1.4. Sơ đồ tổng thể xử lý theo các yêu cầu tái sử dụng nước thải	23
5	Hình 1.5. Các đối tượng sử dụng nước tái sinh ở Tấy/trung tâm Basin, CA	30
6	Hình 1.6. Mô hình thu gom, xử lý và tái sử dụng nước thải tại chỗ	34
7	Hình 2.1 Cơ chế loại bỏ photpho dư thừa	48
8	Hình 2.2. Sơ đồ quá trình Bardenpho sửa đổi	50
9	Hình 2.3. Sơ đồ công nghệ AA/O	50
10	Hình 2.4. Sơ đồ công nghệ UCT (Univercity of Cape Tawn)	51
11	Hình 2.5: Sơ đồ công nghệ PhoStrip II	51
12	Hình 2.6. Sơ đồ công nghệ kết hợp lọc sinh học và bùn hoạt tính	52
13	Hình 2.7. Sơ đồ công nghệ AO-MBR	53
14	Hình 2.8. Các loại giá thể lọc sinh học di động (MBBR)	56
15	Hình 2.9. Đồ thị phân bố cặn theo chiều sâu lớp lọc	60
16	Hình 2.10. Đồ thị tương quan giữa hàm lượng cặn lơ lửng (C) và tổn thất thủy lực (P) với thời gian lọc hiệu quả trong quá trình lọc nước	61
17	Hình 3.1. Sơ đồ dây chuyền công nghệ trạm xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích không ăn uống trong đô thị	83
18	Hình 3.2. Sơ đồ dây chuyền mô hình thực nghiệm	87
19	Hình 3.3. Sơ đồ mô hình thực nghiệm	88
20	Hình 3.4. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS/SS ₀ – thời gian lọc t (v=5m/h)	103

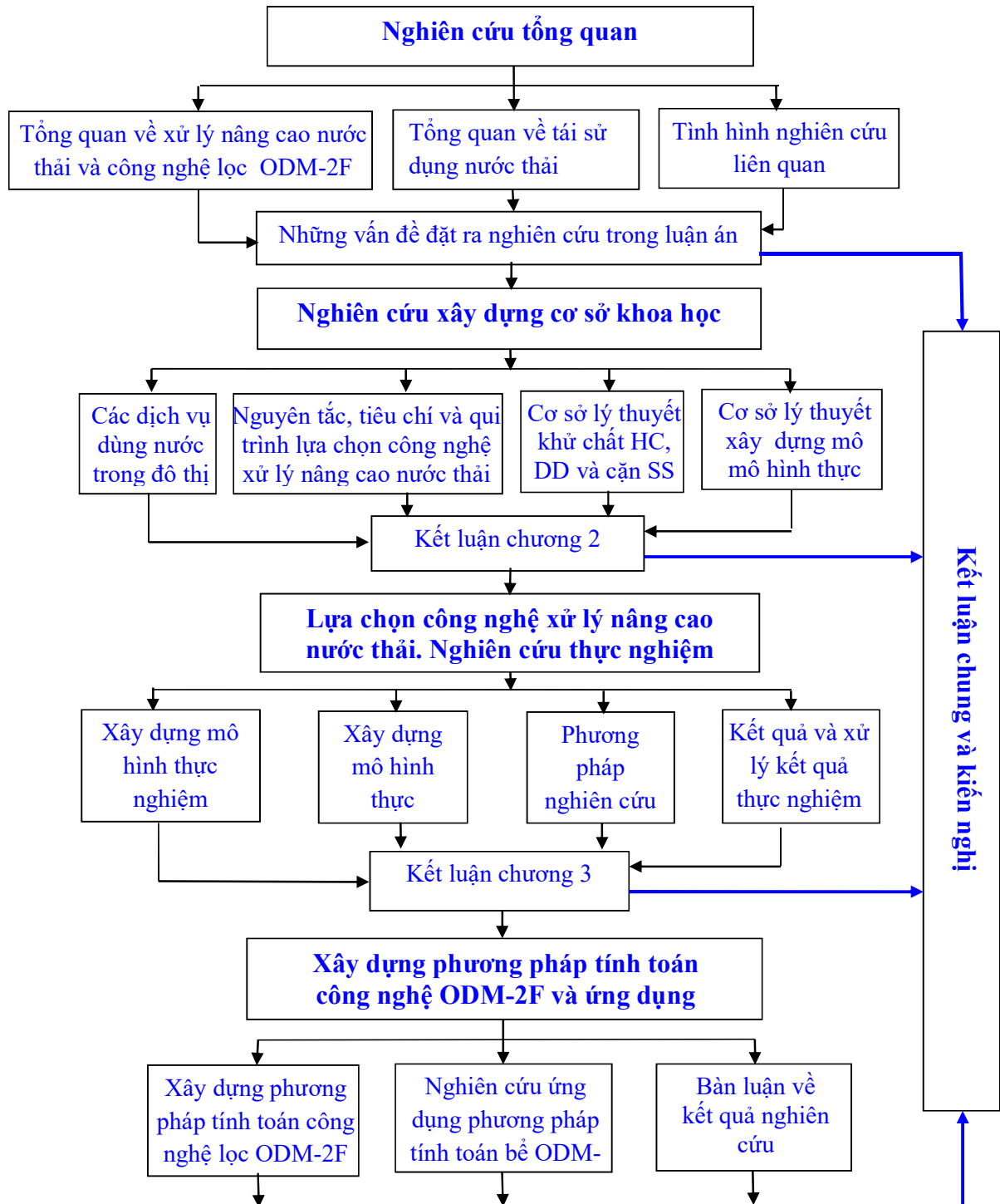
21	Hình 3.5. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS/SS _o – thời gian lọc t (v=7,5m/h)	104
22	Hình 3.6. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS/SS _o – thời gian lọc t (v=10m/h)	105
23	Hình 3.7 Đồ thị quan hệ phụ thuộc hàm lượng SS–chiều dày lớp lọc x	106
24	Hình 3.8. Đồ thị quan hệ phụ thuộc hàm lượng SS–thời gian lọc t	107
25	Hình 3.9. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tổn thất lọc h – thời gian lọc t	107
26	Hình 4.1. Đồ thị xác định các thông số lọc a và b (v=5m/s)	109
27	Hình 4.2. Biểu đồ tương quan giữa thời gian và chiều dày lớp lọc (v=5m/h)	111
28	Hình 4.3. Đồ thị xác định các thông số lọc a và b (v=7,5m/s)	112
29	Hình 4.4. Biểu đồ tương quan giữa thời gian và chiều dày lớp lọc (v=7,5m/h)	113
30	Hình 4.5. Đồ thị xác định các thông số lọc a và b (v=10m/s)	114
31	Hình 4.6. Biểu đồ tương quan giữa thời gian và chiều dày lớp lọc (v=10m/h)	115
32	Hình 4.7. Đồ thị phụ thuộc giữa chiều dày lớp lọc và thời gian lọc tối ưu	116
33	Hình 4.8. Sơ đồ cân bằng cấp thoát nước tổng thể đô thị	124
34	Hình 4.9. Sơ đồ hệ thống cấp thoát nước trong công trình có tái sử dụng nước thải.	125
35	Hình 4.10. Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước thải (Q = 150 m ³ /ngđ) huyện Đan Phượng, TP Hà Nội	129
36	Hình 4.11. Sơ đồ dây chuyền công nghệ trạm xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích không ăn uống trong đô thị	130

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Số TT	Nội dung các bảng biểu	Trang
1	Bảng 1.1: Các công nghệ XLNT và bùn thải tại một số nhà máy XLNT hiện nay đang hoạt động	10
2	Bảng 1.2. Mức độ xử lý nước thải	13
3	Bảng 1.3a. Thông số công nghệ lọc sử dụng một lớp loại vật liệu lọc	16
4	Bảng 1.3b. Thông số công nghệ lọc sử dụng nhiều loại vật liệu lọc	17
5	Bảng 1.4. Thông số công nghệ lọc nổi trong xử lý nước cấp và nước thải	18
6	Bảng 1.5: Các thông số thiết kế bể lọc MBBR	20
7	Bảng 1.6: Bảng so sánh MBBR với Aerotenk	21
8	Bảng 1.7: So sánh thông số thiết kế của MBBR với các công nghệ khác	21
9	Bảng 1.8. Đối tượng và lượng nước tái sinh tái sử dụng ở California và Florida	28
10	Bảng 1.9. Lượng nước tái sinh dự kiến phát triển trong tương lai ở bang California (triệu m ³ /năm)	29
11	Bảng 1.10. Một vài trường hợp điển hình sử dụng nước tái sinh trong công nghiệp	29
12	Bảng 1.11. Lượng nước thải tái sử dụng ở một số quốc gia trên thế giới	36
13	Bảng 2.1. Nồng độ các chất ô nhiễm cơ bản trong nước thải trước xử lý nâng cao (hay sau trạm xử lý nước thải tập trung).	43
14	Bảng 2.2. Chỉ tiêu chất lượng nước cho một số dịch vụ trong đô thị	44
17	Bảng 2.3: Nguyên tắc của quá trình hoạt động của công nghệ C-Tech	53
18	Bảng 2.4. Đặc tính kỹ thuật của vật liệu lọc ODM-2F	58
19	Bảng 2.5. Các giá trị của X ₀ và K để tính toán bể lọc	63
20	Bảng 2.6. Giá trị của hàm F(A)	64
15	Bảng 2.7. Các tiêu chí đánh giá tính bền vững của các dự án thoát nước và XLNT các đô thị và khu công nghiệp	67
16	Bảng 2.8. Trọng số tiêu chí và tổng điểm tối đa các nhóm tiêu chí đánh giá công nghệ xử lý và xử lý nâng cao nước thải đô thị	70
21	Bảng 3.1: Bảng tổng điểm theo các chỉ tiêu đánh giá công nghệ xử lý.	80

22	Bảng 3.2. Quan hệ hình học giữa nguyên mẫu và mô hình	83
23	Bảng 3.3. Các thông số kỹ thuật của mô hình thí nghiệm lọc ODM-2F	86
24	Bảng 3.4. Chỉ tiêu chất lượng nước sau trạm XLNTTT Kim Liên	91
25	Bảng 3.5. Các phương pháp phân tích mẫu nước	92
26	Bảng 3.6: Giá trị y trong kế hoạch bậc 1 hai mức tối ưu.	94
27	Bảng 3.7: Xây dựng kế hoạch thực nghiệm mô hình cột lọc ODM-2F	95
28	Bảng 3.8. Giá trị trung bình các đợt thí nghiệm (v=5m/h)	98
29	Bảng 3.9. Giá trị trung bình các đợt thí nghiệm (v = 7,5m/h)	99
30	Bảng 3.10. Giá trị trung bình các đợt thí nghiệm (v=10m/h)	100
31	Bảng 3.11. Giá trị trung bình tổn thất lọc (v =5m/h)	101
32	Bảng 3.12. Giá trị trung bình tổn thất lọc (v=7,5m/h)	101
33	Bảng 3.13. Giá trị trung bình tổn thất lọc (v=10m/h)	102
34	Bảng 3.14. Kết quả trung bình xác định các thông số rửa lọc (v = 5m/h)	102
35	Bảng 3.15. Kết quả trung bình xác định các thông số rửa lọc (v = 7,5m/h)	102
36	Bảng 3.16. Kết quả trung bình xác định các thông số rửa lọc (v = 10m/h)	103
37	Bảng 4.1. Thông số lọc với vận tốc lọc khác nhau (đối với ODM-2F)	115
38	Bảng 4.2. Lượng nước, thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày lớp cặn bao phủ hạt lọc.	118
39	Bảng 4.3. Nhu cầu cho các dịch vụ cấp nước trong đô thị loại III trở lên	118
40	Bảng 4.4. Nhu cầu cho các dịch vụ cấp nước trong đô thị loại IV và V	119
41	Bảng 4.5. chất lượng nước đầu vào, đầu ra trạm XLNTsinh hoạt khu đô thị huyện Đan Phượng, TP Hà Nội	128
42	Bảng 4.6. Các kích thước công trình lắng	132
43	Bảng 4.7. Kích thước của công trình MBBR.	133
44	Bảng 4.8. Kích thức công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải	134
45	Bảng 4.9. Kích thước công trình khử trùng bằng ozon.	135
46	Bảng 4.10. Công suất, vốn đầu tư xây dựng theo QĐ số 451/QĐ-BXD ngày 21/04/2015 của Bộ Xây Dựng	135

SƠ ĐỒ NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN ÁN



MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết

Dân số tăng nhanh và các đô thị, các trung tâm công nghiệp, các bệnh viện và trung tâm y tế hoạt động tạo ra nhiều nước thải. Phần đa chúng không được xử lý đảm bảo yêu cầu xả thải đã gây ô nhiễm môi trường đô thị và sự quá tải cho nguồn tiếp nhận.

Để phát triển kinh tế xã hội và giảm thiểu sự ô nhiễm môi trường đồng thời bảo vệ sức khỏe của cộng đồng, xử lý nước thải đã trở nên hết sức cấp thiết. Tính đến 2020 ở các đô thị nước ta có khoảng 63 trạm XLNTTT cho công suất thiết kế ~ 1.340.000 m³/ngđ và công suất hoạt động chiếm khoảng 15% lượng nước thải sinh hoạt[70]. Đến năm 2025 trên cả nước dự kiến sẽ có 50% tổng lượng nước thải các đô thị loại II trở lên và 20% đối với các đô thị loại V trở lên được thu gom và xử lý đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật trước khi xả ra môi trường, Mở rộng phạm vi phục vụ của hệ thống thoát nước đô thị đạt trung bình trên 80% diện tích bao phủ dịch vụ. 80% lượng nước thải các làng nghề được thu gom và xử lý đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật trước khi xả vào hệ thống thoát nước đô thị hoặc ra môi trường, 20 - 30% nước thải sau xử lý đạt tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật được tái sử dụng tưới cây, rửa đường đô thị và các nhu cầu khác.[34].

Nước thải sinh hoạt được xác định là một nguồn tài nguyên luôn có sẵn trong đô thị. Nếu chúng được xử lý chỉ để xả thải thì vừa lãng phí vừa làm tăng tải lượng ô nhiễm môi trường nguồn tiếp nhận, trong khi chúng có thể tái chế bằng xử lý sau bậc 2 để tái sử dụng cho nhiều mục đích trong đô thị khác nhau thậm chí cho cả mục đích ăn uống nếu cần thiết.

Thực tế thì con người từ lâu đã biết xử lý nước thải để tái sử dụng cho tưới tiêu nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, tuần hoàn công nghiệp và dịch vụ đô thị. Tái sử dụng nước thải cho các dịch vụ trong đô thị như dịch vụ công cộng (để tưới cây, rửa đường, chữa cháy, tạo cảnh quan môi trường), dịch vụ sinh hoạt (để dội xí tiêu, vệ sinh chuồng trại, nhà cửa và sân vườn), dịch vụ thương mại (để rửa xe máy, rửa cửa kính các nhà cao tầng, điều hòa nhiệt độ) và dịch vụ xây dựng để trộn bê tông, rửa máy móc xây dựng, nén đất, đập bụi, tạo ẩm)

Tất nhiên, nước thải tái sử dụng còn ít được quan tâm nghiên cứu, nhất là đối với qui mô khu đô thị hoặc qui mô đô thị. Điều đáng chú ý là nước sử dụng đòi hỏi chất lượng và độ an toàn không cao như nước sử dụng cho mục đích ăn uống, nhưng lại chiếm một tỉ lệ về khối lượng lớn (ví dụ: khối lượng nước tái sử dụng trong đô thị loại III trở lên có thể lên tới ~ 56% tổng lượng nước thải sinh hoạt hay ~ 41,7% tổng lượng nước cấp cho ăn uống sinh hoạt và trong đô thị loại IV trở xuống tương ứng là ~ 52,5% và ~ 38,9% (xem số liệu tính toán tại mục 4.1.2). Điều đó rất quan trọng trong việc đảm bảo nguồn cấp nước ổn định cho sự phát triển kinh tế xã hội của các đô thị trong tương lai. Nó càng có ý nghĩa đặc biệt hơn đối với những vùng khí hậu biến đổi thất thường, nóng bức, khô cằn, khan hiếm và ô nhiễm nguồn nước do các nguyên nhân khác nhau (như không chủ động được lưu vực nước đầu nguồn; dòng chảy qua các vùng nông nghiệp bị nhiễm bẩn bởi việc canh tác, sử dụng phân bón hóa học và thuốc trừ sâu; dòng chảy qua vùng công nghiệp bị nhiễm bẩn bởi nước thải và chất thải công nghiệp; dòng chảy qua vùng đô thị bị nhiễm bẩn bởi nước thải và chất thải đô thị v.v...) như nhiều vùng lãnh thổ và khu vực đô thị ở nước ta.

Để tái sử dụng cho mục đích cấp nước chữa cháy, tưới cây, rửa đường đô thị mà không làm cho hệ thống cung cấp nước bị tắc nghẽn, các thiết bị dùng nước bị hoen ố, có mùi và phù hợp với các quy chuẩn chất lượng cấp nước theo QCVN 01:2008/BTNMT, và đảm bảo sức khỏe của người sử dụng thì nước thải cần được tiếp tục xử lý nâng cao. Xử lý nâng cao nước thải có thể kết hợp quá trình xử lý sinh học để khử chất hữu cơ, dinh dưỡng và quá trình xử lý cơ lý để khử cặn lơ lửng.

Vật liệu lọc đa năng ODM-2F tuy đã ứng dụng rộng rãi ở nước ngoài, nhưng ở nước ta chỉ mới được ứng dụng trong xử lý nước cấp mà chưa có những nghiên cứu ứng dụng trong xử lý nước thải và nâng cao nước thải.

Xuất phát từ những lý do nêu trên, đề tài luận án “*Nghiên cứu công trình lọc ODM-2F để loại bỏ cặn lơ lửng trong xử lý nâng cao nước thải đô thị nhằm mục đích tái sử dụng*” nhằm đảm bảo chất lượng nước tái sử dụng cho các mục đích chữa cháy, tưới cây, rửa đường trong đô thị để đáp ứng nhu cầu cấp nước phù hợp với chiến lược phát triển bền vững Việt Nam giai đoạn 2011-2020 về bảo vệ môi trường nước và sử dụng bền vững môi trường nước.

2. Mục đích nghiên cứu

- Đánh giá thực trạng về xử lý, xử lý nâng cao nước thải và giải pháp tái sử dụng nước thải.

- Xác định các thông số/chỉ tiêu công nghệ và xây dựng phương pháp tính toán thiết kế công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải.

- Ứng dụng phương pháp tính toán thiết kế công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt cho khu đô thị lựa chọn.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

a) Đối tượng nghiên cứu:

Công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt.

b) Phạm vi nghiên cứu:

- Về khoa học:

+ Nghiên cứu công trình lọc ODM-2F để xử lý nâng cao nước thải, tập trung vào chỉ tiêu loại bỏ cặn lơ lửng SS và phục vụ cho mục đích tái sử dụng nước thải, tập trung vào tái sử dụng để cấp nước chữa cháy, tưới cây, rửa đường trong đô thị

+ Nghiên cứu lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng trong đô thị;

+ Nghiên cứu thực nghiệm xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải.

- Về không gian: Nước thải các khu vực đô thị Việt Nam, trường hợp nghiên cứu điển hình tại nhà máy xử lý nước thải tại khu đô thị huyện Đan Phượng.

- Về thời gian:

+ Thực hiện nghiên cứu thực nghiệm từ năm 2016 - 2020.

+ Thời gian nghiên cứu theo quy hoạch phát triển kinh tế xã hội của các đô thị tại Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn 2050

4. Nội dung nghiên cứu:

- Tổng quan các vấn đề về: (1)Xử lý nâng cao nước thải và khả năng ứng dụng công trình MBBR để khử chất hữu cơ & dinh dưỡng và công trình lọc ODM-2F để khử cặn lơ lửng; (2)Giải pháp tái sử dụng nước thải.

- Xây dựng: (1) Cơ sở lý thuyết khử chất hữu cơ, dinh dưỡng và cặn lơ lửng; (2) Nguyên tắc, tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt; (3) Lý thuyết xác định thông số/chỉ tiêu công nghệ lọc ODM-2F.

- Xây dựng kế hoạch thực nghiệm và triển khai nghiên cứu trên mô hình cột lọc ODM-2F.

- Xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F để khử cặn lơ lửng.

- Ứng dụng kết quả nghiên cứu cho nhà máy xử lý nước thải khu đô thị huyện Đan Phượng.

- Đánh giá kinh tế kỹ thuật phương án xử lý và tái sử dụng nước thải phục vụ cho mục đích cấp nước chữa cháy, tưới cây, rửa đường trong đô thị.

5. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong luận án:

- Phương pháp khảo sát thu thập tài liệu và số liệu về: (1) Xử lý nước thải tại các đô thị Việt Nam; (2) Các ứng dụng thực tế của công nghệ lọc ODM-2F trong xử lý nước và nước thải (chương 1); (3) Tái sử dụng nước thải (chương 1); (4) Hiện trạng trạm XLNT sinh hoạt khu đô thị huyện Đan Phượng, TP Hà Nội (chương 4).

- Phương pháp phân tích, đánh giá và tổng hợp số liệu: (1) Tổng hợp và phân tích nhằm đánh giá hiện trạng về xử lý và tái sử dụng nước thải (chương 1); (2) Phân tích, tổng hợp các vấn đề mang tính tổng quan, kinh nghiệm trong và ngoài nước liên quan tới xử lý và tái sử dụng nước thải (chương 1); (3) Phân tích tổng hợp số liệu thí nghiệm để xác định các giá trị trung bình, lập các bảng và xây dựng các đồ thị quan hệ phụ thuộc (chương 3 và chương 4).

- Phương pháp kế thừa có chọn lọc các kết quả nghiên cứu đi trước ở trong và ngoài nước về: (1) Công trình lọc nước và công trình lọc ODM-2F (chương 1 và chương 2); (2) Xử lý và tái sử dụng nước thải (chương 1 và chương 4).

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết về: (1) Xử lý chất nhiễm bẩn trong nước thải (chương 2); (2) Quá trình lọc nước qua vật liệu lọc dạng hạt (chương 2); (3) Nguyên tắc, tiêu chí và qui trình lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng (chương 2 và chương 3).

- Phương pháp mô hình hóa để xây dựng mô hình thí nghiệm chương 3

- Phương pháp nghiên cứu và phân tích số liệu thực nghiệm:

+ Nghiên cứu thực nghiệm nhằm xác định các chỉ tiêu/thông số kỹ thuật công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải(chương 3).

+ Phân tích các số liệu nước thải đầu vào, đầu ra mô hình để xác định hiệu quả xử lý. Việc phân tích được thực hiện bằng các phương pháp TCVN hoặc ISO (chương 2 và chương 3).

+ Xử lý số liệu thực nghiệm để xây dựng các mối quan hệ phụ thuộc giữa các thông số công nghệ lọc ODM-2F theo các chỉ tiêu SS để xây dựng phương pháp tính toán công trình (chương 3 và chương 4).

- Phương pháp nghiên cứu chứng thực ứng dụng: Ứng dụng phương pháp tính được đề xuất trong luận án để tính toán thiết kế công trình lọc ODM-2F trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng không cho ăn uống đối với khu đô thị điển hình (chương 4).

- Phương pháp chuyên gia: Tổ chức Hội thảo Bộ môn, Hội thảo mở rộng lấy ý kiến chuyên gia về nội dung để hoàn thiện luận án (sử dụng trong toàn bộ luận án).

6. Ý nghĩa khoa học thực tiễn.

- Bằng tổng quan thực trạng, cơ sở lý luận và thực tiễn về xử lý và tái sử dụng nước tháicũng như nghiên cứu thực nghiệm lọc ODM-2F, luận án đã:

+ Xác định mức độ cần thiết xử lý nâng cao nước thải.

+ Lập được các mối quan hệ phụ thuộc giữa các thông số công nghệ quá trình lọc ODM-2F và chỉ tiêu chất lượng nước tái sử dụng và từ đó xây dựng được phương pháp tính toán thiết kế công trình.

- Đây chuyên công nghệ xử lý nâng cao nước thải và phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F cung như các đề xuất khác của luận án có khả năng ứng dụng cao, chúng có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho công tác nghiên cứu khoa học và đào tạo trong các lĩnh vực chuyên ngành kỹ thuật cơ sở hạ tầng đô thị.

7. Kết quả nghiên cứu và các đóng góp mới của Luận án.

- Kết quả nghiên cứu thực nghiệm chứng minh khả năng khử cặn lơ lửng tốt của vật liệu lọc đa năng và từ kết quả đó đã xây dựng được phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị, có thể ứng dụng được vào tính toán thiết kế thực tế.

- Xây dựng được phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F với 5 bước thực hiện:

+ Xác định nhu cầu dùng nước tái sử dụng theo công thức (được xây dựng trong luận án): $Q_{\text{cndt(III,tsd)}} = 0,6125q_0N$ - đối với đô thị loại III trở lên; và $Q_{\text{cndt(IV,tsd)}}=0,54q_0N$ - đối với đô thị loại IV và V.

(Ghi chú: Trong đó: q_0 -tiêu chuẩn cấp nước, l/người/ngđ; N - dân số tính toán, người).

+ Chọn thời gian chu kỳ lọc theo đồ thị hình 4.3 (được xây dựng trong luận án) và xác định chiều dày lớp lọc theo công thức lý thuyết: $T = \varphi \frac{H_{gh} - H_0}{H_0 F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot X$;

+ Xác định diện tích lọc;

+ Xác định số bể lọc và kiểm tra tốc độ tăng cường;

+ Và tính toán hệ thống phân phối nước lọc và rửa lọc.

- Các kết quả cho thấy giải pháp xử lý và tái sử dụng nước thải trong đô thị là hoàn toàn khả thi và mang lại các lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường.

8. Một số khái niệm và định nghĩa thuật ngữ sử dụng trong luận án.

Sau đây là một số khái niệm được sử dụng trong luận án mà tác giả trích dẫn từ các nguồn tài liệu khác nhau hoặc tự xác định.

- *Nước thải tái chế*: (1) Nước thải đô thị đã được xử lý tập trung đảm bảo tiêu chuẩn xả thải được tiếp tục xử lý để tái sử dụng cho mục đích lợi ích hoặc (2) Sản phẩm nước từ kết quả của những hoạt động xử lý nước thải thành phố để đảm bảo khả năng tiếp nhận tái sử dụng cho mục đích lợi ích [75,85,96].

- Xử lý nâng cao nước thải là sự kết hợp sau xử lý bậc 2 để tái sử dụng cho các mục đích trong đô thị (Tác giả tự xác định và định nghĩa).

- Hệ thống cấp nước nối tiếp: Là hệ thống cấp nước cho một đối tượng A, nước thải của đối tượng A đủ điều kiện về chất lượng (hoặc cần qua xử lý sơ bộ) được sử dụng cấp nước cho đối tượng B và tiếp tục như vậy cho đối tượng C, E v.v ... Nước thải của đối tượng dùng nước bị nhiễm bẩn và nước thải của đối tượng cuối cùng không đủ điều kiện để sử dụng tiếp tục thì cho qua trạm xử lý trước khi xả thải vào nguồn tiếp nhận [25,26].

- Nước thải sản xuất bản: Trong sản xuất công nghiệp, nước thải từ một số dây chuyền công nghệ sản xuất bị nhiễm bản nặng (ví dụ như chế biến lương thực, thực phẩm, công nghiệp hóa dầu...) gọi là nước thải sản xuất qui ước là bản[25,26].

9. Cấu trúc của luận án

Ngoài phần mở đầu, kết luận, kiến nghị, tài liệu tham khảo và phụ lục, cấu trúc của luận án gồm 4 chương chính.

Chương 1. Tổng quan về xử lý nâng cao, giải pháp tái sử dụng nước thải tái sử dụng và tình hình nghiên cứu liên quan.

Chương 2. Cơ sở khoa học lựa chọn công nghệ xử lý và lý thuyết xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng trong đô thị.

Chương 3. Lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải và nghiên cứu thực nghiệm lọc ODM-2F.

Chương 4. Xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F và ứng dụng.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ XỬ LÝ NÂNG CAO, GIẢI PHÁP TÁI SỬ DỤNG NƯỚC THẢI VÀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

1.1 Tổng quan về xử lý nâng cao nước thải

1.1.1 Một số trạm xử lý nước thải sinh hoạt đô thị được đầu tư đang và sẽ đưa vào hoạt động tại Việt Nam

Tính đến nay, ở Việt Nam chỉ mới có khoảng 29 hệ thống thu gom và xử lý nước thải đô thị đã được xây dựng và đi vào hoạt động. Công nghệ xử lý nước thải và bùn thải giới thiệu ở bảng 1.1.

Bảng 1.1: Các công nghệ XLNT và bùn thải tại một số nhà máy XLNT hiện nay đang hoạt động[3], [17], [18]

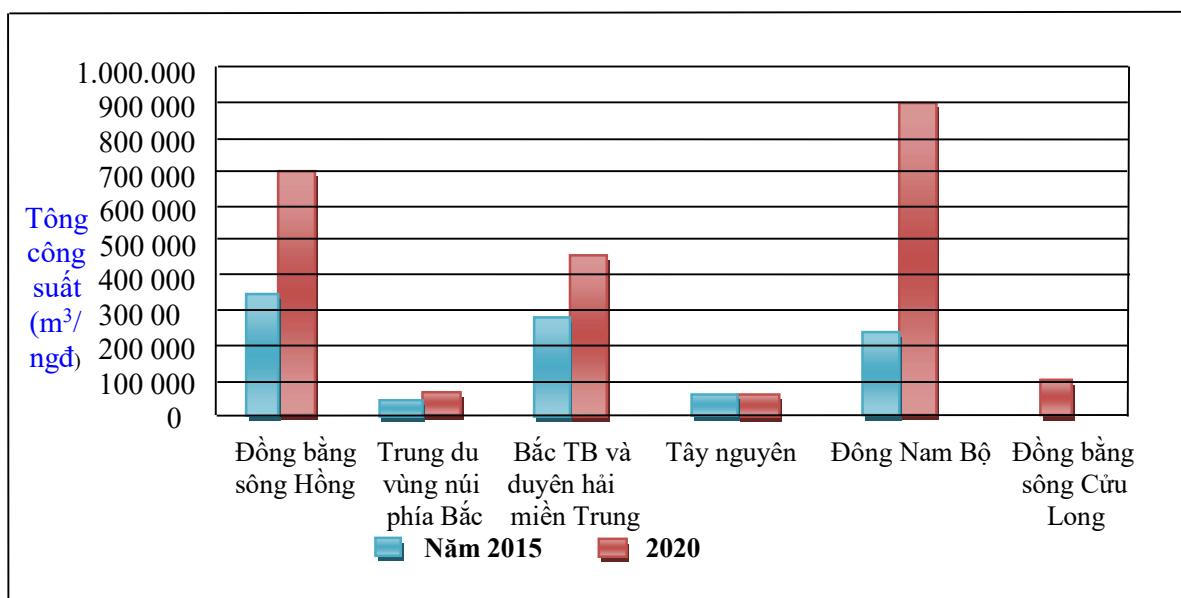
TT	Trạm XLNT/ nguồn vốn	Tỉnh/ Thành phố	Loại hệ HTTN	Năm vận hành	Công suất thiết kế thực tế, (m ³ /ngđ)	Công nghệ xử lý nước thải	Công nghệ xử lý bùn
1	Kim Liên (JICA)	Hà Nội	Chung	2005	3700/3700	Bùn hoạt tính (AAO)	Làm khô cơ học, chôn lấp
2	Trúc Bạch (JICA)	Hà Nội	Chung	2005	2500/2500	Bùn hoạt tính (AAO)	Làm khô cơ học, chôn lấp
3	Bắc Thăng Long (JICA)	Hà Nội	Chung	2009	4200/7000	Bùn hoạt tính AO	Làm khô cơ học, chôn lấp
4	Yên Sở (BT)	Hà Nội	Chung	2012	200000/12000	SBR (AO)	Phân hủy kỵ khí
5	Hồ Tây (BT)	Hà Nội	Chung	2014	22800/15800	SBR (AO)	Làm khô cơ học, chôn lấp
6	Bình Hưng (JICA)	TP. HCM	Chung	2009	141000/ 141000	Bùn hoạt tính (CAS)	Làm khô cơ học, chôn lấp
7	Bình Hưng Hóa (Bi)	TP HCM	Chung	2009	30000/30000	Hồ sinh học có thổi khí	Hồ ổn định phơi khô, chôn lấp
8	Nam Viên Phú, Mỹ Hưng (DN)	TP HCM	Riêng	2009	15000/15000	Bùn hoạt tính AAO	
9	Canh Dơi Phú, Mỹ Hưng (DN)	TP HCM	Riêng	2007	10000/10000	Mương oxy hóa	

10	Sơn Trà (WB)	Đà Nẵng	Chung	2006	15900/15900	Hồ kỵ khí	Hồ ổn định bùn thải, chôn lấp
11	Hòa Cường (WB)	Đà Nẵng	Chung	2006	34600/36400	Hồ kỵ khí	Hồ ổn định bùn thải, chôn lấp
12	Phú Lộc (WB)	Đà Nẵng	Chung	2006	36400/36400	Hồ kỵ khí	Hồ ổn định bùn thải, chôn lấp
13	Ngũ Hành Sơn (WB)	Đà Nẵng	Chung	2006	11600/11600	Hồ Kỵ khí	Hồ ổn định bùn thải, chôn lấp
14	Hòa Xuân (WB)	Đà Nẵng	Chung	2015	60000/20000	SBR (AO)	Làm khô cơ học, chôn lấp
15	Bãi Cháy (WB)	Quảng Ninh	Chung	2007	3500/3500	SBR (AO) +HSH	Sân phơi bùn, chôn lấp
16	Hà Khánh (WB)	Quảng Ninh	Chung	2009	7000/7000	SBR (AO) +Hồ sinh học (HSH)	Sân phơi bùn, chôn lấp
17	Đà Lạt (DANIDA)	Lâm Đồng	Riêng	2006	7400/6000	Bể lắng hai vò+lọc+HSH	Sân phơi bùn, compost
18	Buôn Ma Thuột (DANIDA)	Đắk Lắk	Riêng	2006	6125/3700	Chuỗi hồ sinh học	Hồ ổn định, phơi, compost
19	Phan Rang-Tháp Chàm (Luxambua)	Ninh Thuận	Chung	2011	5000/5000	Chuỗi hồ sinh học	Hồ ổn định, phơi, chôn lấp
20	Bắc Giang (DANIDA)	Bắc Giang	Chung	2012	10000/8000	Kênh oxy hóa (AO)	Làm khô cơ học, chôn lấp
21	Thủ Dầu Một (JICA)	Bình Dương	Riêng	2013	17650/6000	SBR cải tiến (ASBR)	Làm khô cơ học, chôn lấp
22	Đức Ninh, Đồng Hới(WB)	Quảng Bình	Chung	2014	10000/6000	Chuỗi hồ sinh học	Hồ ổn định, phơi, chôn lấp
23	Nam Nha Trang (WB)	Khánh Hòa	Chung	2015	40000/20000	Kênh oxy hóa (AO)	Làm khô cơ học, chôn lấp

24	Nhon Binh – Qui Nhon(WB)	Binh Định	Chung	2015	14000/7000	Hóa chất tăng cường +lọc sinh học	Làm khô cơ học, chôn lấp
25	Sóc Trăng (Kfw)	Sóc Trăng	Chung	2013	13200/13200	Lắng sơ cấp	Phơi khô, chôn lấp
26	Vĩnh Yên (JICA)	Vĩnh Phúc	Chung	2014	5000/5000	Bùn hoạt tính truyền thống	Phơi khô, chôn lấp
27	An Bái (Phần Lan)	Thái Bình	Chung	2013	530/530	Hồ sinh học	Phơi khô, chôn lấp
28	Tiền Hưng (Phần Lan)	Thái Bình	Chung	2013	400/400	Hồ sinh học	Phơi khô, chôn lấp
29	Huê (JICA)	TP. Huế	Chung	2020	30000/ 20000	Bùn hoạt tính AOA	Làm khô cơ học, chôn lấp
	Tổng cộng				> 769000/ 558630		

Với 29 nhà máy XLNT đã liệt kê ở bảng 1.1 cho công suất thiết kế 769 000 m³/ngđ và công suất hoạt động 558 630 m³/ngđ chiếm khoảng 12% lượng nước thải sinh hoạt (theo công suất thiết kế) và 9,5% (theo công suất vận hành thực tế) của các đô thị.

Đến hiện tại trên cả nước có khoảng 60 nhà máy xử lý nước thải tập trung được đầu tư xây dựng hoặc đưa vào sử dụng với công suất nước thải theo thiết kế là 1435000 m³/ngđ[34],94% người dân được sử dụng nhà vệ sinh, trong đó 90% số hộ gia đình sử dụng bể tự hoại làm công trình xử lý tại chỗ, 60% hộ gia đình đầu nối xả nước thải vào hệ thống thoát nước chung[34]. Sự phân bố các nhà máy xử lý nước thải hiện nay và đến năm 2020 tại các vùng miền được thể hiện trên hình 1.1[3].



Hình 1.1. Phân bố các nhà máy XLNT đô thị năm 2015 và năm 2020[3]

Như vậy, đa số các đô thị Việt Nam chưa có nhà máy/trạm xử lý nước thải tập trung đặc biệt các đô thị vừa và nhỏ hầu như chưa có dự án thoát nước và xử lý nước thải.

1.1.2 Mức độ và mục đích xử lý nâng cao nước thải.

1/. Mức độ xử lý nước thải.

Căn cứ vào dây chuyền công nghệ, chất lượng nước thải dòng ra của các trạm xử lý nước thải tập trung của đô thị ở trong và ngoài nước, có thể đưa ra các mức độ xử lý như ở bảng 1.2a

Bảng 1.2a: Mức độ xử lý nước thải[58, 101]

Mức độ xử lý	Mô tả
Sơ bộ (Preliminary)	Loại bỏ các thành phần như rác, vật nổi, cát, dầu mỡ mà có thể gây ra các vấn đề trong vận hành và bảo dưỡng công trình
Bậc I (Primary)	Loại bỏ một phần cặn lơ lửng và chất hữu cơ
Bậc I tăng cường (Advanced primary)	Tăng cường khử cặn lơ lửng và chất hữu cơ bằng keo tụ tạo bông lắng hoặc lọc
Bậc II (Secondary)	Khử chất hữu cơ để phân hủy sinh học ở dạng lơ lửng và hòa tan trong nước bằng phương pháp sinh học/hóa học, sau đó nước thải được khử trùng trước khi xả thải.

Bậc III (Tertiary)	Khử cặn lơ lửng còn lại sau xử lý bậc II hoặc khử chất dinh dưỡng.
Bậc cao (Advanced)	Khử cặn lơ lửng và hoà tan sau xử lý bậc III khi có yêu cầu tái sử dụng nước thải

2/ Khái niệm về xử lý nâng cao nước thải:

Từ bảng 1.2a cho thấy, sau xử lý bậc II, nước thải có thể đạt chất lượng xả thải loại A hoặc B theo QCVN 14:2008/BTNMT đối với nước thải sinh hoạt hoặc QCVN 40: 2016/BTNMT đối với nước thải công nghiệp và được khử trùng trước khi xả thải vào nguồn tiếp nhận.

Đối với những nguồn xả thải nhạy cảm yêu cầu mức độ xử lý cao hoặc nước thải sau đó dùng để tái sử dụng trong đô thị thì cần được tiếp tục xử lý để các đạt yêu cầu khác.

3/. Mục đích xử lý nâng cao nước thải:

Mục đích xử lý nâng cao nước thải được gắn liền với mục đích tái sử dụng.

a) Tái sử dụng nước thải trong đô thị

Tái sử dụng nước thải trong đô thị cho các mục đích:

- Cấp nước công cộng để tưới cây (cây xanh ven đường, dải phân cách, vùng xanh cảnh quan của các cơ quan, công ty, trung tâm thương mại), để rửa (đường phố, sân vườn quanh nhà của một hay nhiều gia đình, khu vui chơi giải trí, sân thể thao, sân trường, sân bóng), và để chữa cháy công trình...[58,69,70,73,110];

- Cấp nước dịch vụ thương mại trong đô thị để rửa xe, lau chùi cửa kính, cấp nước các cửa hàng giặt ủi và để làm mát thiết bị trong toà nhà cao tầng...[58];

- Cấp nước sinh hoạt không cho ăn uống để xả toilet và bồn tiểu nhà vệ sinh, để vệ sinh (nhà cửa, sân vườn và chuồng trại)...[58];

Ngoài ra trong đô thị còn tái sử dụng nước thải cho các mục đích khác như:

- Đai phun nước, thác nước nhân tạo, hồ nước để tạo cảnh quan môi trường[58];

- Tưới cỏ sân golf[70,73];

- Pha trộn với thuốc trừ sâu, thuốc giết cỏ và phân bón dạng lỏng;

- Giảm phát tán bụi trong quá trình xây dựng, trộn bê tông, rửa máy móc dụng cụ xây dựng, đào và nén đất ...

b) Tái sử dụng nước thải trong công nghiệp[57,64,65,71,74,76,105,110]:

Tái sử dụng trong công nghiệp cho các mục đích:

- Làm mát máy móc thiết bị và sản phẩm công nghiệp;
- Cấp nước nôi hơi;
- Phục vụ cho một số công đoạn sản xuất.

c) Tái sử dụng nước thải trong nông nghiệp[29,58,59,69,70,71,110]:

Tái sử dụng nước thải trong nông nghiệp cho các mục đích:

- Tưới tiêu cây công nghiệp;
- Tưới tiêu cây lương thực

d) Tái sử dụng nước thải trong nuôi trồng thủy sản:

Tái sử dụng nước thải trong nuôi trồng thủy sản cho các mục đích:

- Nuôi trồng thủy sinh;
- Nuôi tôm cá.

e) Tái sử dụng nước thải để bổ cập nguồn nước:

- Nguồn nước mặt để duy trì dòng chảy bảo tồn hệ sinh thái và bổ sung nguồn cung cấp nước cho đô thị và công nghiệp[76];

- Nguồn nước ngầm để ngăn chặn sự lún sụt đất (do khai thác nước ngầm quá mức), ngăn chặn xâm nhập mặn và bổ sung trữ lượng nước ngầm cho cấp nước gián tiếp[58,110].

4/. Các vấn đề công nghệ về nước tái sử dụng:

Trong nước thải tái sử dụng, các ứng dụng của nó sẽ chi phối nhu cầu xử lý và độ tin cậy yêu cầu. Bởi vì sức khỏe và các ảnh hưởng môi trường là điều quan tâm chính khi ứng dụng các giải pháp tái sử dụng, do đó mọi sự chú ý sẽ hướng vào xây dựng phát triển các cách thức để đảm bảo chất lượng đạt yêu cầu. Như để so sánh với công nghệ xử lý để xả ra môi trường, thách thức lớn nhất đối với nước tái sử dụng đó là (1) chất lượng xử lý nước đầu ra sẽ chặt chẽ hơn với ít hoặc không có việc vượt giới hạn quy định, (2) đối với các ứng dụng tái sử dụng khác nhau thì yêu cầu chất lượng nước khác nhau, (3) cần có khoảng dự phòng an toàn để đảm bảo sức khỏe cộng đồng [75, 101].

Bởi vì sự quan trọng của chất lượng nước thải sau xử lý, nên sẽ có nhiều công nghệ khác nhau được sử dụng, có thể tách riêng hoặc kết hợp nhằm đạt mục tiêu là loại bỏ các chất bẩn còn lại trong nước thải. Các chất bẩn cần xử lý để tái sử dụng có thể kể đến như sau [106]:

- Chất rắn lơ lửng: bao gồm các vật chất lơ lửng và chất keo. Cơ bản được hình thành bởi phù sa và đất sét, vi sinh, và chất hữu cơ dạng hạt. Các chất lơ lửng có thể dẫn đến sự hình thành của bùn và tác nhân gây ra điều kiện kỵ khí, nếu không được loại bỏ triệt để sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả khử trùng

- Chất hữu cơ: Bao gồm cả vật chất dạng hạt và hòa tan. Được hình thành từ protein, Hydrat Các bon và chất béo. Nếu không được xử lý phù hợp các chất hữu cơ sẽ dẫn đến sự phát triển của môi trường tự hoại và khí có mùi

- Vi sinh vật: Các loại vi khuẩn gây bệnh như động vật nguyên sinh, giun sán và vi rút

- Chất dinh dưỡng: Dạng chính của các chất dinh dưỡng là ni tơ và phốt pho ở nhiều dạng. Một số các chất vô cơ khác cũng có thể là chất dinh dưỡng. Khi sử dụng nước tái sử dụng còn chứa chất dinh dưỡng đặc biệt là bổ cập nước ngầm có thể dẫn đến làm ô nhiễm nguồn nước do hình thành các hệ thủy sinh không mong muốn.

- Các thành phần chế phẩm hóa học: các thành phần được tìm thấy bao gồm thuốc trừ sâu, hóa học, tác nhân có hoạt tính nội tiết tố. Một số kim loại thường được xác định là thành phần vi lượng

- Tổng chất rắn hòa tan: bao gồm các chất vô cơ và hữu cơ hòa tan. Tổng chất rắn hòa tan có thể ảnh hưởng đến độ ổn định của nước tái sử dụng cho các ứng dụng trong công nghiệp, nông nghiệp và bổ cập nước ngầm

5/. Các phương pháp xử lý nâng cao nước thải:

Sự cần thiết cho xử lý nâng cao dựa trên một trong những yếu tố sau[101, 4]:

- Sự cần thiết để loại bỏ chất hữu cơ, tổng chất rắn còn lại sau xử lý bậc 2 để có thể đạt được các tiêu chuẩn nước tái sử dụng

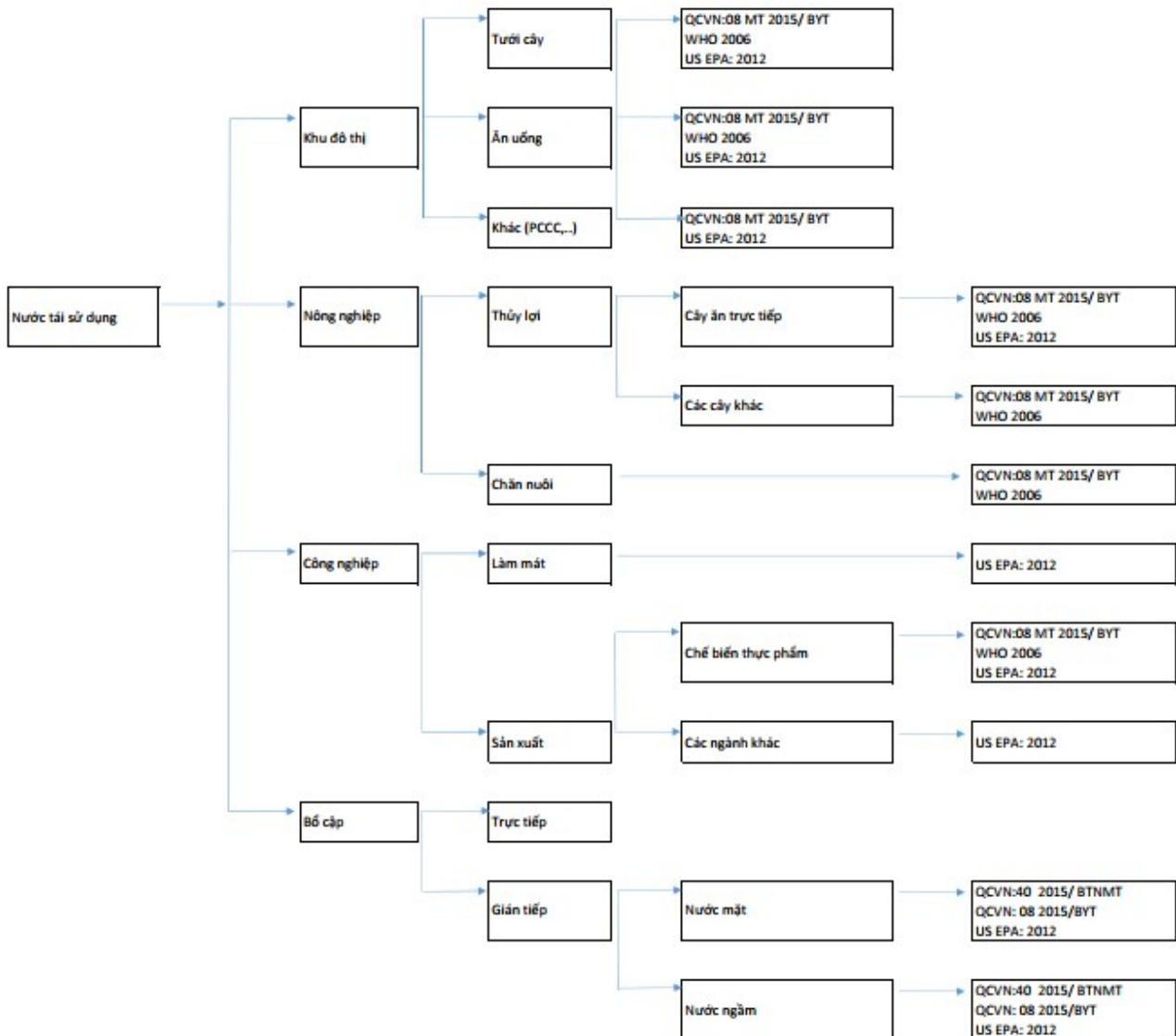
- Sự cần thiết để loại bỏ tổng chất rắn còn lại giúp việc khử trùng đạt hiệu quả cao hơn

- Sự cần thiết loại bỏ các chất dinh dưỡng còn lại sau xử lý bậc 2 để hạn chế hiện tượng phú dưỡng đối với các nguồn nước nhạy cảm

- Sự cần thiết để loại bỏ các chất vô cơ (kim loại nặng ...) và các chất hữu cơ (ví dụ MBTE, NDMA) để đạt được các tiêu chuẩn tái sử dụng cho nước bổ cập

- Sự cần thiết để loại bỏ một số chất vô cơ và hữu cơ riêng biệt để phục vụ cho các mục đích tái sử dụng trong công nghiệp.

Sơ đồ tổng hợp các mục đích tái sử dụng nước thải nhằm mục đích đạt yêu cầu chất lượng phù hợp cho các ứng dụng khác nhau được trình bày như hình 1.2b



Hình 1.2b[68]: Tổng hợp các mục đích tái sử dụng nước thải

Để loại bỏ các chất hữu cơ sau xử lý bậc 2, có thể thực hiện tiếp tục xử lý sinh học bằng các công nghệ Bardenpho, UCT, AAO, Phostrip II, MBBR, MBR-AO, SBR như trình bày ở chương 2. Ngoài ra để loại bỏ các chất không tan trong nước thải, có thể thực hiện các phương pháp sau[68]:

- (1) Lọc khô;
- (2) Lọc bề mặt;
- (3) Lọc màng;
- (4) Tuyển nổi;

- Lọc khô được ứng dụng trong xử lý nước thải để loại bỏ các chất lơ lửng cho các mục đích sau[68]::

- (1) Làm trong nước để quá trình khử trùng hiệu quả hơn

(2) Tiền xử lý cho các bước xử lý tiếp theo như hấp phụ than hoạt tính, lọc màng hoặc oxy hóa nâng cao

- (3) Loại bỏ Phốt pho kết tủa hóa học

- Lọc bề mặt được sử dụng để loại bỏ các chất rắn lơ lửng còn lại sau xử lý bậc 2, các thiết bị lọc bề mặt bằng vật liệu vải có kích thước lỗ rỗng từ 10-30 μm hoặc lớn hơn, nước sau lọc bề mặt có chất lượng tốt hơn lọc khô.

- Lọc màng là công nghệ sử dụng màng MF và UF với các kích thước lỗ rỗng từ 0.005 đến 2.0 μm . Công nghệ lọc màng có thể dùng để xử lý sinh học, loại bỏ chất không tan, chất dinh dưỡng và chất hữu cơ.

- Tuyển nổi là một quá trình tách trọng lực trong đó các bọt khí bám vào các hạt lơ lửng làm cho tỷ trọng các chất kết tụ vào bọt khí trở nên nhẹ hơn nước và nổi lên.

Để loại bỏ các thành phần hòa tan trong nước thải tái chế có thể thực hiện bằng các quá trình tách màng điều khiển bằng áp suất (NF,RO) hoặc bằng dòng điện (điện phân, điểm thẩm tách). Đối với các chất vi lượng, các phương pháp có thể áp dụng xử lý, loại bỏ trong nước tái chế là[68]::

- (1) Hấp phụ;
- (2) Trao đổi ion;
- (3) Chung cất;
- (4) Oxy hóa học

(5) Oxy hóa nâng cao

(6) Quang phân

Các phương pháp xử lý nâng cao như trên đều có thể áp dụng để loại bỏ các thành phần chất lơ lửng, chất hòa tan, chất hữu cơ và dinh dưỡng sau xử lý bậc 2.

1.1.3 Công trình lọc nước và ứng dụng trong xử lý nâng cao nước thải

Theo Metcalt& Eddy, Inc (2003) [106, 4] thì đã có khá nhiều loại công trình lọc nước với giá thể khác nhau được ứng dụng trong thực tế.

a) Công trình lọc với vật liệu lọc nặng hơn nước:

Các thông số công nghệ cơ bản của công trình lọc được giới thiệu ở bảng 1.3a sử dụng một loại vật liệu lọc và ở bảng 1.3b sử dụng nhiều loại vật liệu lọc.

Bảng 1.3a. Thông số công nghệ lọc sử dụng một loại vật liệu lọc[9, 4].

Thông số công nghệ	Giá trị		
	Đơn vị	Khoảng giá trị	Giá trị điển hình
<i>Công trình lọc chứa than đá, chiều cao lớp lọc thấp</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	300 -500	400
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	0,8 – 1,5	1,3
Độ đồng đều	-	1,3 – 1,8	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 14,4	7,2
<i>Công trình lọc chứa cát, chiều cao lớp lọc thấp</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	300 -360	330
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	0,45 – 0,65	0,45
Độ đồng đều	-	1,2 – 1,6	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 14,4	7,2
<i>Công trình lọc chứa than đá, thông dụng</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	600 -900	750
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	0,8 – 2,0	1,3
Độ đồng đều	-	1,3 – 1,8	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 14,4	7,2
<i>Công trình lọc chứa cát, thông dụng</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	500 -750	600

Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	0,4 – 0,8	0,65
Độ đồng đều	-	1,3 – 1,8	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 14,4	7,2
<i>Công trình lọc chứa than đá, chiều cao lớp lọc sâu</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	900 -2100	1500
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	2 – 14	2,7
Độ đồng đều	-	1,3 – 1,8	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 24	12
<i>Công trình lọc chứa cát, chiều cao lớp lọc sâu</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	800 -1500	1200
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	2-3	2,5
Độ đồng đều	-	1,3 – 1,8	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 24	12
<i>Công trình lọc vật liệu ODM-2F và vật liệu tương tự khác</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	900-2100	1500
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	0,8 -2	1,3
Độ đồng đều	-	-	-
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 24	12

Bảng 1.3b. Thông số công nghệ lọc sử dụng nhiều loại vật liệu lọc[9, 4].

Thông số công nghệ	Giá trị		
	Đơn vị	Khoảng giá trị	Giá trị điển hình
<i>Công trình lọc than đá và cát,</i>			
<i>1. Than đá, $p = 1,6g.cm^3$</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	360 -900	400
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	0,8 – 1,5	1,3
Độ đồng đều	-	1,3 – 1,8	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8-24-	12
<i>2. Cát, $p = 2,65g.xm^3$</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	180 -360	360
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	0,4 – 0,8	0,65

Độ đồng đều	-	1,2 – 1,6	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 24	12
<i>Công trình lọc than đá và cát với nhiều lớp lọc (3 lớp lọc)</i>			
<i>1) Than đá, lớp 1</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	240 -600	480
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	1,3 – 2,0	1,6
Độ đồng đều	-	1,3 – 1,6	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 24	12
<i>2) Than đá, lớp thứ 2</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	120 -480	240
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	1,0 – 1,6	1,1
Độ đồng đều	-	1,5 – 1,8	1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 24	12
<i>3. Cát, lớp thứ 3</i>			
Chiều cao tầng lọc	mm	240 -480	300
Kích thước hiệu dụng của vật liệu lọc	mm	0,4 - 0,8	0,5
Độ đồng đều	-	1,3 – 1,8	< 1,5
Tốc độ lọc	m ³ /m ² .h	4,8 – 24	12

b) Công trình lọc với vật liệu lọc nhẹ hơn nước (vật liệu nổi):

Các thông số công nghệ của một số công trình lọc nổi được giới thiệu ở bảng 1.4.

Bảng 1.4. Thông số công nghệ lọc nổi trong xử lý nước[52]

Tên bể lọc	Đặc tính của lớp vật liệu lọc			Chế độ lọc			Chế độ rửa lọc			
	Dạng VLL	Đường kính hạt (mm)	Chiều dày lớp lọc (m)	Hàm lượng cặn (mg/l)		Vận tốc lọc lọc (m/h)	Chu kỳ rửa lọc (h)	Cường độ rửa lọc (l/s.m ²)	Thời gian rửa lọc (phút)	Độ giãn nở (%)
Lọc nước mặt có hóa chất										
FPZ-1	1 lớp đồng nhất	1,0–1,5	1,0	100	1,5	6-7	8	12-15	3-4	40
FPZ-3	1 lớp	1,0-4,0	1,2	150	1,5	4-5	8	10-12	3-4	50

FPZ-4	đồng nhất	0,5-4,0	1,4	250	1,5	8-10	10	10-12	3-4	50
Khử sắt trong nước ngầm										
FPZ-4	1 lớp không đồng nhất	0,5-4,0	1,2	(10,0)	(0,3)	10-12	24	10-12	4-5	40
Lọc không hóa chất cấp cho sinh hoạt										
FPZ-1	1 lớp	0,5-2,0	0,8	100	1,5	0,8-1,2	8	10-12	3-4	50
FPZ-2	2 lớp	-L1:1,0-2,0 -L 2:0,5-1,0	0,7	250	1,5	1,2-1,5	8(*)	10-12	3-4	50
FPZ-4	1 lớp	0,5-3,0	1,3	500	1,5	2,0(*)	10(*)	10-12	3-4	50
Lọc không hóa chất cấp cho công nghiệp										
FPZ-4	1 lớp	0,8-1,0	1,2	500	10-15	5,0	8	15	3-4	50
Xử lý nâng cao nước thải(*)										
FPZ-4	1 lớp	0,7-0,6	1,4	20(15)	3-6 (3-5)	10	12	15	5	40
FPZ-5	1 lớp	1,0-6,0	1,6	50(15)	3-6 (3-5)	15	24	15	3	40

Ghi chú: (*) Đối với vật liệu lọc từ hạt polystyrene nghiền.

Như vậy, trong thực tế đã có khá nhiều các ứng dụng công trình lọc để khử sắt, mang gan và cặn lắng trong xử lý nước cấp; để khử chất hữu cơ, dinh dưỡng và cặn lơ lửng trong xử lý nước thải và xử lý nâng cao nước thải.

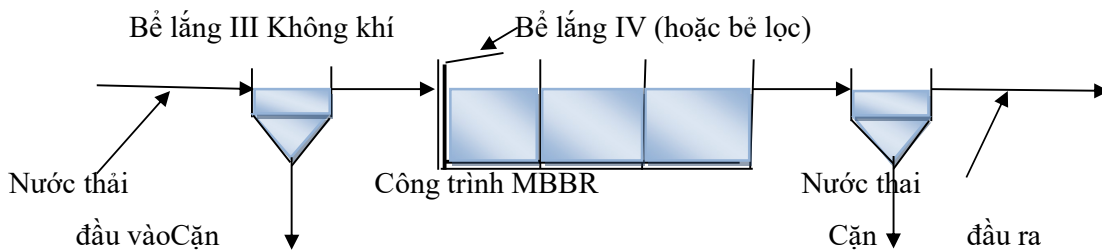
1.1.4. Công nghệ xử lý sinh học MBBR và khả năng ứng dụng trong xử lý nâng cao nước thải.

1/. Công nghệ xử lý sinh học MBBR:

a) Sơ đồ quá trình công nghệ:

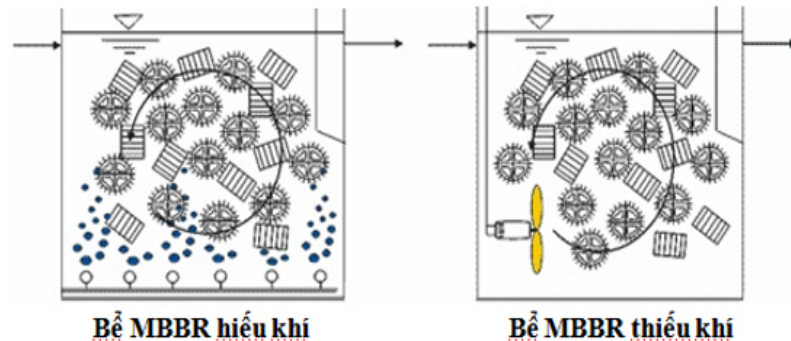
Sơ đồ công nghệ quá trình MBBR để khử BOD và ni tơ được trình bày ở hình

1.2.



Hình 1.2. Sơ đồ công nghệ lọc MBBR

Công trình MBBR ứng dụng thực tế để xử lý ni tơ trong nước thải có 2 loại: MBBR hiếu khí (Oxic) và MBBR thiếu khí (Anoxic).



Hình 1.3. Hai loại công trình lọc MBBR hiếu khí và thiếu khí được ứng dụng trong thực tế

b) Cơ chế xử lý nước thải của công nghệ xử lý sinh học MBBR

Quy trình xử lý sinh học MBBR là quy trình xử lý nước thải sinh học dính bám. Tại đó, các vi sinh vật sẽ bám vào giá thể sinh học và tận dụng các quá trình tự nhiên của tế bào hệ sinh khối để hỗ trợ phân hủy chất thải. Các thành phần thiết kế bể MBBR bao gồm như sau [120]:

- Bể phản ứng: quá trình xử lý sinh học MBBR sẽ diễn ra trong bể còn được gọi là bể phản ứng. Kích thước của bể này phụ thuộc vào nhu cầu xử lý của trạm và loại giá thể sử dụng. Bể phản ứng có thể làm việc ở điều kiện hiếu khí và thiếu khí.

- Giá thể sinh học: Trong các bể phản ứng sẽ chứa hàng ngàn mảnh vật liệu giống như những vụn nhựa nhỏ, loại vật liệu này được thiết kế để tăng tối đa diện tích bề mặt tiếp xúc giúp cho màng sinh học có thể dính bám và phát triển trên đó. Hình dạng ngoài của giá thể được mô phỏng như mật độ của nước khiến chúng có thể trộn lẫn trong dòng chất lỏng và không bị nổi hoặc chìm. Hai đặc tính chính của giá thể sinh học là diện tích bề mặt m^2/m^3 và tỷ số trống. Diện tích bề mặt m^2/m^3 của giá thể sinh học khoảng từ 350 đến 1200 m^2/m^3 một số sản phẩm có thể lên tới 5000 m^2/m^3 và tỷ lệ trống cơ bản khoảng 60% đến 90% [121].

- Hệ thống phân phối khí: Ngoài việc cung cấp oxy, hệ thống phân phối khí sẽ giúp hạt giá thể được hoạt động hiệu quả trong bể. Khí sục sẽ giúp giá thể vận động liên tục và tiếp xúc và phân hủy các chất thải có trong nước thải.

- Song chắn: Các song chắn được lắp ở vị trí cửa ra của bể phản ứng để giúp giá thể không bị trôi ra ngoài

c) *Thông số thiết kế:*

Bảng 1.5: Các thông số thiết kế công trình lọc MBBR[105]

Thông số thiết kế	Đơn vị	Ngưỡng đặc trưng
Thời gian lưu trong bể Anoxic	H	1,0-1,2
Thời gian lưu trong bể Oxic	H	3,5-4,5
Diện tích bề mặt lớp biofilm	m ² /m ³	200-250
Tải trọng BOD	Kg/m ³ .ngđ	1,0-1,4

d) *Ưu nhược điểm:*

- Ưu điểm của quá trình MBBR là kích thước của công trình nhỏ, vận hành đơn giản và không cần tuần hoàn bùn hoạt tính, xả bùn dư và kiểm soát tuổi bùn, loại bỏ được hiện tượng bùn bị phồng, thích ứng cao với sự thay đổi lưu lượng và chất lượng nước.

- Nhược điểm là tốn năng lượng, cần có lưới chắn để giữ vật liệu để không bị thất thoát.

d) *Phạm vi ứng dụng:*

Ứng dụng cho hầu hết các loại nước thải có ô nhiễm hữu cơ: Nước thải sinh hoạt, nước thải y tế, thủy hải sản, sản xuất chế biến thực phẩm, nước thải công nghiệp, dệt nhuộm v.v...

1.1.5 Công trình lọc ODM-2F và khả năng ứng dụng trong xử lý nâng cao nước thải.

Các loại công trình lọc nước giới thiệu ở mục 1.1.3 đều có thể sử dụng được để khử cặn lơ lửng và hòa tan còn lại sau xử lý bậc III. Tuy nhiên, vật liệu lọc có ảnh hưởng lớn tới quá trình và hiệu quả xử lý nước, vì vậy sử dụng loại vật liệu nào để làm giá thể lọc là vấn đề cần được quan tâm. Theo nhà sản xuất thì vật liệu lọc đa năng ODM-2F có thể thay thế đồng thời cho cả cát thạch anh, hạt xúc tác và than hoạt tính trong xử lý nước. Sau đây là những ứng dụng của loại vật liệu đa năng ODM-2F ở trong và ngoài nước.

a) *Các ứng dụng ở nước ngoài:*

Theo nguồn[51,113], vật liệu lọc đa năng ODM-2F được đưa vào ứng dụng để xử lý nước cấp và nước thải từ năm 1998 trong nhiều công trình lọc nước ở Nga, Ukraina, Uzbekistan(tại các thành phố Matxcova, Perma, Yekaterinburg, Irkustsk, Omsk...) và ở một số quốc gia khác.

b) Các ứng dụng tại Việt Nam:

Tại Việt Nam, vật liệu lọc ODM-2F được ứng dụng từ năm 2002 chủ yếu để xử lý nước cấp, các nghiên cứu ứng dụng về xử lý nước thải tuy có nhưng chưa phổ biến hoặc chưa công bố rộng rãi. Theo nguồn [52] thì vật liệu lọc ODM-2F đã có một số ứng dụng thực tế sau:

- Ứng dụng cho hệ thống cấp nước Diamond Plaza (xử lý nước ngầm)
- Ứng dụng cho hệ thống cấp nước cho “Cô gái Hà Lan” để sản xuất sữa của Công ty Dutch Lady VN, Nhà máy sữa Bình Dương
- Ứng dụng cho Khu công nghiệp Tây Bắc – Củ Chi
- Ứng dụng ở nhiều trạm xử lý cấp nước cho khu dân cư, nhiều nhất là tại khu vực Tây Nguyên như Đăk Lăk, Đăk Nông, Công Tum, Lâm Đồng...) và các tỉnh Kiên Giang, Sóc Trăng, An Giang, Bình Định và địa phương khác.
- Nghiên cứu sử dụng vật liệu lọc đa năng ODM-2F làm vật liệu hấp phụ để xử lý nước sôi Tà Vài – Hà Giang ở quy mô pilot

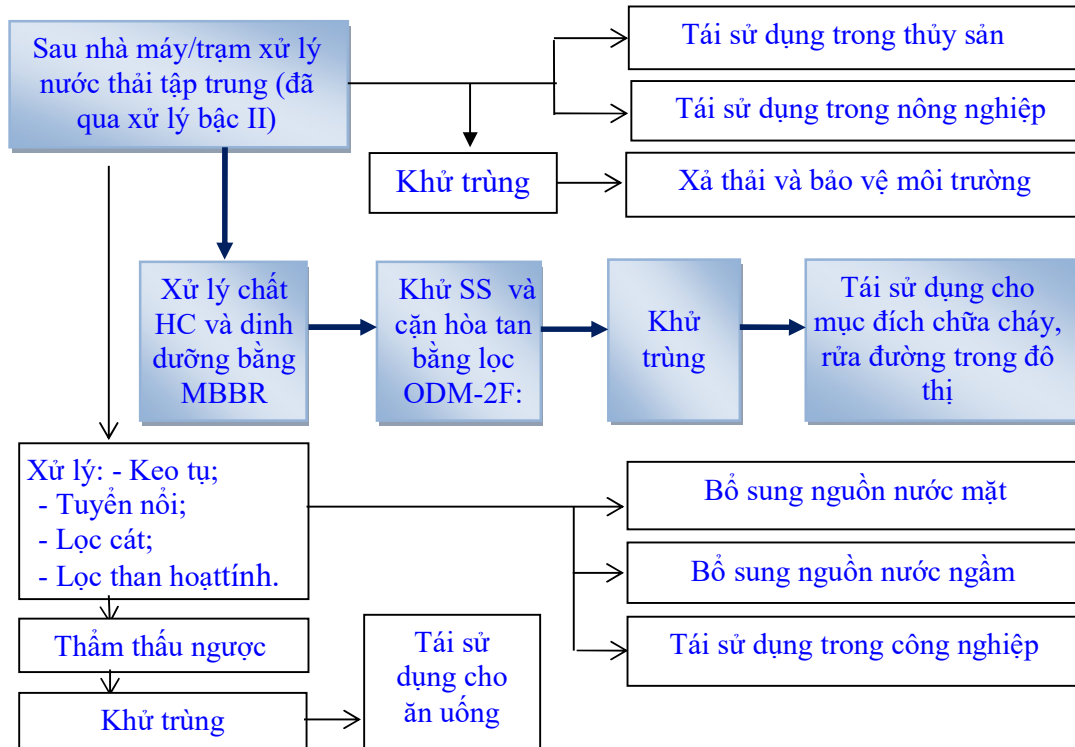
c) Nhận xét đánh giá chung:

Vật liệu lọc ODM-2F đã được ứng dụng trong các bể lọc xử lý nước cấp, nước thải và nâng cao nước thải ở nước ngoài. Tuy nhiên, tại Việt Nam loại bể lọc này chỉ mới được nghiên cứu ứng dụng trong xử lý nước cấp.

Với tính chất đa năng của hạt vật liệu lọc ODM-2F (giới thiệu tại mục mục 2.3.3),bể lọc ODM-2F có thể ứng dụng trong xử lý nâng cao nước thải để khử cặn lơ lửng còn lại sau xử lý bậc II và bậc III để đảm bảo chất lượng nước tái sử dụng trong đô thị.

1.1.6 Sơ đồ tổng thể công nghệ xử lý nâng cao nước thải theo các yêu cầu tái sử dụng.

Từ kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả trong và ngoài nước[58,79,88,100,101] về xử lý và tái sử dụng nước thải, có thể đưa ra sơ đồ tổng thể về xử lý nâng cao nước thải với mục đích tái sử dụng cấp nước như ở hình 1.4.



Hình 1.4. Sơ đồ tổng thể xử lý theo các yêu cầu tái sử dụng nước thải.

1.2 Tổng quan về tái sử dụng nước thải

1.2.1 Tổng quan về xử lý và tái sử dụng nước thải trên thế giới

1/. Tại một số nước khu vực Địa Trung Hải

Một lượng lớn các nước ở khu vực Địa Trung Hải đã trải qua việc mất cân bằng giữa nguồn cấp nước và nhu cầu dùng nước, đặc biệt vào những tháng mùa hè. Việc nghiên cứu sử dụng nước thải tái sử dụng cho tưới tiêu (thủy lợi) đã được tiến hành tại hầu hết các nước[76]. Israel là nước đi tiên phong, sau đó là Tunisia, Cyprus và Jordan... Gần đây, các nước ở Địa trung hải thuộc khu vực Châu Âu cũng bắt đầu nghiên cứu và xem xét về tái sử dụng nước thải tái sử dụng cho thủy lợi. Mặc dù việc kết hợp tưới tiêu với nước thải là một quá trình có hiệu quả (xử lý thấm qua đất với tốc độ chậm), tuy nhiên vẫn phải thực hiện một số xử lý trước đó để bảo vệ môi

trường và sức khỏe cộng đồng, như là việc tránh những mối phiền toái trong giai đoạn lưu trữ cũng như tránh tổn hại đến đất[71, 81].

a) *Tại Tunisia:* Nước thải được thu gom và xử lý chiếm khoảng 65%, được dùng để: Tái nạp nước ngầm; tưới tiêu cho các cánh rừng, tưới đường cao tốc, và lưu trữ cho vùng ngập nước; tưới sân golf; tưới tiêu trong nông nghiệp[76] (sau xử lý bậc II) để cấp cho các loại cây ăn quả, rau ăn sống cũng như ăn chín cho người và động vật.

Tại Tunisia đã có tổ chức quản lý chất lượng về tái sử dụng nước thải tái sử dụng .

b) *Tại Israel:* Tình trạng khan hiếm nước đã thúc đẩy quá trình phát triển quốc gia này với hệ thống quản lý nước. Israel đã chuyển sang bảo tồn và các nguồn nước thay thế là nguồn nước tái sử dụng từ nước thải của các thành phố để tưới tiêu cho nông nghiệp. Tất cả các hồ chứa sâu hoặc nông đều được sử dụng để chứa nước sau xử lý vào mùa đông để tưới tiêu nông nghiệp vào mùa hè. Có khoảng 200 trong số các hồ chứa nước đang vận hành với sức chứa lên đến 150 triệu m³[76]. Các hồ chứa này chứa nước mặt và nước thải sau xử lý.

Dự án gần đây và lớn nhất là dự án Dan Region - dự án xử lý nước mặt qua tầng đất và chứa nước trong tầng ngầm.

2/. *Tại một số nước khối châu Âu.*

Tại các nước Châu Âu, tái sử dụng nước thải ít được nghiên cứu và xem xét như một phần trọn vẹn trong việc quản lý vệ sinh nguồn nước [72, 81].

a) *Tại Áo:* Tại Áo việc tái sử dụng nước thải góp phần giảm ô nhiễm nguồn nước hoặc giảm giá thành khai thác nước. Bởi do ở Áo có nguyên tắc về phòng ngừa và bảo vệ nguồn nước mặt và nước ngầm rất chặt chẽ. Mục tiêu cơ bản của bảo vệ nước ở Áo là sử dụng nước có chừng mực và hạn chế các chất ô nhiễm xả vào nguồn tiếp nhận. Vì thế, quản lý ô nhiễm nguồn nước đang có nhiều ưu tiên.

b) *Tại Bỉ:* Tại Bỉ có 38% nước thải được xử lý, kế hoạch sẽ là 60% và nâng cao khả năng tái sử dụng [58,70]. Tại Bỉ đã có các văn bản pháp lý về tái sử dụng nước thải tái sử dụng cho tưới vườn cây ăn quả và nuôi trồng thủy sản.

Nước thải tái sử dụng ở Bỉ được tái sử dụng [79]:

- Cho ngành nhiệt điện và chế biến thực phẩm;

- Để hạn chế xâm nhập mặn. Ví dụ, trạm XLNT sinh hoạt Wilpen, công suất 2,5 triệu m³/năm, ứng dụng công nghệ MF-RO, trữ được 1 đến 2 tháng trong tầng nước sau đó sử dụng cho hệ thống cấp nước ăn uống và công nghiệp.

c) Tại Pháp: Pháp đã nghiên cứu xử lý và tái sử dụng nước thải cho tưới tiêu nông nghiệp từ rất sớm (gần 1 thế kỷ nay). Nhu cầu tái sử dụng nước tăng cao vào thập niên 90 bởi 2 lý do: (1) Sự phát triển của ngành nông nghiệp chuyên sâu (ví dụ trồng ngô) ở vùng Tây Nam của nước Pháp và khu vực Paris và; (2) Sự thiếu hụt nước sau hàng loạt những trận hạn hán kéo dài đã ảnh hưởng tới cả những khu vực được coi là ẩm ướt nhất (miền Tây và Tây Bắc Pháp).

Những dự án đã được nghiên cứu thực hiện bao phủ hơn 3000 ha và sử dụng rất nhiều ứng dụng cho cánh đồng ngũ cốc, vườn cây ăn quả, để trồng rừng, tưới bãi cỏ sân golf [80].

Tại Pháp có các ứng dụng xử lý nước thải để tái sử dụng cho ăn uống gián tiếp như ở Aubergencilla, khu vực của Paris, 25% nước tái sử dụng được pha loãng với nước sông Saein, sau đó được xử lý và đưa vào mạng lưới cấp nước ăn uống [58].

Hiện chương trình tái sử dụng nước thải tái sử dụng ở Pháp với mục đích: (1) Bổ sung nguồn nước ngọt bị cạn kiệt, (2) cải thiện sức khỏe cộng đồng, (3) bảo vệ môi trường, và (4) giảm tải lượng ô nhiễm tại các khu vui chơi và khu vực khai thác thủy sản dọc theo bờ biển Atlantic [58].

d) Tại Ý: Một cuộc điều tra từ các trạm xử lý ở Ý cho biết, tổng lượng nước thải đã xử lý vào khoảng 2400 triệu m³/ ngày. Nó cũng cho thấy đó là một nguồn tài nguyên tiềm năng cho tái sử dụng khoảng 60% nước thải đô thị. Thậm chí ở Ý, người ta đã từng sử dụng nước thải không xử lý tại những vùng ngoại ô của các thị trấn nhỏ. Ví dụ, “Marcite” là một trong những nơi lâu đời nhất, ở đó nước được lấy từ sông Vettabia, nơi tiếp nhận rất nhiều nước thải công nghiệp và đô thị chưa được xử lý [76].

e) Tại Na Uy: Na Uy có lượng nước dồi dào, vấn đề tái sử dụng nước thải tái sử dụng ít được quan tâm nghiên cứu. Nhưng do thuế nước cao, vài khu công nghiệp đã sử dụng quy trình tuần hoàn và tái sử dụng nước thải tái sử dụng cho làm nguội [76].

h) Tại Vương Quốc Anh: Nước thải sau khi xử lý được sử dụng cho mục đích [76]:

- Xả thải để duy trì dòng chảy và hệ sinh thái của hệ thống sông và thông qua đó để phổ cập cho nguồn cung cấp nước sinh hoạt và nguồn cung cấp nước khác, đặc biệt là các sông chính ở phía Đông Nam, bao gồm sông Thames;

- Tưới tiêu cho sân golf, công viên, các bờ cỏ ven đường, cũng như các khu vực buôn bán;

- Nuôi cá và nuôi trồng thủy sản;

- Cấp nước rửa xe máy, làm mát máy phát điện;

- Cấp nước tái sử dụng trong các hộ gia đình như dự án Waterwise (nước thải của 500 hộ dân sau khi xử lý truyền thống cho xả 70%, còn 30% được tiếp tục xử lý nâng cao và tái sử dụng cho 130 hộ dân có trang bị hệ thống tái sử dụng);

- Và ngoài ra còn có một số dự án nghiên cứu thực nghiệm về tái sử dụng lại nước xám cho dội toilet.

3/ Tại một số nước châu Mỹ - Mỹ La Tinh:

a) *Tại Mỹ:* Ở San Diego miền Nam duyên hải phía Tây nước Mỹ, cách đây khoảng hơn chục năm, người ta đã xử lý nước thải, nhưng không ứng dụng vào thực tế vì không có nhu cầu. Tuy nhiên, sau nhiều năm hạn hán đe dọa hủy diệt cá hồi và cây cối (22 triệu cây đã chết vì không có nước và vì sâu bệnh) [29], ở California người ta phải nghiên cứu cải tạo lại công nghệ xử lý nước thải để canh tác, nuôi trồng thủy sản và bây giờ tiến đến làm nước sinh hoạt. Người ta đoán rằng từ nay đến năm 2020, một phần năm dân số California sẽ sinh hoạt bằng nước thải tái sử dụng. Cư dân bang Texas cũng bị hạn hán đã dùng nước thải tái sử dụng từ việc tắm giặt, rửa chén... Hạn hán năm 2008, quận Cam đã vận hành nhà máy xử lý nước thải, mỗi ngày xử lý 378 000 m³ nước sinh hoạt. Có đến 76% người dân được thăm dò ở đây tán thành các dự án nghiên cứu xử lý và tái sử dụng nước thải, so với 23% ở thập niên 1990 [29].

Một số đối tượng và lượng nước tái sử dụng ở California và Florida dẫn ra ở bảng 1.8 (US-EPA, 2001).

Bảng 1.8. Đối tượng và lượng nước tái sử dụng tái sử dụng ở California và Florida

[58, 110]

Nước thải tái sử dụng tái sử dụng	California		Florida	
	Tr. m ³ /năm	% tổng	Tr. m ³ /năm	% tổng

Tưới tiêu nông nghiệp	397	46	131	16
Tạo cảnh quan	167	21	397	45
Sử dụng trong công nghiệp	34	5	122	15
Tái nạp nước ngầm	00	9	135	16
Ngăn xâm nhập mặn		5	-	-
Khu giải trí	32	6	-	-
Khu bảo tồn động vật hoang dã	41	4	61	7
Sản xuất năng lượng	25	1	-	-
Khác	3	3	6	1
Tổng	19	100	834	100

Lượng nước tái sử dụng dự kiến phát triển trong tương lai ở bang California dẫn ra ở bảng 1.9.

Bảng 1.9. Lượng nước tái sử dụng dự kiến phát triển tại Bang California [58, 110].

Ứng dụng	(Triệu m ³ /năm)			
	2002	2007	2010	2030
Tái sử dụng cho dịch vụ đô thị	494-629	642-913	950-1234	1875-2283
Tái sử dụng ăn uống gián tiếp	61-86	99-148	148-210	407-494
Tổng	555-715	741-1061	1098-1444	2282-2777

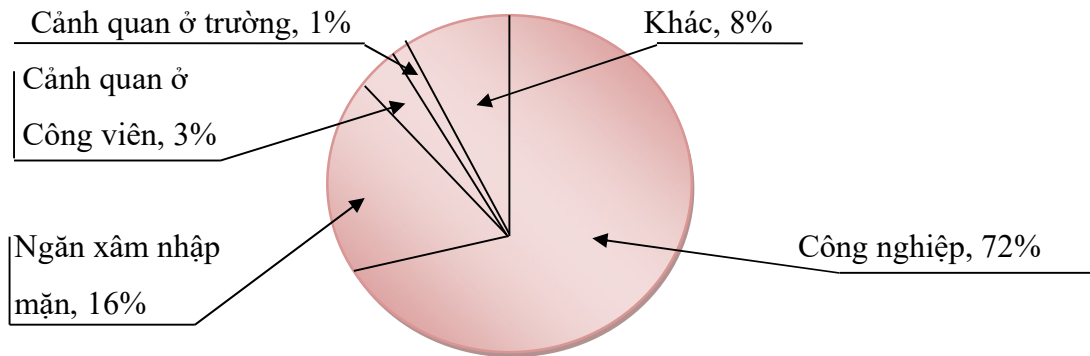
Tái sử dụng nước thải cho công nghiệp vẫn thu hút được nhiều sự quan tâm tại các khu vực có tiềm năng. Một vài trường hợp điển hình tái sử dụng nước thải trong công nghiệp giới thiệu ở bảng 1.10

Bảng 1.10. Một vài trường hợp tái sử dụng nước thải trong công nghiệp [105, 110]

Địa điểm	Công nghiệp	Biện pháp xử lý
FGlagstaff, AZ	Giát và bột giấy (khăn giấy)	Bậc cao
Palo Verde, AZ	Sản xuất điện hạt nhân	Bậc cao
Los Angeles, CA	Giấy và bột giấy (giấy báo)	Bậc cao
Los Angeles, CA	(Dệt may (nhuộm thảm)	Bậc cao
Santa Rosa, CA	Sản xuất nhiệt điện	Bậc cao
West Basin, CA	Nồi hơi áp suất cao (nước cấp)	RO

West Basin, CA	Tháp làm mát trong nhà máy lọc dầu	Bậc cao
Denver, XO	Tháp làm mát trong nhà máy nhiệt điện	Bậc cao
Pinellas County, FL	Tháp làm mát và nồi hơi (cấp nước) trong nhà máy đốt chất thải	Bậc cao, MF-RO
Harlingen, TX	Nhà máy dệt	Bậc cao

Một số đối tượng tái sử dụng nước thải ở Tây/trung tâm Basin, CA giới thiệu ở sơ đồ hình 1.5.



Hình 1.5. Các đối tượng tái sử dụng nước thải ở Tây/trung tâm Basin, CA [theo WBMWD,2006]

Tái sử dụng nước thải trong nông nghiệp thể hiện rõ nét tại Tallahassee, Florida. Tallahassee là một thành phố đầu tiên ở Florida tái sử dụng nước thải cho mục đích tưới tiêu nông nghiệp. Nước thải cho qua xử lý bậc II đạt chỉ tiêu 30 mg/l đối với BOD₅, SS và 200MNP/100ml đối với fecal coliform, sau đó dẫn đi tưới tiêu bằng hệ thống đường ống dẫn. Nông sản chủ yếu là ngũ cốc, đậu nành và cỏ Bermuda.

Tái sử dụng nước thải cho ăn uống được nghiên cứu áp dụng ở Denver, Colorado, Tampa, SanDiego và California. Tuy nhiên, tỉ lệ ủng hộ phương án ăn uống trực tiếp còn thấp. Phương án khả dĩ hơn là tái sử dụng nước thải cho ăn uống gián tiếp với quan điểm nước thải được làm sạch bổ sung khi cho qua sông hồ, hay tầng nước ngầm.

Tái sử dụng nước thải ở khu vực Yelm chủ yếu để tưới cây cho các trường học, nhà thờ, các công viên thành phố và nhà dân dọc theo đường phân phối nước. Dự án điển hình được thực hiện tại công viên Cochrane Memorial rộng 8 ha [58].

b) Tại Brazil: Tái sử dụng nước thải cho các mục đích: (1) Giải nhiệt trong công nghiệp luyện kim và cơ khí, vệ sinh nhà xưởng và tưới cây xanh trong nhà máy, khu công nghiệp; (2) rửa dội toilet, tưới rửa đường phố, rửa nhà sàn và xe máy, tạo cảnh quan đài phun và thác nước, tưới công viên cây xanh, sân vận động và công trình thể dục thể thao v.v... ở trong đô thị và khu dân cư; (3) trộn vữa xi măng, nén đất, đập bụi... trong các hoạt động xây dựng.

c) Tại Mexico: Tại Mexico trước đây thậm chí đã sử dụng nước thải chưa được xử lý để tưới nông nghiệp và hiện tại hầu như tất cả nước thải đều được thu gom và xử lý để tưới cho hơn 85 000 héc ta nông nghiệp [58] và tái sử dụng cho các mục đích dịch vụ khác. Trong đó khoảng hơn 8% cho các dịch vụ trong đô thị (hồ nước giải trí, tưới cây xanh công viên, rửa xe máy và v.v...), hơn 6% dùng để bổ sung các hồ nước vào mùa khô và khoảng 85% còn lại được vận chuyển đến thung lũng Mezquital để tưới tiêu nông nghiệp.

Có rất nhiều các dự án được thực hiện để tìm ra cách xử lý thích hợp đảm bảo cho việc khử trùng hiệu quả, nhưng vẫn giữ được chất dinh dưỡng trong nước thải để làm phân bón cho cây trồng. Dây chuyền xử lý được đề nghị bao gồm xử lý sơ bộ tăng cường (keo tụ tạo bông kết hợp với khử trùng) để tạo ra chất lượng nước thích hợp, giảm thiểu vi sinh vật gây bệnh.

Tái sử dụng nước thải đô thị cho công nghiệp cũng là chính sách phát triển khác của Mexico. Dẫn chứng là ở vùng dân cư Monterrey, một khối lượng nước thải tái sử dụng chiếm 16% tổng khối lượng nước thải đô thị được sử dụng trong các tháp làm lạnh của 15 ngành công nghiệp [58].

5/ Tại một số nước châu Á.

a) Tại Singapore: Tại Singapore tiếp nhận một lượng nước mưa lớn hàng năm nhưng vẫn bị thiếu nước ngọt. Tại đất nước này có một cơ sở hạ tầng xử lý nước thải hoàn thiện với 06 trạm xử lý nước thải bậc 2 (xử lý bằng bùn hoạt tính [58]).

Từ năm 2003, Singapore bắt đầu nghiên cứu xử lý nước thải để sử dụng cho nhiều mục đích công nghiệp, thương mại và các cao ốc văn phòng sử dụng trong các qui trình sản xuất và cho các dịch vụ như điều hòa không khí và làm lạnh. Nước thải từ các khu dân cư chảy qua một hệ thống đường ngầm dài đến nhà máy xử lý nước thải. Tại đây, nước cho qua vi lọc (microfilter) và màng lọc (membrane), sau đó chiếu

tia cực tím để khử trùng. Một phần ba lượng nước thải của 5,7 triệu dân Singapore hiện đã được xử lý. Chất lượng nước tái sử dụng đạt tiêu chuẩn nước ăn uống sinh hoạt.

Có khoảng 9 000 m³/ngđ nước tái sử dụng được xả vào hồ chứa và sau đó cho xử lý lại một lần nữa bằng các phương pháp xử lý nước truyền thống (nước tái sử dụng gián tiếp sử dụng cho mục đích ăn uống gọi là NEWater) trước khi đưa vào hệ thống nước phân phối để cấp nước sinh hoạt. Lượng nước tái sử dụng gián tiếp cấp nước cho ăn uống sinh hoạt này tăng dần hàng năm khoảng 4500 m³/ngđ, đạt giá trị 45 000m³/ngđ ở năm 2012. Hiện có 2 trạm xử lý nước NEWater đang vận hành với tổng công suất 72000m³/ngđ[58].

Nước tái sử dụng có chất lượng thấp hơn NEWater (khối lượng khoảng 90 000m³/ngđ) thông qua các qui trình xử lý như lọc cát truyền thống và khử trùng được tái sử dụng cho khu công nghiệp phía Tây Singapore.

b) Tại Nhật Bản:

Tại Nhật Bản, theo qui định thì các tòa nhà mới yêu cầu phải kết hợp với việc tái sử dụng nước. Ban đầu chương trình tái sử dụng nước dùng cho các hộ gia đình, tòa nhà thương mại, trường học, với một trạm xử lý nước thải để sử dụng vào mục đích dội rửa toilet và các mục đích không cho sinh hoạt ăn uống. Sau đó, các nhà máy xử lý nước thải đô thị và hệ thống cấp nước tái sử dụng kết hợp với nhau như là một bộ phận của hệ thống kép, cung cấp nước hiệu quả hơn và xử lý nước kinh tế hơn so với các thiết bị tái sử dụng tách riêng biệt[58].

Vào năm 1998, nước thải tái sử dụng được sử dụng ở Nhật Bản là 130 tr.m³/năm[58]. Cùng thời điểm đó, khoảng 40% nước thải tái sử dụng được phân phối trong hệ thống kép, trong đó 1/3 được dùng để dội toilet và khoảng 15% dùng để tưới cây xanh và vệ sinh nhà cửa. Có rất nhiều tòa nhà khác nhau lắp đặt sử dụng nước thải tái sử dụng trong đó trường học và văn phòng cao ốc chiếm số lượng cao nhất. Ở Tokyo, tái sử dụng nước thải trong các tòa nhà mới nhiều hơn ở các khu vực nhà ở cũ[58].

Do cách sử dụng nước truyền thống thường liên quan tới nhu cầu ở các đô thị hơn là nhu cầu trong nông nghiệp, nên tại Nhật bản, tái sử dụng nước thải trong đô thị cũng nhiều hơn trong nông nghiệp.

c) *Tại Trung Quốc:* Tại Trung Quốc, tại thành phố 3 triệu dân Taiyuan đã thực hiện một dự án môi trường 7 nhà máy xử lý nước thải bậc II được xây dựng và mở rộng công suất 900 000 m³/ngđ. Khoảng 500 000 m³/ngđ nước sau khi xử lý tại nhà máy này được tái sử dụng để tái nạp tầng nước ngầm từ các hồ Fen River. Tái sử dụng từ hệ thống các tầng nước được tái nạp chủ yếu cho các mục đích dịch vụ và công nghiệp[58].

d) *Tại Thái Lan:* Tại Thái Lan đã có nghiên cứu điển hình được thực hiện tại nhà máy sản xuất đường (công suất 22000 tấn /ngày) ở phía Đông Bắc. Công nghệ được đưa ra áp dụng gồm trao đổi ion để khử màu và một hệ thống màng lọc xử lý bổ sung gồm 3 bậc lọc MF, lọc NF và lọc RO để tái sử dụng trong nhà máy. Chất lượng nước đầu ra đạt chất lượng tương đương với nước ăn uống, được sử dụng để làm mát hoặc làm nước sản xuất[58].

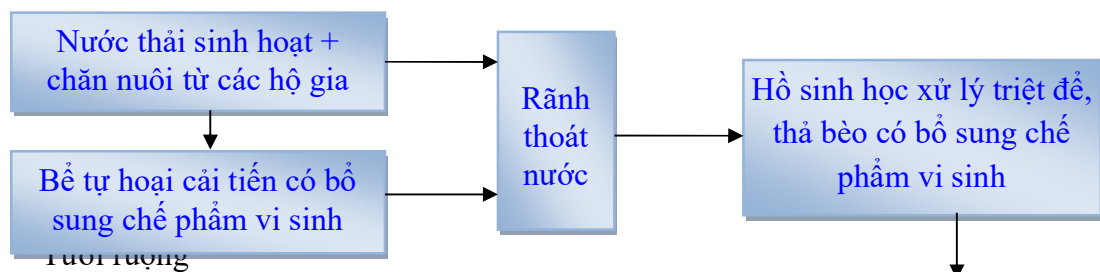
1.2.2 Tổng quan về tái sử dụng nước thải tại Việt Nam

1/. Các dự án nghiên cứu thí điểm tại Việt Nam

Ở Việt Nam đã có khá nhiều các nghiên cứu và dự án về xử lý và tái sử dụng nước thải sinh hoạt cho tưới tiêu trong nông nghiệp ở nước ta. Tuy nhiên, việc thống kê, kiểm kê, quản lý hoạt động tái sử dụng chưa được triển khai trong bất cứ ngành nghề, lĩnh vực cũng như địa phương nào ở nước ta. Mặc dù chưa có số liệu chính thức, nhưng nhiều cơ sở sản xuất thương mại, dịch vụ tại nhiều đô thị, địa phương trên toàn quốc đã có các biện pháp tái sử dụng nước thải cho nhiều mục đích khác nhau. Sau đây là một vài mô hình thí điểm.

1/. Tại thị trấn Lim, tỉnh Bắc Ninh:

Mô hình xử lý nước thải tại chỗ kết hợp xử lý tập trung giới thiệu ở hình 1.6.



Hình 1.6. Mô hình thu gom, xử lý và tái sử dụng nước thải tại chỗ[65].

Nước thải đô thị là nguồn chủ yếu gây ô nhiễm, làm giảm chất lượng nguồn nước mặt trong khu vực thị trấn Lim và ảnh hưởng xấu đến môi trường. Tại đây, người ta đã ứng dụng xử lý nước thải và tái sử dụng cho tưới tiêu nông nghiệp đạt một số kết quả đáng khích lệ.

2/. Nhà máy chế biến trung tâm (Công ty TNHH MTV Cao su Phú Riêng):

Với sáng kiến “Công nghệ xử lý nước thải cao su thiên nhiên bằng phương pháp sinh học không sử dụng hóa chất và tái sử dụng nước thải cho sản xuất” đã được áp dụng chính thức từ 01/2016 tại nhà máy Chế biến Trung tâm. Nước thải sau khi được xử lý bằng phương pháp sinh học đạt chuẩn loại A sẽ tiếp tục tái sử dụng lại được phục vụ trong các giai đoạn sản xuất.

3/. Dự án xử lý nước thải Huế, Thừa Thiên Huế:

Trạm xử lý nước thải thành phố Huế với lưu lượng vận hành trung bình 30,000 m³/ngđ và lưu lượng sử dụng cho các mục đích trong nhà máy khoảng 6000 m³/ngđ. Tại đây hệ thống nước cấp tái sử dụng phục vụ cho các mục đích tưới cây, sục rửa ống bùn, hệ thống vệ sinh thiết bị và nước cấp cho một số dây chuyền công nghệ. Để tái sử dụng nước thải, hệ thống bao gồm một trạm bơm cùng hệ thống ống riêng biệt chạy song song với hệ thống cấp nước tiện ích thành phố, hệ thống bộ lọc tự động có khả năng loại bỏ SS xuống dưới 10 mg/L. Bằng cách tận dụng lượng nước sau xử lý chi phí vận hành của trạm đã giảm xuống đáng kể.

4/. Tái sử dụng nước thải tại các vùng nông thôn mới (NTM)

Bên cạnh những lợi ích to lớn từ quá trình phát triển kinh tế, xã hội thì vấn đề ô nhiễm môi trường cũng đã, đang nảy sinh và tác động tiêu cực đến đời sống xã hội và sức khỏe của cộng đồng. Tiêu chí môi trường - với nội dung “Chất thải, nước thải được thu gom và xử lý theo quy định” thì chưa đạt được hoặc rất khó thực hiện theo chủ trương xây dựng nông thôn mới (NTM) của Đảng và Nhà nước [20, 64].

Việt Nam vốn sở hữu nguồn nước ngọt dồi dào nhưng khoảng nhiều năm trở lại đây, nước ngọt bị đe dọa nghiêm trọng khi nhiều nguồn nước bị ô nhiễm và sản xuất nông nghiệp đang phải đối mặt với việc đảm bảo nhu cầu nước tưới cho cây trồng.

Nước thải khu vực nông thôn và ngoại ô đô thị chủ yếu bị ô nhiễm bởi các chất hữu cơ và dinh dưỡng. Từ khía cạnh sản xuất nông nghiệp, nếu tưới bón nước thải sẽ

là cơ hội sử dụng nguồn dinh dưỡng “miễn phí” góp phần đạt được các mục tiêu tương ứng trong sản xuất, thu nguồn dinh dưỡng, cải thiện và tái sử dụng nước thải tái sử dụng [64]. Tất cả các mô hình xử lý nước thải do Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam nghiên cứu thực hiện đều được gắn với vấn đề tái sử dụng nước thải sau xử lý để tưới cây trồng và nuôi trồng thủy sản nhằm mục đích đem lại những lợi ích to lớn về mặt kinh tế, xã hội và môi trường.

Viện khoa học kỹ thuật Nông nghiệp Việt Nam (1994), đánh giá tác động của đô thị hóa đến sự phát triển nông nghiệp ven đô cho thấy: Huyện Thanh Trì sử dụng nước thải thành phố Hà Nội (70% nước thải sinh hoạt và 30% nước thải công nghiệp) để canh tác thì chi phí cho 1 sào lúa giảm 15-20% [64],

Tại các vùng nông thôn Việt nam nói chung và các xã điểm NTM nói riêng, đã thực hiện nhiều mô hình vệ sinh môi trường và quản lý môi trường. Thực tế là tại một số tỉnh, thành trên cả nước đã bắt đầu triển khai theo mô hình xử lý và tái sử dụng nước thải như hệ thống thu gom, xử lý và tái sử dụng nước thải thành phố Phan Rang-Tháp Chàm, tỉnh Ninh Thuận v.v... Tuy nhiên, vấn đề thu gom, xử lý và tái sử dụng nước thải ở hầu hết các địa phương vẫn còn nhiều bất cập.

1.2.3 Nhận xét đánh giá về xử lý và tái sử dụng nước thải.

1/. Trên thế giới:

- Con người từ lâu đã biết xử lý và tái sử dụng nước thải trong nông nghiệp để tăng năng suất cây trồng, đặc biệt đối với những vùng khan hiếm nước và khô hạn. Tái sử dụng nước thải hiện đang được tưới tiêu cho 20 triệu ha đất nông nghiệp ở trên thế giới.

- Các vùng khan hiếm nước ngọt như một số nước ở khu vực Địa Trung Hải, ở châu Âu, châu Mỹ, châu Á và châu Úc đã sớm nghiên cứu xử lý nước thải để tái sử dụng cho các mục đích cấp nước tái sử dụng trong đô thị.

- Xử lý và tái sử dụng nước thải cho mục đích sinh hoạt và ăn uống cũng có thể trở thành hiện thực như kinh nghiệm ở Singapore, bang California (Mỹ) và một vài nơi khác khi ở đó đã có những nghiên cứu về công nghệ xử lý và cơ chế chính sách tái sử dụng nước tái sử dụng . Đặc biệt là tỉ lệ ủng hộ cách tiếp cận này cho thấy ngày càng tăng. Đó là dấu hiệu tích cực để mở đầu cho một kỷ nguyên mới về quản lý nguồn nước tái sử dụng .

Bảng 1.11 thể hiện khối lượng nước thải tái sử dụng của một số quốc gia trên thế giới. Theo số liệu cho thấy Israel, Úc và Tunisia, tổng lượng nước tái sử dụng tương ứng cho từng quốc gia là 25%, 11% và 10% tổng nhu cầu về nước. Ở Jordan, lượng nước tái sử dụng sẽ gia tăng nhiều hơn 4 lần và tại Tây Ban Nha tăng lên ~150% vào năm 2020 để đáp ứng nhu cầu về nước ngọt. Lượng nước tái sử dụng tại Ai Cập dự kiến tăng lên 10 lần vào năm 2029. Một số quốc gia ở trung đông đang có kế hoạch gia tăng lượng nước tái sử dụng từ 50% đến 70% so với tổng nhu cầu về nước[58].

Bảng 1.11: Lượng nước thải tái sử dụng ở một số quốc gia trên thế giới[58]

Quốc gia	Tổng lượng nước sử dụng		Tổng lượng nước tái sử dụng hàng năm		Tổng % tái sử dụng nước
	Năm	Triệu m ³	Năm	Triệu m ³	
Algeria	1990	4,500	-	-	-
Bahrain	1991	239	1991	15	6%
Sypurs	1992	211	1997	23	11%
Ai Cập	1995	55,100	2000	700	1%
Iran	2001	81,000	1999	154	0,20%-
Irag	1990	42,800	-	-	-
Israrl	1995	2,000	1995	200	10%
Jordan	1993	984	1997	58	5%
Kuwait	1994	528	1997	80	15%
Kyrgyzstan	1990	11,036	1994	0,14	0%
Lebanon	1994	11,293	1997	2	0,20%
Libya	1994	4,600	1999	40	1%
Morocco	1991	11,045	1994	38	0,30%
Oman	1991	1,223	1995	26	2%
Quatar	1994	285	1994	25	9%
Saudi Arabia	1992	17,018	2000	217	1%
Syria	1993	14,410	2000	370	3%
Tajikistan	1989	12,600	-	-	-

Tunisia	1990	3,075	1998	28	1%
Turkey	1992	31,600	2000	50	0%
Turkmenistan	1989	33,800	-	-	-
U.A.Emirates	1995	2,108	1999	185	9%
Yemen	1990	2,932	2000	6	0%

2/. Tại Việt Nam:

Đã có những dự án nghiên cứu áp dụng xử lý và tái sử dụng nước thải cho nuôi trồng thủy sản và tưới tiêu nông nghiệp như ở thị trấn Lim, Bắc Ninh, tại các vùng nông thôn mới...đạt hiệu quả tăng sản lượng thu hoạch, đồng thời bảo vệ được môi trường.

Cũng đã có một số nghiên cứu ứng dụng xử lý nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước tái sử dụng trong đô thị nhưng chỉ với qui mô nhỏ, đơn lẻ và không có số liệu tổng kết.

1.3 Tình hình nghiên cứu liên quan.

1.3.1 Tình hình nghiên cứu liên quan ở nước ngoài.

Các nghiên cứu ở nước ngoài về xử lý nước thải thường chia làm nhiều bậc xử lý: Xử lý sơ bộ - Preliminary, bậc I – Primary, bậc II – Secondary, bậc III – Tertiary và bậc cao –Advanced.

Thường các nghiên cứu về xử lý bậc I, bậc II là để bảo vệ môi trường nguồn tiếp nhận hoặc có thể tái sử dụng cho tưới tiêu nông nghiệp, nuôi trồng thủy hải sản hoặc cho một số dịch vụ yêu cầu chất lượng nước không cao. Còn xử lý bậc III và bậc cao (trong luận án gọi là xử lý nâng cao) là xử lý bổ sung nước thải sau trạm XLTT với chất lượng cao hơn để tái sử dụng trong đô thị.

Một số nghiên cứu được liệt kê như sau:

1/. Nghiên cứu nước tái sử dụng tại Mỹ.

a) Nghiên cứu nước tái sử dụng cho nông nghiệp California [80]

Mục tiêu nghiên cứu: Ứng dụng nước tái sử dụng cho nông nghiệp và tưới tiêu cảnh quan.

Kết quả đạt được: Bằng việc sử dụng nước thải tái sử dụng, ít nhất 20 loại cây lương thực khác nhau đã được phát triển, bao gồm các loại rau ăn được không cần nấu như: rau diếp cá, cần tây và đậu. 11 loại cây, đặc biệt là cỏ và cây thức ăn cho động

vật, cũng như là các thảo dược. Tưới tiêu cảnh quan được dùng để tưới cỏ, bao gồm 125 sân gôn và nhiều công viên, trường học. Ngoài ra nước thải tái sử dụng còn được dùng trong các văn phòng và tòa nhà thương mại để dội toilet.

b) Nghiên cứu nước tái sử dụng cho nước uống gián tiếp tại Singapore [80]

Mục tiêu nghiên cứu: Xử lý nước thải để tái sử dụng cho cấp nước ăn uống gián tiếp.

Kết quả đạt được: Dự án sử dụng thiết kế với công nghệ màng RO 2 lần kết hợp với tia UV. Bộ lọc màng và công nghệ tia UV đã được thử nghiệm trong 2 năm cho tính ổn định và độ tin cậy và được đánh giá bởi SAMP. Tại đó, các thông số cơ học, hóa học và sinh học được hệ thống đánh giá tự động để xác định sự phù hợp khi cân nhắc nó như một nguồn nước mới có thể sử dụng để sinh hoạt. Có khoảng hơn 22,000 mẫu nước đã được phân tích theo tiêu chuẩn U.S. EPA dành cho nước uống.

1.3.2 Tình hình nghiên cứu liên quan ở trong nước.

Xử lý nước thải cũng thường được chia làm nhiều bậc tương ứng như ở nước ngoài. Một số nghiên cứu được liệt kê và đánh giá như sau:

1/. Nghiên cứu xử lý nước thải để bảo vệ môi trường.

Đã có một số nghiên cứu xử lý nước thải để bảo vệ môi trường:

a) Nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ AA/O với vật liệu đệm [1].

Mục tiêu nghiên cứu: Ứng dụng công nghệ AA/O kết hợp lớp vật liệu đệm để xử lý nước thải sinh hoạt có hàm lượng chất hữu cơ cao.

Kết quả đạt được: Công nghệ AA/O với sợi vật liệu đệm ở trong nghiên cứu này là quá trình mang bản chất sinh trưởng bám dính bao gồm các giai đoạn kỵ khí (Anaerobic) nối tiếp thiếu khí (Anoxic) và hiếu khí (Oxic). Đây là quá trình khác biệt so với quá trình AA/O với hệ bùn hoạt tính truyền thống, đó là sinh khối phát triển và dính bám vào bề mặt chất mang. Việc ứng dụng công nghệ AA/O với sợi vật liệu đệm trong xử lý nước thải sinh hoạt là điểm mới của nghiên cứu.

a) Nghiên cứu ứng dụng công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt bằng phương pháp giá thể sinh học di động (MBBR)[8].

Mục đích nghiên cứu đánh giá hiệu quả xử lý chất hữu cơ và dinh dưỡng trong nước thải sinh hoạt bằng sự kết hợp giữa công nghệ sinh học thiếu khí và hiếu khí có

sử dụng giá thể di động K3 ở các tải trọng khác nhau cùng với quá trình tuần hoàn nước thải khác nhau.

b) Nghiên cứu đánh giá khả năng xử lý nước thải sinh hoạt bằng chế phẩm vi sinh[41].

Mích đích nghiên cứu: - Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng chế phẩm vi sinh; - So sánh hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng chế phẩm vi sinh và các kết quả nghiên cứu đi trước; - Đề xuất giải pháp nhằm kết hợp các phương pháp khác với chế phẩm vi sinh.

c) Nghiên cứu ứng dụng công nghệ lọc sinh học cải tiến xử lý nước thải tại Bệnh viện Điều dưỡng - Phục hồi chức năng thành phố Đà Nẵng[31].

Sử dụng Ejector thu khí đảm bảo cho sự khuếch tán oxy vào lớp VLL tốt hơn. Ngoài ra, loại vật liệu đệm dạng cầu sử dụng làm giá thể cho quá trình lọc sinh học cũng lần đầu được bố trí đưa vào. Đây chính là những điểm mới của đề tài, giúp nâng cao hiệu quả xử lý của toàn hệ thống..

d) Nghiên cứu ứng dụng công nghệ màng để xử lý nước thải sinh hoạt trên kênh tiêu hờ ở các vùng đô thị[30].

Đơn vị thực hiện: Trung tâm Nghiên cứu Môi trường và Xử lý nước thải - Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam

a) Nghiên cứu ứng dụng công nghệ màng để xử lý nước thải sinh hoạt trên kênh tiêu hờ ở vùng đô thị khu du lịch Long Hải – Bà Rịa Vũng Tàu và; Đề xuất triển khai ứng dụng công nghệ trong điều kiện Việt Nam.

2/. Nghiên cứu xử lý nước thải để tái sử dụng.

a) Hợp tác nghiên cứu để phát triển các giải pháp xử lý nước thải đô thị nhằm tái sử dụng cho mục đích nông nghiệp[19].

Đã tiến hành nghiên cứu và đưa ra mô hình thí nghiệm cho kết quả khả quan. Mô hình điểm được xây dựng tại thôn Lũng Giang - thị trấn Lim. Nước thải sau xử lý được dùng để tưới ruộng, đạt kết quả khả quan. Dưới đây là một số kết quả chính của đề tài:

- Mô hình thoát nước: Xử lý nước thải phân tán kết hợp xử lý tập trung theo thôn với công suất nhỏ (phù hợp với điều kiện địa phương).

- Công nghệ xử lý nước thải: Xử lý sinh học (các bể xử lý sinh học) kết hợp với hồ sinh học (phù hợp với tính chất nước thải sinh hoạt và chăn nuôi trong khu vực, đồng thời cũng phù hợp với điều kiện tự nhiên và kinh tế của thôn Lũng Giang).

- Hiệu quả xử lý: Đạt được khá tốt, hàm lượng các chất ô nhiễm đều giảm đáng kể: hàm lượng COD giảm từ 81-85%; BOD₅ giảm từ 76-80%; hàm lượng cặn lơ lửng giảm từ 74-76%; NH₄⁺ giảm từ 95-97%;

- Tái sử dụng nước thải sau khi qua hệ thống xử lý: Được tận dụng để tưới ruộng. Kết quả thu được cho năng suất lúa cao gấp 1.1 lần so với ruộng lúa tưới nước thường. Ngoài ra, tái sử dụng nước thải tái sử dụng để tưới nông nghiệp đã thu lại chất dinh dưỡng N, P₂O₅, K₂O... để cung cấp cho cây trồng và bồi trả 1 phần lượng chất dinh dưỡng cho đất mà cây đã lấy đi trong quá trình sinh trưởng và phát triển.

b) Một số nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc ngầm trồng cây.

Một số đề tài nghiên cứu khoa học về xử lý nước thải sinh hoạt bằng bãi lọc ngầm trồng cây dòng chảy ngang đã được nghiên cứu và triển khai ứng dụng nhiều nơi tại Việt Nam. Ví dụ: (1) Tại Hà Nội: Thị trấn Xuân Mai; Thôn Lai Xá, Xã Kim Chung, Hoài Đức (2006-2007); Làng Hữu nghị, Hội chiến binh Việt Nam, Xuân Phương, Từ Liêm (2008); (2) Tại Bắc Cạn: Thị trấn Chợ Rã, thị trấn Chợ Mới; (3) Tại Cao Bằng: Thị xã Nước Hai; Bản Lác, xã Chiềng Châu, Mai Châu; (4) Tại Thái Bình: Thôn Quang Thịnh, xã Nam Thịnh, Tiền Hải; (5) Tại Hưng Yên: Thôn Đồng La, thị trấn Yên Mỹ, huyện Yên Mỹ...

c) Các nghiên cứu khác.

Thực tế cũng đã có các nghiên cứu xử lý nước thải để tái sử dụng cho các dịch vụ trong đô thị để tưới cây, rửa xe, tạo ẩm, tạo cảnh quan môi trường, đài phun nước và dịch vụ xây dựng v.v... Tuy nhiên vì không có các thông tin về kết quả nghiên cứu cũng như thực trạng ứng dụng, cho nên tác giả không có các nhận xét đánh giá.

Ngoài ra còn có nhiều các đề tài khoa học, luận văn, luận án được thực hiện tại các trường học và viện nghiên cứu, nhưng ít liên quan hơn nên cũng không giới thiệu tại đây.

1.3.3 Nhận xét đánh giá về tình hình nghiên cứu liên quan.

- Các nghiên cứu ở nước ngoài được thực hiện theo bậc xử lý (bậc I, bậc II, bậc III và bậc cao) để có những ứng dụng phù hợp với các mục đích: (1) Xử thải và bảo vệ

môi trường nguồn tiếp nhận, (2)tái sử dụng cho tưới tiêu nông nghiệp, (3)tái sử dụng cho nuôi trồng thủy sản, (4)tái sử dụng làm nguội máy móc thiết bị và cấp nước tuần hoàn trong công nghiệp, (5)bổ sung cho nguồn nước mặt và nước ngầm, (6)tái sử dụng trong công tác đầm nén đất và xây dựng, và (7)tái sử dụng cho mục đích cấp nước tái sử dụng trong đô thị.

- Các nghiên cứu ở trong nước chủ yếu tập trung xử lý nước thải cho mục đích bảo vệ môi trường và tưới tiêu nông nghiệp. Xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng trong đô thị chỉ mới dừng lại ở việc ứng dụng với qui mô đơn lẻ công trình hoặc cụm dân cư nhỏ theo yêu cầu chủ quan từ các nhà đầu tư và người sử dụng, chưa có những nghiên cứu đầy đủ để định hướng tái sử dụng cho mục đích cấp nước tái sử dụng trong đô thị và cho các mục đích rửa đường, chữa cháy, tưới cây.

Công nghệ xử lý sinh học để khử chất hữu cơ và dinh dưỡng được định hướng trong luận án là công trình lọc giá thể sinh học di động (MBBR) – là công trình với nhiều ưu điểm nổi trội đã được biết đến thông qua các các nghiên cứu và tài liệu hiện hành ở trong và ngoài nước [40, 51].

Công nghệ xử lý cơ lý để khử cặn lơ lửng được định hướng trong luận án là các công trình lắng và lọc khác nhau. Đối với công trình lọc đã sử dụng nhiều vật liệu lọc như cát thạch anh, than hoạt tính, diatomite, màng lọc, vật liệu nổi và v.v.... với cấu trúc hạt, tính năng kỹ thuật phù hợp để xử lý nước cấp và nước thải. Vật liệu ODM – 2F là một loại như vậy, có xuất xứ từ Nga, đặc tính là chất hấp phụ có khả năng hấp thụ với nhiều đặc tính khác như kết hợp được nhiều công đoạn xử lý xúc tác, tạo bông và lọc cặn trong cùng một thiết bị [51, 113].

1.4 Kết luận chương 1.

1. Tổng quan về xử lý nâng cao nước thải cho thấy:

- Khả năng ứng dụng công nghệ kết hợp xử lý bậc III để khử chất hữu cơ và dinh dưỡng (định hướng là công trình lọc MBBR) và xử lý bậc cao để khử cặn lơ lửng và hòa tan (định hướng là công trình lọc ODM-2F) nhằm đảm bảo chất lượng nước thải tái sử dụng sử dụng cho mục đích rửa đường, chữa cháy, tưới cây trong đô thị;

- Vật liệu lọc ODM-2F có nhiều ưu điểm đã được ứng dụng hiệu quả trong xử lý nước cấp và nước thải ở trong và ngoài nước, nó có thể ứng dụng để khử cặn lơ lửng và hòa tan trong xử lý nâng cao nước thải.

2. Con người từ lâu đã biết xử lý và tái sử dụng nước thải cho các mục đích: Tưới tiêu nông nghiệp để tăng năng suất cây trồng, đặc biệt đối với những vùng thiếu nước và khô hạn; nuôi trồng thủy hải sản; cấp nước tuần hoàn trong công nghiệp; và cấp nước tái sử dụng trong đô thị v.v...

3. Tỷ lệ tái sử dụng nước thải tái sử dụng ở trên thế giới đang tăng nhanh Ví dụ, tại Jordan dự kiến tăng gấp 4 lần vào năm 2020, tại Ai Cập tăng gấp 10 lần vào năm 2029 so với hiện tại.

Tại Việt Nam, vấn đề cũng đã được quan tâm. Đặc biệt là các mô hình xử lý nước thải do Viện Khoa học Thủy lợi thực hiện đều gắn với việc tái sử dụng cho tưới tiêu nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Tuy nhiên, chỉ có 1 lượng rất ít các dự án và đề tài nghiên cứu có qui mô nhỏ về xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng trong đô thị.

4. Từ tổng quan về hiện trạng xử lý, tái sử dụng nước thải và tình hình nghiên cứu liên quan có thể rút ra những nội dung và định hướng nghiên cứu của luận án như sau:

- Tổng quan về xử lý nâng cao, giải pháp tái sử dụng nước thải và các vấn đề nghiên cứu liên quan.
- Xây dựng cơ sở lý thuyết: (1) Kế thừa công nghệ xử lý nâng cao nước thải; (2) Xác định các thông số/chỉ tiêu công nghệ của quá trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải;
- Nghiên cứu thực nghiệm mô hình lọc ODM-2F;
- Xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F để loại bỏ chất lơ lửng trong xử lý nâng cao nước thải;
- Ứng dụng kết quả nghiên cứu cho khu đô thị điển hình.

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ KHOA HỌC VỀ XỬ LÝ VÀ CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NÂNG CAO NƯỚC THẢI ĐỂ TÁI SỬ DỤNG TRONG ĐÔ THỊ

2.1. Chất lượng nước thải.

2.1.1 Chất lượng nước thải trước xử lý nâng cao.

Theo số liệu khảo sát chất lượng nước thải đầu ra của các nhà máy/trạm xử lý nước tháitại: (1)TP Hà Nội như Kim Liên, Trúc Bạch, Thăng Long và Yên Sở; (2)TP Bắc Giang như Bắc Giang; (3)TP Đồng Hới như Hòa Cường, Phú Lộc và Sơn Trà; (4)TP Qui Nhơn-Bình Định.v[13] ...cho thấy: Chất lượng nước thải sau xử lý với công nghệ sinh học bùn hoạt tính hoặc lọc sinh học dính bám đều có thể đạt tiêu chuẩn xả thải loại A và loại B theo QCVN 14:2008/BTNMT.

Với kết quả khảo sát này, cho phép giả thiết trong luận án về chất lượng nước thải trước xử lý nâng cao (hay nước thải sau trạm xử lý tập trung) tính đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đạt yêu cầu như ở bảng 2.1.

Bảng 2.1. Nồng độ các chất ô nhiễm cơ bản trong nước thải trước xử lý nâng cao đạt loại A hoặc ít nhất là loại B theo QCVN 14:2008/BTNMT.

Các chất gây ô nhiễm	Nồng độ		Đơn vị
	Loại A	Loại B	
Độ pH	6 đến 8	5 đến 9	-
Nhu cầu oxy sinh hóa, BOD ₅	≤30	≤ 50	mg/l
Nhu cầu oxy hóa học COD	≤50	≤100	mg/l
Tổng chất rắn hòa tan	≤ 1000	≤3000	mg/l
Các chất rắn lơ lửng, SS	≤50	≤100	mg/l
NH ₄ ⁺	≤5	≤10	mg/l
Kjeldahl Nitrogen, TKN	≤10	≤ 40	mg/l
Phốt pho	≤ 4	≤ 6	mg/l

Ghi chú:

- Loại A bắt buộc đối với các trạm/nhà máy XLNT xây mới hoặc cải tạo nâng cao công suất và chất lượng nước loại B hoặc A đối với các trạm cũ tính đến năm 2050.

2.1.2 Chất lượng nước thải sau xử lý nâng cao.

Để tái sử dụng trong đô thị, nước thải sau khi đã được xử lý bậc II tại trạm XLNTTT cần tiếp tục xử lý nâng cao để đạt ngưỡng giá trị thành phần chất lượng nước cho các dịch vụ trong đô thị, bảng 2.2a là đề xuất chất lượng nước thải đã xử lý đối với tưới khu đô thị không hạn chế tiếp cận theo *TCVN 12180-2:2017: Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 2: Xây dựng dự án*[54].

Bảng 2.2a. Bảng tiêu chuẩn chất lượng nước thải tái sử dụng trong đô thị[54]

Phân loại	Loại nước thải đã xử lý	BOD		TSS		Độ đục		Khuẩn đường ruột coli chịu nhiệt		Giun tròn tuyến ruột		Tiềm năng áp dụng không có các giải pháp ngăn chặn	Khả năng xử lý tương ứng
		mgL		mgL		NTU		no./100ml		Egg L			
		Trung bình	Tối đa	Trung bình	Tối đa	Trung bình	Tối đa	95%	Tối đa	Trung bình	Tối đa		
A	Nước thải đã xử lý có chất lượng rất cao	≤ 5 mg/L	10 mg/L	≤ 5 mg/L	10 mg/L	≤ 2	5	≤ 10 hoặc dưới ngưỡng phát hiện	100	-	-	Tưới khu đô thị không hạn chế tiếp cận và tưới nông nghiệp cho cây trồng dùng làm thực phẩm ăn sống	Xử lý bậc hai, lọc tiếp xúc hoặc lọc màng và khử trùng

Cũng theo hướng dẫn tái sử dụng nước 2012 của cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (EPA) [123] chỉ dẫn đối với nước tái sử dụng được đề xuất như sau:

Phân loại tái sử dụng và mô tả	Xử lý	Chất lượng nước tái sử dụng	Tần suất theo dõi chỉ tiêu	Khoảng cách an toàn
Tái sử dụng đô thị				
<u>Không hạn chế</u> Nước tái sử dụng đối với các mục đích không sinh hoạt nơi không bị hạn chế tiếp xúc	- Xử lý bậc 2 - Lọc - Khử trùng	pH = 6.0 – 9.0 ≤ 10 mg/l BOD ≤ 2 NTU Coliform: 0 Mpn/100ml 1 mg/l Clo dư	pH-Hàng tuần BOD-Hàng tuần Độ đục-liên tục Coliform-hàng ngày	15m xung quanh nguồn nước sạch

<u>Hạn chế</u> Nước tái sử dụng nước đổi với các mục đích không sinh hoạt tại nơi hạn chế tiếp xúc đối với cộng đồng	- Xử lý bậc 2 - Khử trùng	pH = 6.0 – 9.0 ≤ 30 mg/l BOD ≤ 30 mg/l TSS Coliform: ≤ 200 Mpn/100ml 1 mg/l Clo dư	pH-Hàng tuần BOD-Hàng tuần TSS-Hàng ngày Coliform-hàng ngày Clo dư-liên tục	90m xung quanh nguồn nước sạch 30m đối với khu tiếp cận
---	------------------------------	---	--	--

Bên cạnh đó, một vài chỉ tiêu riêng đối với nước thải tái sử dụng dùng cho các mục đích trong đô thị ngoài bổ cập nước ngầm và dùng cho sinh hoạt được nhận định chung như sau [123], đối với chất lơ lửng trong nước cần phải được giảm đến mức tối thiểu 5mg/l đối với hàm lượng trung bình tháng và không quá 10 mg/l đối với hàm lượng tối đa trong ngày. Nồng độ BOD từ 5 mg/l đến 30 mg/l, độ đục từ 2-5 NTU

Bảng 2.2b. Chỉ tiêu chất lượng nước cho một số dịch vụ trong đô thị[53]

TT	Các chỉ tiêu thành phần	Các dịch vụ				
		Phun rửa tạo ẩm	Rửa đường	Tưới cây	Rửa xe	Thi công xây dựng
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	pH	6,0 ÷ 9,0				
2	Màu/độ (thang màu cobalt) ≤	30				
3	Mùi hôi	Không Khoái cảm				
4	Độ đục (NTU) ≤	5	10	10	5	20
5	Tổng chất rắn hòa tan, mg/l ≤	1500	1500	1000	1000	-
6	BOD ₅ , mg/l ≤	10	15	20	10	15
7	SS, mg/l ≤	10	15	10	10	-

8	NH ₄ -N, mg/l ≤	10	10	20	10	20
9	Chất hoạt tính bề mặt ion âm, mg/l ≤	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0
10	Sắt, mg/l ≤	0,3	-	-	0,3	-
11	Mangan, mg/l ≤	0,1	-	-	0,1	-
12	Oxy hòa tan, mg/l ≤	1.0				
13	Tổng clo dư, mg/l	Sau 30 phút tiếp xúc ≥ 1,0, đoạn cuối mạng ống ≥ 0,2				

Như vậy, từ các nhận định trên cho thấy, chất lượng nước sử dụng cho các dịch vụ trong đô thị dao động trong khoảng: pH = 5 ÷ 9; Độ đục ≤ 5 ÷ 20; tổng chất rắn hòa tan ≤ 1000 ÷ 1500 mg/l; BOD₅ < 30 mg/l; SS = 5 ÷ 15 mg/l; NH₄-N = 10 ÷ 20 mg/l

Ngoài ra kết hợp với chỉ tiêu chất lượng nước trong đô thị như ở bảng 2.2b, luận án kiến nghị chất lượng nước tái sử dụng cho các mục đích rửa đường, chữa cháy, tưới cây sẽ như sau: pH= 6 ÷ 8; độ đục ≤ 5 NTU; BOD₅ ≤ 10 mg/l; SS ≤ 10 mg/l; NH₄-N ≤ 3 mg/l; PO₄³⁻ ≤ 2 mg/l và giảm mùi hôi.

2.2 Cơ sở lý thuyết khử chất bản hữu cơ, chất dinh dưỡng và cặn lơ lửng

2.2.1 Lý thuyết khử chất bản hữu cơ và dinh dưỡng

Chất nhiễm bản hữu cơ và dinh dưỡng chứa trong nước thải là các chất thải mà vi khuẩn có thể sử dụng để phát triển. Các nguyên tố của chất nhiễm bản hữu cơ và dinh dưỡng bao gồm

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

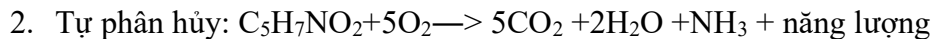
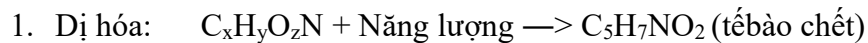
Nhìn chung các nguyên tố của chất nhiễm bản đều có đủ trong hầu hết mọi loại nước thải. Tuy nhiên, để một nguồn nước thải có thể xử lý sinh học, nó phải có các đặc tính thích hợp như nhiệt độ, độ pH và không có các sản phẩm độc hại hoặc sản phẩm ức chế vi sinh.

1/. Xử lý khử BOD.

Loại bỏ BOD là loại bỏ các chất nhiễm bẩn hữu cơ liên kết cacbon. Loại bỏ BOD nước thải thường nhờ đến sự hoạt động và tăng trưởng của các vi sinh vật để thực hiện quá trình oxy hóa –khử[24,26]. Tồn tại 2 quá trình xử lý loại bỏ BOD là quá trình hiếu khí, sử dụng vi sinh vật ưa hoạt động trong môi trường có oxy (vi sinh vật hiếu khí) để oxy hóa chất hữu cơ để bị oxy hóa và quá trình kỵ khí, sử dụng vi sinh vật ưa hoạt động trong môi trường không có oxy (vi sinh vật kỵ khí) để phân hủy chất hữu cơ.

a) Quá trình hiếu khí:

Quá trình chuyển hóa chất hữu cơ được biểu diễn theo phương trình phản ứng sau đây: 1. Đồng hóa: $C_xH_yO_zN + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + NH_4 + \text{năng lượng}$



$$113 \quad 160$$

$$1. \quad 1,42$$

Từ phương trình phản ứng thấy: Nếu tất cả các tế bào bị oxy hóa hoàn toàn thì lượng COD của tế bào bằng 1,42 nồng độ của nó.

Để oxy hóa các chất hữu cơ theo 3 phương trình phản ứng hóa học nêu trên, các vi sinh vật cần có oxy và vi sinh vật chỉ có thể sử dụng oxy ở dạng hòa tan[24,26]. Để cung cấp oxy, thường tiến hành sục khí để khuếch tán không khí thành các bọt nhỏ phân tán đều trong khối nước thải.

b) Quá trình kỵ khí:

Quá trình kỵ khí để phân hủy các chất hữu cơ, vô cơ trong nước thải và bùn cặn xảy ra khi trong nước thải không có oxy tự do. Thường sử dụng phương pháp này để lên men, ổn định bùn cặn trong các bể mê tan, UASB... và nước thải công nghiệp có nồng độ BOD, COD cao.

Quá trình chuyển hóa chất hữu cơ xảy ra theo 3 bước: Trước tiên vi sinh vật tự nhiên có trong nước thải thủy phân các chất hữu cơ phức tạp và các lipid thành các chất hữu cơ có trọng lượng riêng nhẹ như Monosacarit, Amino axit để tạo nguồn thức ăn và năng lượng cho các vi sinh vật hoạt động. Sau đó các vi sinh vật (vi khuẩn) tạo men axit (nhóm axit focmic) biến đổi các chất hữu cơ đơn giản thành các axit hữu cơ. Giai đoạn này gọi là lên men axit. Cuối cùng các vi khuẩn tạo men mê tan (nhóm mê

tan formic) chuyển hóa hydro và các axit được tạo thành ở giai đoạn tạo men axit thành khí mê tan và cacbonic. Vai trò quan trọng của nhóm vi khuẩn mê tan formic là tiêu thụ hydro và axit axetic, chúng tăng trưởng rất chậm và quá trình được thực hiện để giải phóng khí mê tan và cacbonic thoát ra ngoài[24,26].

Có hai giải pháp xử lý với vi sinh vật: *Ở trạng thái lơ lửng tự do trong nước thải và ở trạng thái dính bám cố định trên giá thể lọc sinh học.*

Ở trạng thái lơ lửng tự do trong nước thải: Các vi sinh vật hoạt động phát triển một cách phân tán dưới dạng kết bông ngay trong lòng chất lỏng cần xử lý như giải pháp hiếu khí bùn hoạt tính, giải pháp xử lý sinh học trong điều kiện tự nhiên hoặc giải pháp kỵ khí tiếp xúc ở nền bùn[24].

Ở trạng thái cố định trên giá thể lọc sinh học: Các vi sinh vật hoạt động có khả năng sản sinh ra exopolymers cho phép cố định chúng vào các vật thể khác để tạo ra một màng vi sinh vật[24,26]. Giống như vi sinh vật ở trạng thái lơ lửng tự do trong nước thải, vi sinh vật ở trạng thái cố định trên giá thể cũng có thể hoạt động được trong điều kiện hiếu khí và kỵ khí.

Các yếu tố như nồng độ (vi sinh, chất nền, oxy), sự xáo trộn, nhiệt độ và thời gian lưu thủy... đều có những tác động đến động học phản ứng, thậm chí làm cho một số vi sinh vật phát triển trội hơn một số vi sinh vật khác.

Trong các giải pháp sinh học, kết quả đều có một lượng vi sinh vật được sinh ra quá mức, cần được thu gom, xử lý và tái sử dụng[26].

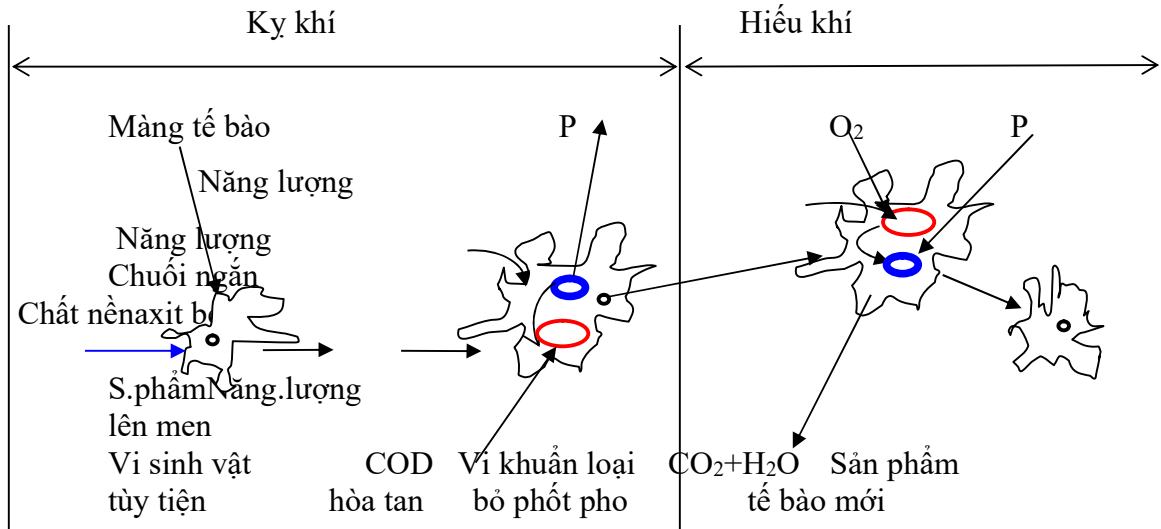
2/. Xử lý khử Phốt pho (PO_4^{3-}).



Hệ thống sinh học thường lấy phốt pho từ dung dịch nước thải để tổng hợp sinh khối trong quá trình oxy hóa BOD. Phốt pho là yêu cầu cần thiết cho quá trình trao đổi năng lượng nội bào để tạo ra tế bào mới[82, 87].

Cơ chế loại bỏ phốt pho sinh học được tóm tắt như ở hình 2.1.

Trong vùng kỵ khí, Acetate và những axit béo chuỗi ngắn (các sản phẩm lên men) được tạo ra bằng các phản ứng trung gian mà điển hình là chất tổng hợp β hydroxybutyrate (PHB). Trong hấp thụ kỵ khí, các chất hữu cơ hòa tan tạo ra các sản phẩm lưu giữ nội bào và vi sinh vật trong trường hợp đó bị tiêu hao năng lượng thông qua sự phân hóa các liên kết phốt pho trong lưu trữ chuỗi dài poly vô cơ. Quá trình

này giải phóng orthophosphate hòa tan vào dung dịch nước thải. Như vậy, việc loại bỏ BOD và sự giải phóng phốt pho xảy ra đồng thời trong vùng kỵ khí.



Hình 2.1 Cơ chế loại bỏ phốt pho dư thừa (COD – nhu cầu oxy hóa học, PHB – poly- β -hydroxybutyrate)[87],  - PHB,  - Nguồn Các bon

Trong vùng hiếu khí (giai đoạn hiếu khí), các orthophosphate hòa tan hấp thụ oxy để tái tổng hợp polyphosphate nội bào. Kèm theo sự tổng hợp này, các PHB đã lưu trữ trước đó được oxy hóa hiếu khí tạo thành CO_2 , nước và các tế bào mới. Tốc độ và mức giảm phốt pho trong vùng kỵ khí liên quan tới chủng loại và số lượng chất nền hòa tan sẵn có để hấp thụ và cất giữ PHB. Trong đó, axit béo trọng lượng phân tử thấp là chất nền được ưa thích. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng trong điều kiện kỵ khí, để giảm và cất giữ 1 mg phốt pho/l cần một lượng 2 mg/l acetate như là nhu cầu oxy hóa học (COD)[91]. Tốc độ thực tế của sự hấp thụ COD để phân hủy sinh học (BOD) và tốc độ giảm phốt pho trong vùng kỵ khí với nước thải đô thị là phản ứng bậc nhất đối với BOD[116]. Quá trình này phụ thuộc vào thành phần axit bay hơi của BOD và được kiểm soát bởi tốc độ chuyển đổi BOD thành axit béo bay hơi. Sự bổ sung acetate đối với vùng kỵ khí sẽ làm tăng tốc độ loại bỏ phốt pho và nó trở thành phản ứng bậc không đối với các Acetate[116]. Loại bỏ phốt pho thường không xảy ra ở nhiệt độ quá thấp[86,104].

Hiệu suất loại bỏ phốt pho bằng sinh học ở vùng hiếu khí đạt giá trị trung bình xấp xỉ $2,0 \div 2,5$ mg PO₄-P/100 mg COD đầu vào.

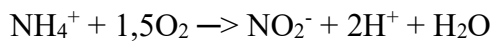
3/. Xử lý khử Ni tơ (NH₄⁺).

Xử lý ni tơ bằng sinh học là quá trình hai giai đoạn (hai bước) nitrat hóa trong môi trường hiếu khí theo sau là khử nitrat trong môi trường thiếu khí.

a) Quá trình nitrat hóa.

Phản ứng thực hiện theo hai bước:

Bước 1: NH₄⁺ bị oxy hóa biến thành NO₂⁻ do tác dụng của vi khuẩn nitrit:



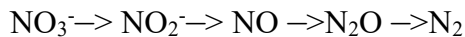
Bước 2: Oxy hóa NO₂⁻ thành NO₃⁻ do tác dụng của vi khuẩn nitrat:



Người ra đã tính được: Khi chuyển hóa 1 mg NH₄ cần tiêu thụ 3,97 mg O₂, sản sinh 0,31 mg tế bào mới, 7,01 mg kiềm và tiêu thụ 0,16 mg CO₂[24,26]).

b) Quá trình khử nitrat.

Dựa vào sự tồn tại và hoạt động của vi khuẩn dị dưỡng và một số vi khuẩn tự dưỡng Nitrosomonas có thể tiến hành khử nitrat. Các phản ứng cơ sở khử nitrat để tạo thành khí ni tơ xảy ra như sau:



Bước khử nitrat thì khó đạt hiệu quả hơn so với bước nitrat hóa vì nó yêu cầu tồn tại cả nguồn các bon để phân hủy và cả nitrat. Khử nitrat có thể đạt được trong ba cách tổng thể sau[26]:

(1) Cấp nguồn các bon ngoại sinh như là Metanol hoặc Acetate vào vùng kỵ khí;

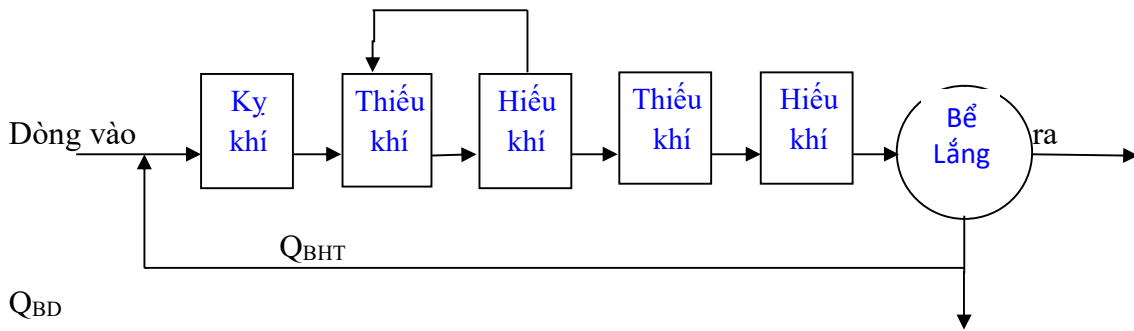
(2) Sử dụng BOD như là nhân tố các bon phân hủy (a) tuần hoàn một khối lượng lớn dòng nitrat hóa trở lại vùng thiếu khí (b) Đổi hướng một phần dòng nước thô hoặc nước thải sau lắng sơ cấp tới vùng nitrat hóa; hoặc

(3) Sử dụng sự hiện diện của các bon nội sinh trong khối tế bào như nguồn các bon để phân hủy.

2.2.2 Công nghệ xử lý sinh học để khử chất hữu cơ và dinh dưỡng

1/. Công nghệ Bardenpho:

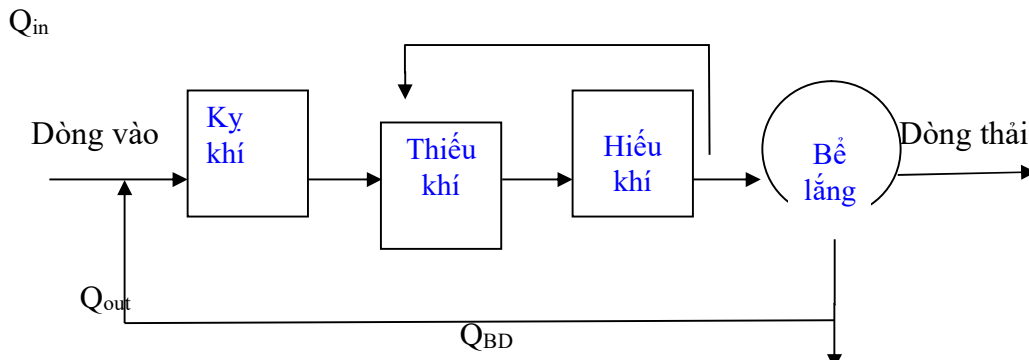
Công nghệ Bardenpho gồm các giai đoạn kỵ khí, thiếu khí và hiếu khí để loại bỏ cả ni tơ, phốt pho và các bon. Tồn tại hai công nghệ Bardenpho: (1) Bardenpho 4 giai đoạn và (2) Bardenpho sửa đổi (hình 2.2) 5 giai đoạn (thêm giai đoạn kỵ khí trước các giai đoạn thiếu khí và hiếu khí để loại bỏ phốt pho sinh học). Quá trình Bardenpho sửa đổi giảm phốt pho nhỏ hơn 1 mg/l và tổng ni tơ nhỏ hơn 5 mg/l.



Hình 2.2: Sơ đồ quá trình Bardenpho sửa đổi([26,87])

(BHT- bùn hoạt tính , BD- bùn dư)

2/. Công nghệ AA/O.



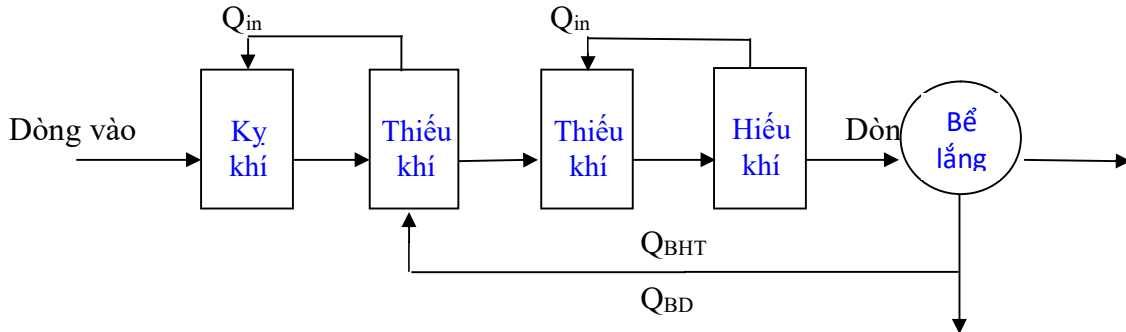
Hình 2.3: Sơ đồ công nghệ AA/O[26,87]

Quá trình AA/O (hình 2.3) gồm ba giai đoạn điển hình là kỵ khí, thiếu khí và hiếu khí. Dung dịch bùn hoạt tính phát sinh ở cuối giai đoạn nitrat hóa (hiếu khí) tuần hoàn lại cho giai đoạn thiếu khí để khử nitrat. Bùn hoạt tính từ bể lắng II cho tuần hoàn lại giai đoạn kỵ khí để giải phóng ni tơ trong nước thải. Hiệu suất của quá trình AA/O cũng gần tương tự như đối với quá trình Bardenpho sửa đổi.

3/. Công nghệ Đại học Cape Town (UCT):

Ở quá trình UCT (hình 3.4), bùn hoạt tính từ bể lắng II cho tuần hoàn về bể thiếu khí thứ nhất, còn dung dịch bùn hoạt tính từ bể hiếu khí cho tuần hoàn trở lại bể thiếu khí thứ hai. Hỗn hợp bùn từ bể thiếu khí thứ nhất thì cho tuần hoàn lại bể kỵ khí.

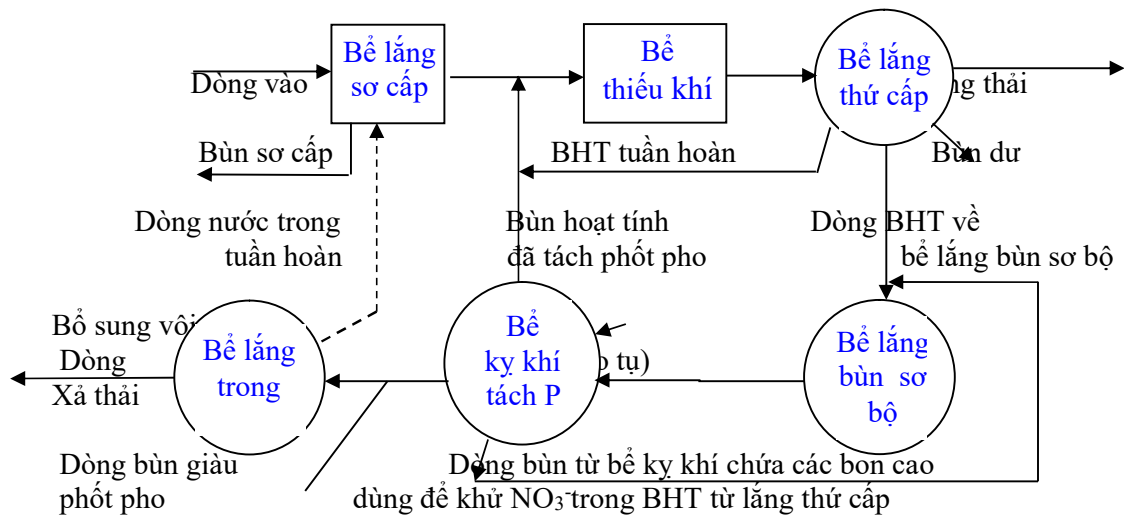
Mục đích của các quá trình tuần hoàn như vậy là nhằm giảm tối đa lượng nitrat còn lại ở vùng kỵ khí. Bởi vì sự biến đổi bên trong có thể được kiểm soát để duy trì nitrat bằng “0” ở trong nước thải từ bể phản ứng thiếu khí, bằng cách đảm bảo là không có nitrat trở lại vùng kỵ khí.



Hình 2.4: Sơ đồ công nghệ UCT (BHT- bùn hoạt tính tuần hoàn; BD- bùn dư)[26,87],

4/. Công nghệ Phostrip II.

Công nghệ này, có thể đạt được sự loại bỏ kết hợp ni tơ và phốt pho tới mức thấp hơn 1,0 mg/l tổng phốt pho và 5 mg/l tổng ni tơ. Công nghệ bao gồm một vùng thiếu khí trong quá trình. (hình 2.5).



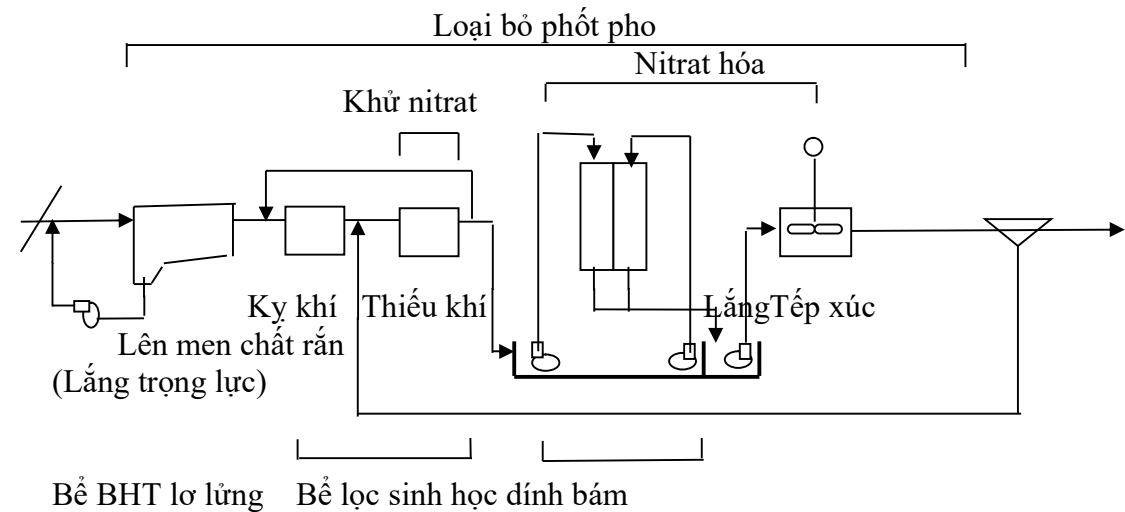
Hình 2.5: Sơ đồ công nghệ PhoStrip II (BHT- bùn hoạt tính)[26,87]

Quá trình khử nitrat trong công nghệ Phostrip II nhờ có bổ sung một bể lắng bùn sơ bộ ở trước bể kỵ khí (bể lắng bùn chứa phốt pho) để tăng cường thời gian lưu trong bể kỵ khí và cung cấp các phản ứng giải phóng phốt pho. Bể lắng bùn sơ bộ tiếp nhận BHT từ bể lắng thứ cấp chứa sản phẩm nitrat của quá trình nitrat hóa. Tuần hoàn BHT

từ bể kỵ khí có nồng độ BOD hoà tan cao để dùng làm nguồn các bon cho quá trình khử nitrat. Thời gian lưu thủy của bể lắng bùn sơ bộ xấp xỉ bằng 2 giờ. Hiệu suất khử nitrat đạt trên 70% đã được quan sát trong các quy trình vận hành [92].

5/. Công nghệ lọc sinh học – Bùn hoạt tính (hình 2.6).

Công nghệ lọc sinh học – Bùn hoạt tính (FGR-SGR) kết hợp một hoặc nhiều bể lọc với các bể bùn hoạt tính để loại bỏ BOD, phốt pho, nitrat hóa và khử nitrat. Sơ đồ của quá trình FGR – SGR giới thiệu ở hình 2.6.



Hình 2.6: Sơ đồ công nghệ kết hợp lọc sinh học và bùn hoạt tính (FGR – SGR) [26,87]

6/. Công nghệ bùn hoạt tính hoạt động theo mẻ cải tiến (công nghệ C-Tech).

Công nghệ C – Tech đã từng bước được áp dụng tại Việt Nam. Hiệu quả xử lý chất hữu cơ dễ phân huỷ sinh học cao. Có khả năng xử lý nitơ và phốt pho nên cũng tăng khả năng tái sử dụng nước thải cho mục đích khác nhau. Yêu cầu diện tích sử dụng đất nhỏ, không cần sử dụng bể lắng đợt II. Công nghệ C-Tech là một dạng cải tiến của công nghệ SBR với đặc điểm là nước thải được xáo trộn cùng với bùn hoạt tính ngay cả trong quá trình làm đầy nước, tạo điều kiện cho quá trình phân huỷ nitơ, phốt pho và sau đó là khử BOD hiệu quả hơn.

Công nghệ C-Tech có cấu tạo như bể SBR nhưng có thêm ngăn Selector ở đầu để xáo trộn sơ bộ nước thải với bùn hoạt tính trước khi cùng vào ngăn phản ứng.

Bảng 2.3: Nguyên tắc của quá trình hoạt động của công nghệ C-Tech [26])

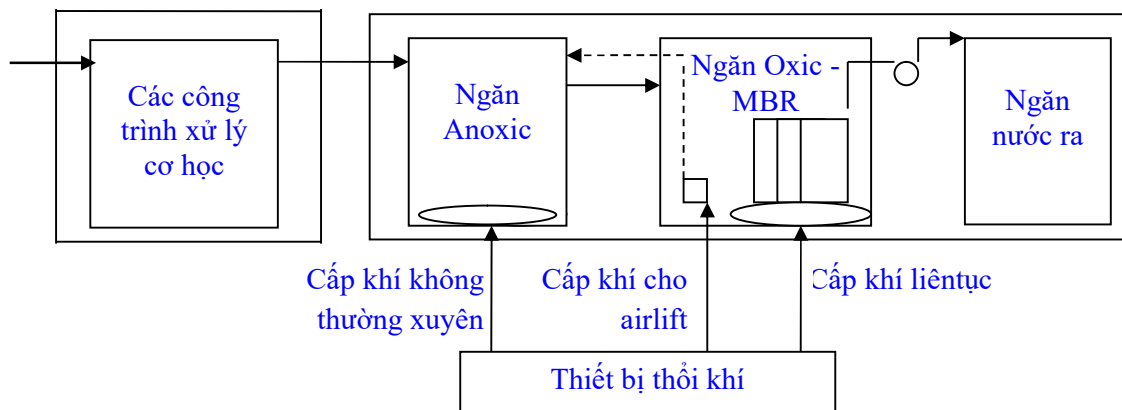
Tỉ lệ % của		Quá trình	Mục đích	Chế độ cấp khí
25-100	10-20	Làm đầy	Bổ sung	Đóng hoặc mở ở cuối gian

			chất nền	đoạn
100	40-50	Sục khí	Bổ sung chất nền	Mở
100	14-20	Lắng	Lắng	Đóng
100-35	15-20	Tháo nước	Tháo cạn nước	Đóng

7/. Công nghệ AO kết hợp MBR.

Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý sinh học AO-MBR giới thiệu ở hình 2.7.

Hiện đang có xu hướng sử dụng rộng rãi công nghệ MBR để xử lý các loại nước thải. Công nghệ MBR là sự kết hợp giữa hai quá trình cơ bản trong một công trình: (1) Phân huỷ sinh học chất hữu cơ và (2) tách sinh khối bằng màng vi lọc (micro-filter membrane). Do đó MBR có thể thay thế công nghệ bùn hoạt tính truyền thống và bể lắng (hoặc bể lọc) bằng một hệ thống dây chuyền đơn giản hơn trong xây dựng và vận hành. Công nghệ MBR hiệu quả trong việc loại bỏ chất hữu cơ, các kim loại nặng và vi khuẩn, phù hợp để xử lý nhiều loại nước thải khác nhau như nước thải sinh hoạt, bệnh viện, công nghiệp, nước rỉ rác... Chất lượng nước sau xử lý tốt và ổn định, hiệu quả lọc cặn bản và vi khuẩn cao.



Hình 2.7: Sơ đồ công nghệ AO-MBR[26]

2.2.3 Các vật liệu lọc nước, vật liệu lọc đa năng ODM-2F và giá thể sinh học di động.

1/. Vật liệu lọc nước:

Vật liệu lọc nước sẽ giúp loại bỏ các tạp chất có trong nguồn nước như Fe, Mn, As, SS, BOD và v v... mang lại nguồn nước trong hơn và sạch hơn cho người sử dụng.

dụng. Ngoài ra, nếu sử dụng đúng loại vật liệu lọc phù hợp với nguồn nước, chúng sẽ còn giúp loại bỏ các độc tố gây hại và những chất hữu cơ còn tồn dư trong nước, đảm bảo sức khoẻ cho người sử dụng và bảo vệ môi trường.

Vật liệu lọc nước thường là than hoạt tính, cát thạch anh, hạt nâng PH, hạt nhựa trao đổi ion, hạt xốp, sỏi lọc nước, các màng lọc v.v...[21]. Những vật liệu này có thể sẽ giúp cải tạo nguồn nước, lọc sạch nước triệt để hơn. Đồng thời, giúp nâng cao độ pH, oxi hoá nguồn nước trước khi đưa đi sử dụng. Thành phần, tính chất và tính năng kỹ thuật của các loại vật liệu lọc nước cấp và nước thải được đánh giá như sau:

- *Than hoạt tính*: Than hoạt tính là một dạng carbon được xử lý hoạt hóa ở nhiệt độ hơi nước 900 – 1000⁰C ở môi trường yếm khí, tạo ra một các bon có cấu trúc mao mạch lớn làm tăng diện tích bề mặt tiếp xúc, khối lượng riêng thấp, có tác dụng khử màu, mùi, chất hữu cơ, độc tố. Có hai dạng, dạng vô định hình (bột) và dạng tinh thể.

○ Than hoạt tính dạng tinh thể có tác dụng khử chất thải rắn trong nước, làm sạch không khí

○ Than hoạt tính dạng bột có kích thước hạt <0,74mm hàm lượng các bon chiếm hơn 85%. Có tác dụng khử màu, mùi, chất hữu cơ, chất độc.

Than hoạt tính có thành phần hóa học cơ bản sản xuất từ nguyên liệu là các loại than hoa (than gỗ, than tre, than gáo dừa ...) bằng cách hoạt hóa chúng bởi các tác nhân hóa lý.

- *Than antraxit*: Dạng hạt màu đen, khô rời, góc cạnh và có tác dụng loại bỏ tạp chất lơ lửng trong nước. Thành phần hóa học cơ bản: Các bon 92-98%.

- *Cát thạch anh*: Dạng hạt, có tác dụng loại bỏ cặn từ nguồn nước cấp và nước thải. Các thành phần cơ bản của cát là: SiO₂ ~ 99.4%, Al₂O₃ ~ 0.1%, Fe₂O₃ < 0.1%, Na₂O ~ 0.1%

- *Cát Mangan*: Dạng hạt, màu nâu đen, cứng, khô rời, có góc cạnh, có tác dụng làm chất xúc tác khử sắt và mangan. Thành phần hóa học cơ bản: Cát bọc KMnO₄

- *Hạt nâng pH*: Dạng hạt màu trắng sữa, cứng, khô rời, có góc cạnh, kích thước 1,5 – 2,5mm, có tác dụng làm nâng độ pH của nước. Thành phần hóa học cơ bản: $\text{CaCO}_3 > 90\%$.

- *Hạt nhựa trao đổi ion*: Dạng hạt, có tác dụng khử cứng, amoni và các cation khác. Thành phần hóa học cơ bản: Gốc Na^+

- *Hạt xốp (cốt liệu lọc nổi)*: dạng hình cầu, màu trắng, nhẹ hơn nước, có tác dụng lọc cặn lơ lửng, hoặc làm giá thể sinh học xử lý nước thải. Thành phần hóa học cơ bản: Loại hạt polystyrene với nhãn mác khác nhau, rỗng dạng hạt, polyurethane nghiền, propylene bọt, nylon, fluoropolyme.

- *Sỏi đỡ*: Dạng hạt cục, có tác dụng làm lớp đáy bể lọc. Thành phần hóa học cơ bản: Sỏi đá tự nhiên.

- *Vật liệu lọc đa năng ODM-2F*: Dạng hạt, sắc cạnh, có tác dụng khử mangan, arsen, ổn định pH, khử kim loại nặng, dầu mỡ, chất hữu cơ, hợp chất nitơ và các độc tố khác trong nuôi trồng thủy sản. Thành phần hóa học cơ bản: Thành phần chính là diatomit, zeolit và bentonit với tỉ lệ $\text{SiO}_2 \leq 84\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 3,2\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} = 8\%$ [51,113].

- *Vật liệu lọc ODM-3F*: Dạng hạt, có tác dụng tương tự như ODM-2F, đặc biệt có tác dụng khử sắt cao. Thành phần hóa học cơ bản: Thành phần chính là diatomit, zeolit và bentonit được hoạt hóa ở nhiệt độ cao.

- *Màng lọc MBR*: Thường là dạng sợi rỗng đường kính mao dẫn 450 μm , đường kính khe mao 0,01 – 0,2 μm và dạng tấm nhúng chìm, có tác dụng kết hợp hai quá trình phân hủy sinh học chất hữu cơ và tách sinh khối. Thành phần hóa học cơ bản là Polypropylene.

- *Vật liệu giá thể sinh học di động- MBBR*: làm bằng vật liệu tổng hợp, nhẹ hơn nước, có tác dụng lọc cặn lơ lửng và làm giá thể sinh học trong xử lý nước thải.

Trên cơ sở giới thiệu và đánh giá về thành phần tính chất cũng như tính năng kỹ thuật của các vật liệu lọc nước, có thể nhận thấy mỗi loại vật liệu lọc có những ưu nhược điểm khác nhau. Chúng có thể được sử dụng như một vật liệu lọc độc lập (ví dụ vật liệu lọc đa năng ODM-2F) hoặc kết hợp một vài loại khác nhau (như cát thạch anh, hạt xúc tác và than hoạt tính) để tăng hiệu quả xử lý lọc cặn và khử mùi...

2/. *Vật liệu lọc nổi làm giá thể MBBR*:

Hiện có nhiều loại giá thể lọc sinh học di động thông dụng, ví dụ:



Hình 2.8. Các loại giá thể lọc sinh học di động (MBBR)[77]

1. Dạng viên xe; b) Dạng viên xe PE-04; c) Dạng cầu D100; d) Dạng sợi (AFBR);
e) Dạng cầu D50; f) Dạng cầu 150

Tất cả các giá thể có tỷ trọng nhẹ hơn so với tỷ trọng của nước, tuy nhiên mỗi loại giá thể có tỷ trọng khác nhau. Điều kiện quan trọng nhất của quá trình xử lý này là mật độ giá thể trong công trình, để giá thể có thể chuyển động lơ lửng ở trong công trình thì mật độ giá thể phải chiếm từ $25 \div 50\%$ thể tích bể và tối đa không lớn hơn 67% . Trong mỗi quá trình xử lý bằng màng sinh học thì sự khuếch tán của chất dinh dưỡng (chất ô nhiễm) ở trong và ngoài lớp màng là yếu tố đóng vai trò quan trọng trong quá trình xử lý, vì vậy chiều dày hiệu quả của lớp màng cũng là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý.

a) *Tính chất của giá thể lọc sinh học di động (MBBR):*

- Đặc trưng tính kỵ nước và khả năng bám dính sinh học cao.
- Chất lượng màng sinh học tốt, khó rơi ra khỏi vật liệu.

- Xử lý tốt nitơ, photpho trong nước thải với hiệu quả đạt: $\text{NH}_3\text{-N}$: $98 \div 99\%$;
 Tổng Nitơ: $80 \div 85\%$; Tổng Photpho: $70 \div 75\%$.

- Chiếm khoảng không gian ít.
- Không bị nghẹt bùn trong khoảng thời gian dài hoạt động.
- Hiệu quả xử lý cao hơn $30 \div 50\%$ so với quá trình bùn hoạt tính.
- Có thể thả trực tiếp trong bể hiếu khí, thiếu khí.
- Tuổi thọ cao, không bị hao mòn.
- Sử dụng cho tất cả các loại công trình có hình dạng khác nhau.

b) Ưu điểm của công nghệ:

- Hệ vi sinh bền: Các giá thể vi sinh tạo cho màng sinh học một môi trường bảo vệ, do đó, hệ vi sinh xử lý dễ phục hồi.

- Mật độ vi sinh cao: So với bể thổi khí thông thường, mật độ vi sinh xử lý trong mỗi đơn vị thể tích cao hơn, do đó thể tích bể xử lý nhỏ mà hiệu quả xử lý chất hữu cơ vẫn cao.

- Chủng vi sinh đặc trưng: Các nhóm vi sinh khác nhau phát triển giữa các lớp màng vi sinh, điều này giúp cho các lớp màng sinh học phát triển theo xu hướng tập trung vào các chất hữu cơ chuyên biệt.

- Tiết kiệm năng lượng.
- Dễ vận hành, dễ dàng nâng cấp.

- Tải trọng cao, biến động ô nhiễm lớn: Khả năng phát triển của màng sinh học theo tải trọng tăng dần của chất hữu cơ làm cho công trình MBBR có thể vận hành ở tải trọng cao và biến động lớn. Hiệu suất xử lý BOD lên đến 90%.

- Dễ kiểm soát hệ thống: Có thể bổ sung giá thể Biofilm tương ứng với tải trọng ô nhiễm và lưu lượng nước thải.

- Tiết kiệm diện tích: Giảm 30-40% thể tích bể so với công nghệ bùn hoạt tính lơ lửng và có thể kết hợp với nhiều công nghệ xử lý khác.

3/. Vật liệu lọc đa năng ODM-2F.

a) Giới thiệu chung[51,113]:

- Sản phẩm sản xuất tại Nga, được Cơ quan quản lý bằng sáng chế và thương hiệu của Cộng hòa Liên bang Nga cấp bằng sáng chế số 2141375, ngày 15/12/1998.

- Có thể ứng dụng để thay thế đồng thời cả cát thạch anh, hạt xúc tác và than hoạt tính trong quy trình công nghệ lọc nước cấp và nước thải. Sản phẩm được chứng nhận an toàn cho sử dụng cấp nước sinh hoạt và ăn uống.



Vật liệu học đa năng ODM-2F

b) Đặc tính kỹ thuật (bảng 2.4).

Bảng 2.4. Đặc tính kỹ thuật của vật liệu lọc ODM-2F)[69,51]

Các chỉ tiêu/thông số vật liệu	Đơn vị đo lường	Trị số
Kích thước hạt	mm	0,8-2,0
Tỉ trọng	kg/m ³	650
Diện tích bề mặt	m ² /g	120 – 180
Độ xốp	%	70
Dung lượng hấp thụ	g/g	1,2
Độ ngậm nước	%	90 – 95%
Độ bền cơ học	%	0,85
Tính chịu màu	%	0,22%
Tính chịu nghiền	%	0,0
Tính chịu nhiệt	°C	1400
Khả năng hút dầu mỡ	mg/g	90
Khả năng trao đổi ion với: Cr, Ni và các kim loại nặng khác	mg-eq/g	1,2
Khả năng trao đổi ion với CaO, MgO	mg/g	950

Đặc trưng của vật liệu lọc đa năng ODM-2F là ứng dụng để làm sạch nước khỏi các chất hữu cơ hòa tan thông qua quá trình hấp phụ. Hấp phụ là quá trình xảy ra khi một chất khí hay chất lỏng bị hút trên bề mặt một chất rắn xốp hoặc là sự gia

tăng nồng độ của chất này trên bề mặt chất khác. Chất có bề mặt, trên đó xảy ra sự hấp phụ gọi là chất hấp phụ, còn chất được tích lũy trên bề mặt gọi là chất bị hấp phụ. Trong một trường hợp, chất bị hấp phụ có thể đi xuyên qua lớp bề mặt và đi vào thể tích của chất hấp phụ. Hiện tượng đó gọi là sự hấp thụ [67].

Chất ô nhiễm hòa tan ở bề mặt phân cắt giữa pha lỏng và rắn, chủ yếu sẽ chịu tác dụng của 2 lực:

- Lực tác dụng tương hỗ của các phân tử chất tan với các phân tử dung môi
- Lực tác dụng tương hỗ của các phân tử chất tan với các phân tử của vật liệu hấp phụ

Do được tạo nên bởi tập hợp hạt có độ xốp khá lớn (> 70%). Cấu trúc đa dạng với diện tích bề mặt lớn 120 – 180 m²/g, dung lượng hấp phụ khoảng 1,2 – 1,3 g/g, vật liệu ODM – 2F có khả năng lưu trữ một lượng khá lớn chất khí và chất lỏng do đó phù hợp để giảm lượng cặn lơ lửng, lượng nitơ, phốt phát ... và một số kim loại nặng trong nước.

Tuy nhiên cơ chế hấp phụ và hấp thụ ít được sử dụng rộng rãi đối với xử lý nước thải sinh hoạt đô thị [106]. Cơ chế này sẽ chỉ phù hợp để giảm tải một phần các chất độc tố, chất hữu cơ hòa tan, kim loại nặng và các chất ô nhiễm tồn tại dưới dạng ion

Nhìn chung quá trình hấp phụ của lớp vật liệu lọc được đánh giá là một ứng dụng quan trọng trong việc loại bỏ chất hữu cơ, kim loại nặng, chất ô nhiễm dạng ion khỏi nước. Do đó việc nghiên cứu sử dụng loại vật liệu có tính thương mại cao, chi phí thấp có thể thay thế cho nhiều loại vật liệu đồng thời để xử lý là cần thiết.

c) Ưu điểm.

- Tăng độ an toàn cho chất lượng nước sau xử lý.
- Vận hành đơn giản.
- Giá cả thấp hơn nhiều so với các loại chất hấp phụ khác.
- Có thể thay thế các loại vật liệu lọc đang được sử dụng mà không cần thay đổi cấu trúc bể lọc.

- Vận tốc lọc: 5-20 m/h. Có thể sử dụng trong các bể lọc hở hoặc bể lọc áp lực. Hướng lọc từ trên xuống.

- Hạt ODM-2F không cần hoàn nguyên (ngoại trừ quy trình khử Flo). Sau một thời gian sử dụng khoảng 3-5 năm (tùy theo chất lượng nước nguồn và yêu cầu xử lý) cần thay mới hạt lọc.

- Rửa lọc định kỳ bằng quy trình rửa ngược. Cường độ nước rửa để đảm bảo độ giãn nở của lớp vật liệu lọc đạt 30% là 10 -15l/s.m². Thời gian rửa lọc 15-20 phút. Lượng nước rửa lọc thấp hơn các loại vật liệu khác và không cần sục gió, tiết kiệm được điện năng.

d) Nhược điểm.

- Quá trình sinh học diễn ra sẽ dẫn đến sản sinh bùn, nhanh tắc nghẽn
- Đòi hỏi quan sát chế độ làm việc thường xuyên, trang thiết bị tự động hóa cao nếu cần duy trì hệ xử lý sinh học trong bể
- Giá cả cao hơn so với cát thạch anh và các loại cát thô khác

e) Đánh giá so sánh giữa vật liệu lọc ODM-2F và Cát thạch anh

ĐÁNH GIÁ SO SÁNH NHẬN XÉT GIỮA VẬT LIỆU LỌC ODM-2F VÀ CÁT THẠCH ANH

STT	Mô tả vật liệu lọc	Đánh giá chỉ tiêu kỹ thuật		Đánh giá khía cạnh bền vững môi trường	
		Ưu điểm	Nhược điểm	Ưu điểm	Nhược điểm
1	Vật liệu ODM-2F	ODM-2F là vật liệu đa năng có nhiều ưu điểm đạt hiệu quả xử lý cao. Vật liệu không cần hoàn nguyên sau khoảng 3 đến 5 năm thì thay mới Chiều cao lớp lọc ODM-2F khoảng 0,8m		ODM-2F là vật liệu nhân tạo có nguồn gốc thiên nhiên	

2	Vật liệu cát thạch anh	Vật liệu có hiệu quả xử lý tốt	Vật liệu cần định kỳ thay mới sau mỗi 6 tháng hoặc 1 năm, chiều cao lớp lọc khoảng 1-1,5m	Cát là tài nguyên thiên nhiên, việc khai thác cát đá quá mức có nguy cơ làm cạn kiệt trong tương lai
NHẬN XÉT:		<p>Khi so sánh giữa vật liệu ODM-2F và cát thạch anh, đối với vật liệu ODM-2F không cần hoàn nguyên và phải thay mới sau khoảng 3 đến 5 năm, vật liệu cát thạch anh không thể hoàn nguyên và phải thay mới định kỳ sau 6-12 tháng do đó yêu cầu về hoàn nguyên và thay mới của cát thạch anh gấp khoảng 5 lần so với vật liệu ODM-2F</p> <p>- Khối lượng vật liệu lọc ODM-2F cũng thấp hơn so với vật liệu cát thạch anh khi so sánh chiều cao cột lọc</p>	<p>Cát là tài nguyên thiên nhiên và hiện nay ở Việt Nam, việc khai thác cát đá quá mức và có nguy cơ cạn kiệt trong tương lai (Nghị định số 23/2020/NĐ-CP quy định về quản lý cát, sỏi lòng sông);</p> <p>ODM-2F là vật liệu nhân tạo có nguồn gốc thiên nhiên, được nghiên cứu ứng dụng để có thể thay thế các tài nguyên đang ngày càng cạn kiệt</p>	

2.2.4 Lý thuyết lọc cặn lơ lửng qua lớp vật liệu lọc dạng hạt ODM-2F.

1/. Nguyên lý lọc nước.

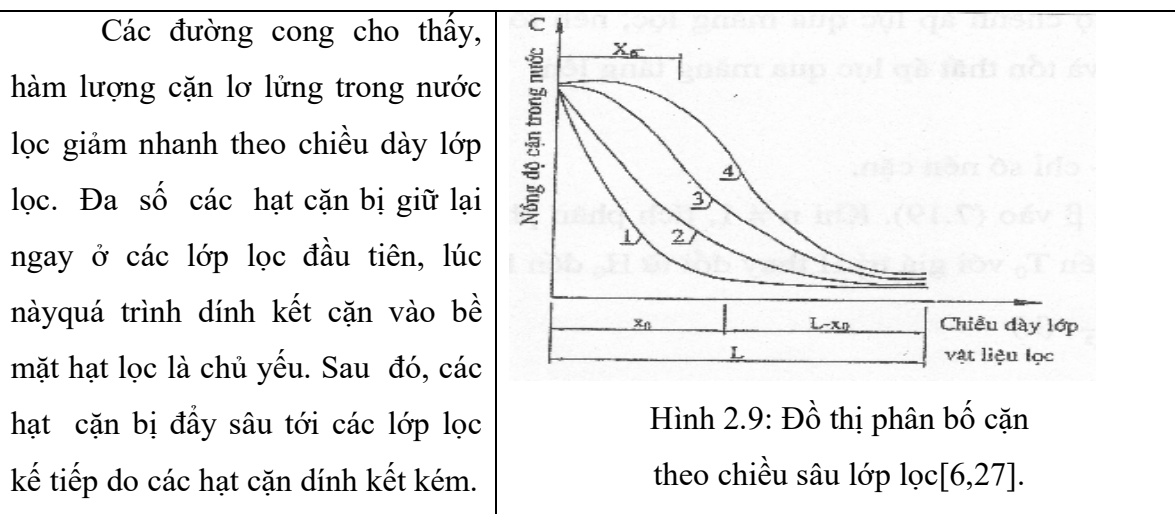
Vật liệu đa năng ODM-2F là vật liệu lọc dạng hạt, về cơ bản có kích thước hạt tương đồng với cát thạch anh cũng như các loại vật liệu khác. Điểm khác biệt là vật liệu lọc này có độ xốp và diện tích bề mặt tiếp xúc lớn tạo điều kiện tốt để các cặn bẩn trong nước thải bám dính hiệu quả hơn. Đối với thành phần tính chất cơ hóa học của các loại vật liệu đối với quá trình lọc thì cỡ hạt là đặc tính tiên quyết quyết định đến hiệu quả lọc [104]. Cỡ hạt sẽ ảnh hưởng đến cả tổn thất cột nước và tổn thất sinh ra trong quá trình lọc. Nếu cỡ hạt quá nhỏ, hệ thống sẽ mất nhiều lực đẩy để vượt qua sức đề kháng ma sát của bề lọc, còn nếu cỡ hạt quá lớn, các cặn bẩn sẽ không được giữ lại và thoát ra khỏi hệ thống. Do đó với cỡ hạt tương đồng với cát thạch anh cũng như các loại vật liệu lọc khác có thể ứng dụng lý thuyết lọc nước qua lớp vật liệu lọc dạng hạt để nghiên cứu các vấn đề liên quan đến lọc ODM-2F.

Nguyên lý lọc nước như sau:

Nước thải sau trạm XLNTTT cho qua lớp lọc ODM-2F, ban đầu với tốc độ nhỏ, đa số cặn lơ lửng và chất gây mùi sẽ tiếp xúc với bề mặt hạt lọc ở lớp trên cùng và được hấp phụ giữ lại ở đó. Dần dần chúng tạo thành một màng cặn bao bọc hạt lọc. Bề dày màng cặn tăng dần, cấu trúc trở nên không bền vững, hơn nữa khi khe rỗng giữa các hạt lọc bị thu hẹp, dưới tác dụng của lực thủy động lớn hơn lực dính kết, màng cặn bị tách ra khỏi bề mặt hạt lọc và bị đẩy sâu vào lớp lọc, nơi lực dính kết lớn hơn lực thủy động nên các hạt cặn lại bị dính kết vào bề mặt hạt lọc mới.

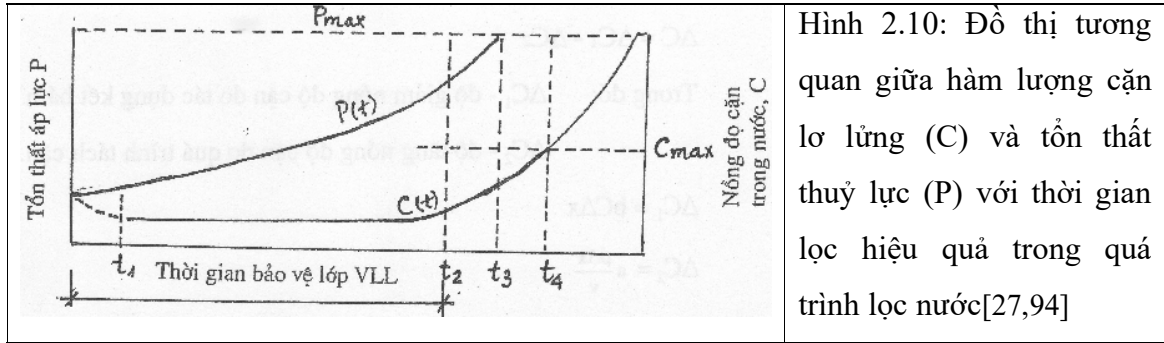
Cứ như vậy, với mọi lớp lọc nguyên tố, hiệu quả lọc là kết quả của quá trình dính kết các hạt cặn lên bề mặt hạt lọc nhờ lực dính kết và quá trình tách các cặn ra khỏi bề mặt hạt lọc đưa sâu vào lớp lọc phía dưới nhờ lực thủy động. Hai quá trình dính kết và tách cặn diễn ra đồng thời và lan truyền theo chiều sâu của lớp lọc.

Hình 2.9 giới thiệu đồ thị phân bố cặn theo chiều sâu lớp lọc. Mọi đường cong thể hiện hàm lượng cặn ở mỗi thời điểm khác nhau $t_1 < t_2 < \dots < t_n \dots$



Khi chiều dày lớp bão hòa cặn tăng lên đến xấp xỉ với chiều dày lớp lọc thì lớp lọc không còn khả năng giữ cặn lơ lửng nữa. Khi đó hàm lượng cặn lơ lửng ở đầu vào và ở đầu ra bể lọc cân bằng nhau.

Hình 2.10 giới thiệu đồ thị tương quan giữa nồng độ cặn lơ lửng trong nước lọc và thời gian lọc. Trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 , nước lọc có nồng độ cặn lơ lửng không đổi, sau đó tăng lên rất nhanh. Gọi thời gian t_2 là thời gian lọc hiệu quả, thì mỗi chiều sâu lớp lọc sẽ có một thời gian lọc hiệu quả tương ứng.



Hình 2.10: Đồ thị tương quan giữa hàm lượng cặn lơ lửng (C) và tổn thất thủy lực (P) với thời gian lọc hiệu quả trong quá trình lọc nước[27,94]

Đối với tổn thất thủy lực cũng biến đổi tương đồng với sự biến đổi nồng độ cặn lơ lửng trong nước lọc: Tổn thất áp lực càng lớn ở những độ sâu lọc càng lớn và tăng theo thời gian lọc[6,27.94].

2/.Xác định các chuẩn số đồng dạng.

a) Phương trình vi phân:

Bằng lý thuyết người ra đã lập được phương trình vi phân biểu diễn mối liên hệ giữa các thông số trong quá trình lọc nước (thời gian lọc và chiều dày lớp lọc) là:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x \partial t} + a \frac{\partial C}{\partial x} + b \frac{\partial C}{\partial t} = 0 \quad (2.1)$$

Trong đó: C – hàm lượng cặn lơ lửng, mg/l; x- lớp lọc, m; t–thời gian lọc, h; b- thông số dinh kết cặn; a- thông số tách cặn.

Và phương trình vi phân mô tả sự biến đổi khối lượng bảo hòa cặn lơ lửng ρ trong lớp vật liệu lọc theo chiều dày và theo thời gian lọc là:

$$\frac{\partial^2 \rho}{\partial x \partial t} + a \frac{\partial \rho}{\partial x} + b \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \quad (2.2)$$

b) Tích phân phương trình vi phân của quá trình lọc nước:

Nghiệm của phương trình (2-2) là chuỗi vô hạn:

$$C = C_0 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-bx} \frac{bx^{n-1}}{(n-1)!} T_n e^{-at} \quad (2.3)$$

$$\rho = \rho_{gh} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-bx} \frac{(bx)^{n-1}}{(n-1)!} (p_n - p_{n+1}) \quad (2.4)$$

Trong đó:

$$T_n = T_{n-1} - \frac{(at)^{n-2}}{(n-2)!} \quad (2.5)$$

$$P_n = P_{n-1} - T_n e^{-nt} \quad (2.6)$$

Tuy nhiên, tính toán rất khó khăn. Vì thế, có thể sử dụng các chuẩn số đồng dạng của quá trình lọc để tính toán được dễ dàng hơn. Chuẩn số đồng dạng có thể rút ra từ việc phân tích phương trình vi phân (2.1)[6, 27, 94].

c) Các chuẩn số đồng dạng của quá trình lọc.

Đặt $y = C/C_0$ (trong đó C_0 - hàm lượng cặn ban đầu trong nước đưa vào bể lọc) và lấy vi phân hai vế của phương trình (2.2) theo C và t , thu được :

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x \partial t} + a \frac{\partial y}{\partial x} + b \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \quad (2.7)$$

Đặt: $X = bx$ và $T = at$;

Với $\partial x = \frac{1}{b} \partial X$; $\partial t = \frac{1}{a} \partial T$, ta có:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial X \partial T} + \frac{\partial y}{\partial X} + \frac{\partial y}{\partial T} = 0 \quad (2.8)$$

Phương trình (2.8) là phương trình liên hệ giữa các đại lượng không thứ nguyên và có thể đặc trưng chung cho tất cả các quá trình lọc nước trong những điều kiện khác nhau (không chứa các thông số lọc a và b). Các đại lượng biến số độc lập X và T là những chuẩn số đồng dạng của quá trình lọc. Các quá trình lọc nước có cùng giá trị X và T thì có cùng hiệu quả lọc mặc dầu có thể thực hiện ở những điều kiện khác nhau.

Bằng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm, người ta đã xác định được[6,27,94]:

$$X = \beta \frac{x}{v^{0,7} \cdot d^{1,7}}; T = \alpha \frac{t \cdot v}{d} \quad (2.9)$$

$$a = \alpha \frac{v}{d}; \quad b = \beta \frac{1}{v^{0,7} d^{1,7}} \quad (2.10)$$

Trong đó: β – hệ số đặc trưng cho toàn bộ tính chất hoá lý của nước và của cặn lơ lửng có liên quan đến quá trình kết dính cặn; α - hệ số đặc trưng cho toàn bộ tính chất lý hóa của nước và của cặn có liên quan đến quá trình tách bóc cặn; d - kích thước (đường kính) hạt vật liệu lọc. Với điều kiện cùng nguồn nước và cùng loại vật liệu lọc, các hệ số α , β được xác định có giá trị bằng 1[6,27,94].

3/. Xác định thời gian và qui luật gia tăng tổn thất trong quá trình lọc nước.

a) Thời gian lọc hiệu quả (thời gian bảo vệ lớp lọc):

Công thức biểu thị mối quan hệ giữa thời gian lọc hiệu quả (thời gian bảo vệ lớp lọc t_{bv}) và chiều dày lớp lọc được biểu diễn như sau:

$$t_{bv} = \frac{1}{K} \left(\frac{x}{v^{0,7} d^{1,7}} - \frac{X_o \cdot d}{v} \right) \quad (2.11)$$

Trong đó: t_{bv} - thời gian bảo vệ; x - chiều dày lớp lọc; K và X_o - hằng số, giá trị phụ thuộc vào hiệu quả lọc C/C_o theo bảng 2.5).

Bảng 2.5: Các giá trị của X_o và K để tính toán bể lọc [6,27,94]

C/C_o	0,03	0,05	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50
X_o	4,20	3,70	3,00	2,20	1,80	1,20	0,92	0,70
K	1,86	1,69	1,51	1,45	1,36	1,23	1,10	1,00

Đưa các giá trị của a và b từ công thức (2.9) và (2-10) vào công thức (2.11) thu được:

$$t_{bv} = \frac{1}{K} \cdot \frac{b}{a} \left(x - \frac{X_o}{b} \right) \quad (2.12)$$

Công thức (2.11) và (2.12) có ý nghĩa thực tiễn quan trọng bởi nó xác định sự liên hệ giữa thời gian bảo vệ với chiều dày, đường kính hạt lọc, tốc độ lọc và các thông số đặc trưng cho tính chất hóa lý của nước và cặn. a là thông số đặc trưng cho khả năng tách cặn, b là thông số đặc trưng cho độ dính kết, còn a/b (có thứ nguyên vận tốc) đặc trưng cho tốc độ xâm nhập cặn vào chiều sâu của lớp lọc. Để tính thời gian bảo vệ lớp lọc theo công thức (2.12) với các tốc độ lọc và cỡ hạt lọc khác nhau, không cần xác định thông số a và b cho từng trường hợp riêng biệt mà chỉ cần xác định một lần các trị số này trên mô hình thực nghiệm với nguồn nước cho trước [6,27,94].

Sau khi xác định được các thông số lọc a^* , b^* trên mô hình, tính chuyển thông số lọc a , b của bể lọc mong muốn thiết kế theo công thức sau [27]:

$$a = a^* \left(\frac{v}{v^*} \right) \left(\frac{d^*}{d} \right); \quad (2.13)$$

$$b = b^* \left(\frac{v}{v^*} \right)^{0,7} \left(\frac{d^*}{d} \right)^{1,7}$$

Trong đó : dấu (*) chỉ các giá trị của các thông số làm việc trên mô hình thí nghiệm.

Thời gian lọc hiệu quả tăng khi tăng chiều dày của lớp lọc và giảm khi giảm tốc độ lọc và kích thước hạt lọc.

b) Thời gian lọc giới hạn:

Thời gian làm việc của bể lọc tính đến thời điểm đạt tổn thất giới hạn xác định theo công thức:

$$t_{gh} = \varphi \frac{H_{gh} - H_o}{H_o \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} \times \quad (2.14)$$

$$\text{Trong đó: } \varphi = \left(\frac{d_{td}}{d_{20}} \right)^2 \quad (2.15)$$

H_{gh} – tổn thất lọc nước giới hạn cho phép bể lọc làm việc bình thường, m;

H_o – tổn thất ban đầu, m.

$F(A)$ có thể lấy theo bảng (2.6).

Bảng 2.6. Giá trị của $F(A)$ [27, 94].

A	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,45	0,50	0,55	0,60	0,70
F(A)	0	0,35	0,85	1,55	2,70	3,70	4,70	6,70	8,70	19,0

c) Quy luật tăng tổn thất thủy lực trong quá trình lọc:

Quy luật gia tăng tổn thất lọc được xác định theo công thức:

$$\frac{h}{t} = i_o F(A) \cdot \frac{a}{b} \quad (2.16)$$

Trong đó:

h – tổn thất lọc, m;

t – thời gian lọc, h;

i_o – độ dốc thủy lực ban đầu;

5/. Nguyên lý rửa lọc.

Kích thước hạt là đặc điểm chính của vật liệu lọc ảnh hưởng đến quá trình lọc. Kích thước hạt ảnh hưởng đến cả tổn thất nước và sự tích tụ tổn thất trong quá trình vận hành.

a) Lý thuyết lắng của hạt lọc:

Sự lắng của các hạt lọc độc lập có thể được phân tích bằng các định luật lắng cơ bản của Newton và Stoke. Định luật Newton cho biết vận tốc của hạt bằng cách cân bằng lực hấp dẫn với lực cản ma sát. Lực hấp dẫn được tính như sau:

$$F_g = (p_p - p_w)gV_p \quad (2.17)$$

Trong đó: F_g - Lực hấp dẫn (kg.m/s^2)

P_p - Mật độ của hạt (kg/m^3)

P_w - Mật độ của nước (kg/m^3)

G - Gia tốc trọng trường, (9.81 m/s^2)

V_p - Thể tích hạt, (m^3)

Lực kéo ma sát tùy thuộc vào vận tốc hạt, mật độ chất lỏng, độ nhớt, đường kính hạt, và hệ số kéo C_d , và được thể hiện trong công thức:

$$F_d = \frac{C_d A_p P_w v_p^2}{2} \quad (2.18)$$

Trong đó: F_d - Lực kéo ma sát, (kg.m/s^2)

C_d - Hệ số kéo

A_p - Diện tích mặt cắt ngang của hạt, (m^2)

V_p - Vận tốc lắng của hạt, (m/s)

Để cân bằng lực hấp dẫn và lực kéo của hạt lọc hình cầu, theo định luật Newton:

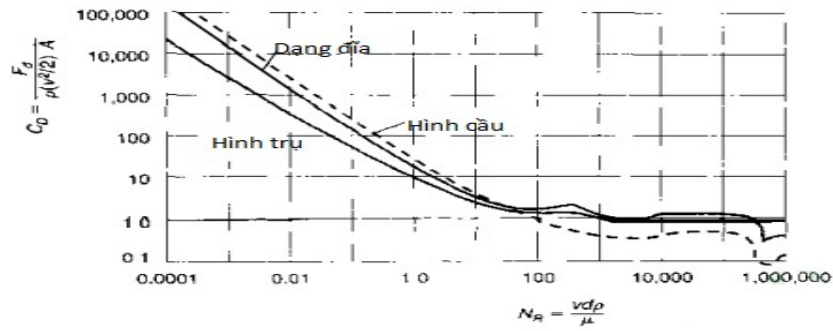
$$v_{p(t)} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d} \left(\frac{p_p - p_w}{p_w} \right) d_p} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d} (sg_p - 1) d_p} \quad (2.19)$$

Trong đó: $v_{p(t)}$ - Vận tốc lắng của hạt, (m/s)

D_p - Đường kính của hạt, (m)

Sg_p - tỉ trọng riêng của hạt

Hệ số kéo C_d đạt được các giá trị khác nhau tùy theo các chế độ làm việc của lưu lượng xung quanh hạt là phân tầng hay chảy rối. Hệ số kéo cho các hạt khác nhau được thể hiện như biểu đồ dưới tùy theo hệ số Reynolds.



Như thể hiện trong biểu đồ, sẽ có ba phạm vi làm việc riêng biệt, tùy theo hệ số Reynolds: Chảy tầng ($N_R < 1$), Chảy quá độ ($N_R = 1$ đến 2000), và chảy rối ($N_R > 2000$). Mặc dù hình dạng của hạt ảnh hưởng đến hệ số kéo, đối với hạt có hình dạng gần giống cầu, như đường cong ở biểu đồ sẽ được tính toán theo công thức sau:

$$C_d = \frac{24}{N_r} + \frac{3}{\sqrt{N_r}} + 0,34 \quad (2.20)$$

Hệ số Reynolds cho hạt lắng được tính toán:

$$N_r = \frac{\rho d_p v_p}{\mu} = \frac{v_d d_p}{\nu} \quad (2.21)$$

Trong đó: μ - độ nhớt động lực học, (N.s/m²)

ν - Hệ số nhớt động học, (m²/s)

Công thức (2.19) sẽ phải chỉnh sửa đối với các hạt không phải hình cầu. Theo (Gregory et al., 1999) công thức sửa đổi như sau:

$$v_{p(t)} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d \Phi} \left(\frac{p_v - p_w}{p_w} \right) d_p} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d \Phi} (s g_p - 1) d_p} \quad (2.22)$$

Ở đây Φ là yếu tố hình dạng. Yếu tố hình dạng là 1,0 đối với hình cầu, 2,0 đối với hạt cát và lên đến trên 20 đối với hình dạng nhiều hướng.

Đối với lắng khi trong chế độ chảy tầng hệ số Reynolds < 1 , khi này độ nhớt là lực dẫn dắt chủ yếu cho quá trình lắng, công thức tính vận tốc lắng khi này là:

$$v_p = \frac{g(s g_p - 1) d_p^2}{18\mu} \quad (2.23)$$

Đối với lắng trong chế độ chảy quá độ công thức [1.1] có thể sử dụng để xác định vận tốc lắng. Đối với lắng trong chế độ chảy rối, lúc này lực quán tính chiếm thế chủ đạo, công thức tính toán vận tốc lắng của hạt như sau:

$$v_p = \sqrt{3,33g \left(\frac{\rho_v - \rho_w}{\rho_w} \right) d_p} = \sqrt{3,33g (sg_p - 1)d_p} \quad (2.24)$$

b) *Tổn thất thủy lực qua lớp lọc:*

Trong nhiều năm nhiều công thức đã được phát triển để mô tả dòng rửa lọc đi qua vật liệu có lỗ rỗng. Để vận dụng được các công thức này, cần phải làm rõ yếu tố hình dạng. Định nghĩa yếu tố hình dạng sẽ phụ thuộc vào bề mặt hạt, thể tích. Yếu tố hình dạng có thể được định nghĩa là tỉ số giữa diện tích bề mặt của khối cầu và bề mặt của hạt vật liệu, đối với hạt vật liệu có cùng thể tích. Đối với hạt vật liệu có hình cầu, diện tích bề mặt riêng là:

$$\frac{A_p}{v_p} = \frac{\pi d^2}{\left(\frac{\pi d^3}{6}\right)} = \frac{6}{d} \quad (2.25)$$

Trong đó: A_p - Diện tích của hạt vật liệu lọc, m², mm²

v_p - Thể tích của hạt vật liệu lọc, m³, mm³

D - Đường kính của hạt vật liệu lọc, m, mm

Đối với hạt vật liệu lọc hình dạng không đồng nhất, diện tích bề mặt riêng là:

$$\frac{A_p}{v_p} = \frac{6}{\Phi d} = \frac{S}{d} \quad (2.26)$$

Trong đó:

Φ = yếu tố hình dạng gần đúng

S = diện tích gần đúng với yếu tố hình dạng thể tích (Giá trị từ 6,0 đối với vật liệu dạng cầu và 8,5 đối với dạng nghiền)

Để tính toán hệ số lực kéo và tổn thất qua lớp lọc, có thể sử dụng công thức của Rose (Rose, 1945) như sau:

$$h = \frac{1,067}{\emptyset} C_d \frac{1}{\alpha^4} \frac{L}{d} \frac{v_s^2}{g} \quad (2.27)$$

$$C_d = \frac{24}{N_r} + \frac{3}{\sqrt{N_r}} + 0,34 \quad (2.28)$$

$$N_r = \frac{\emptyset d v_s p}{\mu} \quad (2.29)$$

Trong đó: L = Chiều sâu lớp lọc, m

H = Tổn thất, m

\emptyset = Yếu tố hình dạng hạt lọc

C_d = Hệ số lực kéo

p = mật độ = kg/m³

d_g = đường kính trung bình hình học giữa các cỡ sàng $d_1, d_2, d_3 \dots$

$$(d_g = \sqrt{d_1 d_2 d_3})$$

v_s = vận tốc lọc bề mặt, m/s

N_r = Hệ số reynolds

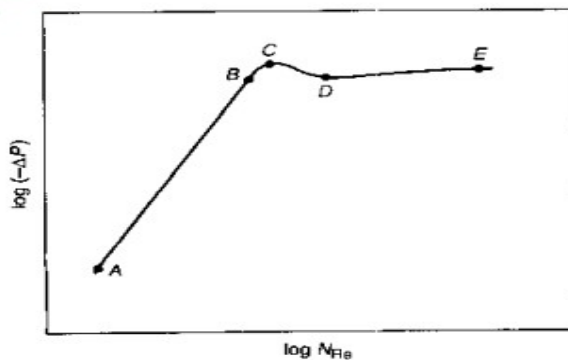
μ = độ nhớt N-s/m²

c) *Quá trình rửa lọc:*

Trong suốt quá trình lọc, nước thải chứa các chất lơ lửng sẽ dính bám ở phần trên của lớp vật liệu lọc. Nước tiếp tục đi xuyên suốt chiều sâu bể lọc, chất lơ lửng được loại bỏ bằng quá trình dính và tách cặn. Và qua một thời gian nhất định, các chất lơ lửng sẽ được tích tụ lại ở các khe giữa hạt vật liệu, từ đó tổng thất qua bể lọc tăng dần lên do lực di chuyển của nước sẽ phải tăng lên vượt qua độ ma sát giữa các hạt lọc. Bể lọc sẽ cần phải rửa khi tổng tổn thất và hàm lượng SS đạt đến mức đã xác định trước (tgh).

Để hiểu quá trình xảy ra trong khi vận hành rửa lọc nước thải, có thể tham khảo biểu đồ minh chứng quá trình giãn nở của lớp lọc (Foust et at. 1960.). Ở đó sự tổn thất áp suất sẽ diễn ra khi vận tốc rửa lọc tăng lên. Ở điểm A và B, buồng lọc ổn định, khi này vận tốc rửa lọc nhỏ lưu chất chỉ đi qua không gian trống giữa các hạt tĩnh. Ở giai

đoạn này tổn thất áp suất và hằng số raynolds gần như tuyến tính. Giữa điểm B và C buồng lọc không ổn định. Tại điểm C tiếp tục tăng vận tốc lọc các phần tử bắt đầu dịch chuyển và có sự rung động khiến cho hạt di chuyển trong vùng hạn chế. Sau điểm C các hạt đã di chuyển tự do nhưng các hạt vẫn gần nhau và tồn tại trở lực va chạm giữa các phần tử hạt lớn và bé. Lúc này vận tốc rửa lọc đã đạt vận tốc nhỏ nhất các hạt ở trạng thái lơ lửng, lựa ma sát giữa các hạt và lưu chất vừa đạt cân bằng với khối lượng hạt, do đó thành phần thẳng đứng của lực nén giữa các hạt biến mất dẫn đến tổn thất áp suất cân bằng với tổng khối lượng của hạt và lưu chất trong buồng đó. Tại điểm C được coi như là điểm giãn nở. Khi đạt tới điểm D, tất cả các hạt đều di chuyển, và sau điểm này việc tăng vận tốc không có ảnh hưởng nhiều đến tổn thất áp suất và buồng lọc sẽ tiếp tục giãn nở. Nếu tiếp tục tăng vận tốc rửa lọc vật liệu lọc sẽ đi ra ngoài cùng dòng nước tại điểm E.



Để đạt đến giá trị giãn nở buồng lọc, tổn thất phải cân bằng với khối lượng hạt và lưu chất. Mối quan hệ có thể diễn tả như công thức sau:

$$h = L_g (1 - \alpha_g) \left(\frac{p_s - p_w}{p_w} \right) \quad (2.30)$$

Trong đó: H - Cột áp yêu cầu để giãn nở buồng lọc

L_g - Độ sâu của buồng lọc đã giãn nở

α_g - Độ rỗng giãn nở

p_s - Tỷ trọng của vật liệu (kg/m³)

p_w - Tỷ trọng của nước (kg/m³)

Bởi vì các hạt được giữ ở trạng thái lơ lửng nhờ sự lực kéo của dòng nước rửa lọc, cũng tương tự như lý thuyết lắng công thức được thể hiện như sau:

$$C_d A_p p_w \frac{v^2}{2} \emptyset(\alpha_e) = (p_s - p_w) g v_p \quad (2.31)$$

Trong đó: V = vận tốc rửa lọc, m/s

$\emptyset(\alpha_e)$ = Hệ số của vận tốc rửa lọc

C_d = Hệ số kéo không thứ nguyên

A_p = Mặt cắt ngang của hạt (m²)

v_p = vận tốc lắng của hạt

g = Trọng lực (9,81 m/s²)

Từ các thí nghiệm thực tế (Fair, 1951; Richardson and Zaki, 1954), Độ rỗng giãn nở có thể tính toán được theo các quan hệ dưới đây, giả sử hệ số Reynolds là 1:

$$\emptyset(\alpha_e) = \left(\frac{v_p}{v}\right)^2 = \left(\frac{1}{\alpha_e}\right)^9 \quad (2.32)$$

$$\alpha_e = \left(\frac{v}{v_p}\right)^{0.22} \quad (2.33)$$

Trong đó: v_p – vận tốc lắng của hạt, m/s

$$v_p = \frac{g(s g_v - 1)d_p^2}{18\mu}$$

$s g_v$ = trọng lượng riêng của hạt

d_p = Đường kính hạt, L (m)

μ = độ nhớt động học của nước m²/s

Tuy nhiên, bởi thể tích của vật liệu lọc trên 1 đơn vị diện tích là không đổi, $(1-\alpha)L$ phải cân bằng với $(1-\alpha_e)L_e$ do đó:

$$\frac{L_e}{L} = \frac{1-\alpha}{1-\alpha_e} = \frac{1-\alpha}{1-\left(\frac{v}{v_p}\right)^{0.22}} \quad (2.34)$$

Trong quá trình rửa lọc khi lớp lọc bị phân tầng, những hạt nhỏ hơn ở lớp trên cùng sẽ giãn nở trước. Để giãn nở toàn bộ buồng lọc, vận tốc lọc phải phù hợp để có thể kéo được hạt có thể tích lớn nhất. Để tính toán sự phân tầng toàn bộ buồng lọc, công thức (1.16) được sửa đổi với giả định rằng các hạt có kích thước sàng là đồng nhất (Fair và Hatch, 1933).

$$\frac{L_E}{L} = (1-\alpha) \sum \frac{P}{(1-\alpha_p)} \quad (2.35)$$

Trong đó p - phân số vật liệu lọc giữ lại giữa các cơ sàng

Do đó, vận tốc rửa lọc và độ giãn nở của buồng lọc có thể tính toán dựa theo công thức (2.30) và (2.35).

Tổng hợp lưu lượng rửa lọc tối thiểu yêu cầu để buồng lọc giãn nở đối với 1 số loại vật liệu như sau:

Kiểu vật liệu lọc	Cỡ hạt	Vận tốc nhỏ nhất để buồng lọc hóa lỏng	
		m ³ /m ² .ph	m/h
1 tầng vật liệu (cát, than ...)	2mm trở lên	1,8-2,0	110-120
2 tầng vật liệu (than đá và cát)	0.8-2.0, than đá 0.4-0.8, cát	0,8-1,2	43-72
3 tầng vật liệu (than đá, cát và khoáng chất)	0.8-2.0, than đá 0.4-0.8, cát 0.2-0.6 khoáng chất	0,8-1,2	43-72
Vật liệu lọc nổi	30mm	0,4-0,6	24-36
ODM-2F	0.8 – 2.0	0,6-1,2	43-72

Trong thực tế vận tốc nhỏ nhất để giãn nở buồng lọc sẽ thay đổi do lớp màng vi sinh hình thành quanh hạt lọc. Lớp màng này cùng vận tốc lắng của các hạt cũng sẽ thay đổi theo thời gian, do đó lựa chọn vận tốc rửa lọc tối thiểu sẽ chọn lớn hơn vận tốc tính toán để đáp ứng các yêu tố này.

2.4 Cơ sở lý thuyết nghiên cứu thực nghiệm

2.4.1 Cơ sở lý thuyết tương tự.

Quá trình công nghệ xử lý nước thải là hệ thống quá trình hóa - lý - sinh phức tạp mang bản chất xác định và ngẫu nhiên. Các thông số hoạt động của hệ thống thay đổi theo không gian và thời gian. Đặc điểm dòng vật chất trong hệ thống là đa pha và đa thành phần. Trong quá trình công nghệ diễn ra quá trình biến đổi năng lượng và vật chất. Chúng có thể mô tả bằng các biểu thức toán học thông qua mô hình hóa, là phương pháp nghiên cứu đối tượng, trong đó các thử nghiệm cho đối tượng thực (nguyên mẫu) được triển khai trên mô hình, nhưng kết quả của các thử nghiệm có thể ứng dụng được cho nguyên mẫu. Từ nghiên cứu trên mô hình có thể dự báo được các kết quả/sản phẩm của nguyên mẫu trong điều kiện hoạt động.

Với phương pháp mô hình hóa sẽ tính toán/xác định được các thông số của nguyên mẫu trên cơ sở thử nghiệm ở mô hình. Có hai mô hình để triển khai nghiên cứu là mô hình vật lý và mô hình toán. Tuy nhiên, trong công nghệ xử lý nước, các quá trình chuyển hóa vật chất chủ yếu diễn ra theo cơ chế vật lý. Vì vậy, mô hình lọc thực nghiệm được triển khai nghiên cứu dựa theo mô hình vật lý.

Mô hình vật lý biểu diễn các thuộc tính vật lý của đối tượng nghiên cứu như hình dạng, kích thước, cấu trúc... Cơ sở lập mô hình vật lý là lý thuyết đồng dạng.

Có 2 loại đồng dạng cơ bản, đó là:

1/. Đồng dạng về hình học.

Đồng dạng về hình học là khi mô hình và nguyên mẫu có tỉ lệ nhất định 03 chiều không thứ nguyên về hình học:

$$\text{- Tỉ lệ về chiều dài: } \lambda_L = L_n/L_m \quad (2.36)$$

$$\text{- Tỉ lệ về diện tích: } \lambda_S = S_n/S_m = (L_n/L_m)^2 \quad (2.37)$$

$$\text{- Tỉ lệ về Thể tích: } \lambda_W = W_n/W_m = (W_n/W_m) = (L_n/L_m)^3 \quad (2.38)$$

Trong đó:

$\lambda_L, \lambda_S,$ và λ_W – các hằng số tỉ lệ của chiều dài, diện tích và thể tích;

L, S, W – tương ứng là các chỉ số chiều dài, diện tích và thể tích;

n - chỉ nguyên mẫu; m – chỉ mô hình.

$x_n=H_n$ - chiều cao lớp lọc của nguyên mẫu;

$x_m=H_m$ - chiều cao lớp lọc của mô hình.

Trong trường hợp nghiên cứu thực nghiệm cụ thể của đề tài đã lấy chiều cao mô hình bằng chiều cao nguyên mẫu, nghĩa là $x_n/x_m=H_n/H_m= 1$, khi đó ta có:

$$\lambda_L = L_n/L_m$$

$$\lambda_S = S_n/S_m = (L_n/L_m)^2 \text{ và}$$

$$\lambda_W = W_n/W_m = (W_n/W_m) = (L_n)^2/(L_m)^2$$

2/. Đồng dạng về động học.

Đồng dạng về động học là khi mô hình và nguyên mẫu có tỉ lệ không thứ nguyên về quan hệ giữa các quá trình động học trên mô hình và nguyên mẫu (vận tốc, lưu lượng, tổn thất, trao đổi nhiệt...). Mô hình động học được biểu diễn đầy đủ bằng phương trình vi phân qua các chuẩn số đồng dạng:

$$F(F_r, E_u, R_e) = 0. \quad (2.39)$$

Trong đó: F_r – chuẩn số Frude phản ánh ảnh hưởng của lực trọng trường: $F_r=v^2/gl$, (v -vận tốc dòng chảy; g – gia tốc trọng trường; l - chiều dài dòng chảy); E_u - chuẩn số Euler, biểu thị ảnh hưởng của áp suất thủy tĩnh lên dòng chảy: $E_u = \Delta P/\rho v^2$, (ΔP - Gradient áp lực; ρ - khối lượng riêng của chất rắn); R_e – chuẩn số Reynonce, đặc trưng cho dòng chảy có ma sát được lập theo tỉ số giữa lực ma sát và lực quán tính: $R_e = \rho v l/\mu$, (μ - độ nhớt động học của nước).

Chuẩn số Frude phản ánh ảnh hưởng của lực trọng lượng lên chuyển động:

$$F_r = \frac{V^2}{gl} \quad (2.40)$$

Khi cả trọng lượng và lực quán tính đều đóng vai trò quan trọng, chuẩn số Frude trở thành một thông số tương tự không thể thiếu, và:

$$F_r = \frac{V_n^2}{g_n l_n} = \frac{V_m^2}{g_m l_m} \quad (2.41)$$

Chuẩn số Euler biểu thị ảnh hưởng của áp suất thủy tĩnh lên dòng chảy:

$$E_u = \frac{\Delta P}{\rho v^2} \quad (2.42)$$

Chuẩn số Reinonce đặc trưng cho dòng chảy có ma sát được lập theo tỉ số giữa lực ma sát và lực quán tính:

$$R_e = \frac{\rho v l}{\mu} \quad (2.43)$$

Khi lực cản là chủ yếu, trọng lực và các lực khác là thứ yếu, thì:

$$\text{Re} = \frac{\rho_n V_n l_n}{\mu_n} = \frac{\rho_m V_m l_m}{\mu_m} \quad (2.44)$$

Khi đưa ra các tiên đoán về một tham số hay một hiện tượng, cần phải xác định đúng tỉ lệ về thời gian, vận tốc và lưu lượng.

Người ta đã lập được công thức $\frac{\partial^2 y}{\partial X \partial T} + \frac{\partial y}{\partial X} + \frac{\partial y}{\partial T} = 0$ (công thức 2.8). Trong đó, các đại lượng biến thiên X, T là những chuẩn số đồng dạng của quá trình lọc nước. Các quá trình lọc có cùng giá trị X và T thì có cùng hiệu quả lọc như nhau mặc dầu có thể thực hiện ở những điều kiện khác nhau[27,94].

Bằng phương pháp nghiên cứu thực nghiệm, người ta đã xác định được các đại lượng X, T, a và b theo các công thức (2.9) ($X = \beta \frac{x}{v^{0,7} \cdot d^{1,7}}$ và $T = \alpha \frac{t \cdot v}{d}$) và các công thức (2.10) ($a = \alpha \frac{v}{d}$ và $b = \beta \frac{1}{v^{0,7} d^{1,7}}$). Trong đó, với điều kiện cùng nguồn nước và cùng loại vật liệu lọc, thì các hệ số α, β lấy bằng 1.

Có thể tính toán thời gian bảo vệ lớp lọc (t_{bv}) theo công thức (2.12) và thời gian đạt tổn thất giới hạn t_{gh} theo công thức (2.14).

Công thức (2.11) và (2.12) biểu diễn mối quan hệ phụ thuộc giữa thời gian và chiều dày, tốc độ lọc và các thông số đặc trưng cho tính chất lý hóa của nước và bùn cặn. b- là thông số đặc trưng cho tốc độ dính kết, còn a/b (có thứ nguyên vận tốc) đặc trưng cho tốc độ xâm nhập của bông cặn vào chiều sâu của lớp lọc. Tốc độ xâm nhập giảm khi tăng độ bền của bông cặn và tăng khi tăng tốc độ lọc, kích thước hạt và hàm lượng cặn của nước đầu vào. Để tính toán t_{bv} theo công thức (2.12) và t_{gh} theo công thức (2.14) với những tốc độ lọc khác nhau, các cỡ hạt khác nhau, có thể không cần xác định trị số a và b cho từng trường hợp riêng biệt mà chỉ cần xác định một lần trị số này trên mô hình thí nghiệm với nguồn nước đầu vào đã cho. Sau khi xác định được các thông số a^*, b^* trên mô hình, ta chuyển đổi qua thông số a và b của nguyên mẫu theo công thức (2.13).

Một vài khác biệt do điều kiện nhiệt độ, sự cấp phối vật liệu lọc,... là không đáng kể có thể bỏ qua.

2.4.2 Giả thuyết khoa học cho nghiên cứu thực nghiệm

Từ nghiên cứu tổng quan về xử lý và tái sử dụng nước cũng như định hướng nghiên cứu tập trung vào công trình ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng trong đô thị, tác giả đưa ra các giả thiết khoa học cho nghiên cứu thực nghiệm theo mô hình cột lọc ODM-2F như sau:

Khi cho nước thải đi qua lớp vật liệu lọc ODM-2F, các cặn lơ lửng được giữ ở khoảng trống giữa các hạt lọc theo cơ chế sàng và hấp phụ. Giả thiết này cho phép nghiên cứu các thông số của quá trình lọc như vận tốc, thời gian hiệu quả và tổn thất lọc cũng như thông số rửa lọc.

2.5. Kết luận

1. Từ thực trạng quản lý các nhà máy nước tập trung tại Việt Nam và cơ sở khoa học xử lý nâng cao nước thải đã lựa chọn:

- Chất lượng nước thải đầu vào công đoạn xử lý nâng cao chọn loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT (ít nhất là loại B theo QCVN 14:2008/BTNMT). Cụ thể: $\text{pH} = 5 \div 7$, $\text{BOD}_5 \leq 30 \text{mg/l}$; $\text{SS} \leq 50 \text{mg/l}$; $\text{TKN} \leq 5 \text{mg/l}$ và $\text{PO}_4\text{-P} \leq 4 \text{mg/l}$.

- Chất lượng nước thải đầu rakiển nghị cho các mục đích rửa đường, chữa cháy, tưới cây như sau: $\text{pH} = 6 \div 9$; độ đục $\leq 5 \text{NTU}$; $\text{SS} \leq 10 \text{mg/l}$; $\text{NH}_4\text{-N} \leq 3 \text{mg/l}$; $\text{PO}_4\text{-P} \leq 2 \text{mg/l}$ và giảm mùi hôi.

2. Nghiên cứu tính năng của các vật liệu lọc nước cho thấy: (1) Công trình lọc giá thể sinh học di động (MBBR) có khả năng khử chất hữu cơ và dinh dưỡng nổi trội so với các giá thể sinh học khác; (2) Vật liệu lọc đa năng ODM-2F có khả năng khử cặn lơ lửng hiệu quả trong xử lý nâng cao nước thải.

3. Đã đưa ra được:

- Các nguyên tắc, tiêu chí và qui trình lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải;

- Lý thuyết khử chất chất nhiễm bẩn hữu cơ và dinh dưỡng;

- Lý thuyết lọc nước qua lớp vật liệu dạng hạt để làm cơ sở cho nghiên cứu thực nghiệm;

- Lý thuyết đồng dạng về hình học và động học cho việc xây dựng mô hình thực nghiệm.

CHƯƠNG 3. ĐỀ XUẤT CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NÂNG CAO NƯỚC NƯỚC THẢI VÀ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM LỌC ODM-2F

3.1 Đề xuất công nghệ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích chữa cháy, tưới cây, rửa đường trong đô thị

Với chất lượng nước thải được kiến nghị như ở chương 2 để cho mục đích tái sử dụng chữa cháy, tưới cây, rửa đường, có thể thấy rằng mối quan tâm lớn nhất đối với loại nước thải tái sử dụng này là các chất lơ lửng và hữu cơ còn tồn tại trong đó, như vậy một công nghệ đầy đủ với sự kết hợp giữa các công trình nhằm khử bỏ chất lơ lửng và chất hữu cơ chưa được xử lý triệt để ở công nghệ xử lý bậc 2 là rất cần thiết. Đối với các chất lơ lửng còn tồn tại luận án đề xuất và tiến hành nghiên cứu mô hình thực nghiệm công trình lọc với vật liệu ODM-2F để khử bỏ. Đối với chất hữu cơ còn lại sau khi xử lý bậc 2, luận án kiến nghị bổ sung công nghệ xử lý sinh học tăng cường từ các công nghệ đã thảo luận ở chương 2 kết hợp với bể lắng 3 để giảm tải cặn lơ lửng cho công trình tiếp theo. Việc đưa ra công nghệ xử lý sinh học tăng cường trước bể lọc ODM-2F có thể coi là một điều kiện tiên quyết nhằm loại bỏ các chất hữu cơ, dinh dưỡng còn lại để hệ thống lọc đạt được hiệu quả tốt nhất. Công trình xử lý sinh học MBBR và bể lắng thứ 3 sẽ được đưa vào Các công trình xử lý khẩn cấp được lựa chọn trong trường hợp cần đảm bảo giảm cặn lơ lửng và khử bổ sung chất hữu cơ và dinh dưỡng trong nước thải đi vào cột lọc ODM-2F

3.1.1 Xác định sơ bộ công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

1/. Mức độ cần thiết xử lý nâng cao nước thải:

Với sự lựa chọn chất lượng nước đầu vào và đầu ra như ở mục 2.1, có thể tính được mức độ xử lý cần thiết nâng cao nước thải:

- Theo hàm lượng cặn lơ lửng (SS):

$$E_{SS} = \frac{SS_1 - SS_2}{SS_1} 100\% = \frac{50 - 10}{50} 100\% = 80\%$$

Trong đó: $SS_1 = 50\text{mg/l}$ – hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải đầu vào;

$SS_2 = 10\text{mg/l}$ – hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải đầu ra.

- Theo nhu cầu oxy sinh hóa (BOD):

$$E_{\text{BOD}} = \frac{\text{BOD}_{5(1)} - \text{BOD}_{5(2)}}{\text{BOD}_{5(1)}} 100\% = \frac{30 - 10}{30} 100\% = 66,7\%$$

Trong đó: $\text{BOD}_{5(1)} = 30\text{mg/l}$ - hàm lượng BOD_5 trong nước thải đầu vào;

$\text{BOD}_{5(2)} = 10\text{mg/l}$ - hàm lượng BOD_5 trong nước thải đầu ra.

- Theo hàm lượng NH_4 :

$$E_{\text{NH}_4} = \frac{\text{NH}_{4(1)} - \text{NH}_{4(2)}}{\text{NH}_{4(1)}} 100\% = \frac{5 - 3}{5} 100\% = 40\%$$

Trong đó: $\text{NH}_{4(1)} = 5\text{mg/l}$ - hàm lượng NH_4 trong nước thải đầu vào;

$\text{NH}_{4(2)} = 3\text{mg/l}$ - hàm lượng NH_4 trong nước thải đầu ra.

- Theo hàm lượng phốt phát PO_4 :

$$E_p = \frac{P_{(1)} - P_{(2)}}{P_{(1)}} 100\% = \frac{4 - 2}{4} 100\% = 50\%$$

Trong đó: $P_{4(1)} = 4\text{mg/l}$ - hàm lượng PO_4 trong nước thải đầu vào;

$P_{(1)} = 2\text{mg/l}$ - hàm lượng PO_4 trong nước thải đầu ra.

2/. Xác định sơ bộ công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

Căn cứ vào:

- Tổng quan về công nghệ xử lý nước thải phổ biến ở trên thế giới và tại Việt Nam (chương 1);

- Cơ sở lý thuyết và thực tiễn về xử lý nâng cao nước thải (chương 2);

- Lưu lượng và chế độ thải nước, đặc điểm về thành phần tính chất nước thải sinh hoạt sau trạm xử lý tập trung;

- Mức độ xử lý nâng cao nước thải theo SS ($E_{\text{SS}} = 80\%$), BOD ($E_{\text{BOD}} = 66,7\%$); NH_4 ($E_{\text{NH}_4} = 40\%$); và PO_4 ($E_{\text{PO}_4} = 50\%$).

- Các yếu tố về quỹ đất, khoảng cách vệ sinh (điều kiện địa phương);

- Trình độ kỹ thuật về vận hành; khả năng nâng cấp và mở rộng nhà máy cũng như chi phí đầu tư và vận hành bảo trì.

Luận án tiến hành đánh giá, kế thừa và đề xuất sơ bộ công nghệ xử lý nâng cao nước thải (xác định theo công trình xử lý sinh học) để tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị. Công nghệ xử lý nâng cao nước thải được xác định sơ bộ gồm:

- Bùn hoạt tính với các quá trình kỵ khí, thiếu khí và hiếu khí (AAO);

- Bùn hoạt tính truyền thống (CAS);

- Bùn hoạt tính làm việc theo mẻ liên tục (SBR);
- Màng lọc sinh học (MBR); và
- Lọc giá thể sinh học di động (MBBR).

3.1.2 Đánh giá công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

1/ Đánh giá các công nghệ được lựa chọn sơ bộ:

a) Công nghệ AAO:

- *Ưu điểm:*(1)Cấu tạo đơn giản, chế tạo công nghiệp, dễ vận hành và chi phí vận hành thấp; (2)Có thể di dời hệ thống xử lý khi cần chuyển địa điểm; (3)Khi mở rộng quy mô, tăng công suất, có thể nối lắp thêm các module hợp khối mà không phải dỡ bỏ để thay thế; (4)Xử lý hiệu quả cho nhiều loại nước thải có nồng độ nhiễm hữu cơ cao; (5)Đề gia tăng hiệu quả xử lý, công nghệ AAO có thể kết hợp với công nghệ MBBR hoặc MBR.

- *Nhược điểm:* (1)Cần có bể lắng thứ cấp; (2)Diện tích xây dựng lớn.

- *Phạm vi ứng dụng:*(1) Nước thải sinh hoạt; (2)Nước thải bệnh viện, phòng khám, trạm y tế; (3)Nước thải một số ngành công nghiệp (sản xuất bia, tinh bột sắn, sữa, chế biến thủy sản...).

b) Công nghệ CAS:

- *Ưu điểm:* (1)Hiệu suất xử lý BOD lên đến 90%; (2)Vận hành đơn giản, an toàn; (3)Thuận lợi khi nâng cấp công suất đến 20% mà không phải gia tăng thể tích bể.

- *Nhược điểm:* Khả năng khử ni tơ và phốt pho thấp.

- *Phạm vi ứng dụng:* (1) Nước thải sinh hoạt; (2)Nước thải bệnh viện, phòng khám, trạm y tế; (3)Nước thải một ngành số công nghiệp (sản xuất bia, tinh bột sắn, sữa, chế biến thủy sản...).

c) Công nghệ SBR:

- *Ưu điểm:* (1)Chất lượng nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn cao thường tốt hơn chất lượng loại A qui định trong QCVN 14:2008/BTNMT, do đó, nước sau xử lý đảm bảo xả thải vào nguồn tiếp nhận và có thể tái sử dụng cho một số nhu cầu không cho ăn uống khi cần thiết; (2)Không cần sử dụng bể lắng thứ cấp như đối với công nghệ bùn hoạt tính truyền thống và công nghệ AAO; (3)Tiết kiệm diện tích cao nhất; (4)Phù hợp với những nơi có địa hình lắp đặt phức tạp; (5)Tính tự động hóa cao;

(6) Thường được lắp đặt ở dạng thiết bị hộp khối (dạng thiết bị hay module) nên dễ dàng cho công tác lắp đặt cũng như di dời khi cần.

- *Nhược điểm:* (1)Màng lọc có thể dễ bị tắc hỏng, khả năng rửa màng và thay thế gặp những khó khăn; (2)Tốn năng lượng sục khí và bơm nước.

- *Phạm vi ứng dụng:* (1)Nước thải sinh hoạt; (2)Nước thải bệnh viện, phòng khám, trạm y tế; (3)Nước thải một số ngành công nghiệp (sản xuất bia, tinh bột sắn, sữa, chế biến thủy sản...).

d) Công nghệ MBR:

- *Ưu điểm:* (1)Kết cấu đơn giản, chắc chắn;(2)Hoạt động dễ dàng và giảm đòi hỏi sức người; (3)Có thể lắp đặt từng phần và dễ dàng mở rộng thêm; (4) Hiệu quả xử lý chất ô nhiễm cao; (5)Cạnh tranh giá lắp đặt và vận hành; (6)Ổn định và linh hoạt bởi thay đổi tải trọng; (7)Có tính linh động trong quá trình xử lý.

- *Nhược điểm:* Hiệu quả khử ni tơ và photpho phụ thuộc vào điều kiện yếm khí trong giai đoạn nạp nước thải, khuấy trộn cũng như giai đoạn sục khí và quá trình xử lý photpho trong bể MBR phụ thuộc nhiều vào lượng chất hữu cơ đầu vào và lượng nitrate có trong bùn được giữ lại từ chu trình làm việc trước đó.

- *Phạm vi ứng dụng:* (1)Nước thải sinh hoạt; (2)Nước thải bệnh viện, phòng khám, trạm y tế; (3)Nước thải một số ngành công nghiệp (sản xuất bia, tinh bột sắn, sữa, chế biến thủy sản...).

e) Công nghệ MBBR:

- *Ưu điểm:*(1)Diện tích công trình không lớn; (2)Hiệu quả xử lý BOD cao, có thể đạt mức A QCVN14:2008/BTNMT hoặc cao hơn; (3)Có thể kết hợp với công nghệ AO và AAO để xử lý triệt để ni tơ, photpho và các hợp chất khó phân hủy khác; (4)Quá trình vận hành đơn giản; (5)Chi phí vận hành thấp; (6)Chi phí bảo dưỡng thấp; (7)Không phát sinh mùi trong quá trình vận hành.

- *Nhược điểm:* (1)Tốn thất năng lượng cho thông gió nhân tạo; (2)Khí nén có thể tạo dòng xoáy làm giảm khả năng giữ huyền phù. (4)Phải thay thế vật liệu giá thể.

- *Phạm vi ứng dụng:* (1)Nước thải sinh hoạt; (2)Nước thải bệnh viện, phòng khám, trạm y tế; (3)Nước thải một số ngành công nghiệp (sản xuất bia, tinh bột sắn, sữa, chế biến thủy sản...).

2/. Đề xuất công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

Việc đánh giá trọng số được thực hiện như ở trong phụ lục VII. Theo đó, tất cả các công nghệ khử chất hữu cơ và dinh dưỡng đã được đánh giá sơ bộ đều đạt trên 50 điểm, có nghĩa là đều có thể ứng dụng được trong trường hợp này.

Tuy nhiên, luận án kiến nghị công nghệ tiên tiến được công nhận rộng rãi trong lý thuyết và thực tế và đạt điểm cao nhất là MBBR.

3/. Dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích chữa cháy, tưới cây, rửa đường trong đô thị.

Lựa chọn các công trình đơn vị:

a) Công trình lắng đợt III:

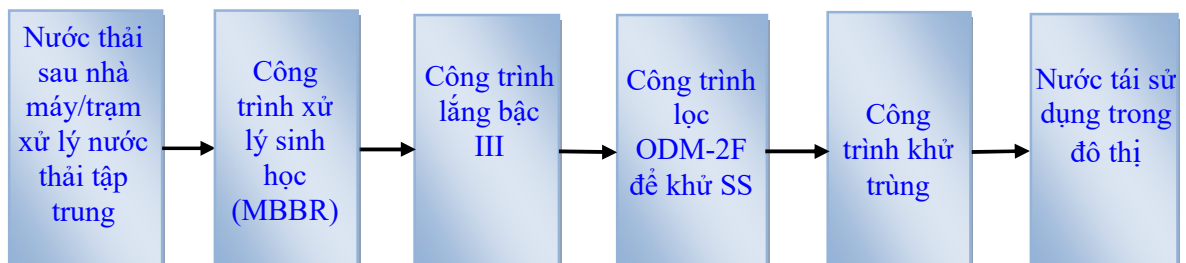
Công trình lắng bậc III đặt trước công trình MBBR để khử cặn lơ lửng còn lại sau xử lý bậc II và sinh khối từ bể xử lý sinh học MBBR. Công trình lắng đợt III lựa chọn là bể lắng đứng.

b) Công trình MBBR:

Công trình giá thể sinh học di động lựa chọn loại hiếu khí (xem hình 1.3). Hiệu quả khử chất hữu cơ và dinh dưỡng của công trình này đã được khẳng định trong nhiều nghiên cứu cả về lý thuyết và thực nghiệm. Nó đã có đầy đủ các chỉ tiêu/thông số kỹ thuật để tính toán thiết kế (xem bảng 1.5).

c) Lựa chọn công trình lọc ODM-2F:

Dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho tưới cây, chữa cháy, rửa đường trong đô thị giới thiệu ở sơ đồ hình 3.1.



Hình 3.1. Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng trong đô thị

3.2 Xây dựng mô hình nghiên cứu thực nghiệmpilot hiện trường

3.2.1 Tính toán thiết kế mô hình thực nghiệm

1/. *Quan hệ tương tự giữa mô hình và nguyên mẫu:*

d) *Quan hệ tương tự về hình học:*

Từ cơ sở lý thuyết tương tự (mục 2.4.1), có thể xác định được mối quan hệ giữa nguyên mẫu và mô hình thực nghiệm như ở bảng 3.2.

Bảng 3.2. Quan hệ hình học giữa nguyên mẫu và mô hình

Các thông số			
STT	Thông số, đơn vị tính	Trị số thông số nguyên mẫu	Trị số thông số mô hình
1	Đường kính, D (m)	D_n	$D_m=0,3$
	Tỉ lệ	$\lambda_L = D_n/D_m = D_n/0,3$	
2	Diện tích, m^2	$S_n = (\pi D_n^2/4)$	$S_m = (\pi D_m^2/4) = 0,07065$
	Tỉ lệ	$\lambda_S = S_n/S_m = (\pi D_n^2/4) / (\pi D_m^2/4) = (\pi D_n^2/4) / 0,07065$	
3	H(m)	H_n	$H_m=1,2$
	Thể tích, m^3	$W_n = S_n H_n$	$W_m = S_m H_m = 0,08478$
	Tỉ lệ	$\lambda_V = W_n/W_m = S_n H_n / 0,08478$	

e) *Quan hệ tương tự về động học:*

Mô hình động học được biểu diễn đầy đủ bằng phương trình vi phân (2.21) qua các chuẩn Frude, Euler, Reinonce có liên quan tới thời gian, vận tốc, lưu lượng và tổn thất lọc v.v...

Để tính toán t_{bv} theo công thức (2.12) và t_{gh} theo công thức (2.14) với những tốc độ lọc khác nhau, các cỡ hạt khác nhau, có thể không cần xác định trị số a và b cho từng trường hợp riêng biệt mà có thể chỉ cần xác định một lần trị số này trên mô hình thí nghiệm với nguồn nước đầu vào đã cho. Sau khi xác định được các thông số a^* , b^* trên mô hình, ta chuyển đổi qua thông số a và b của nguyên mẫu theo công thức (2.10).

Tuy nhiên, trong trường hợp cụ thể của luân án, việc nghiên cứu được tiến hành đối với nguồn nước thải sinh hoạt đô thị đã qua công đoạn xử lý sinh học đạt chất lượng nước xả thải loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT, mô hình và nguyên mẫu đều cùng sử dụng một loại vật liệu lọc và dự tính thực hiện cùng tốc độ lọc. Chính vì vậy, tổn thất thủy lực, thời gian bảo vệ lớp lọc và thời gian lọc giới hạn là những thông số động học cơ bản nhất chỉ phụ thuộc vào chiều dày lớp lọc x. Nếu lấy

lệ chiều dày lớp lọc của nguyên mẫu bằng mô hình bằng và tỉ lệ đó bằng 1, nghĩa là $x_n/x_m = H_n/H_m = 1$, khi đó ta sẽ có tỉ lệ tương tự về động học như sau:

Tỉ lệ thời gian bảo vệ lớp lọc:

$$\lambda_{t(bv)} = \frac{t_{bv(n)}}{t_{bv(m)}} = \frac{t_{bv(n)}}{t_{bv(m)}} = \frac{\left(\frac{x_n - X_o}{b}\right)}{\left(\frac{x_m - X_o}{b}\right)} = \frac{T_n}{T_m} = 1$$

Tỉ lệ thời gian lọc giới hạn:

$$\lambda_{t(gh)} = \frac{t_{gh(n)}}{t_{gh(m)}} = \frac{(H_{gh(n)} - H_o)x_n}{(H_{gh(m)} - H_o)x_m} = \frac{T_{gh(n)}}{T_{gh(m)}} = 1$$

Tỉ lệ tốc độ lọc: $\lambda_v = v_n/v_m = 1$;

Tỉ lệ tổn thất lọc: $\lambda_i = i_n/i_m = 1$

Và tỉ lệ lưu lượng: $\lambda_Q = Q_n/Q_m = S_n.v_n/S_m.v_m = S_n/S_m$

2/. *Xác định kích thước và các thông số mô hình:*

a) *Kích thước cột lọc và thiết bị:*

- *Cột lọc:*

Tham khảo các mô hình thực nghiệm lọc nước, luận án lựa chọn cột lọc hình trụ có kích thước: $D_m = 0,3m$, chiều dày lớp lọc $H = 0,8 - 1,6m$ (chọn $H = 1,2m$)

$$S_m = (\pi D_m^2/4) = 0,07065 \text{ m}^2$$

$$W_m = (\pi D_m^2/4).H_m = 0,07065 \times 1,2 = 0,08478 \text{ m}^3.$$

Quan hệ nguyên mẫu và mô hình theo bảng 3.1 tính được như sau:

$$\lambda_L = D_n/D_m = D_n/0,3$$

$$\lambda_S = S_n/S_m = (\pi D_n^2/4) / (\pi D_m^2/4) = (\pi D_n^2/4) / 0,07065$$

$$\lambda_S = W_n/W_m = (\pi D_n^2/4) \times H_n / 0,08478$$

- *Các ống dẫn nước:*

Ống dẫn nước vào cột lọc lựa chọn $d_n = 15mm$, trên đó có bố trí van khóa điều chỉnh lưu lượng (vận tốc lọc) và ống xả nước thải.

Các ống đo gia tăng tổn thất gắn trên thước cao độ.

b) *Các thiết bị và máy bơm rửa lọc:*

$$W_r = q_r.T \times 60.(\pi D_m^2/4) = 0,012 \times 18 \times 60.(3,14.0,3^2/4) = 0,9156 \text{ m}^3$$

Trong đó: q_r - cường độ rửa lọc, lấy bằng 10-15 l/s.m² (lấy 12 l/s.m²);

T - thời gian rửa lọc, lấy bằng 15-20 phút (lấy 18 phút);

60- chuyển đổi từ phút sang giây;

D_m - đường kính của cột lọc thí nghiệm chọn $D_m = 0,3m$.

- Chọn máy bơm rửa lọc:

Công suất bơm rửa lọc:

$$Q_n = 12l/s (3600/1000).(\pi D_m^2/4) = 12 \frac{3600}{1000} \frac{\pi D_m^2}{4} = 12 \frac{3600}{1000} \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 3m^3 m^3/h.$$

Chọn bơm với $Q_{rl} = 3 - 3,5 m^3/h$ và $H_b = 5,0m$.

- Khay chứa nước và đặt máy bơm rửa lọc:

Khay chứa nước và đặt máy bơm rửa lọc: $\omega_1 = LxBxH = 1,1x1,0x0,3=0,33m^3$

Khay chứa nước rửa lọc 1: $\omega_2 = LxBxH = 1,1x1,0x0,3=0,33m^3$

Khay chứa nước rửa lọc 2: $\omega_3 = LxBxH = 1,1x1,0x0,3=0,33m^3$

$$\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 = 0,33 + 0,33 + 0,33 = 0,99 > W_t = 0,9156m^3$$

- Ống xả nước rửa lọc:

$$D_{xr} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot W_r / T}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,9156 / 18 \times 60)}{3,14 \cdot 1,2}} \approx 0,03m. \rightarrow \text{Chọn } D_{xr} = 30mm$$

Trong đó Q_r – lưu lượng nước rửa lọc, $Q_r = W_r / (T \cdot 60)$, m^3/s ; v - vận tốc nước trong ống xả rửa lọc, lấy $v \geq 1,0 m/s$.

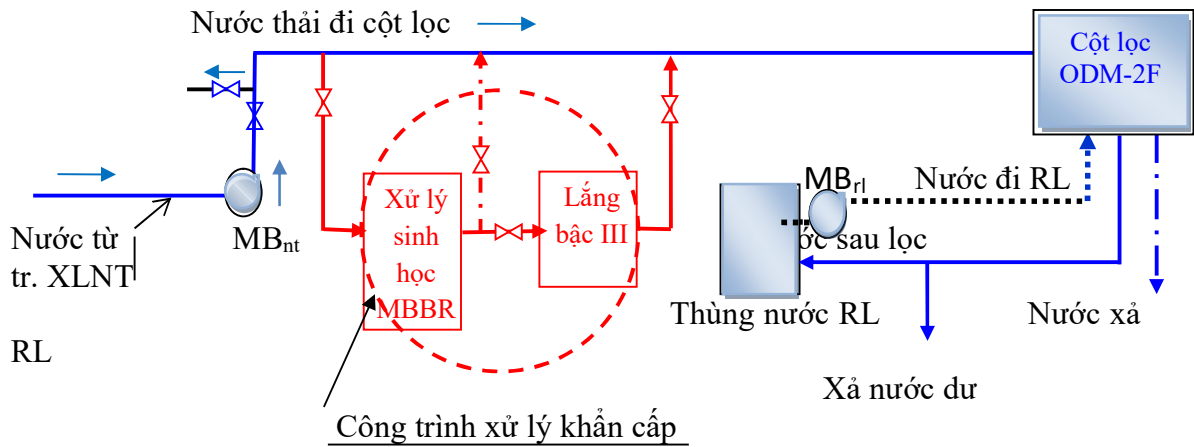
Các thông số kỹ thuật của mô hình thực nghiệm ghi ở bảng 3.3

Bảng 3.3. Các thông số kỹ thuật của mô hình thực nghiệm lọc ODM-2F

TT	Thông số mô hình thực nghiệm lọc ODM-2F	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
1	Đường kính cột lọc	D_m	mm	300
2	Chiều dày lớp vật liệu lọc	H_{VVL}	m	0,8÷1,6
5	Khay chứa nước rửa lọc (ω_1) và (ω_2)	2(LxBxH)	m	2(1,1x1,0x0,3)
6	Khay chứa nước và đặt máy bơm rửa lọc (ω_3)	LxBxH	m	1,1x1,0x0,3
7	Đường kính hạt: - ODM-2F	d_{odm}	mm	0,8÷2,0
8	Chiều cao giãn nở cho lớp lọc (30% H_{VLL})	h_{dn}	m	0,36
9	Đường kính ống phân phối nước vào cột lọc	d_1	mm	15
10	Đường kính ống tháo nước rửa lọc	d_{xr}	mm	30
11	Chiều cao tổng thể của cột lọc	H	m	3,6

3.2.2 Mô tả mô hình thực nghiệm.

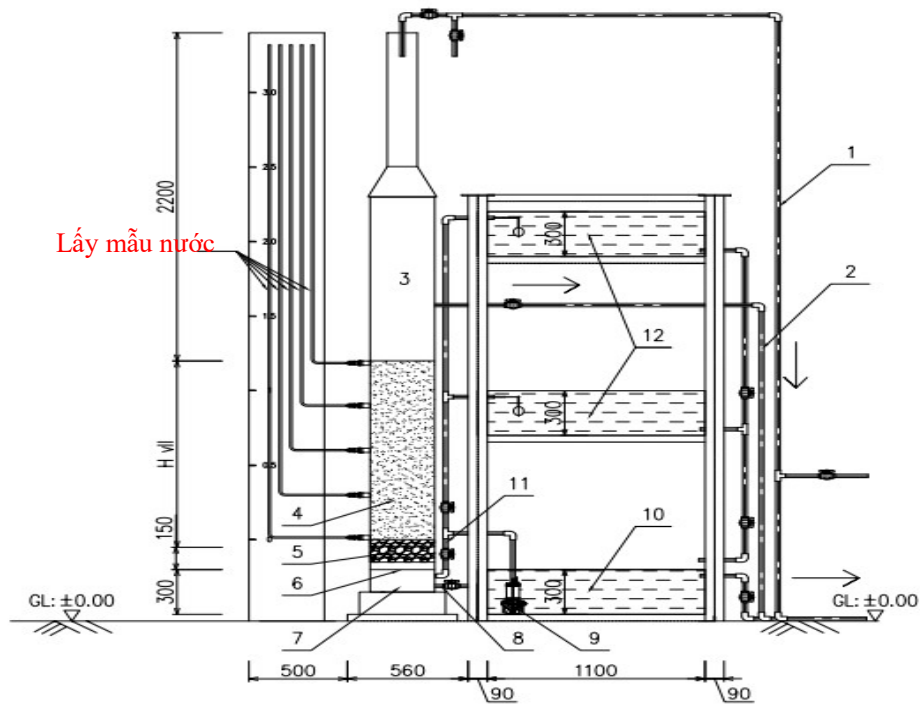
Hình 3.2 giới thiệu sơ đồ dây chuyền thực nghiệm pilot hiện trường.



Hình 3.2. Sơ đồ dây chuyền mô hình thực nghiệm pilot

(*Ghi chú:* Các công trình xử lý khẩn cấp được lựa chọn trong trường hợp cần đảm bảo giảm cặn lơ lửng và khử bổ sung chất hữu cơ và dinh dưỡng trong nước thải đi vào cột lọc ODM-2F.

Luận án đã tiến hành xây dựng mô hình cột lọc ODM-2F tại hiện trường



Hình 3.3: Sơ đồ mô hình thực nghiệm pilot hiện trường

1- Ống dẫn nước thải từ thùng lắng bằng tôn lên mô hình cột lọc, d15mm; 2- Ống xả nước rửa lọc, d25mm; 3- Cột lọc, D300mm ; 4- Vật liệu lọc (đá nặng ODM-2F hoặc cát thạch anh); 5- Vật liệu đỡ, h = 150mm; 6- Đan đỡ vật liệu lọc; 7- Đáy thu đựng nước lọc và phân phối nước rửa lọc, h =150mm; 8- Ống dẫn nước sau lọc, d15mm; 9-Máy bơm rửa lọc.;10- Khay chứa sau lọc và đặt máy bơm rửa lọc ω_1 ; 11- Ống dẫn nước rửa lọc, d30mm; 12- Khay chứa nước rửa lọc ω_2 và ω_3 .

Nguyên lý vận hành của mô hình thí nghiệm như sau:

Nước thải từ sau trạm XLNTTT được bơm vào thùng lắng bằng tôn để lắng sơ bộ đạt giá trị SS~30mg/l. Sau đó nước thải được bơm phân phối vào cột lọc, thấm qua lớp lọc xuống tầng đỡ, qua đan đỡ và vào ngăn thu nước ở đáy cột lọc. Từ đó nước đã lọc chảy vào khay chứa nước có đặt máy bơm để rửa lọc. Lưu lượng nước lọc được điều chỉnh bằng van tay

Nước sau lọc sẽ được lấy mẫu, đánh dấu thời gian và đưa đi phân tích trong vòng 2 tiếng đồng hồ kể từ khi mẫu được chứa trong chai tại phòng thí nghiệm trường Đại Học Bách Khoa ở các thời điểm khác nhau trong ngày.

Trong quá trình lọc, dùng máy bơm (9 – máy bơm rửa lọc) để bơm nước từ khay chứa nước sau lọc và đặt máy bơm rửa lọc ω_1 lên các khay chứa nước ω_2 và ω_3 để trữ nước cho quá trình rửa lọc. Ở đáy các ngăn chứa nước đặt ống nước thông nhau. Nước thừa sẽ cho xả trả lại nguồn.

Ở cột lọc, trong quá trình thí nghiệm, tạp chất bản tích tụ tăng lên và tổn thất thủy lực cũng tăng theo, do đó mực nước trong ống đo áp không ngừng dâng cao. Khi mực nước dâng đến mức tổn thất giới hạn thì tiến hành rửa lọc. Dùng máy bơm (9) bơm nước từ khay chứa nước rửa lọc ω_1 để đi rửa cột lọc theo nguyên lý rửa ngược. Trong quá trình rửa lọc, nước từ các khay dự trữ ω_2 và ω_3 liên tục được bổ sung vào khay ω_1 .

3.3 Mục đích, đối tượng, phạm vi nghiên cứu và qui hoạch thực nhiệm

3.3.1 Mục đích , đối tượng và phạm vi nghiên cứu.

1/. Mục đích nghiên cứu:

a) Trong phòng thí nghiệm (mô hình thí nghiệm đặt tại Phòng thí nghiệm Viện Môi trường, Trường ĐHBK Hà Nội):

Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm với mục đích xác định khả năng khử cặn lơ lửng và mùi hôi nước thải trong xử lý nâng cao để tái sử dụng cho tưới cây, chữa cháy, rửa đường trong đô thị đối với vật liệu lọc ODM-2F và so sánh với cát thạch anh nhằm khẳng định tính hợp lý của việc lựa chọn công nghệ lọc theo hướng đề tài nghiên cứu đã đề xuất.

(Ghi chú:

- Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm được thực hiện với mô hình cột lọc mô tả tại PL5.

- Kết quả thí nghiệm dẫn ra ở bảng PL5.1 và PL 5.2).

b) Pilot ngoài hiện trường (mô hình được đặt tại trạm XLNTTT Kim Liên):

- Việc lập mô hình được nghiên cứu và tiến hành đối với nguồn nước thải sinh hoạt đô thị đã qua công đoạn xử lý sinh học, mô hình và nguyên mẫu sẽ đều cùng sử dụng một loại vật liệu lọc ODM-2F và dự tính thực hiện cùng tốc độ lọc. Hay nói một cách khác, những thông số cơ bản: tổn thất thủy lực, thời gian bảo vệ lớp lọc và thời gian lọc giới hạn sẽ chỉ phụ thuộc vào chiều dày lớp lọc x. Như vậy mô hình sẽ được triển khai thực hiện với chiều dày x của nguyên mẫu và mô hình giống nhau. Các thông số đồng dạng về hình học và động học sẽ được áp dụng như đã tính toán ở mục 3.2.1

- Nghiên cứu khảo sát sơ bộ ban đầu nhằm xác định thành phần tính chất thực tế của nước thải sau trạm XLNTTT Kim Liên với mục đích để xác định các công trình xử lý khẩn cấp nhằm đảm bảo yêu cầu về tổng cặn lơ lửng của nước thải trước khi vào mô hình pilot lọc ODM-2F không vượt quá 30 mg/l (SS = 30 mg/l – giá trị giới hạn dự kiến về khả năng giữ cặn lơ lửng của vật liệu lọc ODM-2F).

(Ghi chú: Kết quả nghiên cứu sơ bộ ban đầu dẫn ra ở phụ lục VI).

- Nghiên cứu pilot hiện trường với mục đích:

+ Xác định các thông số/chỉ tiêu của quá trình lọc ODM-2F để xây dựng các mối quan hệ phụ thuộc giữa hàm lượng cặn với chiều dày lớp lọc, hàm lượng cặn với thời gian lọc, hàm lượng cặn với tốc độ lọc và sự gia tăng tổn thất theo thời gian lọc và xác định hiệu quả lọc.

+ Xác định các thông số/chỉ tiêu của quá trình rửa lọc để lựa chọn thời gian, cường độ, khối lượng nước rửa lọc và xác định khối lượng cặn giữ lại cũng như khả năng dính bám lên bề mặt hạt ODM-2F.

2/. *Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:*

a) *Đối tượng nghiên cứu:*

Nước thải sinh hoạt sau trạm XLNTTT.

b) *Phạm vi và giới hạn nghiên cứu:*

Khử cặn lơ lửng trong xử nước nâng cao nước thải sinh hoạt.

3.3.2 Các thông số/chỉ tiêu và qui trình thực nghiệm

1/. *Các thông số/chỉ tiêu thực nghiệm.*

- Độ pH
- Hàm lượng cặn lơ lửng;
- Vận tốc, thời gian và tổn thất lọc;
- Thời gian và khối lượng nước rửa lọc.
- Và kiểm tra hàm lượng thành phần hữu cơ và dinh dưỡng;

2/. *Chuẩn bị mô hình và các thiết bị thí nghiệm pilot hiện trường.*

- *Chuẩn bị mô hình:*

Mô hình được làm bằng nhựa với kích thước ghi ở bảng 3.3, sơ đồ dây chuyền mô hình thực nghiệm giới thiệu ở hình 3.2 và sơ đồ mô hình thực nghiệm giới thiệu ở hình 3.3.

- *Chuẩn bị các thiết bị phụ trợ tại phòng thí nghiệm:*

Các thiết bị đo hàm lượng SS, BOD, DO, pH và nhiệt độ,...

Tủ sấy WTC binder đặt ở nhiệt độ 110°C.

Giấy lọc: Sartorius-Fiterpaper-293, bình hút ẩm bằng thủy tinh có nắp đậy kín.

Cân tiểu ly Sartorius- BP210S, độ chính xác, mg...

3/. *Qui trình thực nghiệm.*

a) *Bơm nước thải vào mô hình và điều chỉnh tốc độ lọc:*

- Dùng máy bơm (có công suất $Q_n = 0,1\text{m}^3/\text{h}$, áp lực $H_b = 4-10\text{m}$ cột nước) bơm nước thải từ sau Trạm XLNT Kim Liên lên thùng lắng bằng tôn, sau đó bơm lên cột lọc thí nghiệm.

- Tiến hành điều chỉnh tốc độ lọc tương ứng với $v = 5\text{m/h}$, $7,5\text{m/h}$ và 10 m/h theo yêu cầu của các đợt thí nghiệm bằng van khóa trên đường ống dẫn nước vào cột lọc và ống xả nước.

b) Lấy mẫu để xác định thông số/chỉ tiêu:

- Chất lượng nước thải sau trạm XLNTTT Kim Liên: Theo kết quả nghiên cứu khảo sát sơ bộ một số mẫu nước thải (xem phụ lục VI) cũng như tham khảo đối chiếu với số liệu trong báo cáo đề tài NCKH[13] cho thấy thành phần tính chất của nước thải sau xử lý sinh học bằng công nghệ AA/O như sau:

Bảng 3.4. Chỉ tiêu chất lượng nước sau trạm XLNTTT Kim Liên

Các chỉ tiêu	pH	SS (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)
Giá trị giới hạn	6,5÷8	35÷65	20÷40	2÷6	3÷7	17 ÷37
Giá trị trung bình	7	50	30	5	4	27

- Cho mô hình chạy ổn định, khoảng 30 phút thì bắt đầu đo độ pH, độ gia tăng tổn thất lọc và lấy mẫu để xác định các chỉ tiêu chất lượng nước. Thời gian lấy mẫu sau 30 phút, 1h, 2h, 3h, 4h, 6h, 13h, 18h và 24h. Mẫu nước được lưu giữ và chuyển tới Phòng thí nghiệm của Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường -Trường Đại học Bách khoa Hà Nội để xét nghiệm.

3.3.3 Phương pháp phân tích, xác định các thông số/chỉ tiêu thực nghiệm.

1/. Phương pháp phân tích lấy mẫu nước thải:

a) Phương pháp lấy và bảo quản mẫu nước thải:

Lấy và bảo quản mẫu nước thải theo các tiêu chuẩn:

- TCVN 6663-1-2011 (ISO 5667-1:2006) – chất lượng nước – phần 1: Hướng dẫn lập chương trình lấy mẫu và kỹ thuật lấy mẫu;

- TCVN 6663-3:2008 (ISO 5667-3:2003) – Chất lượng nước – Lấy mẫu. Hướng dẫn bảo quản và lấy mẫu;

- TCVN 5999: 1995 (ISO 5667: 1992)- Chất lượng nước – Lấy mẫu. Hướng dẫn lấy mẫu nước thải.

b) Một số chỉ tiêu đo tại mô hình thí nghiệm: Độ pH, TDS, mùi, vận tốc lọc (m/h), tổn thất lọc (m), khối lượng nước (m³) và thời gian rửa lọc (phút).

c) Các chỉ tiêu xác định trong phòng thí nghiệm: Hàm lượng cặn lơ lửng SS (mg/l), BOD₅, NH₄⁺, NO₃⁻ (mg/l) ...

d) Các chỉ tiêu xử lý bằng tính toán: Thời gian bảo vệ lớp vật liệu lọc (h_{bv}) và thời gian giới hạn (thời gian đạt tổn thất lọc giới hạn – h_{gh}), hiệu quả xử lý và hằng số tốc độ khử SS, BOD, NH₄⁺ và PO₄³⁻...

2/. Phương pháp phân tích các thông số chất lượng nước:

Các thông số/chỉ tiêu chất lượng nước được lựa chọn để đánh giá là: Độ pH, hàm lượng SS, BOD, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄³⁻... được xác định theo các phương pháp tiêu chuẩn ghi ở bảng 3.5:

Bảng 3.5. Các phương pháp phân tích mẫu nước

TT	Chỉ tiêu/thông số	Phương pháp
1	Nhiệt độ, °C	TCVN 4557:1998
2	pH	TCVN 6492:2011
3	Tổng chất rắn lơ lửng	TCVN 6635:2000
4	Tổng chất rắn hòa tan (TDS)	SMEWW 2540C
5	Oxy hòa tan (PP Winker)	TCVN 5499-1995
4	COD	SMEWW 5220C: 2012
5	BOD ₅ (30°C)	TCVN 6001-1:2008
6	NO ₃ ⁻ (tính theo N)	SMEWW 4500NO ₃ ⁻ .E:2012
7	NO ₂ ⁻ (tính theo N)	TCVN 6178:1996
6	Amoni (tính theo N)	TCVN 5988:1995
10	Tổng Ni tơ	TCVN 6638:3000
11	Phosphat (PO ₄ ³⁻) (tính theo P)	TCVN 6202:2008
13	Coliforms tổng số	TCVN 8775:2011

Các số liệu phân tích nước thải được xử lý bằng phương pháp thống kê toán và kết quả phân tích được đánh giá theo qui chuẩn QCVN 14:2008/BTNMT – Qui chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt, QCVN 02:2009/BYT – Qui chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước sinh hoạt.

3/. Phương pháp xác định các đại lượng và thông số hoạt động của mô hình.

Các thông số/chi tiêu cần xác định khi nghiên cứu trên mô hình lọc với vật liệu lọc đa năng ODM-2F gồm:

- Các thông số vật lý của mô hình: Lưu lượng nước xử lý ($m^3/ngđ$), vận tốc lọc (m/h), tổn thất lọc (m), độ gia tăng tổn thất lọc, thời gian lọc hiệu quả (giờ), thời gian bảo vệ lớp lọc (giờ).

- Thời gian (phút) và lưu lượng rửa lọc (m^3) được xác định bằng các thiết bị đo đạc thực tế tại hiện trường.

- Các thông số vật lý khác được phân tích xác định theo các số liệu đo đạc thực tế.

4/ Phương pháp nghiên cứu hiện tượng dính bám và hấp phụ cặn SS lên bề mặt vật liệu đa năng ODM-2F và vấn đề rửa lọc:

Để tìm hiểu hiện tượng dính bám và hấp phụ cặn lên bề mặt hạt lọc thì sau thời gian hoạt động của bể lọc, khi gia tăng tổn thất đạt giá trị lớn nhất (với giá trị đó, bắt đầu quá trình rửa lọc), tiến hành đo tổn thất và xác định diện tích tiết diện bị thu hẹp do sự dính bám cặn lơ lửng, từ đó có thể xác định được chiều dày màng bao phủ hạt vật liệu lọc. Và vì vậy xác định được khối lượng cặn dính bám và hấp phụ lên bề mặt các hạt vật liệu lọc đa năng ODM-2F.

3.3.4 Qui hoạch thực nghiệm.

Để xác định quá trình vận hành bên trong bể lọc, tìm các điều kiện tối ưu, luận án tiến hành thực hiện lập mô hình mô tả thống kê thực nghiệm. Để đánh giá đầy đủ về đối tượng nghiên cứu trước hết cần xác định yếu tố tín hiệu đầu vào.

1/. Bước 1: Xác định các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình tách cặn:

$$F = F_{dk} + F_h$$

Trong đó: F_{dk} – bậc tự do điều khiển; F_h - bậc tự do hình học.

Yêu cầu đối với các tín hiệu được lựa chọn là các biến độc lập, định lượng kiểm tra được và điều chỉnh được, sự thay đổi giá trị không phụ thuộc và kéo theo sự thay đổi các yếu tố khác. Những tín hiệu này sẽ là những tác động chính đến bản chất bên trong của hàm mục tiêu, những yếu tố kiểm tra được nhưng không điều khiển được hoặc không kiểm tra và không điều khiển được sẽ được loại bỏ ra.

Theo mục đích nghiên cứu, chỉ cần chọn k yếu tố ($k < F$) ảnh hưởng lên hàm mục tiêu. Hàm mục tiêu là chỉ tiêu công nghệ về động học, hiệu suất xử lý của công nghệ lọc ODM-2F.

Vì vậy, các giả thiết ban đầu theo lý thuyết về hàm lượng SS sau xử lý lọc nước (mg/l) phụ thuộc vào các yếu tố:

* Bậc tự do điều khiển:

- Z_1 : Lưu lượng nước cần xử lý $Q = 0,35 \div 0,71 \text{ m}^3/\text{h}$;

- Z_2 : Tải trọng thủy lực, hay vận tốc lọc $v = 5 \div 10 \text{ m/h}$;

- Z_3 : Thời gian lưu cặn trong lớp lọc $T = 0,5 \div 18 \text{ h}$.

* Bậc tự do hình học:

- Z_4 : Tỷ lệ đường kính và chiều cao cột lọc $D/H_i = 0,375 \div 0,1875$.

Vùng khảo sát đối với các thông số lựa chọn được tham khảo và kế thừa từ những thí nghiệm về mô hình lọc với các loại vật liệu khác nhau đồng thời kết hợp với tài liệu của nhà sản xuất đối với vật liệu lọc ODM-2F

2/. *Bước 2: Xác định mối liên hệ bên ngoài giữa hàm mục tiêu và các yếu tố ảnh hưởng,*

Xem xét tới các thiết bị phụ trợ, máy móc thiết bị và điều kiện xác định mẫu, xác định tổn thất thủy lực ...

3/. *Xác định mô tả thống kê của mô hình thực nghiệm:*

Đây là bài toán tối ưu phỏng định. Mô tả thống kê là hàm toán mô tả sự phụ thuộc của y vào các yếu tố kỹ thuật Z_1, Z_2, Z_3 và Z_4 . Để xác định các tham số của y ta dùng kế hoạch bậc I hai mức tối ưu của Box –Wilson còn được gọi là kế hoạch 2^k (toàn phần).

Điểm xuất phát tâm phương án hay điểm cơ sở tại tâm sẽ là trung bình của mức cao nhất và thấp nhất đối với mỗi tín hiệu: $Z_j^0 = \frac{Z_{j\max} + Z_{j\min}}{2}$

Như vậy điểm xuất phát ở tâm phương án: $Z_0 = (0.53; 7.5; 9.25; 0.281)$

Mô hình thống kê thực nghiệm có dạng như sau:

$$\hat{Y}_q = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{\substack{j,u=1 \\ j \neq u}}^k b_{ju} x_j x_u \quad (\text{P.1})$$

Các hệ số b là các tham số của mô tả thống kê, các tham số này đặc trưng cho sự đóng góp của yếu tố thứ j vào đại lượng Y . Hệ số nào có giá trị tuyệt đối lớn nhất thì yếu tố tương ứng sẽ ảnh hưởng đến quá trình là nhiều nhất

Để xác định các tham số trong phương trình (P.1), đề tài làm kế hoạch bậc I hai mức tối ưu có kết quả trình bày trong bảng (3.6).

Bảng 3.6: Giá trị y trong kế hoạch bậc 1 hai mức tối ưu.

I	1	2	3	4	5	6	7	8
y_i , mg/l	29	24	26	15	20	25	22	28
I	9	10	11	12	13	14	15	16
y_i , mg/l	19	21	23	18	27	17	16	30

Để xác định phương sai lặp, đề tài tiến hành 02 thực nghiệm lặp tại tâm có:

$$y_1^0 = 21,5 \text{ mg/l và } y_2^0 = 22,5 \text{ mg/l.}$$

a) Mã hóa biến:

$$\text{Mã hóa biến: } x_j = \frac{Z_j - Z_j^0}{\Delta Z_j}$$

$$\text{Mức cơ sở (tâm): } Z_j^0 = \frac{Z_{j\max} + Z_{j\min}}{2}$$

$Z_{j\max}$: là mức trên (mức cao)

$Z_{j\min}$: là mức dưới (mức thấp)

$$\text{Khoảng biến đổi: } \Delta Z_j = \frac{Z_{j\max} - Z_{j\min}}{2}$$

Ta có các biến không thứ nguyên:

$$\bullet x_{\min}^{1\max} = \pm 1 \quad x_1 = \frac{Z_1 - Z_1^0}{\Delta Z_1}, \quad Z_1^0 = \frac{0,71 + 0,35}{2} = 0,53 \quad \text{và} \quad \Delta Z_1 = \frac{0,71 - 0,35}{2} = 0,18$$

$$\bullet x_{\min}^{2\max} = \pm 1 \quad x_2 = \frac{Z_2 - Z_2^0}{\Delta Z_2}, \quad Z_2^0 = \frac{10 + 5}{2} = 7,5 \quad \text{và} \quad \Delta Z_2 = \frac{10 - 5}{2} = 2,5$$

$$\bullet x_{\min}^{3\max} = \pm 1 \quad x_3 = \frac{Z_3 - Z_3^0}{\Delta Z_3}, \quad Z_3^0 = \frac{18 + 0,5}{2} = 9,25 \quad \text{và} \quad \Delta Z_3 = \frac{18 - 0,5}{2} = 8,75$$

$$\bullet x_{\min}^{4\max} = \pm 1 \quad x_4 = \frac{Z_4 - Z_4^0}{\Delta Z_4}, \quad Z_4^0 = \frac{0,375 + 0,1875}{2} = 0,281 \quad \text{và}$$

$$\Delta Z_4 = \frac{0,375 - 0,1875}{2} = 0,094$$

Tọa độ thứ nguyên mức trên (X_{\max}) luôn bằng +1; mức dưới (X_{\min}) luôn bằng -1 và tọa độ tâm phương án (X_j) luôn bằng 0 và trùng với gốc tọa độ

b) Lập kế hoạch thực nghiệm:

Với 4 yếu tố Lưu lượng nước thải, tải trọng, thời gian lưu cặn và tỉ lệ đường kính chiều cao cột lọc, mỗi yếu tố có 2 mức là mức trên và mức dưới. Vậy số thí nghiệm tiến hành là $N = 2^4 = 16$

Ta có: cột $x_0=1$ (biến số hằng).

Số lần cùng dấu của biến số J là 2^{j-1} (với $j=1,2,3,4$)

Với $j=1$ thì $2^{1-1}=2^0=1$ (1 lần đổi dấu); Với $J=2$ thì $2^2-1=2$ (2 lần đổi dấu);

Với $j=3$ thì $2^{3-1}=2^2 = 4$ (4 lần đổi dấu); Với $j=4$ thì $2^{4-1}=2^3 = 8$ (8 lần đổi dấu).

Trong hệ mã hóa không thứ nguyên ta có được:

Mức trên: ký hiệu +

Mức dưới: ký hiệu -

Vậy các giá trị của x_1, x_2, x_3 và x_4 tương ứng được xác định theo bảng (3.7).

Tiến hành 16 lần thực nghiệm theo các số liệu tương ứng với số liệu mã hóa đổi dấu, ta có y_i đo được ghi ở trong bảng 3.7.

Bảng 3.7: Xây dựng kế hoạch thực nghiệm mô hình cột lọc ODM-2F.

i	Biến thực				Biến mã					y_i	\hat{y}_1	$(y_i - \hat{y}_1)^2$
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4			
1	0,35	5	0,5	0,188	+	-	-	-	-	29	26,5	6,26
2	0,71	5	0,5	0,188	+	+	-	-	-	24	24,8	0,64
3	0,35	10	0,5	0,188	+	-	+	-	-	26	20,13	34,46
4	0,71	10	0,5	0,188	+	+	+	-	-	15	26,8	138,24
5	0,35	5	18	0,188	+	-	-	+	-	20	17,37	6,92
6	0,71	5	18	0,188	+	+	-	+	-	25	20,88	17,97
7	0,35	10	18	0,188	+	-	+	+	-	22	5,875	260
8	0,71	10	18	0,188	+	+	+	+	-	28	32,37	19,1
9	0,35	5	0,5	0,375	+	-	-	-	+	19	17,37	2,66
10	0,71	5	0,5	0,375	+	+	-	-	+	21	18,125	8,27
11	0,35	10	0,5	0,375	+	-	+	-	+	23	10,25	162,56
12	0,71	10	0,5	0,375	+	+	+	-	+	18	27,6	92,15

13	0,35	5	18	0,375	+	-	-	+	+	27	26,88	0,0144
14	0,71	5	18	0,375	+	+	-	+	+	17	20,125	9,77
15	0,35	10	18	0,375	+	+	+	+	+	16	19,75	14,1
16	0,71	10	18	0,375	+	+	+	+	+	30	31,625	2,64
Tổng cộng										360		775,77

Tiến hành thực nghiệm theo các số liệu thực ở từng thực nghiệm, ta có y_i đo được ghi trong bảng (3.7)

4/. Bước 4: Xác định các thông số mô tả thống kê:

a) Xác định các tham số:

$$B=(X*X)^{-1}X*Y$$

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} \quad b_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} y_i}{N} \quad b_{ju} = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} x_{ui} y_i}{N} \quad b_{1.2...K} = \frac{\sum_{i=1}^N x_{1i} x_{2i} \dots x_{ki} y_i}{N}$$

Ta có:

$$b_0 = \frac{29+24+26+15+20+25+22+28+19+21+23+28+27+18+16+30}{16} = 22,5$$

$$b_1 = \frac{29-24+26-15+20-25+22-28+19-21+23-28+27-18+16-30}{16} = 3,75$$

Tính toán tương tự ta có:

$$b_2 = -0,25 \quad b_{1,2} = 3,375 \quad b_{23} = 1,125 \quad b_{123} = 2,375$$

$$b_3 = 0,625 \quad b_{13} = 2,125 \quad b_{24} = 0,625 \quad b_{124} = 1,375$$

$$b_4 = -1,125 \quad b_{14} = -1,87 \quad b_{34} = 3,375 \quad b_{134} = -3,75$$

$$b_{234} = -1 \quad b_{1234} = 1,5$$

b) Kiểm tra tính có nghĩa của b:

Để kiểm tra tính có ý nghĩa của tham số b, cần tính phương sai điều chỉnh mẫu thực nghiệm. Phương sai là đặc trưng quan trọng để phản ánh độ phân tán giá trị biến ngẫu nhiên xung quanh kỳ vọng. Nó giúp ta nhận biết được mức độ đồng đều của giá trị thực nghiệm, phương sai càng nhỏ thì các giá trị thực nghiệm tương đối đồng đều và tập trung quanh mức cơ sở.

Phương sai tái hiện được tính theo công thức:

$$\text{Tính } S_{II}^2 = \frac{\sum_{a=1}^m (y_a^0 - \bar{y}_0)^2}{m-1}$$

Tiến hành 2 thực nghiệm lặp tại tâm (số thí nghiệm lặp là $m=2$), ta có:

$x_o^1=x_o^2$ tức: $Z_o^1 = 0,53\text{m}^3/\text{h}$, $Z_o^2 = 7,5 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{h}$ $\rightarrow y_o^1=21,5\text{mg/l}$ và $y_o^2 = 22,5\text{mg/l}$.

$$\text{Vậy: } \bar{y}_o = \frac{\sum_{a=1}^m y_a^o}{m} = \frac{21,5 + 22,5}{2} = 22$$

$$S_{II}^2 = \frac{(22,5 - 22)^2 + (21,5 - 22)^2}{2 - 1} = 0,5$$

Để đánh giá mức độ phân tán của biến ngẫu nhiên, ta xác định sai số chuẩn:

$$S_b = \sqrt{\frac{S_{II}^2}{N}} = \sqrt{\frac{0,5}{16}} = 0,18$$

Chọn $p=0,05$ (độ chính xác đến 95%); $f_2 = m-1=2-1 = 1$

Tra bảng 6.11[66], ta có: $t_{\text{bang}} = t_b = t_{0,05;1} = 12,706$.

$$T_b = \frac{|b|}{S_b} \geq 12,706 < \dots > |b| \geq t_b \times S_b < \dots > |b| \geq 12,706 \times 0,18 = 2,297$$

Từ các giá trị tính của b tính được ở trên cho các giá trị b có nghĩa là: $b_1=3,75$, $b_{12}=3,375$, $b_{34}=3,375$, $b_{123}=2,375$, $b_{134} = -3,75$.

Vì kế hoạch là trực giao nên có thể bỏ qua các hệ số không có nghĩa và viết lại phương trình hồi qui.

$$\hat{Y} = 22,5 + 3,75x_1 + 3,375x_1x_2 + 3,375x_3x_4 + 2,375x_1x_2x_3 - 3,75x_1x_3x_4 \quad (\text{P.2})$$

5/. Bước 5: Kiểm tra sự trùng hợp của mô tả:

Kiểm tra tính tương hợp của phương trình (P.2).

- Tính \hat{y}_i . Thay các giá trị x_1, x_2, x_3 và x_4 tương ứng trong bảng (3.7) vào phương trình (p.2), có các giá trị \hat{y}_i .

- Tính phương sai dư.

$$S_{\text{du}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{N-1} = \frac{775,77}{12} = 64,4$$

$$F = \frac{S_{\text{du}}^2}{S_{II}^2} = \frac{64,4}{0,5} = 128,8$$

Tra bảng ở phụ lục 7[66], với $p=0,05$, $f_2=2$; $f_1 = N - 1=16 - 4 = 12$, ta có: $F_{\text{bang}} = F_{0,05;2;12} = 19,4$.

Vậy: $F = 128,8 > F_{\text{bang}} = 19,4$.

Mô hình tương hợp với bức tranh thực nghiệm.

- Tỷ lệ nghịch với tương tác giữa lưu lượng cần xử lý, tải trọng thủy lực và thời gian giữ cặn SS.

- Tỷ lệ nghịch với tương tác giữa tải trọng thủy lực, thời gian giữ cặn SS, tỉ lệ đường kính và chiều cao cột lọc.

- Tỷ lệ nghịch với tương tác giữa lưu lượng cần xử lý, tải trọng thủy lực, thời gian lưu giữ cặn, tỉ lệ giữa đường kính và chiều cao cột lọc.

3.4 Kết quả và xử lý kết quả thực nghiệm pilot lọc ODM-2F

3.4.1 Kết quả thực nghiệm.

1/. Kết quả thực nghiệm xác định chỉ tiêu cặn lơ lửng:

Đã tiến hành 03 đợt thí nghiệm với kết quả trung bình thể hiện ở các bảng 3.8, 3.9 và 3.10.

Bảng 3.8. Giá trị trung bình các đợt thí nghiệm (v=5m/h)

Thời điểm đo	pH	Lớp lọc X _i (mm)	SS (mg/l)	Thời điểm đo	pH	Lớp lọc X _i (mm)	SS (mg/l)
Sau 1h	7	0	29,8	Sau 6h	7	0	30,7
		300	11			300	30
		600	10			600	15
		900	10			900	11,5
		1200	8,1			1200	9
Sau 2h	7	0	30	Sau 12h	7	0	30,5
		300	12			300	30,7
		600	10,5			600	25,8
		900	10			900	16,5
		1200	8.5			1200	9,3
Sau 3h	7	0	30	Sau 18h	7	0	29,3
		300	15			300	29,3
		600	10.7			600	29,3
		900	10,2			900	25
		1200	8.6			1200	10
Sau 4h	7	0	30,3	Sau 24h	7	0	29,6
		300	29			300	29,6
		600	13			600	29,6

		900	11			900	29,6
		1200	8,5			1200	19

Bảng 3.9. Giá trị trung bình các đợt thí nghiệm ($v=7.5\text{m/h}$)

Thời điểm đo	pH	Lớp lọc X_i (mm)	SS (mg/l)	Thời điểm đo	pH	Lớp lọc X_i (mm)	SS (mg/l)
Sau 1h	7	0	30	Sau 6h	7	0	30,7
		300	11			300	30
		600	10,2			600	14
		900	10			900	11,3
		1200	9,4			1200	10
Sau 2h	7	0	30	Sau 12h	7	0	30
		300	11,4			300	30
		600	10,4			600	21,8
		900	10,2			900	14
		1200	8,5			1200	9,67
Sau 3h	7	0	30,5	Sau 18h	7	0	29,3
		300	12			300	29,3
		600	10,6			600	29,3
		900	10,7			900	24
		1200	8,8			1200	10,3
Sau 4h	7	0	30,5	Sau 24h	7	0	30
		300	29			300	30
		600	12			600	30
		900	11			900	28
		1200	10			1200	25

Bảng 3.10. Giá trị trung bình các đợt thí nghiệm ($v=10\text{m/h}$)

Thời điểm	pH	Lớp lọc	SS (mg/l)	Thời điểm	pH	Lớp lọc	SS (mg/l)
-----------	----	---------	-----------	-----------	----	---------	-----------

đo		X_i (mm)		đo		X_i (mm)	
Sau 1h	7	0	30	Sau 6h	7	0	30,5
		300	10			300	26
		600	9,5			600	18
		900	9,0			900	12
		1200	8,4			1200	9,3
Sau 2h	7	0	30	Sau 12h	7	0	30,4
		300	11			300	30,4
		600	10			600	25
		900	9,1			900	16
		1200	8,7			1200	9,9
Sau 3h	7	0	30	Sau 18h	7	0	29
		300	18			300	29
		600	11,5			600	29
		900	10			900	26
		1200	9,0			1200	10
Sau 4h	7	0	30,3	Sau 24h	7	0	29,6
		300	25,5			300	29,6
		600	15			600	29,6
		900	10			900	29,6
		1200	9,5			1200	25

2/. Kết quả thực nghiệm xác định các thông số tổn thất và thời gian lọc:

Đã tiến hành 03 đợt thí nghiệm với kết quả trung bình thể hiện ở các bảng 3.11, 3.2 và 3.13.

Bảng 3.11. Giá trị trung bình tổn thất lọc ($v=5\text{m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (mm)				
	h_0	$h_1=300$	$h_2=600$	$h_3=900$	$h_4=1200$
0	1,500	1,275	1,050	0,825	0,600
Sau 1h	1,567	1,328	1,089	0,857	0,610
Sau 2h	1,634	1,381	1,128	0,880	0,620

Sau 3h	1,700	1,434	1,167	0,909	0,630
Sau 4 h	1,767	1,487	1,206	0,933	0,640
Sau 6h	1,900	1,593	1,284	0,983	0,670
Sau 9h	2,100	1,752	1,401	1,058	0,700
Sau 12h	2,300	1,911	1,517	1,132	0,740
Sau 18h	2,700	2,230	1,750	1,280	0,800

Bảng 3.12. Giá trị trung bình tổn thất lọc ($v=7,5\text{m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (mm)				
	h_0	$h_1=300$	$h_2=600$	$h_3=900$	$h_4=1200$
0	1,50	1,270	1,040	0,810	0,580
Sau 1h	1,571	1,226	1,082	0,837	0,592
Sau 2h	1,742	1,282	1,122	0,864	0,604
Sau 3h	1,713	1338	1,166	0,891	0,616
Sau 4 h	1,784	1,394	1,147	0,919	0,429
Sau 6h	1,926	1506	1,330	0,972	0,652
Sau 9h	2,138	1674	1,456	1,053	0,698
Sau 12h	2,350	1842	1,580	1,134	0,731
Sau 18h	2,78	2,270	1,790	1,295	0,800

Bảng 3.13. Giá trị trung bình tổn thất lọc ($v=10\text{m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (mm)				
	h_0	$h_1=300$	$h_2=600$	$h_3=900$	$h_4=1200$
0	1,500	1,265	1,030	0,795	0,560
Sau 1h	1,576	1,325	1,074	0,824	0,573
Sau 2h	1,651	1,385	1,109	0,853	0,587
Sau 3h	1,727	1,445	1,153	0,882	0,60
Sau 4 h	1,802	1,505	1,980	0,911	0,613
Sau 6h	1,953	1,625	1,287	0,969	0,64
Sau 9h	2,80	1,805	1,420	1,056	0,68

Sau 12h	2,406	1,985	1,553	1,143	0,720
Sau 18h	2,860	2,345	1,830	1,315	0,800

3/. *Kết quả thực nghiệm xác định các thông số rửa lọc:*

Đã tiến hành 03 đợt thí nghiệm với kết trung bình thể hiện như sau:

Bảng 3.14. Kết quả trung bình xác định các thông số rửa lọc ($v = 5\text{m/h}$)

TT đợt thí nghiệm	Thời gian thực hiện	Cường độ rửa lọc, q_{rl} ($l/s/m^2$)	Thời gian rửa lọc, $t_{rl}(s)$	Khối lượng nước rửa lọc, $W_{rl}(m^3)$	<u>Ghi chú:</u> Giá trị trung bình
1	Tháng 4	11,5	18x60	0,8775	(03 lần rửa lọc)
2	Tháng 5	12	18x60	0,9156	(03 lần rửa lọc)
3	Tháng 6	12,6	18x60	0,9538	(03 lần rửa lọc)

Bảng 3.15. Kết quả trung bình xác định các thông số rửa lọc ($v = 7,5\text{m/h}$)

TT đợt thí nghiệm	Thời gian thực hiện	Cường độ rửa lọc, q_{rl} ($l/s/m^2$)	Thời gian rửa lọc, $t_{rl}(s)$	Khối lượng nước rửa lọc, $W_{rl}(m^3)$	<u>Ghi chú:</u> Giá trị trung bình
1	Tháng 3	11,5	17,6x60	0,8531	(03 lần rửa lọc)
2	Tháng 5	12	17,5x60	0,8902	(03 lần rửa lọc)
3	Tháng 6	12,5	17,5x60	0,9273	03 lần rửa lọc)

Bảng 3.16. Kết quả trung bình xác định các thông số rửa lọc ($v = 10\text{m/h}$)

TT đợt thí nghiệm	Thời gian thực hiện	Cường độ rửa lọc, q_{rl} ($l/s/m^2$)	Thời gian rửa lọc, $t_{rl}(s)$	Khối lượng nước rửa lọc, $W_{rl}(m^3)$	<u>Ghi chú</u> Giá trị trung bình
1	Tháng 4	11,5	16x60	0,7790	(03 lần rửa lọc)
2	Tháng 5	12	16x60	0,8139	(03 lần rửa lọc)
3	Tháng 6	12,5	16x60	0,8478	(03 lần rửa lọc)

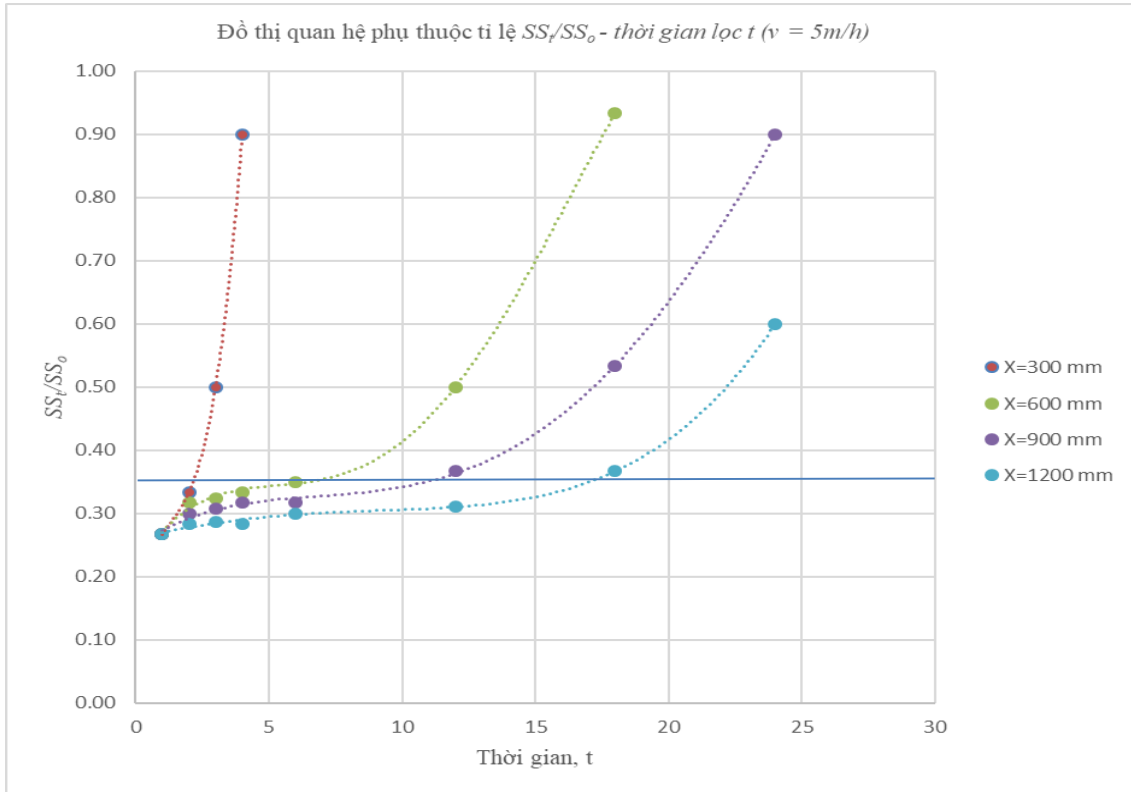
3.4.2 Xử lý kết quả thực nghiệm.

1/. *Xử lý kết quả thực nghiệm liên đến khả năng giữ cặn*

a) *Đồ thị phụ thuộc tỉ lệ SS_t/SS_0*

b) *– thời gian lọc t .*

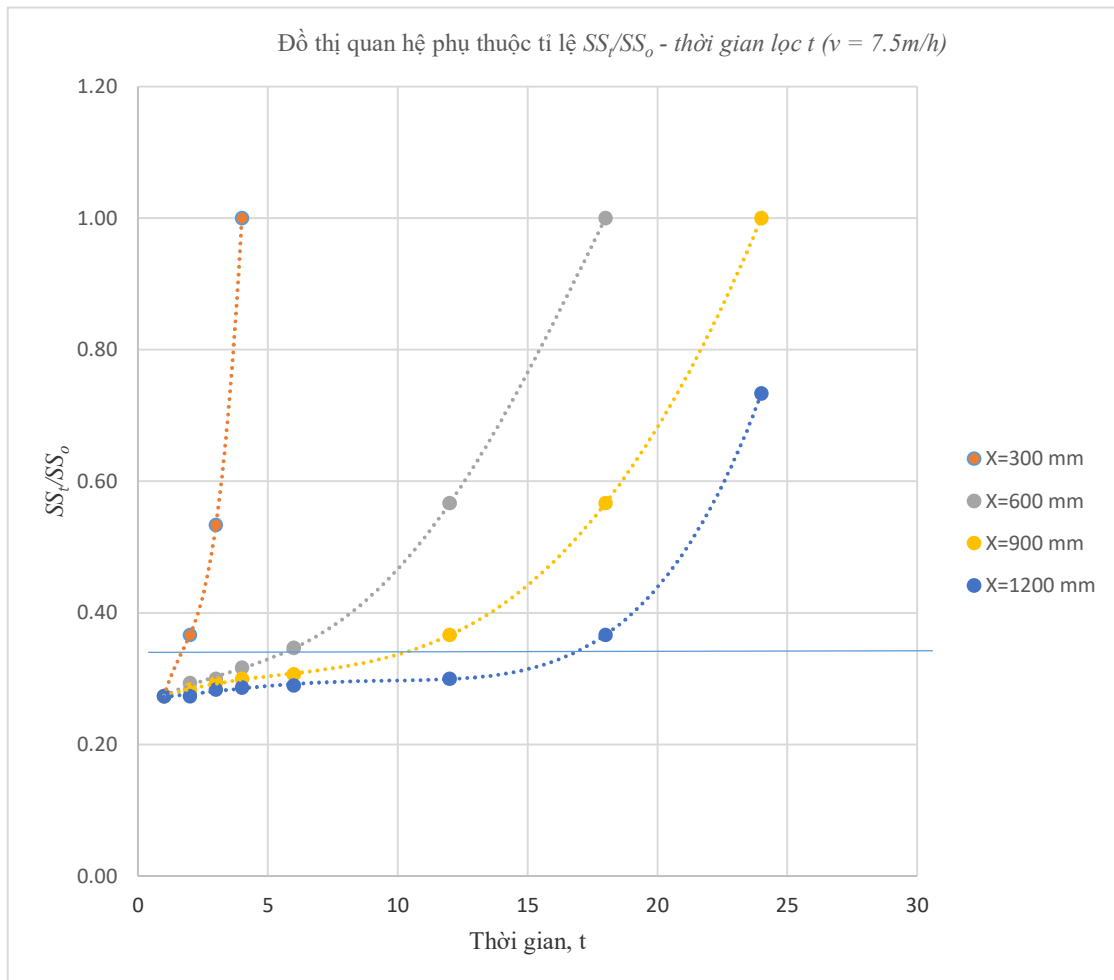
Từ kết quả ở bảng 3.8, 3.9 và 3.10, xây dựng được đồ thị biểu thị hiệu quả lọc nước thải và thời gian lọc t , hình 3.4, 3.5 và 3.6.



Hình 3.4. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS_t/SS_o —thời gian lọc t ($v= 5m/h$)

Từ kết quả ở đồ thị 3.4 ta có thể thấy rằng hiệu quả lọc với vận tốc $v = 5m/h$ ở các lớp lọc khác nhau như sau:

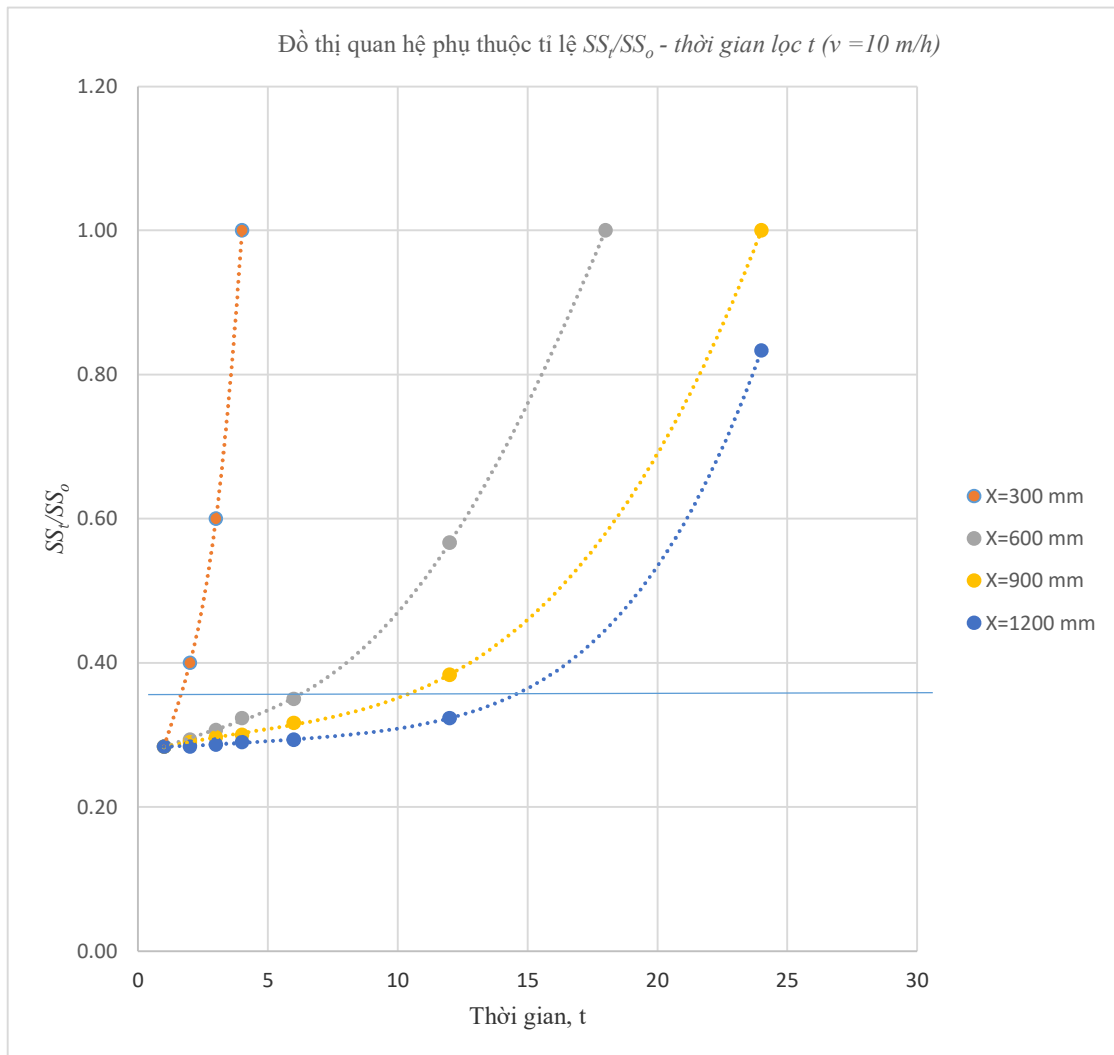
- $X = 300$ mm, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 3 giờ
- $X = 600$ mm, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 6 giờ
- $X = 900$ mm, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 12 giờ
- $X = 1200$ mm, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 18 giờ



Hình 3.5. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS/SS_o -thời gian lọc t ($v=7,5m/h$)

Từ kết quả ở đồ thị 3.5 ta có thể thấy rằng hiệu quả lọc với vận tốc $v = 7.5m/h$ ở các lớp lọc khác nhau như sau:

- $X = 300$ mm, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 2 giờ
- $X = 600$ mm, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 4 giờ
- $X = 900$ mm, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 8 giờ
- $X = 1200$ mm, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 16 giờ



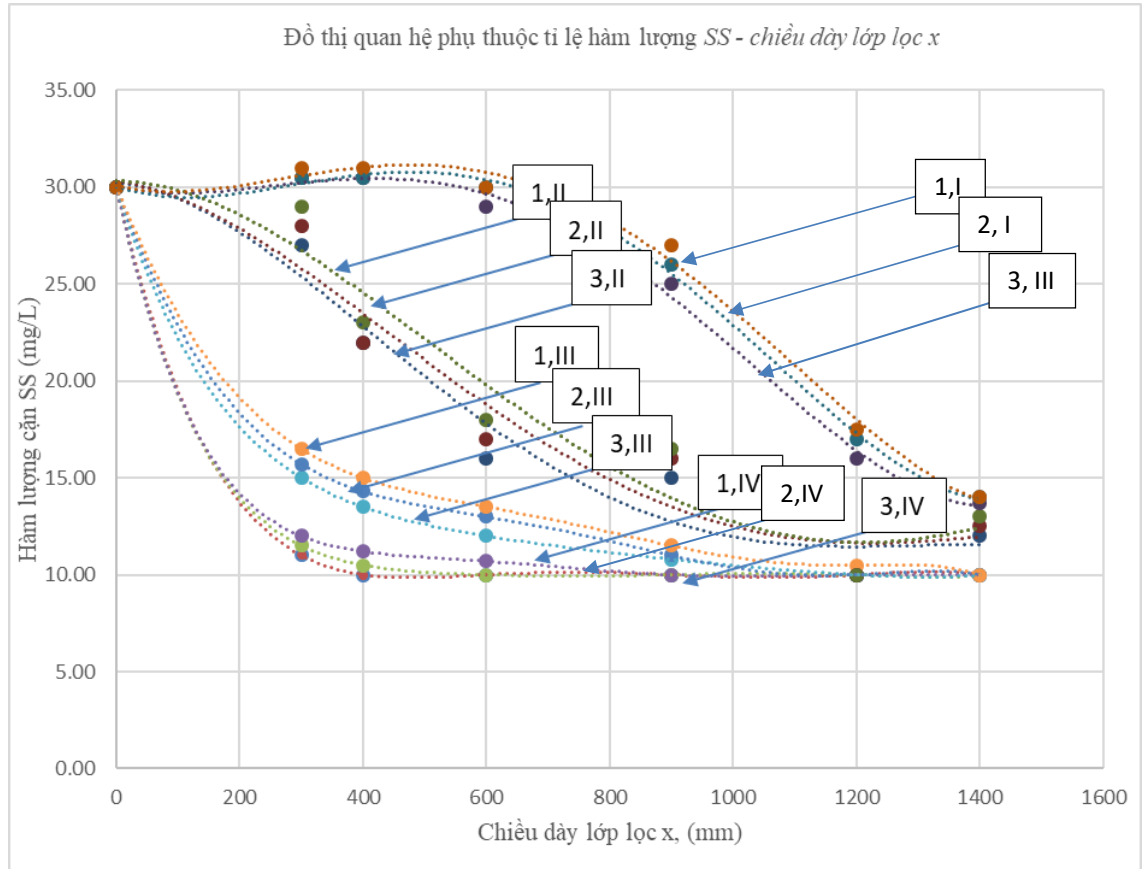
Hình 3.6. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS_t/SS_o -thời gian lọc t ($v=10\text{m/h}$)

Từ kết quả ở đồ thị 3.5 ta có thể thấy rằng hiệu quả lọc với vận tốc $v = 7.5\text{m/h}$ ở các lớp lọc khác nhau như sau:

- $X = 300 \text{ mm}$, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 2 giờ
- $X = 600 \text{ mm}$, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 4 giờ
- $X = 900 \text{ mm}$, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 7 giờ
- $X = 1200 \text{ mm}$, thời gian lọc tối ưu từ 1 đến 13 giờ

c) Đồ thị phụ thuộc SS – chiều dày lớp lọc x

Từ kết quả ở bảng 3.8, 3.9 và 3.10, xây dựng được đồ thị phụ thuộc SS và chiều dày lớp lọc x, hình 3.7.



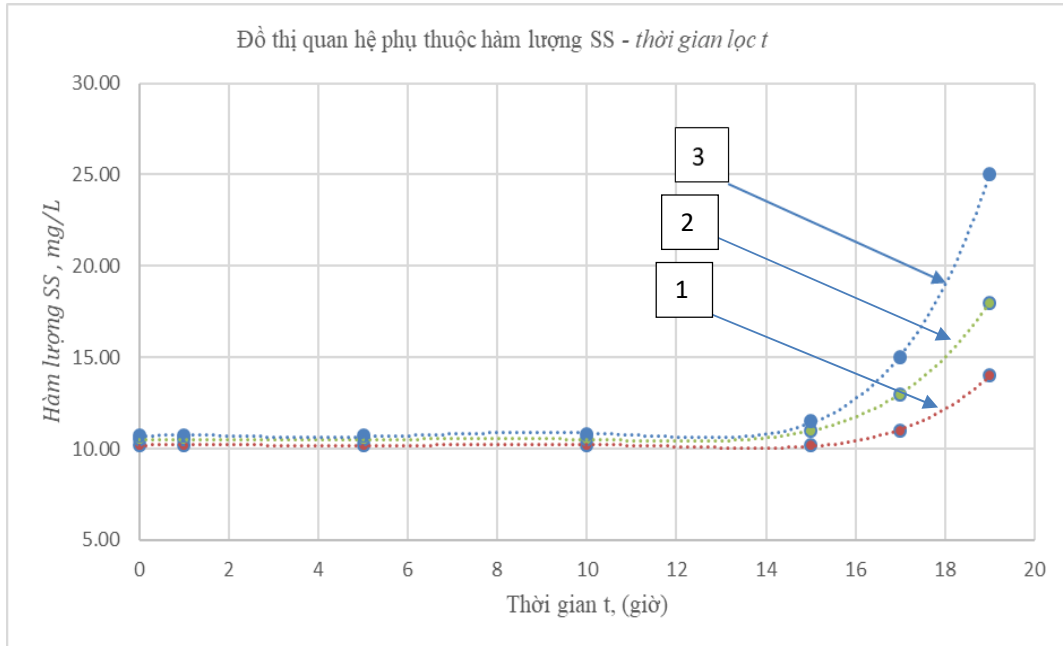
Hình 3.7. Đồ thị quan hệ phụ thuộc hàm lượng SS – chiều dày lớp lọc x

Ghi chú1: I-đặc trưng thời kỳ đầu của quá trình lọc; II,III,IV...đặc trưng các thời kỳ tiếp theo

Ghi chú2: 1. Với vận tốc $v = 5\text{m/h}$; 2. Với vận tốc $v = 7,5\text{m/h}$; 3. Với vận tốc $v = 10\text{m/h}$

d) Đồ thị phụ thuộc SS – thời gian lọc t:

Từ kết quả ở bảng 3.8, 3.9 và 3.10, xây dựng được đồ thị phụ thuộc SS - thời gian lọc.

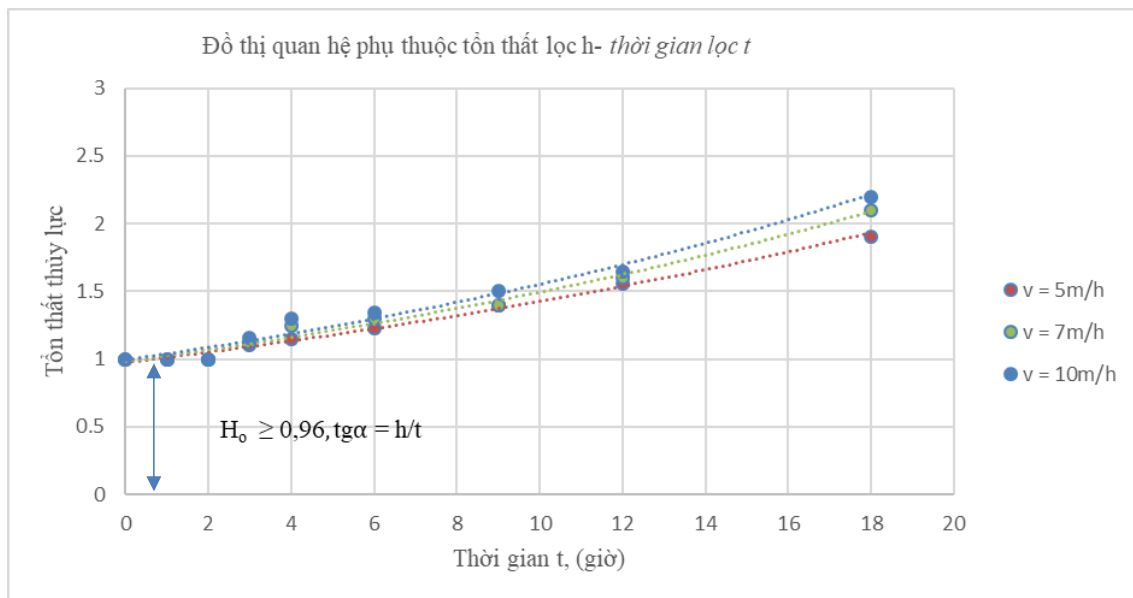


Hình 3.8. Đồ thị quan hệ phụ thuộc hàm lượng SS – thời gian lọc t

Ghi chú: 1. Với vận tốc $v = 5 \text{ m/h}$; 2. Với vận tốc $v = 7,5 \text{ m/h}$; 3. Với vận tốc $v = 10 \text{ m/h}$

2/. Xử lý kết quả thực nghiệm liên quan đến tổn thất và thời gian lọc.

Từ kết quả ở bảng 3.11, 3.12 và 3.13, xây dựng được đồ thị phụ thuộc giữa tổn thất lọc h và thời gian lọc t và chiều dày lớp vật liệu lọc, hình 3.9



Hình 3.9. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tổn thất lọc h – thời gian lọc t

3/. *Xác định hiệu quả xử lý:*

Từ kết quả thực có thể xác được hiệu quả khử SS và cặn hòa tan như sau:

$$\text{Cặn SS: } E_{ss} = \frac{30 - (10 \div 8)}{30} \times 100\% \sim 70\%$$

3.5 Bàn luận nghiên cứu quá trình loại bỏ cặn lơ lửng bằng bể lọc vật liệu lọc ODM-2F.

3.5.1. *Nồng độ thành phần của cặn lơ lửng trong nước thải trước và sau khi đến bể lọc*

1./ Nồng độ thành phần của cặn lơ lửng trong nước thải trước khi đến bể lọc

Từ kết quả 3 đợt thí nghiệm có thể nhận thấy rằng hàm lượng SS trước khi toàn bộ chu kỳ đối với các tốc độ khác nhau là tương đối ổn định, với giá trị trung bình như sau:

- Đợt 1:

$$+ v=5 \text{ m/h; } SS_o = 29,7 - 30 \text{ mg/L}$$

$$+ v=7,5 \text{ m/h; } SS_o = 29,3 - 30 \text{ mg/L}$$

$$+ v=10 \text{ m/h; } SS_o = 29,6 - 31 \text{ mg/L}$$

- Đợt 2:

$$+ v=5 \text{ m/h; } SS_o = 28,7 - 31,5 \text{ mg/L}$$

$$+ v=7,5 \text{ m/h; } SS_o = 29,2 - 31 \text{ mg/L}$$

$$+ v=10 \text{ m/h; } SS_o = 29,8 - 31 \text{ mg/L}$$

- Đợt 3:

$$+ v=5 \text{ m/h; } SS_o = 29,8 - 31,5 \text{ mg/L}$$

$$+ v=7,5 \text{ m/h; } SS_o = 29,4 - 31 \text{ mg/L}$$

$$+ v=10 \text{ m/h; } SS_o = 29,6 - 31,5 \text{ mg/L}$$

Như vậy với ngưỡng hàm lượng SS từ 3 đợt thí nghiệm vào khoảng 30.35 mg/l là phù hợp và đạt chỉ tiêu xử lý SS của chuẩn A QCVN 14:2008/BTNMT, và cần thiết phải xử lý để loại bỏ nhằm đạt được hàm lượng SS ~ 10 mg/l đáp ứng yêu cầu tái sử dụng như trong luận án đã đề xuất.

2./ Nồng độ thành phần của cặn lơ lửng trong nước thải sau khi qua bể lọc

Từ các kết quả thí nghiệm và các đồ thị 3.4, 3.5, 3.6 cho thấy rằng hàm lượng chất lơ lửng sau khi xử lý đạt hiệu quả ổn định với chiều dày tối đa 1200 mm trong khoảng thời gian 18 giờ đầu tiên với $v=5$ m/h, 16 giờ đầu tiên với $v=7,5$ m/h và 14 giờ đầu tiên với $v=10$ m/h. Sau khoảng thời gian này hàm lượng cặn lơ lửng tăng dần lên và hiệu quả lọc không còn đạt yêu cầu. Có thể nhận thấy rằng trong cả quá trình lọc hàm lượng SS luôn đạt yêu cầu đầu ra 10 mg/l

3.5.2. Sự gia tăng tổn thất áp lực của bể lọc vật liệu ODM-2F

Tổn thất lọc của hệ thống được thể hiện như hình 3.9. Tổn thất lọc được đo bằng bảng độ dâng mực nước trong bảng đo áp lực. Ở cả 3 tốc độ khác nhau với chiều dày lớp vật liệu lọc $X=1200$ mm tổn thất vật liệu qua lớp vật liệu lọc sạch dao động ở mức 0.96m. Sự gia tăng tổn thất trên đồ thị tăng dần theo chiều dày lớp lọc.

Tổn thất cột áp trung bình đối với các vận tốc lọc khác nhau như sau:

- $v=5$ m/h, sau 18 giờ tổn thất qua lớp vll với chiều dày 1200mm là 1900 mm, tổn thất trung bình cho chu kỳ lọc là 105,5 cm/giờ
- $v=7,5$ m/h, sau 18 giờ tổn thất qua lớp vll với chiều dày 1200mm là 1980 mm, tổn thất trung bình cho chu kỳ lọc là 110 cm/giờ
- $v=10$ m/h, sau 18 giờ tổn thất qua lớp vll với chiều dày 1200mm là 2060 mm, tổn thất trung bình cho chu kỳ lọc là 114.4 cm/giờ

Kết quả của sự gia tăng tổn thất đối với bể lọc vật liệu lọc ODM-2F là có tương đồng với bể lọc cát trọng lực hoặc vật liệu an-tra-xít trong xử lý nước thải sinh hoạt khi tổn thất của 2 loại vật liệu đều tăng theo tuyến tính. Tuy nhiên, theo Metcalf & Eddy [106], tổn thất qua lớp vật liệu lọc đối với 2 loại vật liệu cát và an-tra-xít là khoảng 3694mm đối với vận tốc lọc 9.6 m/h, ~ sau khoảng 18 giờ làm việc, đối với các vận tốc nhỏ hơn cũng có sự gia tăng tổn thất đáng kể so với vật liệu lọc ODM-2F cùng thời gian làm việc, nhìn chung với các loại bể cát thì chu kỳ rửa lọc chỉ khoảng 8 đến 10 giờ làm việc. Như vậy có thể thấy rằng với ngoài hiệu quả xử lý cao hơn thì chu kỳ rửa lọc của bể lọc với vật liệu lọc ODM-2F cũng kéo dài hơn so với bể lọc cát hoặc an-tra-xít thông thường.

3.5 Kết luận chương 3.

1. Mô hình thực nghiệm được xây dựng trên cơ sở lý thuyết tương tự (1) về hình học : $\lambda_d = D_n/D_m = D_n/0,15$; $\lambda_H = H_n/H_m = 1$; (2) về động học: $\lambda_v = v_n/v_m = 1$ và $\lambda_j = J_n/J_m = 1$.

2. Từ phân tích đánh giá các nhóm tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý, luận án đã:

- Lựa chọn được công nghệ khử chất hữu cơ và dinh dưỡng bằng công trình MBBR và công nghệ khử cặn lơ lửng bằng công trình lọc ODM-2F.

- Lựa chọn được dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải phù hợp cho mục đích cấp nước tái sử dụng trong đô thị gồm: Công trình xử lý sinh học MBBR => công trình lắng bậc III => Công trình lọc ODM-2F => Công trình khử trùng.

3. Nghiên cứu thực nghiệm lọc ODM-2F với mục đích xác định các chỉ tiêu chất lượng nước, các thông số lọc (vận tốc, thời gian, tổn thất) và thông số rửa lọc (lượng nước và thời gian) được thực hiện theo phương pháp tiêu chuẩn và qui chuẩn hiện hành. Kết quả thực nghiệm cho thấy hiệu quả khử SS và cặn hòa tan đạt chất lượng cho mục đích tái sử dụng trong đô thị.

4. Nghiên cứu thực nghiệm lọc cát thạch anh với mục đích so sánh với lọc ODM-2F. Kết quả cho thấy hiệu quả khử SS của ODM-2F cao hơn hiệu quả khử SS của cát thạch anh ($E_{ss(ODM-2F)} = 70\% > E_{ss(Cát)} = 68\%$).

CHƯƠNG 4. XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH LỌC ODM-2F VÀ ỨNG DỤNG

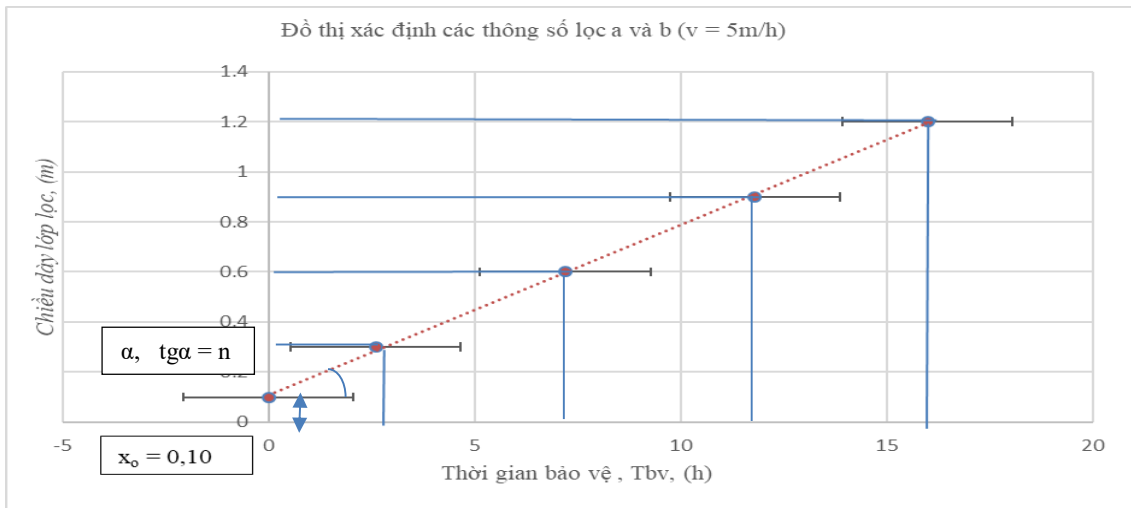
4.1 Xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F

4.1.1 Xác định các thông số lọc.

1/. Xác định thông số lọc với vận tốc lọc $v = 5\text{ m/h}$:

Trên đồ thị phụ thuộc SS_t/SS_0 - thời gian lọc t (hình 3.4), kẻ đường thẳng song song với trục hoành tại các điểm có tung độ $SS_t/SS_0 = 10/30 = 0,34$ (Ghi chú: $SS_0 = 30\text{ mg/l}$ – hàm lượng cặn lơ lửng trong nước đầu vào; $SS_t = 10\text{ mg/l}$ – hàm lượng cặn lơ lửng trong nước thải đầu ra), giao cắt với các đường cong biểu diễn hiệu quả lọc theo chiều dày lớp lọc x_i , và từ các điểm giao cắt này, kẻ đường thẳng song song với trục tung. Các điểm giao nhau của chúng với trục hoành chính là thời gian bảo vệ lớp lọc t_i (h) đối với chiều dày lớp lọc tương ứng x_i (m).

Với trị số của chiều dày lớp lọc x_i (m) và thời gian bảo vệ t_i (h), xây dựng được đồ thị phụ thuộc $x - t$ ứng với tỉ lệ SS_t/SS_0 như ở hình 4.1.



Hình 4.1. Đồ thị xác định các thông số lọc a và b ($v=5\text{ m/h}$)

Từ hình 4.1, xác định các thông số lọc a, b đối với mô hình:

$$b^* = \frac{X_0}{x_0} = \frac{1,16}{0,1} = 11,6, \quad \frac{a^*}{b^*} = \frac{n}{K} = \frac{\text{tg}\alpha}{K} = \frac{1}{1,18} \cdot \frac{0,9}{9,4} = 0,083 \rightarrow a^* = 0,083 \times 11,6 = 0,962$$

Trong đó: $n = \operatorname{tg}\alpha$ (α -góc giữa đường thẳng đồ thị phụ thuộc x-t và trục ngang-trục t, hình 4.1) ;

$$X_o = 1,16\text{m};$$

$$\text{và } K = 1,18 \text{ (với } SS_t/SS_o = 0,34, \text{ bảng 2.5).}$$

Từ biểu đồ kết quả thí nghiệm ở hình 3.9 (với $H_{gh} = 2,0 \div 2,2\text{m}$, thời gian lọc $t = 16\text{h}$ và chiều dày lớp lọc $x = 1,2\text{m}$), tính được trị số trung bình của $\operatorname{tg}\alpha$:

$$\operatorname{tg}\alpha = n = \frac{H_{gh} - H_o}{t} = \frac{2,0 - 0,96}{16} = 0,065 \text{ hay } h/t = 0,065 \text{ và } i_o^* = \frac{H_o}{x} = \frac{0,96}{1,2} = 0,80$$

$$\text{Mặt khác, ta lại có: } \frac{h}{t} = \varphi i_o F(A) \frac{a^*}{b} = 1,36 \times 0,8 F(A) \cdot 0,083 = 0,09 F(A)$$

$$\text{Trong đó: } \varphi = \left(\frac{d_{td}}{d_{20}} \right)^2 = \left(\frac{1,4}{1,2} \right)^2 \approx 1,36$$

d_{td} - đường kính tương đương theo qui ước;

d_{20} - đường kính trung bình của hạt lọc lớp đầu tiên (theo chiều lọc) có chiều dày bằng 20% tổng chiều dày lớp lọc].

$$\text{Từ các phương trình trên, tính ra: } F(A) = \frac{h}{t} / 0,09 = 0,065 / 0,09 = 0,722$$

Với giá trị $F(A)$ đã tính, sử dụng bảng 2.6, xác định trP sẽ $A^* = 0,19$

Có thể tính chuyển các thông số a, b, A và i với tốc độ lọc và đường kính hạt lọc bất kỳ. Tuy nhiên, xét trường hợp nghiên cứu cụ thể với vật liệu lọc là ODM-2F có $d = d^*$, nếu lấy $v^* = v$ và cùng nguồn nước thải sau xử lý tập trung, ta có:

$$a = a^* \left(\frac{v}{v^*} \right) \left(\frac{d^*}{d} \right) = a^* = 0,962$$

$$b = b^* \left(\frac{v^*}{v} \right)^{0,7} \left(\frac{d^*}{d} \right)^{1,7} = b^* = 11,6$$

$$i = i_o^* \left(\frac{v}{v^*} \right) \left(\frac{d^*}{d} \right)^2 = i_o^* = 0,80$$

$$1 - A = (1 - A^*) \left(\frac{v}{v^*} \right)^{0,5} \left(\frac{d^*}{d} \right)^{0,25} = 1 - A^* = 1 - 0,19 = 0,80$$

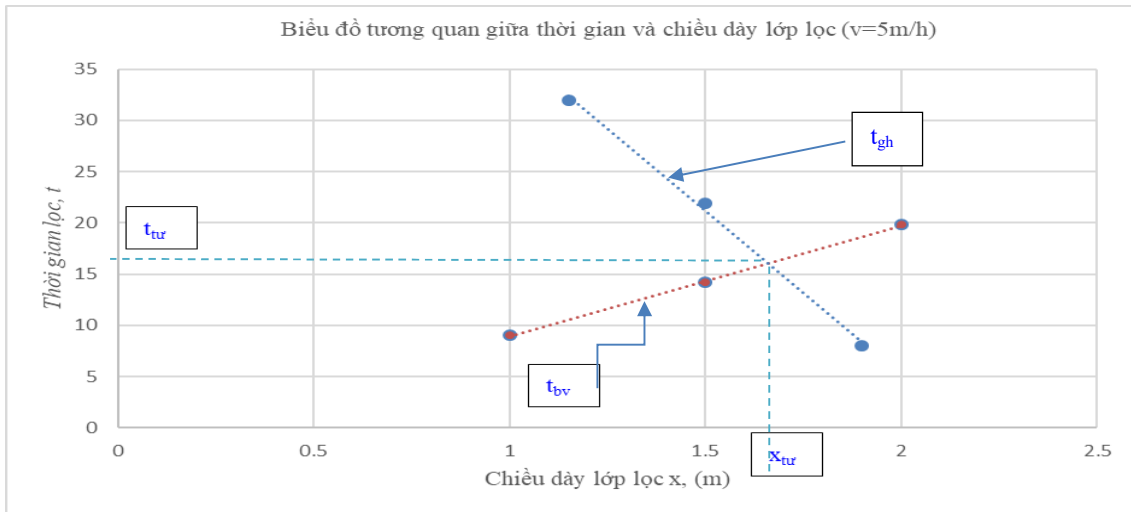
Để công trình lọc làm việc an toàn, chọn thời gian chu kỳ lọc: $T = t_{gh} \leq t_{bv}$

Các giá trị t_{bv} và t_{gh} phụ thuộc tuyến tính bậc nhất đối với chiều dày lớp lọc và xác định:

Với lớp lọc $x = 1.0\text{m}$:

$$t_{gh} = \Phi \frac{H_{gh} - H_o}{H_o F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot x = \Phi \frac{H_{gh} - i_o x}{i_o x \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot x = 1,36 \frac{2,0 - 0,8 \times 1}{0,8 \times 0,722} \cdot \frac{11,6}{0,962} = 34\text{h giờ}$$

$$t_{bv} = \frac{1}{K} \cdot \frac{b}{a} \left(1 - \frac{X_o}{b} \right) = \frac{1}{1,16} \cdot \frac{11,6}{0,962} \left(1 - \frac{1,16}{11,6} \right) = 9,4 \text{ giờ}$$



Hình 4.2. Biểu đồ tương quan giữa thời gian và chiều dày lớp lọc ($v=5\text{m/h}$)

Với lớp lọc $x = 1,5\text{m}$:

$$t_{gh} = \Phi \frac{H_{gh} - H_o}{H_o F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot x = \Phi \frac{H_{gh} - i_o x}{i_o x \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot x = 1,36 \frac{2,0 - 0,8 \times 1,5}{0,8 \times 1,5 \times 0,722} \cdot \frac{11,6}{0,962} \cdot 1,5 = 22,7 \text{ giờ}$$

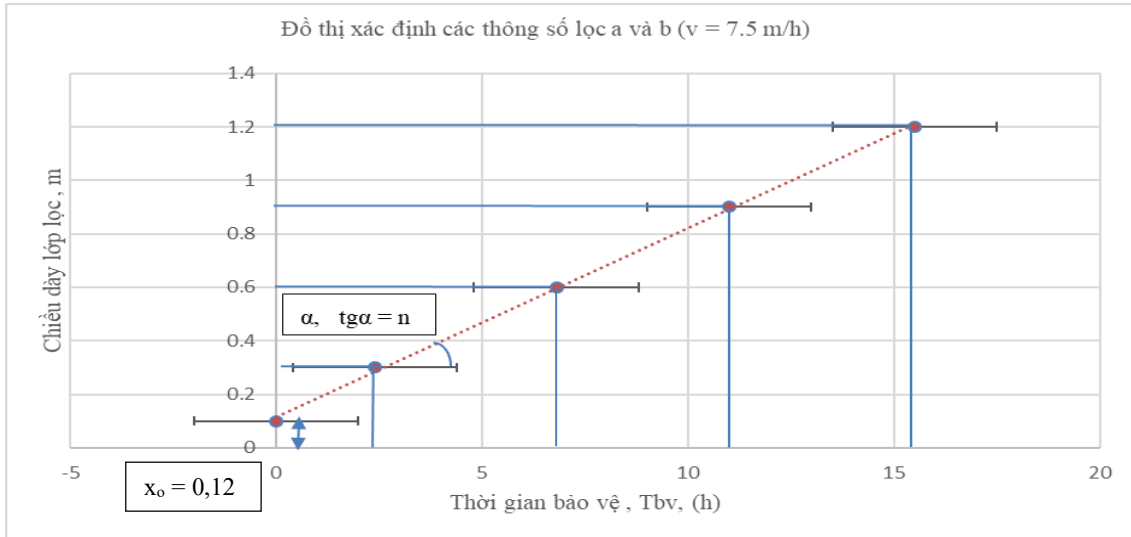
$$t_{bv} = \frac{1}{K} \cdot \frac{b}{a} \left(x - \frac{X_o}{b} \right) = \frac{1}{1,16} \cdot \frac{11,6}{0,962} \left(1,5 - \frac{1,16}{11,6} \right) = 14,4 \text{ giờ}$$

Kết quả thu được thể hiện trên đồ thị hình 4.2.

Tọa độ của điểm giao nhau giữa đường biểu diễn ($t_{bv}-x$) và đường biểu diễn ($t_{gh}-x$) là thời gian (T_{tr}) và chiều dày lớp lọc (X_{tr}) tối ưu của quá trình lọc với tốc độ $v=5\text{m/h}$.

2/. Xác định thông số lọc với vận tốc lọc $v = 7,5\text{m/h}$:

Trên đồ thị phụ thuộc SS_t/SS_o - thời gian lọc t (hình 3.5), kẻ đường thẳng song song với trục hoành tại điểm có tung độ $SS_t/SS_o=0,34$. Ta thu được các trị số của chiều dày lớp lọc x_i (m) và thời gian bảo vệ t_i (h) và từ đó xây dựng được đồ thị phụ thuộc $x - t$ như ở hình 4.3.



Hình 4.3. Đồ thị xác định các thông số lọc a và b ($v=7,5\text{m/h}$)

Từ hình 4.3, bằng cách tương tự như đối với vận tốc lọc $v=5\text{m/h}$ xác định được các thông số lọc đối với mô hình:

$$b^* = \frac{X_0}{x_0} = \frac{1,16}{0,12} = 9,7 ; \quad \frac{a^*}{b^*} = \frac{n}{K} = \frac{\text{tg}\alpha}{K} = \frac{0,9}{9} \cdot \frac{1}{1,16} = 0,0862 ; \quad a^* = 0,836 ; \quad i^* = 0,83 ;$$

$$A^* = 0,16$$

Xét trường hợp nghiên cứu cụ thể, ta có các thông số của nguyên mẫu:

$$a = a^* = 0,836 ; \quad b = b^* = 9,7 \text{ m}^{-1} ; \quad a/b = a^*/b^* = 0,086 \text{ m/h} ; \quad i = i_0^* = 0,83 ; \quad 1 - A = (1 - A^*) = 1 - 0,16 = 0,84.$$

Tính toán thời gian giới hạn và thời gian bảo vệ:

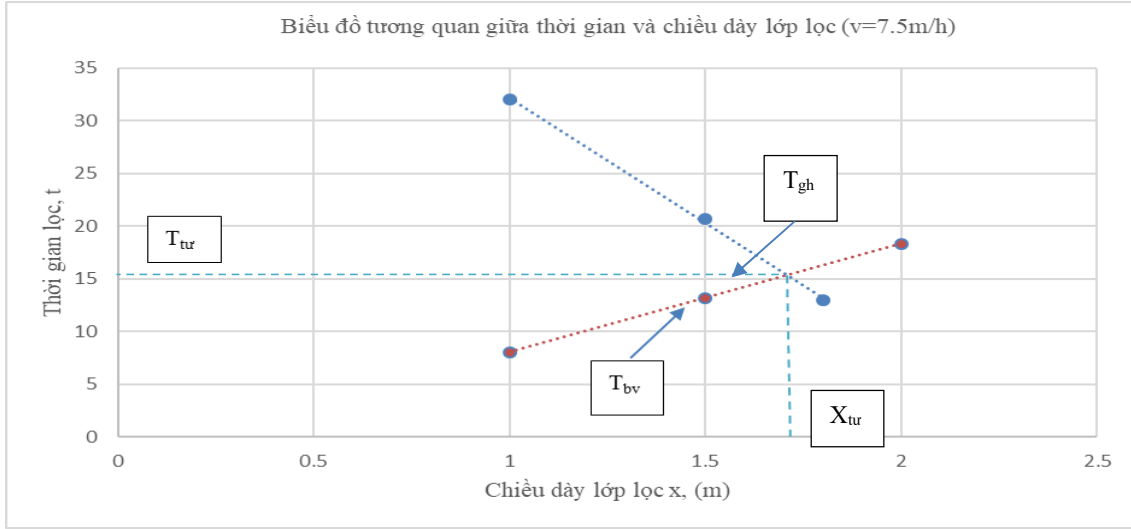
- Với lớp lọc $x = 1,0\text{m}$, ta có:

$$t_{gh} = 32\text{giờ} ; \quad t_{bv} = 8\text{giờ}$$

- Với lớp lọc $x = 1,5\text{m}$, ta có:

$$t_{gh} = 30,7\text{giờ} ; \quad t_{bv} = 13,2\text{giờ}$$

Kết quả thu được thể hiện trên đồ thị hình 4.4.



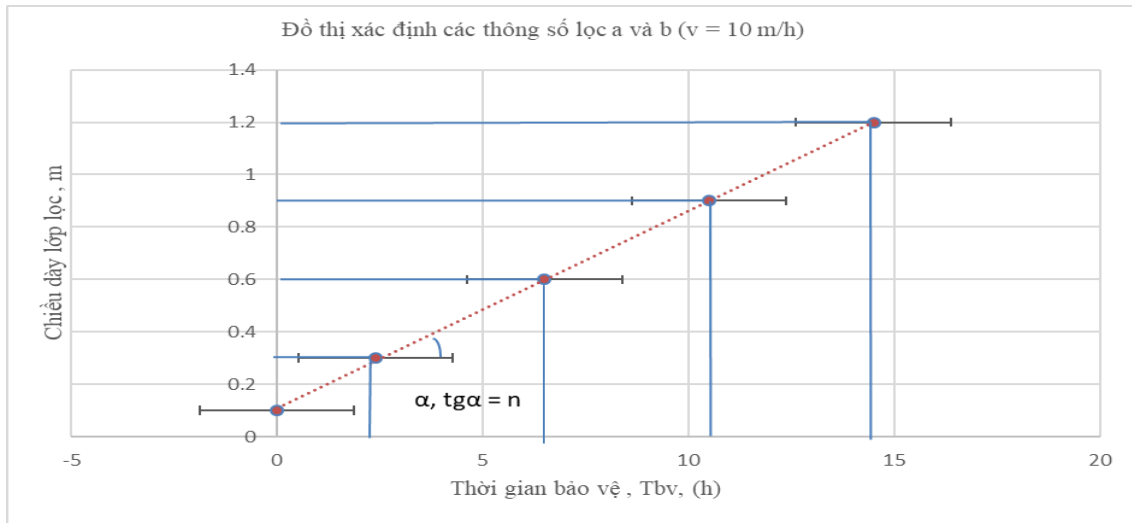
Hình 4.4. Biểu đồ tương quan giữa thời gian và chiều dày lớp lọc (v=7,5m/h)

3/. Xác định thông số lọc với vận tốc $V = 10\text{m/h}$

Trên đồ thị phụ thuộc SS_t/SS_o - thời gian lọc t hình 3.6, kẻ đường thẳng song song với trục hoành tại các điểm có tung độ $SS_t/SS_o = 0,34$, ta có các giao cắt của chúng với trục hoành để xác định thời gian bảo vệ $t_i(h)$ với chiều dày lớp lọc tương ứng $x_i(m)$. Từ đó xây dựng được đồ thị phụ thuộc $x - t$ như ở hình 4.5.

Làm tương tự như đối với các vận tốc lọc $v=5\text{m/h}$ và $v=7,5\text{m/h}$, ta có các thông số đối với mô hình:

$$b^* = \frac{X_o}{x_o} = \frac{1,16}{0,14} = 8,3 ; \quad \frac{a^*}{b^*} = \frac{n}{K} = \frac{\text{tg}\alpha}{K} = \frac{0,9}{8,6 \cdot 1,16} = 0,0902 ; a^* = 0,748 ; i^* = 0,86 ; A^* = 0,12$$



Hình 4.5. Đồ thị xác định các thông số lọc a và b (v=10m/h)

Xét trường hợp nghiên cứu cụ thể, ta có các thông số của nguyên mẫu:

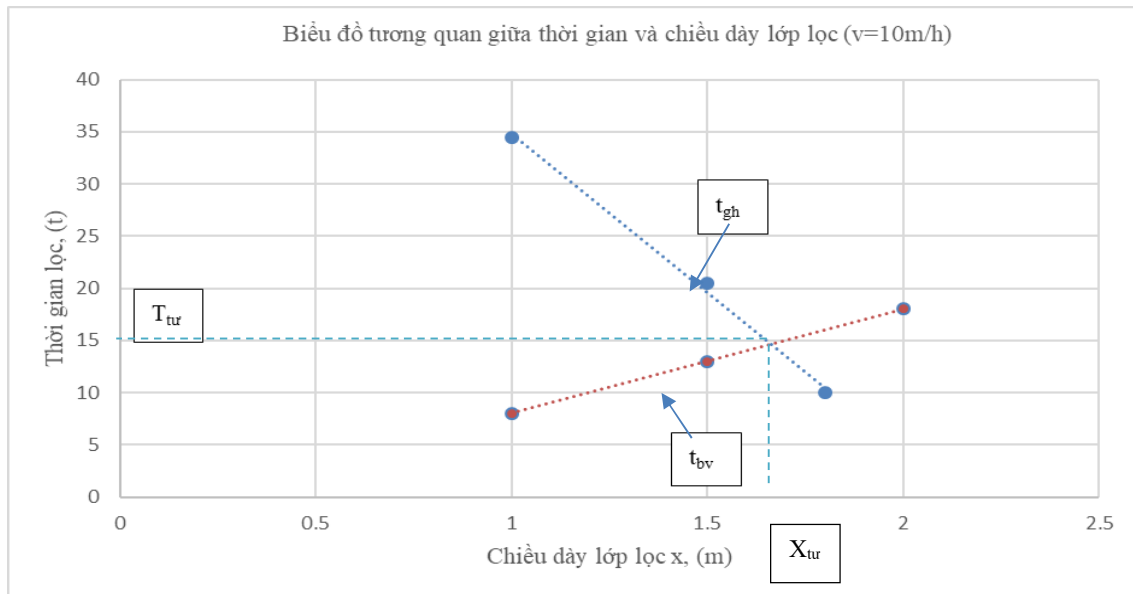
$$a = a^* = 0,748; b = b^* = 8,3; i = i^* = 0,86; 1 - A = (1 - A^*) = 1 - 0,12 = 0,88$$

Và tính được thời gian giới hạn và thời gian bảo vệ:

- Với lớp lọc $x = 1,0\text{m}$: $t_{gh} = 35,8\text{giờ}$; $t_{bv} = 8\text{giờ}$

- Với lớp lọc $x = 1,5\text{m}$: $t_{gh} = 21,4\text{giờ}$; $t_{bv} = 13\text{giờ}$

Kết quả thu được đối với tốc độ lọc $v = 10\text{m/h}$ thể hiện trên đồ thị hình 4.6.



Hình 4.6. Biểu đồ tương quan giữa thời gian và chiều dày lớp lọc ($v=10\text{m/h}$)

Từ các kết quả tính toán có thể thống kê được các thông số của quá trình lọc vật liệu ODM-2F với những tốc độ lọc khác nhau như ở bảng 4.1.

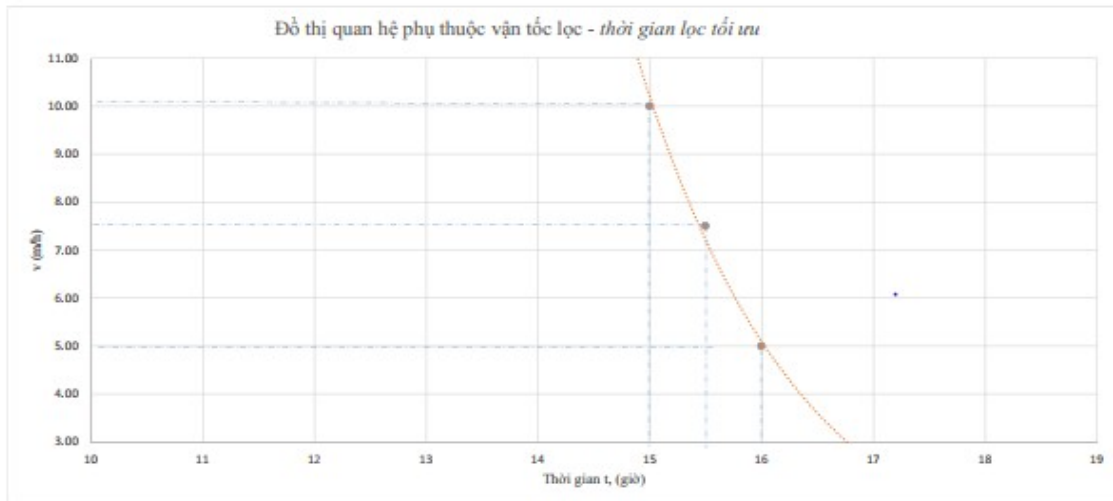
Bảng 4.1. Thông số lọc với vận tốc lọc khác nhau (đối với ODM-2F)

TT	Thông số lọc	Vận tốc lọc, v (m/h)		
		5	7,5	10
1	Chiều dày lớp vật liệu lọc x (mm)	1700	1700	1700
2	Kích thước hạt vật liệu lọc (mm)	0,8-1,2	0,8-1,2	0,8-1,2
3	Thông số lọc a	0,962	0,862	0,748
4	Thông số lọc b (m^{-1})	11,6	9,7	8,3
5	Thông số a/b (m/h)	0,083	0,086	0,0902
5	Tỉ lệ SS_t^{tb}/SS_o^{tb}	0,34	0,34	0,34

6	Hằng số X_0 (phụ thuộc vào hiệu quả lọc)	1,16	1,16	1,06
7	Hằng số K (phụ thuộc vào hiệu quả lọc)	1,18	1,18	1,16
8	Tổn thất đơn vị, i_0	0,80	0,83	0,86
9	1-A	0,80	0,84	0,88
10	Thời gian lọc tối ưu t_{tu} (h)	16	15,5	15

4/. Lựa chọn thời gian chu kỳ lọc ODM-2F.

Từ số liệu trong bảng 4.1 xây dựng được đồ thị phụ thuộc giữa vận tốc lọc và thời gian tối ưu (thời gian chu kỳ lọc (T) lấy bằng thời gian tối ưu (T_{tu})) như hình 4.7.



Hình 4.7. Đồ thị phụ thuộc giữa vận tốc lọc và thời gian lọc tối ưu.

4.1.2 Xác định các thông số rửa lọc

Các thông số rửa lọc được thống kê tính toán tại PLIV, kết quả dẫn ra như sau:

1/. Lượng nước và thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày màng cặn bao phủ hạt lọc với vận tốc lọc $v = 5m/h$

a) Lượng nước và thời gian rửa lọc:

Từ kết quả thí nghiệm ở bảng 3.14, 3.15 và 3.16, lấy ví dụ bảng 3.14, ta có:

- Cường độ rửa lọc $q_{(rl)} = 12l/s/m^2$;
- Thời gian rửa lọc: $t_{rl(tb)} = (t_{rl(1)} + t_{rl(2)} + q_{rl(3)})/3 = 18ph$
- Khối lượng nước rửa lọc: $W_{rl(tb)} = (W_{rl(1)} + W_{rl(2)} + W_{rl(3)})/3 = 0,9156m^3$

b) Lượng cặn và chiều dày màng cặn bọc hạt lọc ODM-2F:

- Lượng cặn lơ lửng được giữ lại:

$$G_{ss} = Q_m(SS_1 - SS_2) = 8,478 \times 20 = 169,52 \text{ (gSS/ngđ)}$$

Trong đó: Q_m - lưu lượng nước xử lý trong ngày (qua mô hình), $Q_m = \pi D^2/4 \cdot 24 = 8,478 \text{ m}^3/\text{ngđ}$; $SS_1 = 30 \text{ mg/l}$ - Hàm lượng cặn SS trong nước thải đầu vào cột lọc; $SS_2 = 10 \text{ mg/l}$ - lượng cặn trong nước thải đầu ra cột lọc (nước thải đi tái sử dụng).

- Lượng cặn được giữ lại tính đối với chu kỳ lọc:

Vì chu kỳ lọc nước kéo dài (16/24) ngày, lượng cặn được giữ lại đối với mỗi chu kỳ lọc sẽ là:

$$G = 169,52 \times (16/24) = 113 \text{ g/chu kỳ lọc (1 chu kỳ lọc } T = 16\text{h)}.$$

Lấy khối lượng riêng của cặn bằng khối lượng riêng của nước, khi đó ta có khối tích cặn là:

$$W_c = G/\rho = 113/1000 = 0,113 \text{ m}^3$$

- Xác định chiều dày cặn bao phủ hạt lọc:

Lấy: (1) Khối lượng riêng của vật liệu lọc: 650 kg/m^3 ; (2) Diện tích bề mặt trung bình của vật liệu lọc: $f = 150 \text{ m}^2/\text{kg}$ (xem bảng 2.4)

Khối lượng vật liệu lọc với chiều dày $H = 1,2 \text{ m}$ là:

$$G_{vll} = 650 \times 1,2 \times S_m = 650 \times 1,2 \times 0,07065 = 55,1 \text{ kg (} S_m \text{-diện tích của cột lọc, } \text{m}^2\text{)}$$

Tổng diện tích bề mặt của các hạt vật liệu lọc là:

$$F_{c\ell} = G_{vll} \cdot f = 55,1 \times 150 = 8266,05 \text{ m}^2$$

Xác định được chiều dày bao phủ lớp lọc bằng:

$$b = W_c/F_{c\ell} = 0,113/8266,05 \sim 0,0136 \text{ mm} = 13,6 \mu\text{m}$$

- Xác định vận tốc rửa lọc yêu cầu:

Để có thể rửa lọc cho toàn bộ hệ bể thì cần phải tính toán vận tốc rửa cho hạt lọc có đường kính lớn nhất, theo thông số kỹ thuật của nhà sản xuất hạt có đường kính lớn nhất $D=2 \text{ mm}$, lựa chọn: $v = 0,72 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{ph}$ hay $v = 12 \text{ l/m}^2 \cdot \text{s}$

$$v_s = \frac{(720 \text{ L/m}^2 \cdot \text{ph})}{(10^3 \text{ l/m}^3)(60 \text{ s/ph})} = 0,012 \text{ (m/s)}$$

Trước hết phải tính toán vận tốc lắng của hạt lọc $D=2 \text{ mm}$, nếu giả sử chế độ chảy tầng, và độ nhớt làm việc ở 20°C tra bảng là:

$$\mu = 1,003 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

Theo định luật stoke khi đó công thức được áp dụng:

$$v_p = \frac{g(sg_p - 1)d_p^2}{18\mu} = \frac{9,81(1,5 - 1)(2,0 \times 10^{-3})^2}{18(1,003 \times 10^{-6})} = 1,08 \text{ (m/s)}$$

Kiểm tra hệ số reynolds, lựa chọn yếu tố hình dạng đá nghiền góc cạnh $\phi = 0.73$

$$N_r = \frac{(0,73)(1,08)(2,0 \times 10^{-3})}{(1,003 \times 10^{-6})} = 1542$$

Việc sử dụng định luật Stoke cho hệ số Reynolds lớn hơn 1 là không hợp lý. Do đó định luật Newton sẽ được sử dụng để xác định vận tốc lắng ở chế độ chảy quá độ. Bởi vì vận tốc lắng vẫn chưa biết, nên cần giả sử vận tốc lắng ban đầu.. Do đó quá trình tính toán đòi hỏi lặp nhiều lần.

Đối với vận tốc giả sử ban đầu, sử dụng số reynolds như ở trên tính toán hệ số kéo:

$$C_d = \frac{24}{1542} + \frac{3}{\sqrt{1542}} + 0.34 = 0,432$$

Áp dụng hệ số kéo, xác định vận tốc lắng của hạt

$$v_{p(t)} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d}(sg_p - 1)d_p} = \sqrt{\frac{4 \times 9,81(1,5 - 1)(2 \times 10^{-3})}{3 \times 0,432}} = 0,174 \text{ (m/s)}$$

Bởi vì vận tốc ban đầu giả sử (1.08 m/s) không bằng với vận tốc tính toán bằng công thức Newton (0.174 m/s), tiếp tục lần lặp thứ 2:

Đối với lần lặp thứ 2, giả sử vận tốc lắng là 0.15 m/s, số Reynolds và hệ số kéo:

$$N_r = \frac{(0,73)(0,15)(2,0 \times 10^{-3})}{(1,003 \times 10^{-6})} = 218$$

$$C_d = \frac{24}{218} + \frac{3}{\sqrt{218}} + 0.34 = 0.653$$

$$v_{p(t)} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d}(sg_p - 1)d_p} = \sqrt{\frac{4 \times 9,81(1,5 - 1)(2 \times 10^{-3})}{3 \times 0,653}} = 0,141 \text{ (m/s)}$$

Tiếp tục lặp lần 3, giả sử vận tốc lắng là 0.14 (m/s), số Reynolds và hệ số kéo:

$$N_r = \frac{(0.73)(0.14)(2.0 \times 10^{-3})}{(1.003 \times 10^{-6})} = 203,78$$

$$v_{p(0)} = \sqrt{\frac{4g}{3C_d} (sg_p - 1) d_p} = \sqrt{\frac{4 \times 9,81(1,5-1)(2 \times 10^{-3})}{3 \times 0,668}} = 0,1399 \text{ (m/s)}$$

Như vậy kết quả vận tốc giả thiết (0.14 m/s) và vận tốc lắng tính toán (0.139 m/s) là hợp lý

Sau khi xác định được vận tốc lắng của hạt có đường kính lớn nhất 2mm, xác định độ xốp của tầng vật liệu lọc có cỡ hạt lớn nhất khi rửa lọc:

$$\alpha_e = \left(\frac{v}{v_p}\right)^{0,22} = \left(\frac{0,012}{0,14}\right)^{0,22} = 0,583$$

Vậy độ sâu giãn nở của khối vật liệu lọc khi rửa là:

$$L_e = L \cdot \frac{1-\alpha}{1-(v/v_p)^{0,22}} = 1,2 \cdot \frac{1-0,5}{1-0,583} = 1,44 \text{ (m)}$$

Vì độ xốp khi giãn nở của hạt vật liệu lọc có đường kính lớn nhất (0.583) lớn hơn độ rỗng trung bình của hạt vật liệu (0.5), toàn bộ buồng lọc sẽ được giãn nở.

- *Xác định tổn thất qua lớp vật liệu lọc khi rửa:*

Trước tiên xác định hệ số Reynolds khi rửa lọc:

$$N_r = \frac{(0,73)(0,012)(2,0 \times 10^{-3})}{(1,003 \times 10^{-6})} = 17,47$$

Xác định hệ số kéo C_d :

$$C_d = \frac{24}{17,47} + \frac{3}{\sqrt{17,47}} + 0,34 = 2,43$$

Để xác định tổn thất qua lớp lọc, cần lấy đường kính danh nghĩa trung bình của các hạt vật liệu lọc:

$$d_s = \sqrt{d_1 d_2} = \sqrt{0,8 \times 2,0} = 1,26 \text{ mm}$$

Vậy tổn thất qua lớp lọc là:

$$h = \frac{1,067}{\varnothing} C_d \frac{1}{\alpha^4} \frac{L v_s^2}{d g} = \frac{1,067}{0,73} 2,43 \frac{1}{0,5^4} \frac{1,2}{0,00126} \frac{0,012^2}{9,81} = 0,79 \text{ (m)}$$

2/. Lượng nước và thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày màng cặn bao phủ hạt lọc với những vận tốc lọc khác.

Làm tương tự như trên, ta có kết quả cho những vận tốc lọc $v = 7,5 \text{ m/h}$ và $v = 10 \text{ m/h}$ ghi ở bảng 4.2.

Bảng 4.2: Lượng nước, thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày lớp cặn bao phủ hạt lọc.

TT	Vận tốc lọc $v(\text{m/h})$	Cường độ rửa lọc, $q_0(\text{l/sm}^2)$	Thời gian rửa lọc, $t(\text{phút})$	Khối lượng nước rửa lọc, W_r (m^3)	Khối cặn giữ lại, W_c (m^3)	Tổng diện tích bề mặt các hạt lọc (m)	Chiều dày cặn bọc hạt lọc, σ (μm)
1	5	12	18	0,9156	0,113	8266,058266,05	13,6
2	7,5	12	17,5	0,8902	0,1095	8266,05	13,2
3	10	12	16	0,8139	0,106		12,8

4.1.3 Xác định các dịch vụ, nhu cầu dùng nước và công suất cấp nước trong đô thị.

1/. Dịch vụ cấp nước trong đô thị.

Có thể xác định các nhu cầu dịch vụ cấp nước trong đô thị theo các qui định về tiêu chuẩn cấp nước sinh hoạt, công nghiệp, các công trình thể dục thể thao, tưới công viên cây xanh, sân golf và kế thừa các kết quả nghiên cứu đi trước của J.I.Chu et.al. 2004 về nước dội xí tiêu, Jack et. Al., 1987 về nước làm mát công nghiệp...

Nhu cầu các dịch vụ cấp nước trong đô thị dẫn ra ở bảng 4.3 và 4.4.

Bảng 4.3. Nhu cầu cho các dịch vụ cấp nước trong đô thị loại III trở lên

TT	Dịch vụ cấp nước	Khối lượng	Đơn vị	Ghi chú nguồn
A	Nước cấp cho sinh hoạt tính trên đầu người	$Q_{sh} = q_0 N$	$q_0, \text{l/người/ngđ};$ $Q_{sh}, \text{m}^3/\text{ngđ}$	Lấy $q_0,$ TCXDVN 33:2006
B	Nước phục vụ công cộng	$Q_1 = k_1 q_0 N$	$q_0, \text{l/người/ngđ};$	Lấy $k_1 = 10\%,$

	(tưới cây, rửa đường, CC...)		$Q_1, m^3/ngđ$	TCXDVN 33:2006
C	Nước công nghiệp dịch vụ trong đô thị	$Q_2 = k_2 q_0 N$	$q_0, l/người/ngđ;$ $Q_2, m^3/ngđ$	Lấy $k_2 = 10\%$, TCXDVN 33:2006
D	Nước cho khu công nghiệp	$Q_3 = F \cdot q_{o(cn)}$	$q_{o(cn)}, m^3/ha;$ $Q_3, m^3/ngđ$	F- diện tích, ha
E	Nước dội toilet	$Q_4 = k_4 q_0 N$	$q_0, l/người/ngđ;$ $Q_4, m^3/ngđ$	Lấy $k_4 = 30\%$, J.I.Chu et.al., 2004
F	Nước rò rỉ trong hệ thống cấp nước	$Q_5 = k_5 (Q_{sh} + Q_1 + Q_2 + Q_3)$	$Q_5, m^3/ngđ$	Lấy $k_5 = 20 \div 25\%$, TCXDVN 33:2006
G	Nước cho yêu cầu riêng của nhà máy xử lý nước	$Q_6 = K_6 (Q_{sh} + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5)$	$Q_6, m^3/ngđ$	Lấy $k_6 \geq 7 \div 8\%$ TCXDVN 33:2006
H	Nước tưới công viên cây xanh	$Q_7 = [A_1] q_{t1}$	$q_{t1}, m^3/m^2.ngđ$ $Q_7, m^3/ngđ$	$q_{t1} \geq 3$ TCXDVN 33:2006
I	Nước tưới sân golf và các công trình thể thao	$Q_8 = [A_2] q_{t2}$	$q_{t2} = m^3/m^2.ngđ$ $Q_8, m^3/ngđ$	Lấy $q_{t2} \geq 5$ TCXDVN 33:2006
J	Mước làm mát công nghiệp	$G = [A_3] q_{cn} k_7$	$q_{cn}, m^3/ha.ngđ$ $G, m^3/ngđ$	Lấy $K_7 = 60\%$, Jack et. Al., 1987

Bảng 4.4. Nhu cầu cho các dịch vụ cấp nước trong đô thị loại IV và V

TT	Dịch vụ cấp nước	Khối lượng	Đơn vị	Ghi chú nguồn
A	Nước cấp cho sinh hoạt tính trên đầu người	$Q_{sh} = q_0 N$	$q_0, l/người/ngđ;$ $Q_{sh}, m^3/ngđ$	TCXDVN 33:2006
B	Nước cho dịch vụ đô thị (tưới cây, rửa đường, CC)	$Q_1 = k_1 q_0 N$	$q_0, l/người/ngđ;$ $Q_1, m^3/ngđ$	Lấy $k_1 = 10\%$, TCXDVN 33:2006
C	Nước công nghiệp dịch vụ trong đô thị	$Q_2 = k_2 q_0 N$	$q_0, l/người/ngđ;$ $Q_2, m^3/ngđ$	Lấy $k_2 = 5\% (*)$, TCXDVN 33:2006
E	Nước dội toilet	$Q_4 = k_4 q_0 N$	$q_0, l/người/ngđ;$ $Q_4, m^3/ngđ$	Lấy $k_4 = 30\%$, J.I.Chu et.al., 2004
F	Nước rò rỉ trong hệ thống cấp nước	$Q_5 = k_5 (Q_{sh} + Q_1 + Q_2)$	$Q_5, m^3/ngđ$	Lấy $k_5 = 20\%$ TCXDVN 33:2006
G	Nước cho yêu cầu riêng của nhà máy xử lý nước	$Q_6 = k_6 (Q_{sh} + Q_1 + Q_2 + Q_5)$	$Q_6, m^3/ngđ$	Lấy $k_6 = 10\%$ TCXDVN 33:2006

Ghi chú: () - Thứ tự C (nước công nghiệp dịch vụ trong đô thị) ở bảng 2.2 do tác giả luận án đề xuất tính đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050.*

2/. Nhu cầu dùng nước tái sử dụng trong đô thị

Nhu cầu dùng nước tái sử dụng trong đô thị được đề cập tới trong luận án gồm: (1) Nhu cầu dùng nước công cộng để tưới cây, rửa đường, chữa cháy, tưới cây công trình; (2) nhu cầu dùng nước sinh hoạt để vệ sinh nhà cửa, dội xí tiêu, và (3) nhu cầu dùng nước cho dịch vụ công nghiệp trong đô thị như nước thương mại, nước sử dụng trong các qui trình sản xuất tại các cao ốc, văn phòng ...

Từ số liệu liệt kê trong bảng 4.3 và 4.4, có thể xây dựng được công thức tính toán nhu cầu dùng nước không cho ăn uống trong đô thị như sau:

- Đối với đô thị loại đặc biệt, loại I, II, III, khu du lịch và nghỉ mát:

$$\begin{aligned} Q_{\text{cndt(III,tsd)}} &= Q_1+Q_2+Q_4+Q_5 = k_1q_0N+k_2q_0N+k_4q_0N+k_5(k_1+k_2+k_4)q_0N = \\ &= [k_1+k_2+k_4+k_5(k_1+k_2+k_4)]q_0N = 0,6125q_0N \end{aligned} \quad (4.1)$$

Trong đó: k_1, k_2, k_4, k_5 - các hệ số lấy theo chỉ dẫn ở cột ghi chú nguồn của bảng 4.3.

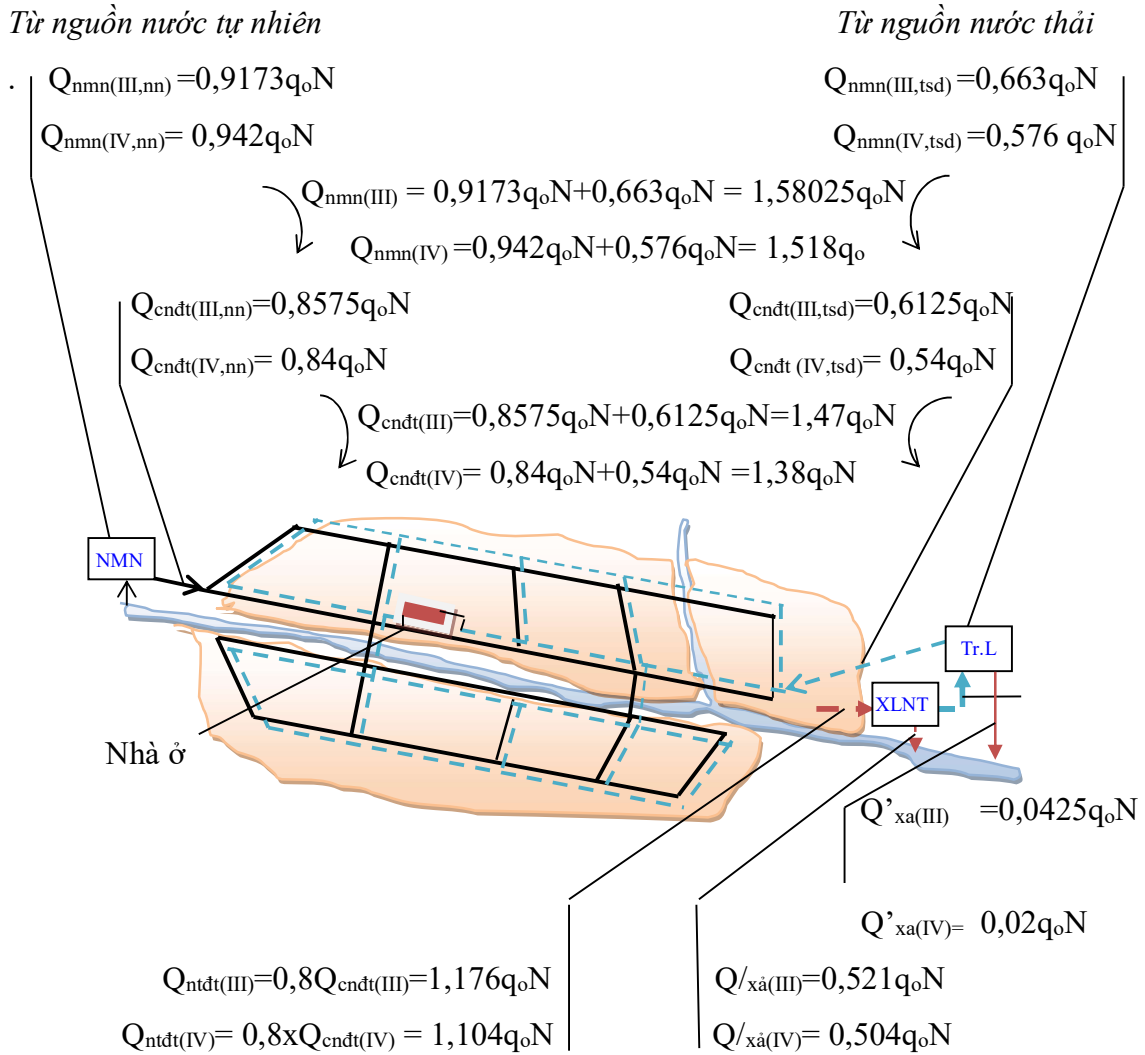
- Đối với đô thị loại IV và V:

$$\begin{aligned} Q_{\text{cndt(IV,tsd)}} &= Q_1+Q_2+Q_4+Q_5 = k_1q_0N+k_2q_0N+k_4q_0N+k_5(k_1+k_2+k_4)q_0N = \\ &= [k_1+k_2+k_4+k_5(k_1+k_2+k_4)]q_0N = 0,54q_0N \end{aligned} \quad (4.2).$$

Trong đó: k_1, k_2, k_4, k_5 - các hệ số lấy theo chỉ dẫn ở cột ghi chú nguồn của bảng 4.4.

3/. Sơ đồ tổng thể về cân bằng cấp thoát nước đô thị

Từ số liệu tính toán các dịch vụ cấp nước bảng (4.3) đối với đô thị loại III trở lên và bảng (4.4) đối với đô thị loại IV và V, có thể tính toán công suất cấp nước đô thị và nhà máy nước trong các trường hợp có và không có tái sử dụng nước thải, đồng thời tính toán lưu lượng thoát nước và xả thải vào nguồn tiếp nhận. Từ đó xây dựng được sơ đồ tổng thể cân bằng cấp thoát nước đô thị như ở hình 4.8.



Hình 4.8: Sơ đồ cân bằng cấp thoát nước tổng thể đô thị

Ghi chú: q_0 - tiêu chuẩn cấp nước, lít/người/ngđ; N – dân số tính toán, người; NMN- Nhà máy xử lý cấp nước từ nguồn; XLNT- Nhà máy/trạm xử lý nước thải đô thị; Tr.L- Trạm lọc nước khử bổ sung SS và mùi nước thải tái sử dụng; - - - - Hệ thống tái sử dụng nước thải;

———— Hệ thống cấp nước ăn uống và sinh hoạt từ nguồn cấp nước tự nhiên

Ngoài ra nước thải tái sử dụng sẽ được cấp đến các công trình dịch vụ đô thị khác nhau, đường ống dẫn nước phải thiết kế 02 đường ống: (1) Một đường ống dùng nước ăn uống và tắm rửa và (2) Một đường ống khác dùng cho mục đích tái sử dụng đô thị như (dội toa lét, rửa sàn nhà, tưới cây, rửa đường, chữa cháy và sân vườn nội bộ). Kích thước đường ống lấy bằng nhau phải được tính toán trên cơ sở công suất $\frac{1}{2}$ lưu lượng tối đa ngày.

4.1.4 Quy trình tính toán thiết kế công trình lọc.

Từ kết quả tổng hợp, phân tích lý thuyết và tính toán số liệu thực nghiệm, luận án đề xuất quy trình tính toán thiết kế công trình lọc ODM-2F như sau:

1/. Xác định nhu cầu dùng nước tái sử dụng trong đô thị.

Tùy theo tính chất và qui mô đô thị (hoặc khu đô thị) mà lựa chọn công thức phù hợp để xác định nhu cầu dùng nước tái sử dụng:

- Đô thị loại đặc biệt, loại I, II, III, khu du lịch và nghỉ mát theo công thức 4.1:

$$Q_{\text{cndt(III,tsd)}} = 0,625q_0N$$

- Đô thị loại IV và V theo công thức 4.2:

$$Q_{\text{cndt(IV,tsd)}} = 0,54q_0N$$

2/. Chọn thời gian chu kỳ lọc và chiều dày lớp lọc:

Dựa theo biểu đồ hình 4.7, dự kiến vận tốc lọc $v(\text{m/h}) = 5 \div 10 \text{m.h}$ → lựa chọn $T_{\text{lọc}} = T_{\text{tu}}(\text{h})$.

Xác định chiều dày x của lớp lọc ODM-2F ứng với thời gian lọc $T_{\text{lọc}} = T_{\text{tu}}$ đã lựa

chọn theo công thức (2.14): $T_{\text{tu}} = t_{\text{gh}} = \varphi \frac{H_{\text{gh}} - H_0}{H_0 \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} x = 1,36 \frac{H_{\text{gh}} - i_0 x}{i_0 x \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} x \rightarrow$

$$x = \frac{H_{\text{gh}}}{i_0} - \frac{1}{1,36} \cdot \frac{a}{b} \cdot T_{\text{tu}} F(A)$$

$$\text{Trong đó: } \varphi = \left(\frac{d_{\text{td}}}{d_{20}} \right)^2 = 1,36$$

$H_{\text{gh}} = 2,0 \div 2,2 \text{m}$ – tổn thất lọc giới hạn cho phép bể lọc làm việc bình thường;

$$H_0 = i_0 \cdot x$$

i_0 – độ dốc thủy lực ban đầu, lấy $i_0 = 0,8 \div 1,1$ (trong giới hạn tốc độ lọc $v = 5 - 10 \text{m/h}$)

Biết giá trị 1-A từ bảng (4.1), có thể xác định được $F(A)$ dựa theo bảng (2.6).

3/. Xác định diện tích lọc:

$$F = Q/v \text{ m}^2$$

Trong đó: Q – lưu lượng nước thải tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị, m^3/h ;

v – vận tốc lọc, m/h .

4/. Xác định số công trình lọc:

$$n = \frac{1}{2}\sqrt{F}$$

Trong đó: F – tổng diện tích của các công trình lọc.

5/. Kiểm tra tốc độ lọc tăng cường:

$$v_{tc} = v \frac{N}{N-1} \leq 10 \text{ m/h}$$

6/. Tính toán các hệ thống phân phối nước lọc và rửa lọc:

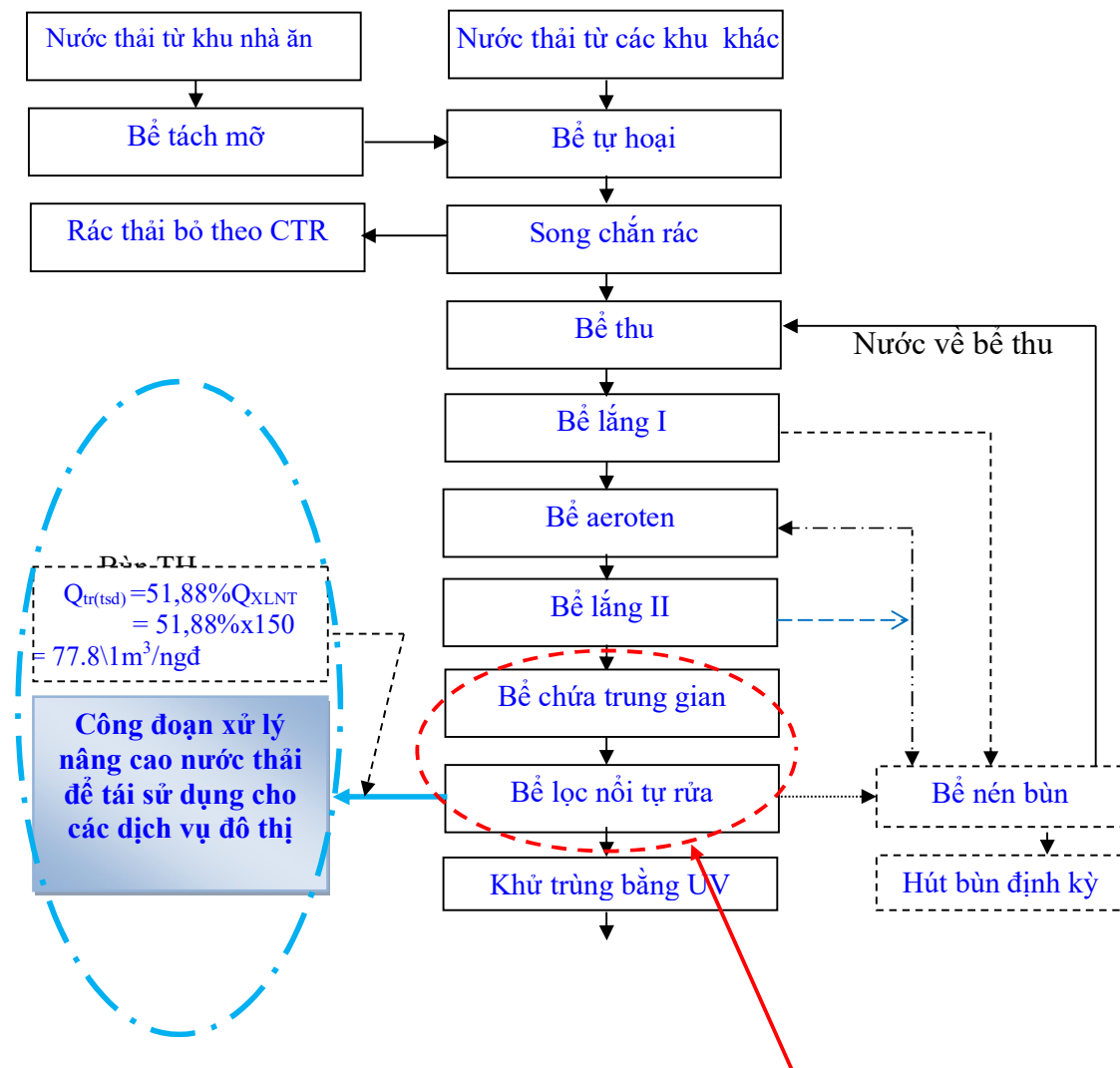
Tính toán các hệ thống phân phối lọc và rửa lọc tiến hành theo phương pháp được giới thiệu trong tài liệu[6, 27].

4.3 Ứng dụng kết quả nghiên cứu đối với khu đô thị huyện Đan Phượng, TP Hà Nội.

4.3.1 Mô tả trạm xử lý nước thải sinh hoạt.

1/. Sơ đồ dây chuyền công nghệ trạm XLNT hiện có:

Sơ đồ dây chuyền công nghệ giới thiệu ở hình 4.10 có công suất Q = 150m³/ngđ[9].



Nguồn tiếp nhận

Đề xuất công đoạn xử lý nâng cao Công đoạn xử lý triệt
 đề[9]

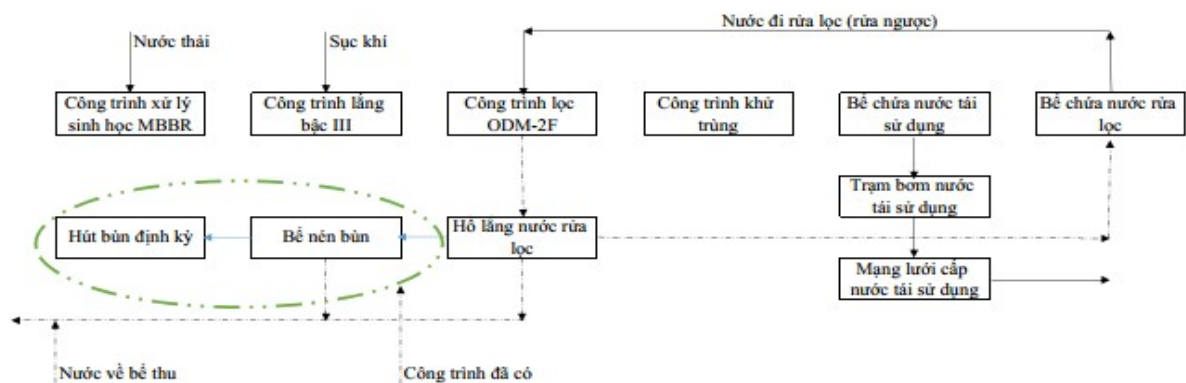
Hình 4.10: Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt
 huyện Đan Phượng, TP Hà Nội(Q = 150 m³/ngđ)[9]

2/. *Chất lượng nước đầu vào, đầu ra:*

Bảng 4.5. chất lượng nước đầu vào, đầu ra trạm XLNTsinh hoạt khu đô thị
 huyện Đan Phượng, TP Hà Nội

TT	Các chỉ tiêu chất lượng nước	Đơn vị	Đầu vào	Đầu ra	
				Dao động	QCVN 14/2008/BTNMT, loại A
1	SS	mg/l	100	20÷65	50
2	BOD ₅	mg/l	50	22÷32	30
3	COD	mg/l	150	22÷62	50
4	Amoni –NH ₄	mg/l	10	2÷3,5	3,5
5	Kjeldahl Nitrogen, TKN	mg/l	40	12÷16	14

4.3.2 Đề xuất dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải.



Hình 4.11. Sơ đồ dây chuyền công nghệ trạm xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng không cho ăn uống trong khu đô thị huyện Đan Phượng, TP Hà Nội.

Sơ đồ hình 3.1 có thể được triển khai như ở xem hình 4.11 để xử lý nâng cao cho mục đích cấp nước tái sử dụng trong khu đô thị, huyện Đan Phượng

4.3.3 Tính toán thiết kế các công trình trong dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

1/. Nhu cầu dùng nước và công suất trạm nâng cao nước thải.

a) Nhu cầu dùng nước cho mục đích không cho ăn uống:

Sử dụng công thức 4.3 ($Q_{cndt(III)} = 1,47q_oN$), công thức 4.2 ($Q_{cndt(III,trl)} = 0,6125q_oN$) xác định được lượng nước tái sử dụng (tương ứng với lượng nước thải của khu đô thị huyện Đan Phượng $Q_{xlnl(dp)} = 150m^3/ngđ$):

$$Q_{cndt(III,tsd)} = (0,6125q_oN \times 150 / 1,47q_oN) = 62,5 m^3/ngđ$$

b) Công suất của trạm xử lý nâng cao nước thải:

Sử dụng công thức 4.5 ($Q_{nmm(III)} = 1,58025q_oN$), công thức 4.8 ($Q_{nmm(III,trl)} = 0,655q_oN$) xác định được công suất trạm xử lý nâng cao nước thải tương ứng với trạm xử lý nước thải khu đô thị huyện Đan Phượng:

$$Q_{nmm(III,trl)} = [0,655q_oN \times 150 \times 1,2] / 1,58025q_oN = 77,82m^3/ngđ$$

Trong đó: $K_c = 1,2$ – hệ số không điều hòa chung.

q_o - tiêu chuẩn cấp nước tính trên đầu người, l/người.ngđ;

N – dân số tính toán của khu dân cư, người.

$Q = 150 m^3/ngđ$ - công suất của trạm XLNT khu đô thị huyện Đan Phượng

2/. Tính toán công trình lắng radial:

Chọn: Chiều cao làm việc $H = 1,2m$; hiệu quả lắng $E = 60\%$.

$$\text{Xác định: } W = Q_{tr(tsd).Xt} = 77,82 \times 2,5 / 24 = 8,1 \quad (4.9)$$

Trong đó:

$Q_{tr(tsd)}$ - Công suất trạm xử lý nâng cao nước thải, $m^3/ngđ$;

t = Thời gian lắng nước để đạt hiệu quả $E = 60\%$: $t = 2,5h$;

Lấy $H = 1,2m$, chọn 2 bể:

Bán kính của bể: $W/N = \pi HR = 8,1/2 \rightarrow R = 4,05 / (3.14 \times 1.2) \sim 1,1m$.

Thể tích ngăn chứa cặn xác định theo công thức:

$$W_c = \frac{C_o \cdot Q \cdot E \cdot T}{(100 - p) \cdot 1000 \cdot \gamma \cdot N} = \frac{50 \times 77,82 \times 60\% \cdot 2}{(100 - 98) \cdot 1000 \cdot 1000 \cdot 1,2} = 0,1 m^3$$

Trong đó:

$C_0 = 50 \text{ mg/l}$ (bảng 3.4, chương 3);

$Q = Q_{\text{nmn(III.TRL)}} = 77,82 \text{ m}^3/\text{ngđ}$;

$E = 60\%$ - hiệu quả lắng;

$T \leq 2$ ngày – thời gian tích lũy cặn;

$P = 98\%$ - độ ẩm của cặn;

γ – trọng lượng thể tích của cặn, $\gamma = 1 \text{ t/m}^3$;

N - số bể lắng.

Chiều cao lớp cặn: $h_c = 0,1/(\pi R^2) = 0,1/(3,14.1,1^2) = 0,026 \text{ m}$.

Bảng 4.6: Kích thước của công trình lắng.

Kích thước công trình (m)						Ghi chú
Số lượng bể	Đường kính D (m)	Chiều cao làm việc H_{lv} (m)	Chiều cao chứa cặn h_c (m)	Chiều cao dự trữ, h_{dt} (m)	Chiều cao xây dựng H_{xd} (m)	
2	1,1	1,2	0,026	0,3	1,55	

3/. Công trình xử lý sinh học giá thể di động (MBBR):

a) Xác định công suất thiết kế:

$$Q_{\text{MBBR}} = 77.82 \text{ m}^3/\text{ngđ}.$$

b) Xác định khối lượng cặn BOD và NH_4 cần khử:

Khối lượng BOD cần khử trong ngày:

$$G_{\text{bod}} = (30-10) \text{ mg/l} \times 77,81 \text{ m}^3/\text{ngđ} = 1556,2 \text{ g/ngđ} = 1,56 \text{ kg/ngđ}$$

- $\text{SS}_0 = 30 \text{ mg/l}$ – hàm lượng BOD₅ đầu vào lấy bằng tiêu chuẩn xả thải loại A

(bảng 2.1);

- $\text{SS}_t = 10 \text{ mg/l}$ - hàm lượng BOD₅ nước tái sử dụng trong đô thị.

Khối lượng NH_4 cần khử trong ngày:

$$D_{\text{NH}_4} = (5-3) \text{ mg/l} \times 77,81 \text{ m}^3/\text{ngđ} = 155,6 \text{ g/ngđ} = 0,1556 \text{ kg/ngđ}$$

- $\text{NH}_{4(o)} = 5 \text{ mg/l}$ – hàm lượng NH_4 đầu vào lấy theo bảng 2.1;

- $\text{NH}_{4(t)} = 3 \text{ mg/l}$ – hàm lượng NH_4 trong nước tái sử dụng cho mục đích không

cho ăn uống trong đô thị.

Tổng khối lượng cặn cần khử trong ngày:

$$G = G_{\text{bod}} + G_{\text{NH}_4} = 1,56 + 0,1556 = 1,7156 \text{ kg/ngày}.$$

c) *Xác định kích thước của công trình MBBR:*

Lựa chọn tải trọng BOD và NH₄: $q_0 = 1,0 \div 1,4 \text{ kg/m}^3/\text{ngđ}$ (bảng 1.5, chương 1)

- Dung tích cần lơ lửng được tạo ra trong công trình MBBR:

$$W_c = G/(q_0) = 1,7156/(1,2) = 1,44 \text{ m}^3$$

- Đối với ngăn thiếu khí, chọn thời gian lưu nước $t = 1-2\text{h}$ (chọn $t = 1,5\text{h}$). Dung tích làm việc của ngăn hiếu khí của công trình MBBR:

$$W_{\text{mbr}} = 1,5Q/24 = 1,5 \times 77,81/24 = 4,86 \text{ m}^3$$

- Đối với ngăn hiếu khí, chọn thời gian lưu nước $t = 3.5-4.5\text{h}$ (chọn $t = 4\text{h}$).

Dung tích làm việc của ngăn hiếu khí của công trình MBBR:

$$W_{\text{mbr}} = 4Q/24 = 4 \times 77,81/24 = 12,96 \text{ m}^3$$

- Chọn Chiều sâu làm việc $H = 2,0\text{m}$, tính được kích thước của công trình bằng:

$$\text{Ngăn hiếu khí: } W \times L \times H = 1 \times 6.5 \times 2 = 13 \text{ m}^3$$

$$\text{Ngăn thiếu khí: } W \times L \times H = 1 \times 2.5 \times 2 = 5 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow D = 1,25\text{m}$$

Bảng 4.7: Kết quả tính toán thiết kế công trình MBBR

Số bể (bể)	W x L (m)	Chiều cao (m)			Dung tích làm việc của bể (m ³)	Dung tích Giá thể MBBR (m ³)	Thời gian lưu nước t, (h)	Khối lượng cần được tạo ra W_c (m ³ /ngđ)
		Làm việc H_1	Dự trữ H_2	Xây dựng H_{xd}				
02	1x6 (oxic) 1x2.5 (anoxic)	2,0	0,5	2,5	13 (oxic) 5 (anoxic)	30%W	1,5h (anoxic) 4h (oxic)	1,44

d) *Xác định lưu lượng khí cần cấp:*

Lựa chọn hệ số thể tích oxy cần thiết để xử lý BOD (A) [106]: $0.5 \sim 0.7$ (0.6)

Lưu lượng Oxy cần cấp để xử lý BOD là:

$$- OD_1 = (30-10)\text{mg}/1 \times 77,81 \text{ m}^3/\text{ngđ} \times A = 1440 \text{ g/ngđ} = 1,44 \text{ kgO}_2/\text{ngđ}$$

Lưu lượng Oxy sử dụng cho quá trình hô hấp nội bào (B) trên thông số MLVSS [106]: $0.05 \sim 0.15$ chọn 0.1

Giả sử MLSS hoạt động của bể là: 3000 mg/l, MLVSS = MLSSx0.8 = 2400 (mg/l)

Lưu lượng Oxy cần thiết là:

$$- OD_2 = MLVSS \times B = 2400 \times 0.1 = 240 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

Lưu lượng Oxy cần thiết cho quá trình Nitrat hóa: 4.57, khối lượng NH₄⁺ cần khử là 2 mg/l.

Lưu lượng Oxy cần thiết là:

$$- OD_3 = C_x C_n x Q x 10^{-3} = 4.57 \times 2 \times 77.81 \times 10^{-3} = 0.731 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

Tổng lượng khí cần cấp cho công trình xử lý sinh học MBBR là:

$$ODT = OD_1 + OD_2 + OD_3 = 1.44 + 240 + 0.731 = 242.171 \text{ kgO}_2/\text{d}$$

Tương ứng với máy thổi khí lưu lượng 3 Nm³/phút

4/. Tính toán công trình lọc ODM-2F:

a) Xác định công suất thiết kế:

$$Q_{loc(ODM-2F)} = 77,82 \text{ m}^3/\text{ngđ}$$

b) Xác định các thông số lọc:

Từ bảng 4.1 với vận tốc lọc V có thể lựa chọn được các thông số thiết kế để lựa chọn thời gian lọc. Ví dụ: $v = 6 \text{ m/h}$, ta có các thông số lọc: $a = 0,86$; $b = 10,5$; $a/b = 0,082$; $X_0 = 1,16$; $K = 1,18$; $i_0 = 0,83$. $1-A = 0,84$, thời gian lọc $T_{tu} = 15,7 \text{ h}$ (các giá trị lấy theo cách nội suy)

Thời gian chu kỳ lọc cũng có thể xác định được theo đồ thị phụ thuộc giữa tốc độ lọc và chu kỳ lọc tối ưu như ở hình 4.3.

c) Xác định chiều dày lớp lọc cần thiết.

$$\text{Cho } T_{loc} = T_{tu} = t_{gh} = \varphi \frac{H_{gh} - H_0}{H_0 \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot x = 1,36 \frac{H_{gh} - i_0 \cdot x}{i_0 \cdot x \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot x \rightarrow$$

$$x = \frac{H_{gh}}{i_0} - \frac{1}{1,36} \cdot \frac{a}{b} \cdot T_{tu} \cdot F(A) = \frac{2}{0,83} - \frac{1}{1,36} \cdot \frac{0,86}{10,5} \cdot 15,7 \cdot 0,7 = 2,41 - 0,61 = 1,8 \text{ m}$$

Trong đó: $1-A = 0,84 \rightarrow A = 0,17$. Theo bảng 2.6, ta có $F(A) = 0,7$.

c) Tính toán thiết kế công trình lọc ODM-2F:

- Xác định diện tích lọc:

$$F = Q/v = 77,82/6 = 13,97 \text{ m}^2$$

Trong đó:

$Q = 77,82 \text{ m}^3/\text{ngđ}$ – lưu lượng nước thải lên công trình lọc ODM-2F;

$v = 6 \text{ m/h}$ – vận tốc lọc.

- *Xác định số công trình cần thiết:*

$$N = \frac{1}{2} \sqrt{F} = \frac{1}{2} \sqrt{13,97} \approx 2.$$

Kiểm tra tốc độ tăng cường: $v_{tc} = v \frac{N}{N-1} = 6 \frac{2}{2-1} = 12 > 10 \text{ m/h}$

Chọn lại số bể lọc là $n = 3$. Khi đó $v_{tc} = 6 \frac{3}{2} = 9 \text{ m/h} < 10 \text{ m/h}$ đạt yêu cầu.

- *Xác định kích thước của công trình lọc:*

$$D = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \times 77,82}{3,14 \times 6 \times 3}} \approx 2,35 \text{ m}$$

- *Xác định chiều cao xây dựng công trình:*

$$H_{xd} = H_{đỡ} + H_1 + H_2 + H_{dt} = 0,7 + 1,8 + 1,2 + 0,3 = 4,0 \text{ m.}$$

d) *Tính toán thiết kế hệ thống phân phối nước lọc và rửa lọc:*

Thực hiện theo tài liệu hiện hành.

Kết quả tính toán bể lọc ODM-2F thống kê ở bảng 4.8.

Bảng 4.8. Kích thức công trình lọc ODM-2F trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải

Q _{trl} (m ³ /ngđ)	Số bể	Kích thước, m						Thông số rửa lọc		
		Đường kính, D	Chiều cao					T _r (phút)	q _r (l/sm ²)	W _r (m ³)
			Lớp đỡ, H _{đỡ}	Lớp lọc, H ₁	Lớp nước, H ₂	Dự trữ, H _{dt}	Xây dựng, H _{xd} ,			
77,82	3	2,35	0,7	1,8	1,2	0,3	4,0	17	14	7,48

5/. *Tính toán thiết kế bể khử trùng:*

Dung tích công trình khử trùng được tính toán với thời gian phản ứng $t = 30$ phút.

$$W_{kt} = t \cdot Q = [77,82 / (24 \cdot 60)] \cdot 30 = 1,62 \text{ m}^3$$

Trong đó:

t – thời gian lưu nước trong công trình khử trùng, $t = 30$ phút = 1/2h;

Q – Lưu lượng nước cần khử trùng, m³/h

Thiết kế 02 công trình khử trùng sục khí ozon $H = 1,5\text{m}$, với đường kính $D = 0,83\text{m}$

Bảng 4.9. Kích thước công trình khử trùng bằng ozon.

Số liệu đầu vào			Kích thước công trình				
Q _{trl} , (m ³ /ngđ)	t _{sk} , (phút)	W _{kt} , (m ³)	Số bể	D, (m)	H _{sk} (m)	H _{dtr} (m)	H _{xd} , (m)
77,82	30	1,62	02	0,83	1,5	0,5	2.0

6/. *Lựa chọn khu xử lý nâng cao nước thải tại*

Diện tích trạm xử lý nâng cao nước thải: Với qui mô $Q = 77,81.\text{m}^3/\text{ngđ}$, căn cứ theo bảng 15.2 của tài liệu[23], lựa chọn $F = 0,25 \div 1$ ha.

Trạm xử lý nâng cao nước thải kiến nghị nên xây dựng bên cạnh hoặc gần với trạm XLNTTT.

4.4 Đánh giá lợi ích kinh tế, môi trường của giải pháp xử lý nâng cao nước thải và tái sử dụng cho mục đích cấp nước tái sử dụng trong đô thị.

4.4.1 Khái toán kinh tế xử lý nâng cao nước thải.

1/. Kinh phí đầu tư xây dựng trạm xử lý nâng cao nước thải:

Định mức dự toán cấp thoát nước (Ban hành theo quyết định số 451/QĐ-BXD ngày 21/04/2015 của Bộ Xây Dựng). Theo tính toán sơ bộ giá thành xây dựng các công trình tính theo m³ nước thải ghi ở bảng 4.10.

Bảng 4.10. Công suất vốn đầu tư xây dựng theo QĐ số 451/QĐ-BXD ngày 21/04/2015 của Bộ Xây Dựng

TT	Công suất nhà máy/trạm XLNT, Q (m ³ /ngđ)	Công suất vốn đầu tư, G _{đt} (Triệu đồng/m ³ /ngđ)
1	<2000	23
2	2.000 ÷ 5.000	20 ÷ 23
3	5.000 ÷ < 10 000	18 ÷ 20
4	10 000 ÷ < 30 000	16 ÷ 18
5	30 000 ÷ < 100 000	15 ÷ 16
6	100 000 ÷ < 200 000	10 ÷ 13
7	200 000 ÷ < 300 000	6 ÷ 10

Công suất trạm xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng $Q = 77,81 \text{ m}^3/\text{ngđ}$.

Vốn đầu tư xây dựng trạm xử lý theo QĐ số 451/QĐ-BXD ngày 21/04/2015: $G=G_{đt}.Q = 23 \times 77,81 = 1,789,630,000 \text{ VNĐ}$ (Bằng chữ: một tỷ bảy trăm tám mươi chín triệu sáu trăm ba mươi nghìn đồng chẵn).

Từ bảng 1,2 phụ lục VIII có tổng giá trị đầu tư của trạm xử lý nước thải tạm tính là: 1,568,832,128 VNĐ (Bằng chữ: Một tỷ năm trăm sáu mươi tám nghìn tám trăm ba mươi hai nghìn một trăm hai mươi tám đồng chẵn) và suất đầu tư cho 1m^3 nước thải sẽ là: 20,113,232 VNĐ (Bằng chữ: Hai mươi triệu một trăm mười ba nghìn hai trăm ba mươi hai nghìn đồng chẵn).

So sánh với suất đầu tư theo *Quyết định số 451/QĐ-BXD ngày 21 tháng 4 năm 2015 của Bộ Xây dựng về Công suất vốn đầu tư xây dựng và mức chi phí xử lý nước thải sinh hoạt*, cho trạm xử lý công suất nhỏ hơn $2000\text{m}^3/\text{ngđ}$ là: 23,000,000 VNĐ (Bằng chữ: Hai mươi ba triệu đồng chẵn), như vậy vốn đầu tư các công trình trong luận án thấp hơn suất đầu tư của Bộ Xây dựng.

Từ bảng 5 phụ lục VIII có được chi phí vận hành trạm xử lý nước thải là: 3,719 VNĐ/ m^3 (Bằng chữ: Ba nghìn bảy trăm mười chín đồng), so sánh với quyết định số 45/QĐ-BXD, chi phí quản lý vận hành trạm có công suất nhỏ hơn $2000\text{m}^3/\text{ngđ}$ và nước sau xử lý đạt cột A theo QCVN 14:2008/BTNMT là: 7,700 – 9,350 đồng. Như vậy chi phí vận hành của trạm xử lý nước thải thấp hơn so với quyết định số 451/QĐ-BXD

Từ suất đầu tư và chi phí vận hành bảo dưỡng cho 1m^3 nước thải có thể thấy rằng bể lọc vật liệu lọc ODM-2F ngoài có hiệu quả lọc cao thì suất đầu tư và chi phí vận hành đều thấp

4.4.2 Lợi ích kinh tế và môi trường.

Tái sử dụng nước thải trong đô thị mang lại các lợi ích: (1) Tiết kiệm khối lượng nước sạch và nước khai thác từ nguồn tự nhiên xuống tới 41,7% đối với đô thị loại III trở lên và ~ 38,9% đối với đô thị loại IV và V (điều đó đặc biệt quan trọng đối với những đô thị thiếu nguồn nước để phát triển); (2) Giảm được lượng nước xả thải lên tới 52,1% đối với các đô thị loại III trở lên và ~ 50,7% đối với các đô thị loại IV trở xuống; và (3) Việc giảm xả thải sẽ tạo điều kiện cho sự xáo trộn pha loãng cũng như

khả năng tự làm sạch của nguồn tiếp nhận được tốt hơn và do đó công tác bảo vệ môi trường cũng hiệu quả hơn.

Như vậy, những tình huống xảy ra khi có tái sử dụng nước trong đô thị là tiết kiệm kinh tế bằng việc giảm khai thác để bảo tồn nguồn nước tự nhiên, tạo ra những điều kiện thuận lợi để bảo vệ môi trường và phát triển đô thị bền vững.

4.5 Bàn luận

4.5.1 Bàn luận về kết quả nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình lọc ODM-2F.

Khi cho nước đi qua lớp vật liệu lọc dạng hạt (cát, sỏi, than hoạt tính, vật liệu đa năng ODM-2F,...) ban đầu với tốc độ nhỏ, các hạt cặn trong nước tiếp xúc với bề mặt hạt lọc ở lớp trên cùng và bị giữ lại ở đó, dần dần tạo thành một màng cặn bao bọc hạt vật liệu lọc. Bề dày màng cặn tăng dần, cấu trúc trở nên không bền vững, hơn nữa khi khe rỗng giữa các hạt vật liệu lọc bị thu hẹp, dưới tác động của lực thủy động, lực dính kết không đủ khả năng giữ màng cặn ở lại, chúng bị tách ra khỏi bề mặt hạt vật liệu lọc và bị đẩy sâu vào lớp lọc phía dưới. Ở đây lực dính kết lớn hơn lực thủy động nên các hạt cặn lại bị dính kết vào bề mặt hạt vật liệu lọc mới.

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm trên hình 4.3 thể hiện đồ thị phân bố cặn theo chiều dày lớp lọc. Mỗi đường cong thể hiện hàm lượng cặn ở mỗi thời điểm khác nhau $t_1 < t_2 < \dots < t_n \dots$. Các đường cong cho thấy, hàm lượng cặn trong nước giảm rất nhanh theo chiều dày lớp lọc. Đa số các hạt cặn bị giữ lại ngay ở các lớp lọc phía trên, lúc này quá trình dính kết cặn vào bề mặt hạt vật liệu lọc là chủ yếu. Sau đó, do lực dính kết giảm, lực thủy động tăng mà các hạt cặn bị đẩy sâu xuống các lớp lọc phía dưới. Khi chiều dày lớp bảo hoà cặn tăng lên xấp xỉ chiều dày lớp lọc (ví dụ $x = 1600\text{mm}$), thì lớp lọc không còn khả năng giữ thêm cặn. Khi đó, hàm lượng cặn ở đầu vào và ở đầu ra lớp lọc bằng nhau.

Kết quả nghiên cứu ở các hình 4.4 thể hiện đồ thị tương quan giữa nồng độ cặn trong nước lọc và thời gian bảo vệ lớp lọc. Trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 , nước lọc có nồng độ cặn không đổi, sau đó tăng lên nhanh. Gọi thời gian t_2 là thời gian lọc hiệu quả, thì mỗi chiều sâu lớp lọc sẽ có một thời gian lọc hiệu quả tương ứng. Bảng kết quả thí nghiệm với chiều dày lớp lọc $X \geq 1,6\text{m}$ cho thời gian lọc hiệu quả là $T \geq 15$ giờ.

Đối với tổn thất lọc, kết quả thí nghiệm cũng cho thấy, sự biến đổi tương tự như sự biến đổi nồng độ cặn trong nước lọc: Tổn thất lọc càng lớn ở những độ sâu lọc càng lớn và tăng theo thời gian lọc. Ở độ sâu $X = 1,6\text{m}$ cho tổn giới hạn là $H_{gh} = 2,0\text{m}$.

Như vậy, kết quả thí nghiệm lọc nước qua lớp vật liệu lọc đa năng ODM-2F là hoàn toàn phù hợp với qui luật lọc nước qua lớp vật liệu lọc dạng hạt.

4.5.2 Bàn luận về các công trình xử lý nâng cao để tái sử dụng nước thải trong đô thị

Các ứng dụng tái sử dụng nước thải được dựa trên các chỉ tiêu cần xử lý và mức độ xử lý đối với hệ thống, ngoài ra thách thức đối với các công nghệ xử lý nước thải tái sử dụng rất lớn bởi vì (1) mục tiêu chất lượng nước đầu ra nghiêm ngặt hơn, (2) chất lượng đầu ra sẽ khác nhau để đáp ứng với nhiều loại ứng dụng, và (3) phải đảm bảo yếu tố môi trường dịch tễ nhằm bảo vệ sức khỏe cộng đồng. Ở điều kiện Việt Nam nước thải sau xử lý thường sẽ đạt mức B hoặc A theo QCVN 14:2008/BTNMT, các công nghệ xử lý sinh học như trình bày ở chương II kết hợp với các công nghệ lọc đều phù hợp với chất lượng nước loại B, tuy nhiên đối với nước đã đạt loại A, có thể không cần bổ sung thêm công nghệ xử lý sinh học. Ngoài ra, đối với nước thải đã đạt loại A tùy theo các mục đích loại bỏ các thành phần khác nhau còn lại trong nước thải tái sử dụng theo yêu cầu của ứng dụng có thể tiếp tục áp dụng các phương pháp xử lý nâng cao như lọc, tuyển nổi, hấp phụ, trao đổi ion ... Các phương pháp này đều có thể áp dụng để loại bỏ các thành phần chất lơ lửng, chất hòa tan, chất hữu cơ và dinh dưỡng ở một mức độ cao hơn.

4.5.3 Bàn luận về khả năng ứng dụng các kết quả nghiên cứu vào thực tế đô thị Việt Nam

Tại Việt Nam hiện chưa có những dự án cụ thể về xử lý nước thải để tái sử dụng cho các mục đích cấp nước tái sử dụng trong các đô thị, khu đô thị. Nhưng đã có những giải pháp xử lý nước thải để bổ cấp cho các hồ ao trong đô thị với mục tạo cảnh quan môi trường và điều hòa vi khí hậu, cấp nước trong xây dựng và tưới tiêu trong nông nghiệp... Trong bối cảnh kinh tế xã hội của đất nước phát triển mạnh mẽ đòi hỏi nhu cầu sử dụng nước tăng cao, nhưng do biến đổi khí hậu và thời tiết cực đoan đang tác động bất lợi tới nguồn cung cấp, việc tái sử dụng nước thải có thể mang lại nhiều

lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường cũng như bù được phần nào cho những khó khăn về nguồn cung cấp nước. Do đó, việc xử lý và tái sử dụng cho mục đích cấp nước trong đô thị là có khả năng ứng dụng cao.

Sơ đồ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước rửa đường, chữa cháy, tưới cây trong đô thị ở hình 3.1 là hoàn toàn có thể ứng dụng vào thực tế của các đô thị Việt nam.

Đối với công trình lọc ODM-2F đã có kết quả nghiên cứu thực nghiệm và từ đó đã xây dựng được phương pháp tính toán trong luận án này.

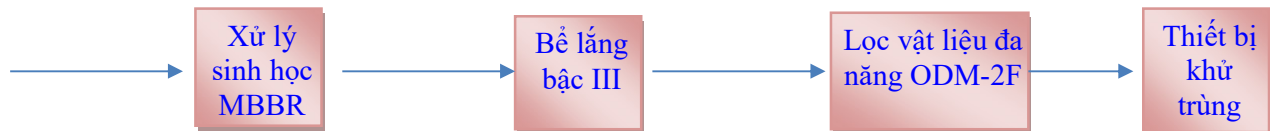
KẾT LUẬN CHUNG VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận chung:

1. Từ nghiên cứu tổng quan hiện trạng và sự phân tích đánh giá các tiêu chí lựa chọn công nghệ, luận án đã lựa chọn được sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải phù hợp với các công trình đơn vị:

- Lắng bậc III (lắng đứng) để giảm cặn lơ lửng còn lại sau xử lý bậc II.
- Lọc vật liệu đa năng ODM-2F để khử cặn lơ lửng trong xử lý nâng cao nước thải.

Như vậy, sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải như sau:



2. Trên cơ sở lý thuyết và bài học thực tiễn, luận án đã xây dựng các mô hình lọc và tiến hành nghiên cứu thực nghiệm xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt đô thị pilot ngoài hiện trường và xác định được:

- Các chỉ tiêu chất lượng nước và các thông số của quá trình lọc nước bằng ODM-2F. Từ đó xây dựng được mối quan hệ phụ thuộc giữa các chỉ tiêu chất lượng nước và thông số lọc (như tỉ lệ SS/SS_0 - thời gian lọc t , tỉ lệ SS/SS_0 - chiều dày lớp lọc x , hàm lượng SS - chiều dày lớp lọc x , hàm lượng SS - thời gian lọc t , và tổn thất lọc h - thời gian lọc t);

- Các thông số rửa lọc (như cường độ, khối lượng và thời gian rửa lọc...) đối với những tốc lọc khác nhau;

- Từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm xây dựng được phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải cho mục đích tái sử dụng trong đô thị.

3. Luận án đã xây dựng các mô hình lọc và tiến hành nghiên cứu thực nghiệm xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt đô thị trong phòng thí nghiệm

- Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm xác định được khả năng lọc cặn lơ lửng của vật liệu ODM-2F ($E_{ODM-2F} = 69 \div 70\%$) tốt hơn khả năng lọc cặn lơ lửng của vật liệu cát thạch anh ($E_{cát} = 67 \div 68\%$), xem PL6.

4. Bằng phân tích, đánh giá và tổng hợp các qui định của tiêu chuẩn qui phạm cấp nước và kế thừa các kết quả nghiên cứu đi trước của các tác giả trong và ngoài nước về tái sử dụng nước thải, luận án xây dựng được công thức xác định nhu cầu dùng nước tái sử dụng trong đô thị:

- Đối với đô thị loại đặc biệt, loại I, II, III, khu du lịch và nghỉ mát:

$$Q_{\text{cndt(III,tsd)}} = 0,6125q_0N$$

- Đối với đô thị loại IV và V:

$$Q_{\text{cndt(IV,tsd)}} = 0,54q_0N$$

Trong đó: q_0 - tiêu chuẩn dùng nước, l/người.ngđ;

N- dân cư tính toán (người).

5. Luận án tiến hành ứng dụng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải cho mục đích tái sử dụng cho khu đô thị huyện Đan Phượng (công suất $Q_{\text{tr}} = 77,82 \text{ m}^3/\text{ngđ}$) và đánh giá chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật.

7. Việc xử lý và tái sử dụng nước thải trong đô thị có thể giảm thiểu được tỉ lệ nước khai thác từ nguồn tự nhiên tương ứng ~ 41,7% đối với đô thị loại III trở lên và ~ 38,9% đối với đô thị loại IV và V. Đồng thời giảm được tỉ lệ lượng nước xả thải vào nguồn tiếp nhận ~52,1% đối với đô thị loại III trở lên và ~ 50,7% đối với đô thị loại IV và V, từ đó mà đảm bảo tốt hơn khả năng tự làm sạch và bảo vệ được môi trường nguồn tiếp nhận.

Kiến nghị:

1. Nhà nước cần có chủ trương, chính sách khuyến khích các tổ chức, cá nhân sử dụng nước thải tái sử dụng và có chính sách hỗ trợ thích hợp đối với những đối tượng này.

2. Cần tiến hành nghiên cứu bổ sung về khâu tổ chức quản lý hệ thống tái sử dụng nước thải phù hợp phong tục tập quán, điều kiện phát triển kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường của các khu dân cư đô thị nước ta.

3. Cần có thêm các nghiên cứu ứng dụng thử nghiệm đối với các khu đô thị khác nhau trước khi đưa vào ứng dụng đại trà. Đồng thời tiến hành xây dựng lộ trình cho giải pháp tái sử dụng nước thải tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị phù hợp với giai đoạn phát triển kinh tế xã hội và qui định của pháp lý.

**CÁC BÀI BÁO KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ
CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**

1. Hoàng Huệ Quân, 2017. *Xử lý và tái sử dụng nước thải không cho ăn uống là nhu cầu cần thiết đối với các đô thị vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng*. Tạp chí Xây dựng, số 02, 2017 – ISSN 0866-0762

2. Hoàng Huệ Quân, 2017. *Nghiên cứu xử lý và tái sử dụng nước thải không cho ăn uống trong các đô thị loại vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng*. Tạp chí Xây dựng, số 4, 2017 – ISSN 0866-0762

3. Hoàng Huệ Quân, 2017 *Bản chất của quá trình xử lý BOD, Ni tơ và Phốt pho trong nước thải bằng công nghệ AAO*. Tạp chí xây dựng, số 05, 2017 – ISSN 0866-0762

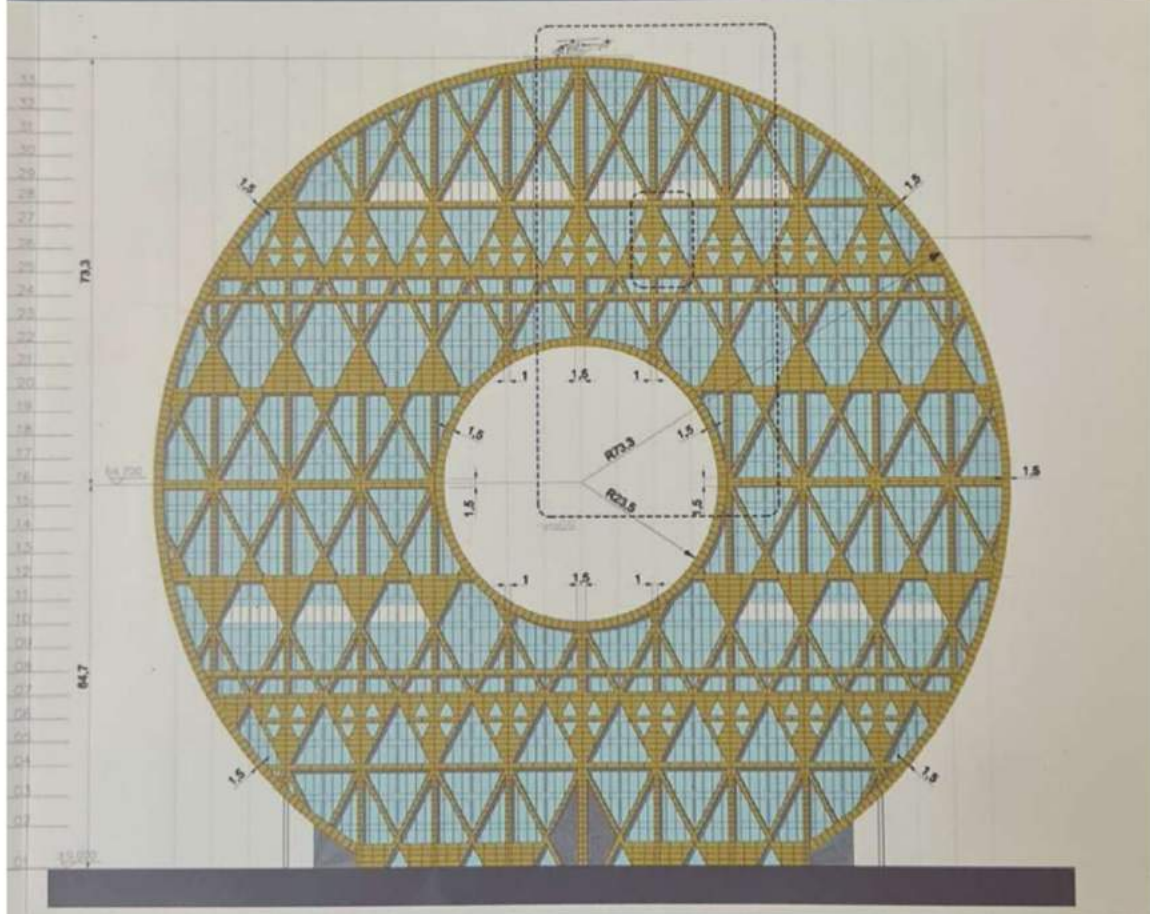
4. Nghiêm Vân Khanh, Hoàng Huệ Quân, 2019, *Kết quả nghiên cứu thực nghiệm và xây dựng phương pháp tính toán công nghệ lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước không ăn uống trong đô thị*. Tạp chí Khoa học Kiến trúc – Xây dựng, số 35, 2019

XÂY DỰNG

Kiến trúc

TẠP CHÍ XÂY DỰNG VIỆT NAM - BẢN QUYỀN THUỘC BỘ XÂY DỰNG
VIETNAM CONSTRUCTION REVIEW - COPYRIGHT VIETNAM MINISTRY OF CONSTRUCTION 56th Year

2-2017



ISSN 0866-0762
NĂM THỨ 56

MỤC LỤC CONTENT

XÂY DỰNG 2.2017

CÔNG TRÌNH ẮN TƯỢNG 26

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC 36

Nguyễn Thị Hải Hà	36	Bản vẽ nội dung thể hiện vai trò nhà nước đối với vốn xây dựng đường giao thông nông thôn
Lê Trung Thành	39	Công nghệ in bê tông các cách mạng công nghiệp lần thứ tư về công nghệ xây dựng
Hoàng Huệ Quân	42	Xử lý và tái sử dụng nước thải không cho ăn uống là nhu cầu cần thiết đối với các đô thị vùng đồng bằng Sông Hồng
Bùi Phạm Đức Tường	44	Phân tích hiệu quả của thiết bị không chuẩn bằng chất lỏng đa tần dưới tác dụng của tải điều hòa và động đất bằng thực nghiệm
Phước Văn Trung, Lê Văn Cảnh	51	Phân tích thích nghi động học dẫn cầu thép chịu tải trọng lặp
Nguyễn Ninh Thủy, Lê Anh Tuấn, Nguyễn Tấn Khoa	54	Nghiên cứu ảnh hưởng của tro bay và silicafume đến khả năng làm việc của sợi thép trong bê tông
Nguyễn Ninh Thủy, Lê Anh Tuấn, Trần Nhật Minh	59	Nghiên cứu khả năng đóng rắn của tro bay với hệ nguyên liệu đã nung và sử dụng trung tâm vật liệu không nung
Nguyễn Thị Nga	64	Đề xuất hệ thống tiêu chí giao thông xanh đối với các đô thị loại I thuộc tỉnh vùng đồng bằng Sông Hồng
Phạm Sơn Tùng, Trương Minh Huy, Phạm Bá Tuấn	66	Thiết kế đường ống vận chuyển dầu khí từ giàn nhớt -cơ cầ ngoài vùng đến giàn cốp-3 Bạch Hổ
Tống Ngọc Tú	71	Mô hình tổ chức điểm trung chuyển vận tải hành khách công cộng của rừng hoà Pháp và một số định hướng áp dụng cho tuyến đường sắt đô thị Cầu Lĩnh - Hồ Đông nhằm cải thiện khả năng tiếp cận
Trần Quý Đức, Lê Đình Tân, Trần Văn Văn	76	Dự đoán lún bề mặt của môi trường đất yếu xung quanh khu thi công metro số 6 TP HCM
Trịnh Duy Anh, Ngô Thị Hồng Phi	81	Mối quan hệ giữa hình học fractal và hình thái kiến trúc quần thể tháp Pô Nagar Nha Trang
Trịnh Quốc Thắng	87	Sử dụng triết thuyết trong quản lý dự án xây dựng ở Việt Nam
Vũ Thị Bích Quyên, Ngô Văn Chung	89	Tính thanh thành mỏng mặt cắt ngang hệ chịu uốn bằng phương pháp phần tử biên
Nguyễn Khắc Quân, Mai Xuân Thiện, Lê Hoài Long	94	Xác định nhân tố thuận lợi và khó khăn chính trong việc ứng dụng công nghệ building information modeling (BIM) tại thành phố Hồ Chí Minh
Trần Thanh Tuấn, Phạm Thị Lan, Nguyễn Ngọc Thắng, Lê Thị Mai Trang	98	Đánh giá quy trình phân tích tích tích phù tuyến trong thiết kế không gian
Nguyễn Văn A, Trần Vũ Tự	102	Dự báo độ lún của nền đất yếu khi sử dụng phương pháp hồi chuẩn không có màng lọc
Nguyễn Văn Dương, Trần Vũ Tự	106	Nghiên cứu sử dụng cọc cừ trong điều kiện địa chất thành phố Hồ Chí Minh
Nguyễn Hữu Ngọc	114	Kết hợp kinh tế với quốc phòng đối với các doanh nghiệp xây dựng quân đội trong giai đoạn hiện nay
Nguyễn Ninh Thủy, Nguyễn Anh Thư	117	Quy trình quản trị vận hành công trình xây dựng theo công nghệ BIM
Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Xuân Mẫn	121	Một số giải pháp trong khai thác nước ngầm nhằm giảm thiểu hạ thấp mực đất tại khu vực tp. Hồ Chí Minh
Nguyễn Thanh Phong, Nguyễn Anh Thư	125	Ước lượng chi phí tại thời điểm hoàn thành dự án theo tiêu chuẩn của Viện Quản lý dự án Mỹ
Đoàn Dương Hải	128	Mô hình nhà ở xã hội phù hợp với điều kiện Việt Nam
Nguyễn Công Giang	133	Một số nhận xét về việc xác định sức chịu tải của cọc theo TCVN 10304:2014
Phạm Toàn Đức	136	Ứng dụng vật liệu đất sét trong viên khuôn nhằm nâng cao chất lượng lớp bê tông bảo vệ kết cấu công trình
Vũ Anh Tuấn	140	Áp dụng cột liên hợp thép - bê tông trong nhà thép tiền chế mái nhẹ
Nguyễn Hồng Tiến	145	Xây dựng đồng bộ hạ tầng kỹ thuật góp phần phát triển đô thị - dẫn Phố Quốc xanh và bền vững
Nguyễn Quang Tùng, Lê Khánh Toàn	149	Ảnh hưởng của sự thay đổi hệ số đàn hồi của vật liệu đến sự uốn dọc của dầm mỏng mỏng thể phẳng
Trương Quang Thành, Nguyễn Mạnh Trí	154	Một số vấn đề về tính toán ứng suất thẳng đứng trong nền đất do tải trọng phân bố đều trên diện tích tải hình chữ nhật
Nguyễn Trọng Phước, Võ Hồng Thiện, Lê Thành Tâm, Phạm Đình Trung	158	Phân tích hiệu quả giảm chấn của hệ cản lưu biến từ kết hợp hệ cản khối lượng trong kết cấu liên kết chịu động đất

Chủ nhiệm:
Bộ trưởng Phạm Hồng Hà

Tổng Biên tập:
Trần Thị Thu Hà

Tòa soạn: 37 Lê Đại Hành, Hà Nội
 Fax: 04.39740570 Email: tcvx.bxd@gmail.com
 Liên hệ bài vở: 04.39740744
 VP00 phía Nam: 14 Kỳ Đồng, Q.3, TP Hồ Chí Minh
 ĐT: 08.39312759 Fax: 08.39312758
 Email: tapchixaydung_vppn@yahoo.com
 Trình bày mỹ thuật: Thạc Sĩ Trương Quốc Khánh
 Giấy phép xuất bản: Số: 372/GP-BTTTT ngày 05/7/2016
 In tại Công ty TNHH MTV In Bảo nhân dân TP HCM
 Tài khoản: 113000001172
 Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam Chi
 nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội

Hội đồng khoa học:
 GS.TSKH Nguyễn Văn Liên
 (Chủ tịch hội đồng)
 GS. TS Phan Quang Minh
 PGS.TS Nguyễn Quốc Thống
 (Thư ký Hội đồng)
 GS.TS Nguyễn Thị Kim Thu
 GS.TS Nguyễn Hữu Đăng
 GS.TS Cao Duy Tiến

Xử lý và tái sử dụng nước thải không cho ăn uống là nhu cầu cần thiết đối với các đô thị vùng đồng bằng Sông Hồng

The importance of wastewater treatment and reuse for non-drinking demands for urban area surrounding red river delta

Ngày nhận bài: 12/12/2016

Ngày sửa bài: 10/01/2017

Ngày chấp nhận đăng: 5/02/2017

Hoàng Huệ Quân

TÓM TẮT

Trong nước thải chứa các chất gây ô nhiễm (các chất hữu cơ, dầu mỡ, chất dinh dưỡng như Ni tơ, phốt pho, các tác nhân gây bệnh v.v...) nếu không được xử lý mà xả thải một cách tùy tiện sẽ không chỉ gây nguy hại cho môi trường chung quanh do sự phân huỷ của chúng mà còn nguy hiểm hơn khi các chất ô nhiễm này ngấm xuống tầng nước ngầm hay hòa tan vào nguồn nước mặt vốn là nguồn nước để khai thác cấp cho sinh hoạt và công nghiệp.

Từ khóa: Nước thải, chất gây ô nhiễm, môi trường, nước ngầm và nước mặt.

ABSTRACT

Wastewater contains many pollutants (Organic, oil, nutrients such as nitrogen, phosphorus, pathogens). If arbitrarily discharge without treatment, it will not only be harmful to surround environment (due to disintegration). Furthermore, also becoming dangerous when these pollutants soak into underground water or dissolve in surface water that has been two main water resources for exploiting in domestic and industry.

Keywords: Wastewater, pollutant, environment, underground and surface water.

Hoàng Huệ Quân

ĐHKT Hà nội

1. Tình trạng ô nhiễm nguồn nước mặt

Dân số đô thị vùng đồng bằng sông Hồng đã đạt 8,1 triệu người (tổng số 31 triệu người của vùng. Lượng nước thải sinh hoạt và công nghiệp tăng nhanh theo từng năm. Hầu hết nước thải sinh hoạt của đô thị đều trực tiếp đổ vào kênh mương, sông hồ - nguồn tiếp nhận không qua xử lý hoặc có xử lý nhưng không đáp ứng yêu cầu đã gây nên tình trạng ô nhiễm môi trường.

Trong lưu vực sông Nhuê - Đáy thì Hà Nội đóng góp 48,8% [3] tổng các nguồn xả thải. Lượng nước thải chưa được xử lý chiếm gần 90% tổng lượng nước thải của toàn TP. Hệ thống thoát nước của các đô thị khác trong vùng vẫn nghèo nàn, chắp vá, phần đa là hệ thống công chung, nước thải ít được xử lý trước khi xả vào nguồn tiếp nhận.

Các khu công nghiệp vùng đồng bằng sông Hồng đã có lịch sử phát triển ở các địa phương như ở Hà Nội, Hải Phòng, Hải Dương, Quảng Ninh... nhưng đến nay vẫn ở tình trạng nhiều KCN, nhà máy lớn nước thải không qua xử lý, cộng với nước thải các bệnh viện, cơ sở y tế thu thập địa phương chưa được đầu tư xây dựng hệ thống nước thải, nước thải từ gần 900 làng nghề [3] với qui trình sản xuất thủ công, lạc hậu, ô nhiễm nặng, phân tán, phần lớn không có công trình XLNT đã và đang làm cho chất lượng môi trường nước tại vùng đồng bằng sông Hồng thêm ô nhiễm.

Nguồn nước sông Hồng - Thái Bình là nguồn nước chính phục vụ cho sản xuất, sinh hoạt và các hoạt động kinh tế, xã hội của 16 tỉnh Bộ một trong những vùng kinh tế trọng điểm của Việt Nam. Tuy nhiên cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghiệp, dịch vụ, các hoạt động dân sinh, đồng thời có sự gia tăng việc sử dụng phân bón hóa học, thuốc trừ sâu trong nông nghiệp..., chất lượng nước sông Hồng Thái Bình đứng trước nguy cơ bị ô nhiễm ngày càng nghiêm trọng. Tác động ảnh hưởng đồng thời của dòng chảy kiệt, điều tiết mực nước thượng lưu, yếu tố địa hình, chế độ biến đổi khí hậu, nước triều đã làm cho ranh giới xâm nhập mặn ngày một tiến sâu hơn. Vùng cửa sông ven biển do có hệ thống đê không chế nên đối với khu vực này thì không xâm nhập vào trong đồng nhưng làm ngưng trệ quá trình nước tưới từ sông, phục vụ cho nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản.

2. Tình trạng ô nhiễm nguồn nước ngầm

Nước ngầm tại vùng đồng bằng sông Hồng đã được cảnh báo ô nhiễm asen, mangan và amoni nặng nề

Kết quả điều tra xung quanh hệ thống cấp nước tập trung ở thôn tại 4 vùng (Bắc Bộ, Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ) cho thấy địa phương nằm trong vùng đồng bằng châu thổ các sông ở Bắc Bộ (Hải Phòng, Hà Nam, Hà Tây, Nam Định, Thái Bình, Ninh Bình, Hưng Yên, Phụng, ...) là những nơi có hàm lượng asen cao hơn cả (nguồn: Bộ "Giám thiểm tác hại của Arsenic trong nguồn nước sinh hoạt ở VN").

Theo kết quả khảo sát trước đây của Trung tâm Nghiên cứu Khoa học tự nhiên và Công nghệ quốc gia và Trường Đại học Mở Địa Chấn phần lớn nước ngầm khu vực đồng bằng Bắc Bộ gồm các tỉnh như Hà Tây, Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình, Hải Dương, Hưng Yên, Thái Bình phía Nam Hà Nội đều bị nhiễm amoni rất nặng. Xác xuất các n

nhuộm amoni có nồng độ cao hơn tiêu chuẩn nước sinh hoạt (NH_4^+ $\leq 1,5$ mg/l) khoảng 70 – 80%. Trong nhiều nguồn nước ngầm còn chứa nhiều hợp chất hữu cơ, độ oxy hóa có nguồn đạt 30 – 40 mg O_2 /l. Có thể cho rằng phần lớn nguồn nước ngầm đang sử dụng không đạt tiêu chuẩn về amoni và các hợp chất hữu cơ [2].

Theo kết quả khảo sát của các nhà khoa học Viện Địa lý thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam thì hầu như các mẫu nước từ các huyện của tỉnh Hà Nam đều có tỉ lệ nhiễm amoni ở mức đáng báo động, Chẳng hạn như tại Lý Nhân có mẫu nước với hàm lượng lên tới 111,8 mg/l gấp 74 lần so với tiêu chuẩn nước sinh hoạt [2].

Tại Hà Nội, mức ô nhiễm đang tăng dần theo thời gian. Tại Yên Sở trong năm 2002 là 37,2 mg/l đến năm 2010 đã tăng lên 45,2 mg/l, phường Bách Khoa mức nhiễm từ 9,4 mg/l, 2010 tăng lên 14,7 mg/l. Có nơi trước đây chưa bị nhiễm amoni song năm 2010 cũng đã vượt tiêu chuẩn cho phép như Long Biên, Tây Mỗ, Đông Ngạc... hiện nguồn nước ngầm nhiễm bản amoni đã lan rộng trên toàn thành phố Hà Nội[4].

Như vậy, nước ngầm tại các địa phương vùng đồng bằng sông Hồng đang bị nhiễm mangan, amoni, asen... ngày một nặng nề.

3/. Xử lý nước thải để bảo vệ môi trường và tái sử dụng trong đô thị vùng đồng bằng sông Hồng.

Nước thải chứa tỉ lệ cao thành phần phân bón cho cây trồng và thức ăn cho vật nuôi có thể sử dụng trong nông nghiệp, trong nuôi trồng thủy sản để mang lại các lợi ích kinh tế. Hơn nữa, nước thải trong đô thị thì lúc nào cũng có sẵn, nếu được xử lý và tái sử dụng thì sẽ không những giảm thiểu được lượng xả thải để cải thiện hơn công tác môi trường mà còn tiết kiệm nước cấp và giảm khai thác nước nguồn đang có dấu hiệu cạn kiệt và ô nhiễm do phát triển đô thị và bùng nổ dân số trong bối cảnh biến đổi khí hậu ngày một sâu sắc như hiện nay.

Thực tế việc xử lý nước thải cho những nhu cầu sử dụng khác nhau không phải là mới mẻ. Thông thường nước thải sẽ được xử lý và tái sử dụng cho tưới nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản và các dịch vụ trong đô thị, trong đó có thể có cả nước ăn uống sinh hoạt. Về vấn đề nước ăn uống còn có nhiều bàn cãi do tâm lý của người sử dụng và một số nhà khoa học còn có những băn khoăn chưa chấp nhận ý tưởng tái sử dụng nước thải cho ăn uống.

Nước dùng trong nông nghiệp, trong nuôi trồng thủy sản và trong các dịch vụ đô thị và công nghiệp thì không đòi hỏi chất lượng cao và an toàn tuyệt đối như nước ăn uống, nhưng lại chiếm tỉ lệ không nhỏ (ví dụ, nước dùng cho các dịch vụ đô thị như tưới cây, rửa đường, cứu hỏa, dội xi tiêu v.v... đã chiếm tỉ lệ xấp xỉ 50% lượng nước cấp sinh hoạt, xem bảng (1)).

Bảng (1). Lượng nước cấp không cho ăn uống trong đô thị (có thể tái sử dụng nước thải và nước mưa)

TT	Dịch vụ cấp nước	Khối lượng	Đơn vị	Ghi chú nguồn
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Nước tưới đường, tưới cây, chữa cháy	$q_1 \approx k_1 \cdot q_{01}$	l/người/ngđ	Lấy bằng 10%, TCXDVN 33:2006
2	Nước dội toilet	$q_2 = k_2 \cdot q_{02}$	l/người/ngđ	Lấy $k_2 = 30\%$, J.J.Chu et al., 2004
3	Nước tưới công viên cây xanh	$q_3 = A_1 \cdot q_{01}$	l/m ² /ngđ	Lấy bằng $q_{01} \geq 3$, TCXDVN 33:2006
4	Nước tưới sân golf và các công trình thể thao	$q_4 = A_2 \cdot q_{02}$	l/m ² /ngđ	Lấy bằng $q_{02} \geq 5$, TCXDVN 33:2006
5	Nước làm mát công nghiệp	$G = A_3 \cdot q_{03} \cdot k_3$	m ³ /ha/ngđ	Lấy bằng $q_{03} = 40$

6	Nước tưới cho nông nghiệp	$q_6 = A_4 \cdot q_{06}$	l/m ² /ngđ	Lấy $q_{06} = 3$
7	Nước tái tạo cảnh quan	-	-	Lấy theo yêu cầu của các đối tượng
8	Nước dùng cho nuôi trồng thủy sản	-	-	Lấy theo yêu cầu về nuôi trồng thủy sản

(Ghi chú cho bảng 2.13: q_0 – tiêu chuẩn nước sinh hoạt tính trên đầu người sử dụng, l/người/ngđ; k_1 – tỉ lệ nước dùng cho tưới cây, rửa đường và chữa cháy trong đô thị; k_2 – tỉ lệ nước dùng để dội toilet bằng % tiêu chuẩn nước sinh hoạt tính trên đầu người; A_1 – tổng diện tích của công viên cây xanh cần tưới, m²; q_{01} – tiêu chuẩn tưới công viên, cây xanh, l/m²/ngđ; A_2 – tổng diện tích sân golf và công trình thể dục thể thao, m²; q_{02} – tiêu chuẩn nước tưới thảm cỏ của sân golf và các công trình thể dục, thể thao, l/m²/ngđ; A_3 – diện tích khu công nghiệp tập trung; h_3 – tiêu chuẩn cấp nước cho khu công nghiệp, m³/ha/ngđ; k_3 – tỉ lệ nước làm mát so với nhu cầu nước sử dụng trong khu công nghiệp tập trung, có thể lấy bằng 60% [Lock et. Al, 1987])

Với sự phát triển xã hội, sự bùng nổ dân số của vùng đồng bằng sông Hồng, tình trạng ô nhiễm nước nguồn đang đặt ra nhiều thách thức đối với công tác bảo vệ môi trường và phát triển bền vững công nghệ đối với nguồn cấp nước cho đô thị trong tương lai. Vấn đề xử lý nước thải đảm bảo tiêu chuẩn xả thải theo quy định và bảo vệ sức khỏe con người trở nên hết sức cấp thiết.

Có nhiều phương pháp xử lý nước thải được sử dụng, bao gồm các phương pháp xử lý cơ học, hóa học, lý hóa và sinh học. Mục đích cuối cùng là làm giảm đến mức tối thiểu ảnh hưởng độc hại đến sức khỏe con người, giảm thiểu ô nhiễm môi trường và tái sử dụng nước thải tái chế. Đối với nước thải sinh hoạt thì phương pháp xử lý cơ học kết hợp với sinh học triệt để là tốt nhất vì trong nước thải sinh hoạt có thành phần chất hữu cơ và dinh dưỡng cao. Phương pháp này phù hợp với điều kiện kinh tế vùng nông thôn, ven đô, các đô thị vừa và nhỏ. Ngoài ra, nước thải sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn xả thải có thể xử lý bổ sung để tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị như: tưới cây, rửa đường, dội vệ sinh toilet, rửa sàn nhà, chườm trại chăn nuôi... còn mang lại nhiều lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường, nó đặc biệt quan trọng đối với những khu vực khan hiếm hoặc cần phải được bảo vệ cho sự phát triển lâu dài như vùng đồng bằng sông Hồng.

4/. Kết luận và kiến nghị.

Kết luận:

- Phát triển đô thị và bùng nổ dân số ở vùng đồng bằng sông Hồng kèm theo nhu cầu nước tăng lên, trong khi các nguồn nước ngầm và nước mặt đang bị ô nhiễm và cạn kiệt đặt ra những thách thức lớn cần phải được giải quyết trong tương lai.

- Nước thải và nước mưa là nguồn tài nguyên luôn sẵn có trong các đô thị, nó có thể tái chế để sử dụng cho những nhu cầu không ăn uống nhằm giảm thiểu khai thác nguồn lên đến $\geq 50\%$ so với nhu cầu sinh hoạt và góp phần bảo vệ vệ sinh nguồn nước công nghệ đảm bảo phát triển đô thị bền vững.

Kiến nghị:

Nhà nước cần có những cơ chế, chính sách để khuyến khích tái sử dụng nước thải cho các nhu cầu không ăn uống trong đô thị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] KS Đặng Thị Hà Giang, TS Vũ Thế Hải, Tạp chí KH & CN Thủy lợi Viện KHTLVN - Viện nước, tưới tiêu và môi trường

[2] Hiện trạng ô nhiễm amoni nguồn nước ngầm và cách xử lý - Tài liệu text, Norpoella Ađ; HTTP://www.dokn.v/tai.lieu/tong-quan-ve-hien-trang-o-nhiem-amoni-199455

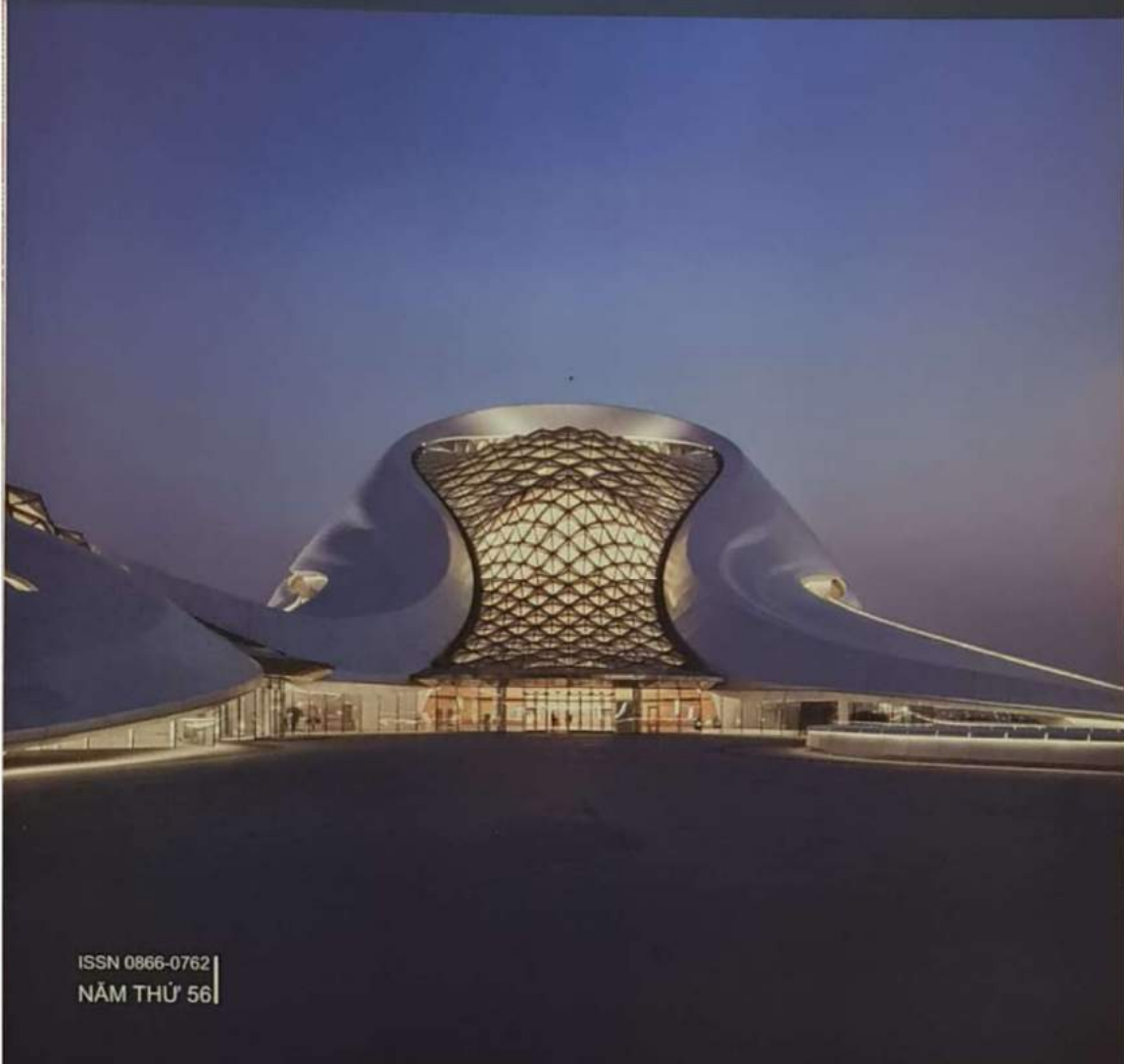
[3] *Manure Goid* sin

[4] Đào Chính Thuận: Nghiên cứu xử lý amoni bằng phương pháp sinh học sử dụng các vi khuẩn tự dưỡng, khóa luận tốt nghiệp ngành Công nghệ hóa học, Khoa luận tốt nghiệp, 2010.

XÂY DỰNG

TẠP CHÍ XÂY DỰNG VIỆT NAM - BẢN QUYỀN THUỘC BỘ XÂY DỰNG
VIETNAM CONSTRUCTION REVIEW - COPYRIGHT VIETNAM MINISTRY OF CONSTRUCTION 56th Year

4-2017



ISSN 0866-0762
NĂM THỨ 56

MỤC LỤC CONTENT

XÂY DỰNG 4.2017

QUY HOẠCH, PHÁT TRIỂN ĐÔ THỊ		4
CÔNG TRÌNH ẮN TƯỢNG		18
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC		25
Bùi Chi Hiếu	25	Phát triển nguồn nhân lực trong tổ chức công nhân thức khải niệm và tiêu chí đánh giá
Hoàng Lê Phương, Nguyễn Thị Kim Thái	28	Ảnh hưởng của tỷ lệ phối trộn chất thải rắn hữu cơ với phân bón bề mặt đến hiệu suất tạo khí sinh học trong điều kiện liên tục
Phạm Quốc Toàn, Trần Thị Thu Ngân	31	Một số nội dung liên quan đến phương pháp mô phỏng số để phục vụ quản lý
Hồ Ngọc Khoa, Nguyễn Hùng Cường, Trần Hồng Hải	35	Yêu cầu kỹ thuật lưu giữ và vận chuyển hỗn hợp bê tông tự liền trong điều kiện thời tiết khu vực Hà Nội
Nghiêm Văn Khanh	40	Nghiên cứu thử nghiệm khả năng sử dụng năng lượng tái tạo từ quá trình ủ phân compost quy mô nhỏ phục vụ cấp nước sinh hoạt
Nguyễn Quốc Thống	45	Đồ thị tìm kiếm Nam trong thời kỳ quá độ
Nguyễn Trí Tà, Lê Hải Dương	49	Ứng dụng phần mềm ansys tĩnh kết cấu công cụ bằng tần số tương tác với môi trường chịu tải trọng nổ trong đất
Nguyễn Trường Thắng	53	Khả năng kháng cháy của cốt trong kết cấu khung bê tông cốt thép
Phạm Văn Đạt	58	Sử dụng chất xử lý Langrange để giải bài toán kết cấu cơ điện kiện trên ô tô tự do
Trần Quý Đức, Nguyễn Tương Lai, Lê Bảo Quốc	63	Phân tích ảnh hưởng của hao hụt thể tích nôm đất đến lan bề mặt do đảo lộn trong đất yếu
Trần Thương Bình	68	Để xuất phương pháp xác định đặc trưng biến dạng lún của nền bằng kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh cải tiến
Phạm Thanh Huy	71	Quy hoạch đô thị vùng ven biển tây nam thích ứng với biến đổi khí hậu
Hoàng Huệ Quân	76	Nghiên cứu xử lý và tái sử dụng nước thải không cho ăn uống trong các đô thị loại vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng
Nguyễn Văn Dương, Trần Văn Phê, Phú Thị Tuyết Nga	79	Hệ số an toàn và khả năng cắt khâu thép tại bê tông đồng bằng sông Cửu Long
Phạm Ngọc Hưng, Vũ Quốc Anh, Phạm Ngọc Hiếu	91	Accuracy verification of a test apparatus for lateral pile loading using industrial X-ray CT scanner system
Vũ Hồng Cường	96	Xác định khả năng chịu nén của tiết diện thép tạo hình ngoài bằng phương pháp quét laser (3D)
Vũ Kim Yến	100	Ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên và xã hội tại Hà Nội - cơ sở quan trọng trong tổ chức không gian nội thất của hệ chung cư cao tầng
Vũ Thị Bích Quyên	103	Hiện thực phương pháp phân tích dự án đầu tư xây dựng công tác Việt Nam
Đặng Công Thuật, Nguyễn Phước Bình	107	Thiết lập hệ phương trình giải bài toán đàn hồi nền đàn hồi chịu tải trọng tĩnh bằng phương pháp phần tử biên
Đặng Công Thuật, Đinh Ngọc Hiếu	112	Đánh giá khả năng hoàn thành tiến độ thi công dự án xây dựng dựa vào sơ đồ mạng PERT và phương pháp mô phỏng monte carlo
Lê Thị Hồng Na, Đỗ Đại Thắng	117	Gia cường cho cột bê tông cốt thép dưới tác dụng của tải trọng lặp sử dụng tấm thép bao quanh vị trí khớp nối
Huỳnh Đức Tu, Lương Minh Sang, Hà Hoàng Giang	121	Phân tích hiện trạng kết cấu nhà phố thành phố Hồ Chí Minh
Nguyễn Đình Hưng, Nguyễn Thế Ất, Angeli Doliente Caballita	126	Đánh giá hiệu quả giảm chấn của hệ particle damper trong kết cấu chịu tải địa chấn
Vũ Hồng Nghiệp	130	Bản đường bê tông tự liền bằng chế phẩm xi măng trong điều kiện miền nam
Nguyễn Phan Duy	130	Sử dụng cốt sợi từ nguồn cấp thép phế thải để chế tạo bê tông cốt sợi phân tán làm đường giao thông nông thôn
Trần Quang Phú	133	Vận dụng chỉ số đo lường hiệu suất (KPI) trong đánh giá năng lực hoạt động của Ban quản lý Dự án Đầu tư Xây dựng
Trương Quang Thành, Nguyễn Mạnh Trí	137	Phân tích một số yếu tố ảnh hưởng đến cường độ áp lực ngang của đất có liên quan đến độ ổn định của công trình tường chắn công trình công - dân
Lê Thị Bích Thủy, Võ Thành Nam	143	Đánh giá độ tin cậy của đầu đầm super-T cốt thép
Vũ Tân Văn	147	Phân tích mặt ổn định khi đóng cửa của đập đất với nền nước khi đóng cửa đập từ thí nghiệm hầm ge
Vũ Thị Tuyết Giang, Nguyễn Vũ Trọng	152	Mô phỏng sự phát triển vết nứt trong kết cấu đập bê tông bằng phương pháp phần tử hữu hạn mở rộng
Nguyễn Lục Hoàng Hiệp, Huỳnh Nhật Minh, Trương Hoài Trúc	156	Xác định lực căng trong dầm bê tông cốt thép ứng suất trước: công thức cơ - cấp công sử dụng tần số dao động tự nhiên
Lê Thành Vinh, Hồ Đức Duy	160	Sự phân bố lực căng ngang tương đương trên một mô hình khung phẳng bê tông cốt thép chịu động đất
Đào Đình Nhân, Nguyễn Đức Hoàng	160	Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến việc triển khai thực hiện các dự án đầu tư phát triển khu công nghiệp trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh (giai đoạn 2016 - 2020)
Bùi Đức Vinh, Trần Quang Phú	166	Nghiên cứu hiệu ứng thứ cấp trong dầm liên tục bê tông cốt thép ứng suất trước
Nguyễn Văn Tú, Lê Anh Tuấn	169	Nghiên cứu xử lý nước thải giàu hợp chất hữu cơ và nitơ bằng công nghệ MBBR
Đặng Xuân Hiến, Nguyễn Văn Hạnh	173	Nghiên cứu mô hình nhân tố ảnh hưởng chất lượng công tác thiết kế trong các dự án xây dựng tại Cà Mau
Huỳnh Viễn Trung, Hà Duy Khánh	178	Nghiên cứu ứng dụng các tác quang trên bề mặt vật liệu nano tio2/graphene oxide để xử lý nước ô nhiễm
Đặng Xuân Hiến, Đoàn Thị Thu Hoà, Trần Minh Đức	185	Nghiên cứu một số phương pháp dự đoán lan bề mặt trong quá trình thi công hoàn thiện bằng công nghệ khoan kích ngầm
Nguyễn Công Giang, Kiều Minh Quang	191	

Chủ nhiệm:
Bộ trưởng Phạm Hồng Hà

Tổng Biên tập:
Trần Thị Thu Hà

Tòa soạn: 37 Lê Đại Hành, Hà Nội
 Fax: 04.39740570 Email: tcxd.bxd@gmail.com
 Liên hệ bài viết: 04.39740744
 VPĐD phía Nam: 14 Kỳ Đồng, Q.3, TP Hồ Chí Minh
 ĐT: 08.39312759 Fax: 08.39312758
 Email: tapchixaydung_vppn@yahoo.com
 Trình bày mỹ thuật: Thạch Cường, Quốc Khánh
 Giấy phép xuất bản: Số: 372/GP-BTTTT ngày 05/7/2016
 In tại Công ty TNHH MTV In Báo nhân dân TP HCM
 Tài khoản: 113000001172
 Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội

Hội đồng khoa học:
 GS.TSKH Nguyễn Văn Liên (Chủ tịch)
 GS.TS Phan Quang Minh
 PGS.TS Nguyễn Quốc Thống (Thư ký)
 GS.TS Nguyễn Thị Kim Thái
 GS.TS Nguyễn Hữu Dũng
 GS.TS Cao Duy Tiến

Nghiên cứu xử lý và tái sử dụng nước thải không cho ăn uống trong các đô thị loại vừa và nhỏ vùng đồng bằng Sông Hồng

Small and medium-scale urban area surrounding red river delta: a case of reusing treated wastewater for non-drinking demands

Ngày nhận bài: 13/02/2017

Ngày sửa bài: 8/3/2017

Ngày chấp nhận đăng: 5/4/2017

Hoàng Huệ Quân

TÓM TẮT

Bài báo đưa ra các đề xuất công nghệ xử lý và cách xác định khối lượng, chất lượng nước thải tái sử dụng cho mục đích không ăn uống cũng như đánh giá sơ bộ về hiệu quả kinh tế-xã hội và môi trường của giải pháp tái sử dụng nước thải trong các đô thị vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng.

Từ khóa: Nước thải tái chế, không dành cho nước uống, hiệu quả, khu vực đô thị.

ABSTRACT

The article proposed treatment technologies and method for determining recycled wastewater quantity and quality that reuse for non-drinking water, as well as preliminary evaluating eco-social and environmental efficiency - which are applied to small and medium-scale urban area surrounding red river delta.

Keywords: recycled wastewater, non-drinking water, efficiency, urban area.

Hoàng Huệ Quân

Trưởng ĐHKTHN

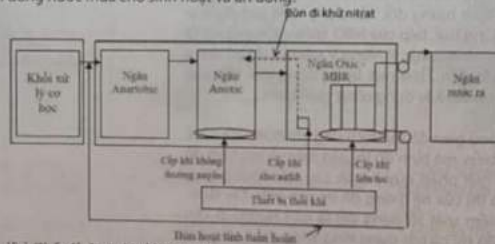
1. Xử lý nước thải cho các đô thị vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng

Đối với các đô thị vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng thường có diện tích $F \leq 1500$ ha, dân số $N \leq 150.000$ người với mật độ $2000 - 6000$ người/km², tỉ lệ phi nông nghiệp $\leq 75\% - 80\%$ [5]. Các đô thị này là các Trung tâm kinh tế, văn hóa hành chính, KHK, giáo dục-đào tạo, dịch vụ, đầu mối giao thông, giao lưu của vùng tỉnh, vùng huyện trong tỉnh có vai trò thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội của địa phương tỉnh, huyện hoặc cụm xã.

Nước thải của các đô thị này bao gồm: (1) nước thải sinh hoạt, (2) nước thải y tế, (3) nước thải làng nghề và nước thải chăn nuôi... Chúng cần được xử lý trước khi xả thải để bảo vệ môi trường hoặc tái sử dụng vào những mục đích không cho ăn uống sinh hoạt trong đô thị để giảm tải lượng nước khai thác từ nguồn và mang lại các lợi ích kinh tế, xã hội cho đô thị.

Công nghệ XLNT phù hợp đô thị vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng được đề xuất từ kết quả nghiên cứu tổng quan về công nghệ xử lý và giải pháp tái sử dụng nước thải ở trong và ngoài nước cũng như trong nghiên cứu để xuất áp dụng cho khu trường Đại học Quốc gia Hà Nội được đề cập trong đó án tốt nghiệp chuyên ngành cấp thoát nước [3]. Đó là công nghệ A²/O-MBR (hình 1).

Đối với nước mưa thì tùy vào cách thu gom, lưu giữ và xử lý mà chất lượng của nó có thể đáp ứng mọi nhu cầu dùng nước khác nhau trong đô thị kể cả nhu cầu nước ăn uống sinh hoạt. Thực tế ở nước ta tại nhiều nơi ở khu vực ven biển (nước lợ), núi cao (khan hiếm nguồn nước) và hải đảo người dân vẫn dùng nước mưa cho sinh hoạt và ăn uống.



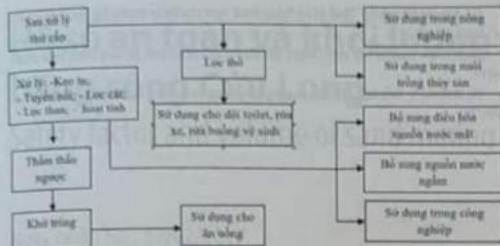
Hình (1). Sơ đồ công nghệ xử lý A²O-MBR

2. Xác định khối lượng và chất lượng nước tái sử dụng.

a) **Xác định chất lượng:**

Công nghệ xử lý cho các yêu cầu tái sử dụng nước thải giới thiệu ở hình (2). Có nhiều các nhu cầu có thể sử dụng nước thải tái chế trong các đô thị vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng như là: (1) Nước cho ăn uống sinh hoạt (trực tiếp và gián tiếp), (2) Nước sử dụng cho tưới công viên cây xanh, rửa đường; chứa chầy; dội xi tiêu vệ sinh và các dịch vụ khác.

Chất lượng nước tái sử dụng cho ăn uống, sinh hoạt phải đáp ứng các qui định trong QCVN 01/2009/BYT- Qui chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ăn uống và QCVN 02/2009/BYT- Qui chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt. Nước tái sử dụng cho ăn uống và sinh hoạt trực tiếp là nước thải sau khi được làm sạch đáp ứng các yêu cầu chất lượng qui định trong các qui chuẩn kỹ thuật quốc gia thì được cấp trở lại cho các đối tượng tiêu dùng.



Hình (2). Công nghệ xử lý tái sử dụng nước thải sinh hoạt theo các yêu cầu.

Nước ăn uống trực tiếp thường khó thuyết phục người tiêu dùng chấp thuận bởi do quan niệm về nguồn gốc của loại nước này là nước thải - nước bẩn. Nước ăn uống gián tiếp được chấp nhận trong thực tế, đó là loại nước thải sau xử lý cho qua các quá trình biến đổi sinh hóa trong môi trường tự nhiên như ở trong nước ngầm, nước mặt, vì dù nước thải sau xử lý xả và lưu trữ ở nguồn tiếp nhận, nước thải trải qua

quá trình xáo trộn và tự làm sạch tự nhiên được thu gom, xử lý và cấp trở cho ăn uống sinh hoạt.

Chất lượng nước tái sử dụng cho nhu cầu không ăn uống sinh hoạt có thể lấy tương tự như nước thải đã được xử lý triệt để (xem bảng (1)), nhưng cần xử lý bổ sung để khử SS và mùi hôi nhằm đảm bảo vệ sinh và chế độ làm việc ổn định của các công trình thiết bị dùng nước cũng như sức khỏe của con người sử dụng.

Bảng (1). Nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải sau xử lý triệt để [1]

Các chất gây ô nhiễm	Nồng độ	Đơn vị
Độ Ph	6 đến 7	-
Nhu cầu oxy sinh hóa, BOD ₅	≤ 10	mg/l
Các chất rắn lơ lửng, SS	≤ 10	mg/l
Kjeldahl Nitrogen, TKN	≤ 5	mg/l
Phot pho	≤ 1	mg/l
Tổng Coliform	≤ 1000	MPN/100ml

b) Xác định khối lượng

Khối lượng nước tái sử dụng trong các đô thị có thể xác định định theo chỉ dẫn ở bảng (2).

Bảng (2). Các nhu cầu sử dụng nước thải tái chế và nước mưa trong đô thị

TT	Dịch vụ cấp nước	Khối lượng	Đơn vị	Ghi chú nguồn
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Nước tưới đường, tưới cây, chữa cháy	$q_1 \geq k_1 q_a$, $k_1 = 10\%$	l/người/ngđ	Theo TCXDVN 33-2006[3]
2	Nước dội toilet	$q_2 = k_2 q_a$, $k_2 = 30\%$	l/người/ngđ	Theo J.L.Chu et al., 2004
3	Nước tưới công viên cây xanh	$q_3 = A_1 q_1$, $q_1 \geq 3$	l/m ² /ngđ	Theo TCXDVN 33-2006
4	Nước tưới sân golf và các công trình thể thao	$q_4 = A_2 q_1$, $q_1 \geq 5$	l/m ² /ngđ	Theo TCXDVN 33-2006
5	Nước làm mát công nghiệp	$G = A_3 q_1$, $k_3 = 40$	m ³ /ha/ngđ	Theo Jack et. al., 1987. $K_3 = 60\%$
6	Nước tưới cho nông nghiệp	-	-	Lấy theo yêu cầu tưới nông nghiệp
7	Nước tái tạo cảnh quan	-	-	Lấy theo yêu cầu của các đối tượng
8	Nước dùng cho nuôi trồng thủy sản	-	-	Lấy theo yêu cầu về nuôi trồng thủy sản.

(Ghi chú: q_a - tiêu chuẩn nước sinh hoạt tính trên đầu người sử dụng, l/người/ngđ; k_1 - tỉ lệ nước dùng cho tưới cây, rửa đường và chữa cháy trong đô thị, %; k_2 - tỉ lệ nước dùng để dội toilet bằng % tiêu chuẩn nước sinh hoạt tính trên đầu người; A_1 - tổng diện tích của công viên cây xanh cần tưới, m²; q_1 - tiêu chuẩn tưới công viên, cây xanh, l/m²/ngđ; A_2 - tổng diện tích sân golf và công trình thể thao, m²; q_1 - tiêu chuẩn nước tưới thảm cỏ của sân golf và các công trình thể thao, thể thao, l/m²/ngđ; A_3 - diện tích khu công nghiệp tập trung, ha; q_1 - tiêu chuẩn cấp nước cho khu công nghiệp, m³/ha/ngđ; k_3 - tỉ lệ nước làm mát so với nhu cầu nước sử dụng trong khu công nghiệp tập trung, có thể lấy bằng 60% [Jack et. al., 1987])

3. Xử lý bổ sung và tái sử dụng nước thải trong đô thị.

a) Mục đích xử lý bổ sung nước thải tái.

Chất lượng nước thải sau xử lý bằng công nghệ A²/O-MBR có thể đạt được các chỉ tiêu ghi ở bảng (1). Với chất lượng này thì nước thải sau xử lý hoàn toàn có thể tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị. Tuy nhiên, để đảm bảo cho các công trình thiết bị hệ thống tái sử dụng nước làm việc được ổn định lâu bền cũng như bảo vệ được vệ sinh môi trường và sức khỏe của người sử dụng, nước thải sau xử lý theo công nghệ AAO-MBR cần xử lý bổ sung để khử SS và mùi hôi.

Hai phương án về công nghệ lọc nước đưa ra để so sánh và lựa chọn là:

- Phương án I: Lọc cát (hoặc VLL nổi) tự rửa đợt I để khử SS và lọc than hoạt tính tự rửa đợt II để khử mùi nước tái sử dụng.

- Phương án II: Lọc VLL Động (mới, nguồn gốc từ Nga) tự rửa để khử SS và mùi nước tái sử dụng.

Trên cơ sở đánh giá ưu nhược điểm của các vật liệu lọc cũng như khả năng khử SS và mùi nước tái sử dụng, phương án để xuất lựa chọn cho đô thị vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng là phương án II.

b) Đặc điểm của hệ thống tái sử dụng nước thải.

Nước thải sau khi được xử lý và khử trùng, một phần cho xả vào nguồn tiếp nhận, phần khác cho qua bể lọc VLL Động tự rửa để đạt độ đục < 1 mg/l và không có mùi hôi trước khi cấp vào hệ thống tái sử dụng cho các dịch vụ không ăn uống trong đô thị.

Dùng máy bơm đưa nước thải sau xử lý bổ sung vào mạng lưới đường ống để dẫn tới các bể, đài nước nước đặt tại các công trình, nhà

ở, khu công viên cây xanh, quảng trường v.v... là những nơi dùng nhiều nước tái sử dụng. Từ đó nước tái sử dụng được cấp tới hệ thống thiết bị xi tiểu, cột chữa cháy, vòi lấy nước và các thiết bị dùng nước khác.

Nước thải tái sử dụng cho các dịch vụ trong đô thị cũng có thể kết hợp với khối lượng nước mưa thu gom lưu trữ tại công trình, các bể chứa hoặc hồ chứa nước mưa trong đô thị. Tùy thuộc vào tính chất của từng khu vực, từng đối tượng sử dụng và chất lượng nước yêu cầu mà các hệ thống nước mưa và nước tái sử dụng có thể thiết kế xây dựng độc lập hoặc kết hợp với nhau.

Hệ thống tái sử dụng nước được mô tả như trên là phù hợp với cả mô hình tổ chức thoát nước tập trung và phân tán, nghĩa là tùy theo vị trí và vai trò của các trạm XLNT trong đô thị mà hệ thống cấp nước tái sử dụng cũng sẽ được qui hoạch và tính toán theo các phương án khác nhau. Vì dụ, đô thị thiết kế hệ thống thoát nước thải theo phương thức phân tán thì rõ ràng các lưu vực thoát nước và như vậy là khu vực cấp nước tái sử dụng trong đô thị cũng có những đặc điểm khác nhau.

4. Đánh giá sơ bộ về kinh tế-xã hội và môi trường

a) Về kinh tế-xã hội:

Từ bảng (1) ta có:

- Lượng nước tái sử dụng cấp cho các dịch vụ tưới cây, tưới đường, cứu hỏa bằng 10% Q_{ngđ} (Q_{ngđ} - lưu lượng cấp nước trung bình ngày của đô thị);

- Lượng nước dùng để dội toilet bằng 30% Q_{ngđ}

- Lượng nước làm mát máy móc công nghiệp: Giả sử nước công nghiệp trung bình chiếm khoảng 30% nước thải sinh hoạt, khi đó lượng nước sử dụng cho làm mát máy móc công nghiệp sẽ là: $G = F.k = 30\%Q_{sinh} \cdot k = 30\% \times 60\% \times Q_{sinh} = 18\%Q_{sinh}$ (Trong đó: Q_{sinh} - lượng nước cấp cho sinh hoạt đô thị, m³/ngày; F- lượng nước cấp cho công nghiệp, m³/ngày; k- tỉ lệ nước làm mát so với nhu cầu nước sử dụng, có thể lấy theo Jack et. Al., bằng 60% của F).

Nếu không tính tới các nhu cầu tái sử dụng khác như: nước tưới công viên cây xanh, tưới bãi cỏ sân golf, các bãi thể dục thể thao, nước tưới cho nông nghiệp v.v... thì:

- Lượng nước tái sử dụng không ăn uống sinh hoạt trong đô thị đạt tới: $Q_{tái} = (10\%Q_{sinh} + 10\%Q_{sinh} + 30\%Q_{sinh}) + 25\%(10\%Q_{sinh} + 10\%Q_{sinh} + 30\%Q_{sinh}) = 62,5\%Q_{sinh} = 62,5\% \times (100/80)Q_{sinh} = 78,125\%Q_{sinh}$

(Trong đó: Q_{sinh} - lượng nước cấp cho sinh hoạt; Q_{sinh} - lưu lượng nước thải sinh hoạt; 10% Q_{sinh} - lượng nước tưới cây, tưới đường, chữa cháy; 10% Q_{sinh} - lượng nước cho các công nghiệp dịch vụ trong đô thị; 30% Q_{sinh} - lượng nước dùng cho đội xi tiêu; 25%(10% Q_{sinh} + 10% Q_{sinh} + 30% Q_{sinh}) - lượng nước tổn thất (lấy theo TCVN 33:2006)).

Giá trị kinh tế thu được từ tiết kiệm khối lượng nước sạch bằng tái sử dụng nước thải là rất lớn.

b) Về môi trường.

Ngoài lợi ích kinh tế, việc tái sử dụng nước còn mang lại những lợi ích khác như: (1) tiết kiệm được khoảng 50% nước sạch, điều đó đặc biệt có lợi đối với những đô thị khan hiếm nước, không phải bán khoản về nguồn cấp mới trong phát triển đô thị (2) Giảm 78,125% rỗng lượng nước thải sinh hoạt, nghĩa là giảm được >2/3 tải lượng chất bẩn xả vào nguồn, do đó giải pháp bảo vệ vệ sinh nguồn nước cũng đơn giản và hiệu quả hơn....

Rõ ràng các giải pháp xử lý và tái sử dụng nước thải (và nước mưa) vừa mang lại lợi ích kinh tế cho đô thị, cho người dân sống trong đô thị như tiết kiệm tiền phí nước cấp, giảm lượng xả thải và tăng cường mức độ bảo vệ vệ sinh nguồn tiếp nhận, ổn định an ninh xã hội và đảm bảo cho sự phát triển đô thị bền vững.

5. Kết luận và kiến nghị.

Kết luận:

1. Đã thiết lập cách xác định khối lượng nước yêu cầu cho các dịch vụ tái sử dụng nước thải không cho ăn uống trong đô thị vừa và nhỏ vùng đồng bằng sông Hồng như ở bảng (2).
2. Đã đề xuất công nghệ xử lý nước thải đảm bảo tiêu chuẩn xả thải và có thể xử lý bổ sung để tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị.
3. Tái sử dụng nước thải tái chế sẽ mang lại nhiều lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường như: Bổ sung nguồn nước cấp mới và giảm được khối lượng khai thác nguồn nước tự nhiên 62,5% $Q_{sinh}(Q_{sinh})$ - tổng lưu lượng nước thải sinh hoạt của đô thị); giảm xả thải vào nguồn tiếp nhận 78,125% Q_{sinh}).

I. Kiến nghị

1. Để có thể áp dụng vào thực tế Nhà nước cần bổ sung cơ chế chính sách xem nước thải như là một nguồn tài nguyên sẵn có trong đô thị có thể tái chế và tái sử dụng cho các nhu cầu dùng nước trong đô thị.
2. Cần tiếp tục nghiên cứu các nhu cầu về nước tái sử dụng và đưa vào tiêu chuẩn thiết kế, xây dựng và quản lý. Đồng thời nghiên cứu hoàn thiện cơ cấu tổ chức quản lý đối với hệ thống tái sử dụng nước thải tái chế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 2

- [1]. Edited by P. Aam Vesilind Engineering, R. L. Rook Professor of Engineering, Department of Civil and Environmental Engineering, Bucknell University, Lewisburg, Pennsylvania. *Wastewater Treatment Plant Design*
- [2]. Hoàng Văn Huệ, Trần Đức Hà. *Thoát nước - Tập II - Xử lý nước thải*, XBKHKT, 2002

[3]. Báo cáo tốt nghiệp "Thiết kế hệ thống thoát nước cho Dự án trường Đại học Quốc gia Nội", ĐHKI, Hà Nội 2016

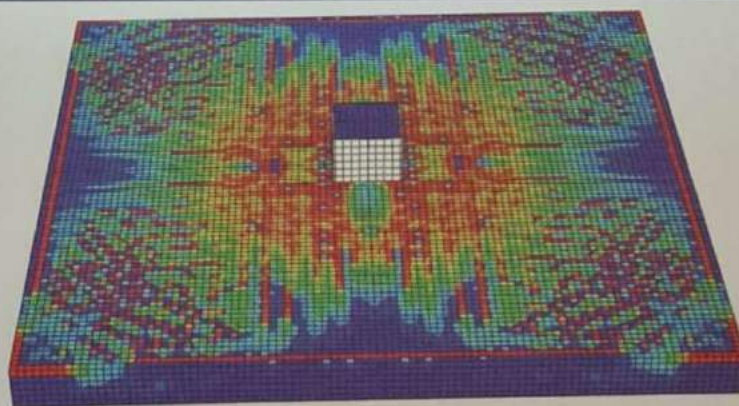
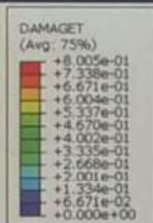
[4]. TCVN 33:2006 Cấp nước. Mạng lưới đường ống bên ngoài và công trình, Tiêu chuẩn thiết kế.

[5]. Vị trí địa lý, điều kiện tự nhiên củ vùng đồng bằng sông Hồng. Mạnh trạng sưu tầm, 30/06/201

XÂY DỰNG

TẠP CHÍ XÂY DỰNG VIỆT NAM - BẢN QUYỀN THUỘC BỘ XÂY DỰNG
Vietnam Journal of Construction – Copyright Vietnam Ministry of Construction 56th Year

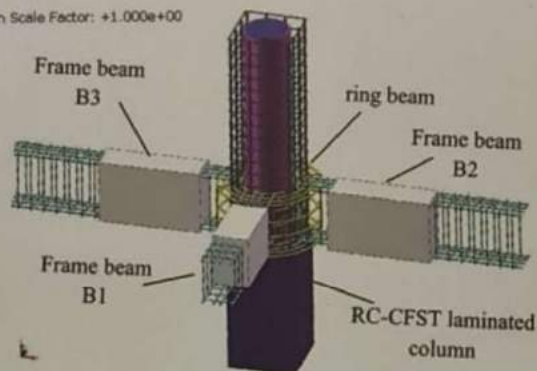
5-2017



Z
Y
X

COB: KQ.odb Abaqus/Standard 3DEXPERIENCE R2016x HotFix 3 Tue May 23 10:35:48 SE Asia Standard Time 2017

Step: Step-1
Increment 115: Step Time = 0.7560
Primary Var: DAMAGE
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00



ISSN 0866-0762
NĂM THỨ 56

MỤC LỤC CONTENT

XÂY DỰNG 5.2017

QUẢN LÝ NGÀNH	4	
TANG TRƯỜNG XANH	10	
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC	20	
Nghiêm Văn Khanh	20	Nghiên cứu động học quá trình xử lý bùn theo công nghệ sục bùn bằng năng lượng mặt trời trong nhà kính
Chu Thị Hải Ninh	23	Nghiên cứu khả năng chống cháy của bê tông nhẹ cách nhiệt - chống cháy (BNKC)
Đào Duy Hoàn, Lương Đức Long	27	Mô hình lựa chọn vận chuyển hàng hóa bằng phương pháp CBA (choosing by advantages)
Hồ Đức Duy, Nguyễn Thành Chung, Lê Thanh Cao	33	Thiết lập lại công thức kết cấu dầm thép cho các dầm thép và trụ anten sử dụng các phương pháp dao động
Hoàng Vĩnh Long, Nguyễn Đoàn Bình	38	Nghiên cứu sử dụng bùn thải từ kênh mương này để chế tạo gạch đất sét nung
Lê Anh Dũng, Lê Văn Nam	43	Các phương pháp xử lý vết nứt bê tông sàn trong thi công xây dựng công trình dân dụng
Nguyễn Anh Tuấn, Châu Ngọc Án, Nguyễn Minh Tâm	48	Ứng dụng thí nghiệm lý tán phân tích biến dạng mặt đất xung quanh hầm
Nguyễn Anh Tuấn, Châu Ngọc Án, Nguyễn Minh Tâm	53	Ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn phân tích cơ chế phá hoại bê tông và biến dạng khối đất trượt quanh hầm
Nguyễn Ngọc Thắng	58	Khảo sát vị trí vết nứt ảnh hưởng đến độ ổn định của tấm bằng phương pháp phần tử hữu hạn mở rộng (PFEM)
Lê Anh Tuấn, Hồ Minh Khôi, Nguyễn Ninh Thụy	62	Nghiên cứu khả năng làm việc của sử dụng đất nạo vét vùng đồng bằng sông Cửu Long
Nguyễn Thanh Phong	68	Quy trình quản lý rủi ro dự án theo tiêu chuẩn quốc tế của Anh
Nguyễn Trường Thăng	71	Xác định khả năng chịu tải của cột bê tông cốt thép theo tiêu chuẩn EC2-1-2
Phạm Ngọc Hưng, Vũ Quốc Anh, Phạm Ngọc Hiếu	76	Xác định khả năng chịu uốn của kết cấu thép tạo hình ngoài bằng phương pháp tương đương liên tục (ESM)
Hoàng Vĩnh Long, Nguyễn Đức Lương,	81	Nghiên cứu chế tạo bê tông sử dụng cốt liệu cao su thay thế cốt liệu tự nhiên
Nguyễn Duy Thái, Ngô Kim Tuấn, Phạm Văn Quang		
Trần Thuông Bình	85	Sự đồng cao mực nước các tầng chứa nước trong khu vực hạ mực đến ổn định nền công trình xây dựng khi đồng đất
Trần Văn Miến, Nguyễn Ninh Thụy	89	Nghiên cứu các tính chất của bê tông sử dụng xỉ lò cao đường hồ trong điều kiện nhiệt ẩm
Vũ Thị Bích Quyên, Cao Quốc Khánh	93	Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn tính toán tải trọng đường
Hoàng Huệ Quân	97	Bản chất của quá trình xử lý hoá, sinh và phát phốt trong nước thải bằng công nghệ AAO
Nguyễn Hùng Tuấn, Lê Xuân Huỳnh, Hà Mạnh Hùng	100	Thuật toán mặt đập ứng xử trên ứng dụng trong phân tích mô kết cấu cọc chịu tải trọng ngang
Lê Thị Hồng Na, Nguyễn Đại Nhân	104	Giải pháp kiến trúc cải thiện chất lượng môi trường bên trong nhà phố tại thành phố Hồ Chí Minh
Nguyễn Tấn Nô, Nguyễn Ninh Thụy, Lê Anh Tuấn	109	Ảnh hưởng của thành phần hạt siêu mịn alumina và silica đến tỷ lệ hoạt tính và khả năng hoạt hóa của vữa geopolymer
Đặng Công Thuật	115	Nâng cao hiệu quả phương pháp Monte Carlo trong phân tích độ tin cậy kết cấu thông qua tiếp cận phân kỳ dựa vào thuật toán máy học về thuật toán SVM
Đỗ Cao Tín, Nguyễn Minh Tâm, Lê Hoài Long	120	Ứng dụng social network analysis để phân tích sự phổ biến tập quán văn hóa trong dự án xây dựng
Mai Chánh Trung, Đoàn Trần Hiệp	126	Ảnh hưởng của thành phần phụ gia siêu dẻo lên mô đun đàn hồi và độ bền của bê tông bê tông ứng lực trước
Lê Thanh Cường, Lê Văn Bình, Trần Minh Nhật	130	Phân tích công trình nhiều tầng dưới tác dụng của tải trọng ngang đồng nhất giả lập tại TPHCM
Trần Quang Hưng	135	Phân tích ổn định tổng thể của đập thép kết cấu thép - một số trường hợp ứng dụng phổ biến
Trương Quang Thành, Nguyễn Mạnh Trí	140	Ảnh hưởng của phụ gia trên mặt đất đến áp lực ngang tác dụng lên công trình tường chắn
Vũ Đăng Khoa, Nguyễn Khắc Quân, Lê Hoài Long	145	Mối quan hệ giữa đặc điểm tính cách và hiệu quả thực hiện công việc của kỹ sư xây dựng WET Nam
Phạm Sơn Tùng, Mai Cao Lân, Trương Minh Huy, Phạm Bá Tuấn	150	Ứng dụng thuật toán tìm kiếm đường ngắn nhất (SOM) trong các lĩnh vực xây dựng, địa chất và dầu khí
Châu Đoàn Quang Vinh, Lưu Trường Văn	156	Nhận dạng các nhân tố ảnh hưởng đến sự hài lòng trong công việc của các kỹ sư làm việc tại ban quản lý dự án TPHCM
Bình Ngọc Hiếu, Đặng Công Thuật	160	Nghiên cứu đặc trưng cơ nhiệt của bê tông cốt sợi thép vô định hình ASF
Đào Ngọc Thế Lực, Trương Hoài Chính	164	Làm kết cấu ống thép nhồi bê tông với dầm bê tông cốt thép - giải pháp liên kết và nghiên cứu thực nghiệm
Lê Mạnh Cường, Lê Văn Cú, Hoàng Xuân Hiệp	168	Đổi mới cơ chế xác định tư vấn đầu tư xây dựng
Lê Văn Hùng, Lưu Trường Văn	171	Nhận dạng các nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả trong công việc của công nhân trong thị trường nhà cao tầng tại TPHCM
Nguyễn Đắc Hoàng, Đào Đình Nhân, Nguyễn Văn Hiếu	174	Ảnh hưởng của vận tốc truyền sóng cắt Vs,30 đến sự sụp đổ của một mô hình khung phẳng bê tông cốt thép
Đào Ngọc Thế Lực, Trương Hoài Chính, Trương Quang Hà, Nguyễn Thành Nhân	180	Mô phỏng liên kết cốt thép thép nhồi bê tông với sàn phẳng bê tông cốt thép bằng abaqus
Nguyễn Đức Lương, Vũ Việt Hà, Châu Thị Hồng Nhung, Hoàng Vĩnh Long,	183	Sử dụng các mô hình kết cấu kết hợp mô phỏng kết cấu bê tông cốt thép và mô phỏng kết cấu thép để nghiên cứu các mô hình kết cấu và liên kết PWT Nam
Ngô Kim Tuấn, Nguyễn Duy Thái, Phạm Văn Quang		
Nguyễn Minh Hùng, Lưu Trường Văn	186	Nhận dạng các nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng công trình xây dựng tại Việt Nam
Lê Trọng Nghĩa, Nguyễn Quốc Trung	189	Phân tích mô đun ảnh hưởng của các biến trong hệ trục địa chấn đến chuyển vị ngang của tường vây
Nguyễn Thị Lan Hương	193	Khái quát về lý thuyết ổn định chủ hệ thống cơ bản
Trần Ngọc Tuấn, Trần Tuấn Anh	196	Tính toán tải và hiệu suất chịu tải các khoan nhồi bê tông cơ sở phân tích độ nhạy thông số các chỉ số của đất và phân tích ngược độ tin cậy
Trần Quốc Tĩnh, Nguyễn Trọng Hiếu, Khổng Trọng Toàn	203	Phân tích ứng xử động lực học đất nền trên nền đất sét yếu ở Pattemuk dựa trên mô hình chuyển động có vết đến yếu tố không bằng phẳng mặt đất
Phan Khắc Hải, Đỗ Hữu Đạo	209	Phân tích nội lực và mô men qua hai phương án bố trí vây gia cố hệ dầm trong quá trình thi công

Chủ nhiệm:
Bộ trưởng Phạm Hồng Hà
Tổng Biên tập:
Trần Thị Thu Hà

Địa chỉ: 37 Lê Đại Hành, Hà Nội
 Liên hệ bài viết: 04.39740744; 0983382188
 Giấy phép xuất bản: Số: 372/GP-BTTTT ngày 05/7/2016
 Tài khoản: 113000001172
 Ngân hàng Thương mại Cổ phần Công thương Việt Nam Chi nhánh Hai Bà Trưng, Hà Nội
 In tại Công ty TNHH MTV in Báo nhân dân TP HCM

Hội đồng biên tập:
 TS. Thủ trưởng Lê Quang Hùng (Chủ tịch)
 PGS.TS. Phạm Duy Hòa
 PGS.TS. Nguyễn Minh Tâm
 TS. Lê Trung Thành
 TS. Trần Văn Khôi
 PGS.TS. Hồ Ngọc Khoa (Thư ký)

Hội đồng khoa học:
 GS.TSKH Nguyễn Văn Liền (Chủ tịch)
 GS. TS. Phan Quang Minh
 GS. TS. Nguyễn Thị Kim Thái
 GS. TS. Nguyễn Hữu Dũng
 GS. TS. Cao Duy Tiến
 GS. TS. Hiroshi Takahashi
 GS. TS. Chien Ming Wang
 PGS. TS. Nguyễn Quốc Thống (Thư ký)

Bản chất của quá trình xử lý bod, nitơ và phốt pho trong nước thải bằng công nghệ aao

BOD, Nitrogen and phosphorus removal in wastewater by AAO technology

Ngày nhận bài: 11/3/2017

Ngày sửa bài: 22/4/2017

Ngày chấp nhận đăng: 5/5/2017

Hoàng Huệ Quân

TÓM TẮT

Bài báo bàn về bản chất của quá trình xử lý tại các ngăn, kỵ khí, thiếu khí và hiếu khí nhằm lý giải cho hiệu quả xử lý và tính ổn định của công nghệ AAO.

Từ khóa: Đặc điểm, công nghệ, hiệu quả, ổn định.

ABSTRACT

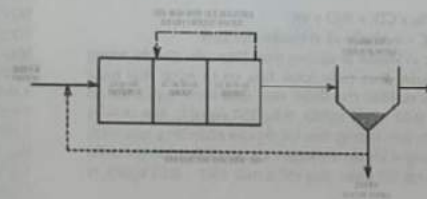
The article tries to clarify the characteristics of the process occurring in anoxic, aerobic and Oxidic compartments of AAO technology to tackle its processing efficiency and stabilization.

Keywords: characteristic, technology, efficiency, stabilization.

Hoàng Huệ Quân

trưởng ĐHKH Hà Nội

Nước thải từ bể lắng sơ cấp trộn với bùn hoạt tính từ bể lắng thứ cấp dẫn lên cụm công nghệ AAO để xử lý BOD, Phốt pho và Ni tơ đảm bảo chỉ tiêu xả thải và tái sử dụng không cho ăn uống. Chúng ta sẽ tìm hiểu bản chất của quá trình xử lý xảy ra ở trong 03 ngăn: kỵ khí, thiếu khí và hiếu khí (hình (1)).

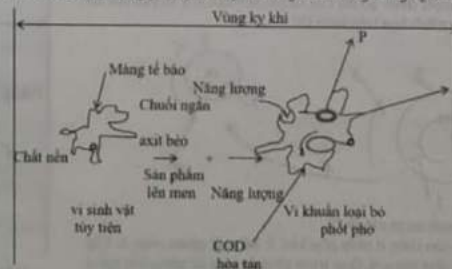


Hình (1). Sơ đồ công nghệ AAO

1. Tại ngăn kỵ khí:

Tại ngăn kỵ khí diễn ra quá trình phân hủy các chất hữu cơ theo 3 bước: Ban đầu vi sinh vật tự nhiên có trong nước thải thủy phân các chất hữu cơ phức tạp và các lipid thành các chất hữu cơ đơn giản trọng lượng riêng nhẹ như monosacarit, amino axit để tạo nguồn thức ăn và năng lượng cho các vi khuẩn hoạt động. Tiếp theo, các vi khuẩn tạo men axit (nhóm axit formic) biến đổi các chất hữu cơ đơn giản thành các axit hữu cơ, giai đoạn này gọi là lên men axit. Cuối cùng nhóm vi khuẩn tạo men mêtan (nhóm metan formic) chuyển hóa hydro và các axit được tạo thành ở giai đoạn tạo men axit thành khí mêtan và cacbonic. Vai trò quan trọng của nhóm vi khuẩn mêtan formic là tiêu thụ hydro và axit axetic (Acetate), chúng tăng trưởng rất chậm và quá trình phản ứng tạo ra khí mêtan (CH_4) và cacboni (CO_2).

Tại vùng kỵ khí (hình (2)), Acetate và những axit béo chuỗi ngắn khác (các sản phẩm lên men) được tạo ra bởi các phản ứng trung gian mà điển hình là chất tổng hợp β hydroxybutyrate (PHB). Trong hấp thu kỵ khí các chất hữu cơ hòa tan tạo ra các sản phẩm lưu giữ nội bào và vi sinh vật trong trường hợp đó bị tiêu hao năng lượng thông qua sự phân hóa các liên kết phốt pho trong lưu trữ chuỗi dài poly vô cơ. Quá trình này giải phóng Orthophosphate hòa tan vào dung dịch nước thải. Như vậy, sự loại bỏ BOD hòa tan với sự giải phóng phốt pho xảy ra đồng thời trong vùng kỵ khí.



Hình (2). Cơ chế loại bỏ phốt pho dư thừa (COD - như cầu oxy hóa học)

PHB - poly- β -hydroxybutyrate [Bowker và Stensel, 1987][3]

- PHB

- Nguồn cac bon

Tốc độ và mức giảm phospho trong vùng kỵ khí liên quan tới chủng loại và số lượng chất nền hòa tan sẵn có để hấp thụ và cất giữ PHB. Trong vấn đề này, axit béo trọng lượng phân tử thấp là chất nền được ưa thích. Nghiên cứu đã chỉ ra rằng xấp xỉ 1 mg phospho/l sẽ được giảm tính đối với mỗi một 2 mg/l Acetate như là nhu cầu oxy sinh hóa (BOD) để loại bỏ bằng kỵ khí [2]. Tốc độ thực tế của sự hấp thụ chất hữu cơ để phân hủy sinh học và tốc độ giảm phospho trong vùng kỵ khí với nước thải đô thị là phản ứng bậc nhất đối với BOD [6]. Quá trình này phụ thuộc vào thành phần axit bay hơi và được kiểm soát bởi tốc độ chuyển đổi BOD thành axit béo bay hơi [4,5]. Sự bổ sung Acetate vào vùng kỵ khí sẽ làm tăng tốc độ loại bỏ phospho [6]. Loại bỏ phospho không xuất hiện khi bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ thấp [2,7].

2. Tại ngân thiếu khí

Tại ngân thiếu khí khi có mặt chất hữu cơ mà vi khuẩn hấp thụ được sẽ xảy ra quá trình anoxic, khi đó vi khuẩn đi đường sẽ sử dụng NO_3^- như nguồn oxy để oxy hóa chất hữu cơ, còn NO_3^- bị khử thành khí Nitơ theo phương trình sau:



Trong đó: VK và VK⁺ - vi khuẩn và vi khuẩn mới sinh.

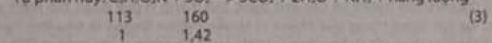
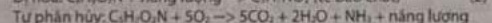
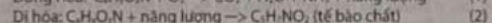
Do quá trình được vi khuẩn đi đường thực hiện nên cần đủ lượng chất hữu cơ để vi khuẩn phát triển (chất hữu cơ từ nước thải hoặc metanol hoặc chất hữu cơ khác cho thêm vào). Quá trình này có tốc độ của phản ứng khá lớn 0,03 - 0,11 $\text{kgNO}_3^-/\text{kgVSS ngày}$ [1]. Bản chất và nồng độ chất hữu cơ có ảnh hưởng đến tốc độ của phản ứng, quá trình sẽ chậm và xảy ra ở vùng vi khuẩn endogenous denitrification khi thiếu chất hữu cơ và khi đó tốc độ phản ứng chỉ ở mức 0,01 - 0,03 $\text{kgNO}_3^-/\text{kgVSS ngày}$.

3. Tại ngân hiếu khí

Tại ngân hiếu khí xảy ra các quá trình:

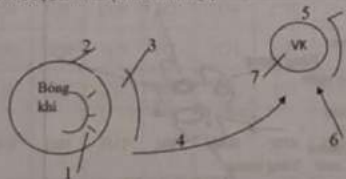
1/. Chuyển hóa các chất hữu cơ

Sự chuyển hóa các chất hữu cơ được biểu diễn theo các phương trình sau đây [1]:



Từ phương trình (3) có thể thấy: nếu tất cả các tế bào bị oxy hóa hoàn toàn thì lượng COD của tế bào bằng 1,42 nồng độ của tế bào.

Để oxy hóa các chất hữu cơ theo 03 phương trình trên, các vi sinh vật cần có oxy và vi sinh chỉ có thể sử dụng oxy ở dạng hòa tan. Cung cấp oxy bằng làm thoáng, khuếch tán không khí thành các bọt nhỏ phân phối đều trong khối nước thải. Vì oxy ít hòa tan trong nước nên có thể bỏ qua trở lực khuếch tán của pha khí và tốc độ hấp thụ oxy do trở lực của pha lỏng quyết định. Sơ đồ của sự khuếch tán oxy từ bọt khí tới tế bào vi sinh được minh họa trên hình (3).

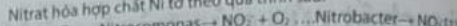


Hình (3). Sơ đồ di chuyển oxy tới vi khuẩn [1].

1. Lớp khuếch tán biến ở phía pha khí; 2. Bề mặt phân chia; 3. Lớp khuếch tán biến ở phía pha lỏng; 4. Quá trình chuyển oxy từ bóng khí tới vi khuẩn; 5. Lớp khuếch tán biến ở phía pha lỏng bao quanh vi khuẩn; 6. Quá trình chuyển oxy vào trong tế bào vi khuẩn; 7. Vùng phản ứng giữa phân tử oxy với các men (Enzym).

2/. Nitrat hóa hợp chất Ni tơ

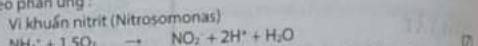
Nitrat hóa hợp chất Ni tơ theo quá trình sau:



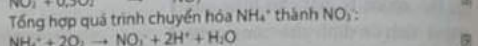
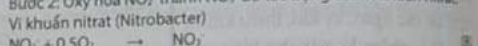
Quá trình nitrat hóa được thực hiện nhờ phản ứng nối tiếp gồm 2 bước, trong đó bước thứ nhất của quá trình là bước chậm hơn nên nó quyết định vận tốc toàn bộ phản ứng. Trong nước sau quá trình nitrat hóa vẫn còn một lượng nhỏ nitrit (NO_2^-) cỡ khoảng 0,2 mg/l. Các vi khuẩn thực hiện quá trình nitrat hóa thuộc nhóm vi khuẩn tự dưỡng, nghĩa là chúng lấy nguồn carbon để xây dựng tế bào từ carbon vô cơ có sẵn trong nước (chủ yếu là HCO_3^- - độ kiềm).

Quá trình nitrat hóa có thể xảy ra nếu nitơ tồn tại dưới dạng nitơ của muối amon theo các bước:

Bước 1: NH_4^+ bị oxy hóa thành NO_2^- do tác động của vi khuẩn nitrat theo phản ứng:



Bước 2: Oxy hóa NO_2^- thành NO_3^- do tác động của vi khuẩn nitrat:



Như vậy,

1 mol NH_4^+ tiêu thụ 2 mol O_2

1 mol NH_4^+ tạo thành 1 mol NO_3^-

1 mol NH_4^+ tạo thành 2 mol H^+

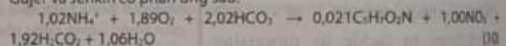
Hay là,

1 g NH_4^+-N tiêu thụ 4,57 g O_2

Lượng H^+ tạo ra phản ứng với kiềm HCO_3^- , như vậy:

1 g NH_4^+-N tiêu thụ 7,14 g kiềm (qui về CaCO_3).

Các phương trình (7), (8) và (9) là chưa tính đến quá trình tổng hợp sinh khối. Nếu tính cả quá trình tổng hợp sinh khối (vi khuẩn) thì theo Gujer và Jenkin có phản ứng sau:



Và có:

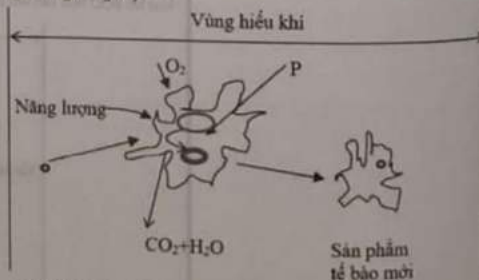
1g NH_4^+-N tiêu thụ 4,3 g O_2

1 g NH_4^+-N tiêu thụ 7,2 g kiềm (qui đối về CaCO_3).

Trong thực tế để thiết kế, người ta hay dùng các con số suy ra từ các phương trình (9), (10) là 4,3 g O_2 và 7,14 g kiềm/g NH_4^+-N để tính toán.

3/. Kết tủa phospho.

Trong vùng hiếu khí, các Orthophosphate hòa tan hấp thụ oxy để tái tổng hợp polyphosphate nội bào. Kèm theo sự tổng hợp này, các PHB đã lưu trữ trước đó được oxy hóa tạo thành CO_2 , nước và các tế bào mới (hình (4)). Sự tổng hợp hiếu khí BOD hòa tan còn lại cũng sẽ xuất hiện trong vùng này.



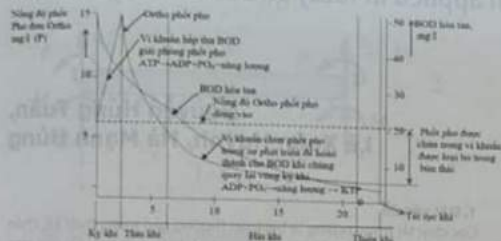
Hình (4). Cơ chế loại bỏ phospho dư thừa (COD - nhu cầu oxy hóa học,

PHB - poly- β -hydroxybutyrate) (Bowker và Stensel, 1987) [3].

- PHB

- Nguồn cacbon

Hình (5) chỉ ra đồ thị điển hình của nồng độ photpho và BOD thông qua vùng kỵ khí và hiếu khí. Trên hình này, ATP là adenosine triphosphate, hóa chất được sử dụng để lưu giữ photpho trong vi sinh vật. ATP giảm so với ADP (adenosine diphosphate) tăng giống như photphat được giải phóng so với năng lượng bị tiêu hao. Trong vùng vi sinh vật photpho lại được cất giữ lần nữa như ATP.



Hình (5): Đồ thị điển hình của nồng độ photpho hòa tan trong quá trình loại bỏ chất dinh dưỡng hòa tan (ATP - adenosine triphosphate, ADP - adenosine diphosphate) [3]

4. Kết luận.

- Công nghệ AA/O có 03 ngăn gồm kỵ khí, thiếu khí và hiếu khí, hai vòng tuần hoàn bùn hoạt tính gồm ngoại tuần hoàn (bùn hoạt tính từ bể lắng thu cấp về ngăn kỵ khí để tăng cường các vi sinh vật) và nội tuần hoàn (bùn hoạt tính từ ngăn hiếu khí chứa nhiều cận NO_3^- về ngăn thiếu khí).

- Tại ngăn kỵ khí thực hiện quá trình hấp thụ các chất hữu cơ hòa tan (BOD) tạo ra các sản phẩm lưu giữ nội bào và vi sinh vật trong trường hợp đó tiêu hao năng lượng (đặt năng lượng kỵ khí) thông qua sự phân hóa các liên kết photpho trong lưu giữ chuỗi dài poly vô cơ. Quá trình này giải phóng Orthophosphate hòa tan vào dung dịch nước thải. Như vậy, việc loại bỏ BOD hòa tan với sự giải phóng photpho xảy ra đồng thời trong vùng kỵ khí của công nghệ A²/O.

- Tại ngăn thiếu khí khí cho xáo trộn bùn hoạt tính tuần hoàn từ cuối giai đoạn hiếu khí chứa nhiều NO_3^- với nước thải chảy tới từ ngăn kỵ khí sẽ xảy ra quá trình khử nitrat mà cơ chất sử dụng của vi khuẩn khử nitrat là BOD nước thải. Như vậy, tại vùng thiếu khí xảy ra quá trình khử nitrat đồng thời với loại bỏ BOD.

- Tại ngăn hiếu khí tiếp tục oxy hóa chất hữu cơ (BOD) còn lại, nitrat hóa hợp chất ni tơ trong nước thải và tổng hợp PHB - poly- β -hydroxybutyrate để tạo bùn cặn và được loại bỏ sau đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoàng Văn Huệ, Giáo trình XLNT, NXBKHK, Hà Nội 2002.
- [2]. Batchelor, B. (1982) Kinetic Analysis of Alternative Configuration for Single-Sludge Nitrification/Denitrification. *Water Pollut. Control Fed.*, 54, 1493.
- [3]. Bowker, R.G., Stensel, H.D (1987) - *Design manual for phosphorus removal*; EPA-625/1-87-001; U.S. Environment Protection Agency, Washington, D.C.
- [4]. Characklis, W.G., Gujjer, W. (1979) Temperature Dependency of Microbial Reactors. *Prog Water Technol. Supplement* 1, 111.
- [5]. Edited by P. Aam Yesilindineering, R. L. Rooke Professor of Engineering, Department of Civil and Environmental Engineering, Bucknell University, Lewisburg, Pennsylvania. *Wastewater Treatment Plant Design*.
- [6]. Irvine, R.L., et al. (1982) Summary Report WWorkshop on Biological Phosphorus Removal in Municipal Wastewater Treatment. Annapolis, Maryland.
- [7]. Kenny et al., 2009



TẠP CHÍ KHOA HỌC
**KIẾN TRÚC
& XÂY DỰNG**

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI
Science Journal of Architecture and Construction

Tổng biên tập

PGS.TS.KTS. Lê Quân

Toà soạn

Phòng Khoa học & Công nghệ
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
Km10, đường Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội
ĐT: 024 3854 2521 Fax: 024 3854 1616
Email: tapchikientruchn@gmail.com

Giấy phép số 651/GP-BTTTT ngày 19.11.2015
của Bộ Thông tin và Truyền thông
Thiết kế mỹ thuật và chế bản tại Phòng Khoa học và
Công nghệ, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
In tại nhà in Nhà xuất bản Xây dựng
Nộp lưu chiếu: 09.2019

Hội đồng khoa học

PGS.TS.KTS. Lê Quân

Chủ tịch Hội đồng

PGS.TS.KTS. Nguyễn Tuấn Anh

TS.KTS. Ngô Thị Kim Dung

PGS.TS. Lê Anh Dũng

PGS.TS.KTS. Phạm Trọng Thuật

PGS.TS.KTS. Vũ An Khánh

Thường trực Hội đồng

Biên tập và Trị sự

PGS.TS.KTS. Vũ An Khánh

Trưởng Ban biên tập

CN. Vũ Anh Tuấn

Trưởng Ban trị sự

Trình bày - Chế bản

ThS. Trần Hương Trà

Mục lục

Số 35/2019 - Tạp chí Khoa học Kiến trúc - Xây dựng



- 4 Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội tự hào và phát huy truyền thống xây dựng và phát triển hướng tới tự chủ và hội nhập quốc tế
Lê Quán
- KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**
- 8 Các chỉ số hạ tầng kỹ thuật một nội dung quan trọng trong hệ thống cơ sở dữ liệu phát triển đô thị quốc gia
Vũ Thị Vinh
- 13 Thành phố thông minh với quy hoạch hạ tầng kỹ thuật
Nguyễn Hồng Tiến
- 16 Cách làm và những kinh nghiệm của Nhật Bản có thể giúp Việt Nam trong công tác xây dựng công thu gom và kết nối thiết bị nước thải
Nguyễn Thanh Phong
- 20 Tiêu chí quy hoạch phát triển mạng lưới đường hướng tới đô thị sinh thái tại Việt Nam
Thần Đình Vinh
- 27 Kinh nghiệm quy hoạch phát triển mạng lưới đường hướng tới đô thị sinh thái trên thế giới
Thần Đình Vinh
- 33 Phổ biến thông tin – một cách tiếp cận trong quản lý môi trường với sự tham gia của cộng đồng
Nguyễn Lâm Quảng
- 36 Quy hoạch và quản lý xây dựng cao độ nền và thoát nước mưa hướng tới phát triển đô thị bền vững
Chu Văn Hoàng
- 41 Thực trạng và dự báo phát thải khí nhà kính trong công tác xử lý chất thải rắn đô thị hướng đến xây dựng thị trường các bon tại Việt Nam
Nguyễn Văn Khanh
- 45 Giải pháp nâng cao độ tin cậy hạ tầng lưới điện 22KV sử dụng Loop automation
Hoàng Thuýn
- 50 Đề xuất danh mục các chỉ tiêu quản lý cấp nước đô thị thông minh giai đoạn 2020 - 2025 và định hướng đến năm 2030
Nguyễn Thị Ngọc Dung, Nguyễn Văn Nam
- 54 Đánh giá hiện trạng và đề xuất chiến lược phát triển hệ thống hạ tầng cấp thoát nước bảo vệ môi trường huyện Duy Tiên - Hà Nam hướng đến đô thị thông minh
Nguyễn Văn Hiến
- 58 Giải pháp BIM trong thiết kế, thi công và quản lý công trình cấp thoát nước trong nhà
Nguyễn Minh Ngọc
- 64 Ứng dụng bộ phần mềm của Daxesoft, LTD nhằm nâng cao chất lượng giảng dạy môn học thủy lực đại cương
Nguyễn Minh Ngọc, Nguyễn Bích Ngọc
- 71 Xử lý màu nước thải dệt nhuộm hoạt tính đồng keo tụ - tạo bông với sắt sunphat/vôi
Phan Kiêm Hào, Nguyễn Hữu Thủ
- 76 Quy hoạch phát triển giao thông trong đô thị thông minh tại Việt Nam
Vũ Anh
- 82 Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý chất thải rắn huyện Côn Đảo – Tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu
Nguyễn Quốc Anh
- 85 Nghiên cứu ứng dụng công nghệ CCTV trong quản lý vận hành mạng lưới thoát nước đô thị
Trương Thị Hải Yến, Đoàn Thu Hà
- 89 Tích hợp quy hoạch hệ thống giao thông thông minh trong quy hoạch đô thị
Nguyễn Văn Minh
- 96 Kết quả nghiên cứu thực nghiệm và xây dựng phương pháp tính toán công nghệ lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước không ăn uống trong đô thị
Nguyễn Văn Khanh, Hoàng Huệ Quân
- 102 Nghiên cứu đổi mới công tác đánh giá kết quả học tập các học phần đồ án môn học của sinh viên hệ chính quy trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
Đinh Thanh Hương
- 106 Xác định lưu lượng tính toán trong quy hoạch mạng lưới thoát nước mưa đô thị có tính đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu
Vũ Hoàng Điệp, Nguyễn Thị Ngọc Uyên, Đinh Thị Thu Hoài, Nguyễn Hữu Phú, Đinh Thanh Hương
- 108 Nghiên cứu thiết lập biểu thức độ cứng tương đương của lò xo nền trong bài toán tương cứ theo phương pháp phân tích số
Lê Khắc Hưng
- 112 Giá cả trong cơ chế thị trường và vấn đề giảng dạy môn Đường lối cách mạng của Đảng Cộng sản Việt Nam
Lại Thị Huệ

TIN TỨC VÀ SỰ KIỆN

Contents

Number 35/2019 - Science Journal of Architecture & Construction



- 4 Hanoi Architectural University prides itself and brings into play the tradition of development towards autonomy and international integration
Lê Quán
- SCIENCE AND TECHNOLOGY**
- 8 Technical infrastructures indicators a important content in the national urban development data system
Vũ Thị Vinh
- 13 Smart city and technical infrastructure planning
Nguyễn Hồng Tiến
- 16 Methods and experience of Japan able to help Vietnam in construction of collection sewers and connection of sewerage devices
Nguyễn Thanh Phong
- 20 Criteria for development planning of road network towards ecological urban in Vietnam
Thần Đình Vinh
- 27 Experience planning development of road network towards ecological cities in the world
Thần Đình Vinh
- 33 Information dissemination – an approach in environmental management with community participation
Nguyễn Lâm Quảng
- 36 Planning and construction managing the urban grads and drainage systems toward urban sustainable development
Chu Văn Hoàng
- 41 Current situation and forecast of greenhouse gas emission in urban solid waste treatment to building the Vietnamese carbon market
Nguyễn Văn Khanh
- 45 A method for reliability improvement of 22 KV power distribution systems using loop automation
Hoàng Thuýn
- 50 Proposing a list of indicators for management of smart urban water supply in the period of 2020 - 2025 and orientation to 2030
Nguyễn Thị Ngọc Dung, Nguyễn Văn Nam
- 54 Assessment of current status and strategy for developing water supply and drainage system for environmental protection Duy Tien district Ha Nam province toward to the smart urban
Nguyễn Văn Hiến
- 58 BIM solutions for design, construction and management in drainage and water supply of building
Nguyễn Minh Ngọc
- 64 Applying Daxesoft software package to improve the quality of teaching and learning at general hydraulic subject
Nguyễn Minh Ngọc, Nguyễn Bích Ngọc
- 71 Treatment of reactive textile wastewater using ferrous sulfate and lime
Phan Kiêm Hào, Nguyễn Hữu Thủ
- 76 Traffic development planning in smart urban in Vietnam
Vũ Anh
- 82 Assessment of current status and proposal of solutions for improving solid wastes management at Con Dao town – Ba Ria Vung Tau province
Nguyễn Quốc Anh
- 85 Research application of CCTV technology for operation and maintenance of sewer pipelines
Trương Thị Hải Yến, Đoàn Thu Hà
- 89 Intergrated intelligent transportation systems planning in urban planning
Nguyễn Văn Minh
- 96 The experimental results and the Odm-2F fiber design methodology in the process of advanced wastewater treatment to reuse for the purpose of water supplying without drinking
Nguyễn Văn Khanh, Hoàng Huệ Quân
- 102 Research on innovation of assess learning outcomes of projects of Hanoi Architecture University formal students
Đinh Thanh Hương
- 106 Determine the surface flow discharge calculation in The urban rainwater drainage network planning taking into account the effects of The Climate Change
Vũ Hoàng Điệp, Nguyễn Thị Ngọc Uyên, Đinh Thị Thu Hoài, Nguyễn Hữu Phú, Đinh Thanh Hương
- 108 Research establishment expression of equivalent stiffness of spring ground by numerical analysis
Lê Khắc Hưng
- 112 Price policy in the market mechanism and teaching the revolutionary guidelines of the Vietnam communist party
Lại Thị Huệ
- INFORMATION & EVENTS**

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm và xây dựng phương pháp tính toán công nghệ lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước không ăn uống trong đô thị

The experimental results and the Odm-2F filter design methodology in the process of advanced wastewater treatment to reuse for the purpose of water supplying without drinking

Nghiêm Văn Khanh, Hoàng Huệ Quân

Tóm tắt

Xử lý và tái sử dụng nước thải trong đô thị là cần thiết trong tương lai tính đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050, để đảm bảo nguồn cấp nước cho phát triển kinh tế, xã hội, bảo vệ môi trường - giảm thiểu khai thác nguồn nước tự nhiên và phát triển đô thị ổn định, bền vững [9]. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu thực nghiệm xử lý cặn lơ lửng (SS) và để xuất phương pháp tính toán bể lọc ODM-2F trong quá trình xử lý nâng cao nước thải đầu ra của trạm xử lý nước thải sinh hoạt đô thị đáp ứng yêu cầu tái sử dụng cho các nhu cầu không ăn uống trong đô thị.

Từ khóa: xử lý nước thải nâng cao, vật liệu lọc ODM-2F, tái sử dụng nước thải.

Abstract

Treatment and reuse of urban wastewater is needed in the future by 2030, with a vision to 2050, to ensure water supply for economic, social development, environmental protection - minimizing exploitation of natural water sources and sustainable urban development. The paper presents the experimental results of treatment of suspended sediment (SS) and proposed the ODM-2F filter design methodology in the process of advanced wastewater treatment from output of urban municipal wastewater treatment plant. That meets the reuse requirements for demand of urban non-drinking water.

Key words: advanced wastewater treatment, ODM-2F filter materials, reuse of wastewater.

PGS.TS. **Nghiêm Văn Khanh**
NCS. **Hoàng Huệ Quân**
Khoa KTHH và MT Đô Thị
Email: khanhnghe28@gmail.com
ĐT: 0912348595

Ngày nhận bài: 08/01/2019
Ngày sửa bài: 23/02/2019
Ngày duyệt đăng: 01/03/2019

Mở đầu

Đề tài đã tiến hành nghiên cứu thí nghiệm trên mô hình pilot lọc ODM-2F với quy mô: đường kính cột lọc $D_m=150\text{mm}$; Chiều dày lớp vật liệu lọc HVVL=1200mm; hạt vật liệu lọc ODM-2F có đường kínhhs 0,8-2mm, công suất bơm $Q_p=0,1\text{m}^3/\text{h}$, áp lực 4-10m cột nước để khử cặn SS trong xử lý nâng cao nước thải đầu ra tại trạm xử lý nước thải sinh hoạt Kim Liên nhằm mục đích tái sử dụng cấp nước không ăn uống trong đô thị. Dưới đây là kết quả thí nghiệm và trên cơ sở đó nhóm tác giả đã xây dựng được phương pháp tính toán thiết kế bể lọc ODM-2F như sau:

1. Kết quả thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm đã xây dựng được các quan hệ phụ thuộc giữa các thông số công nghệ và chỉ tiêu chất lượng nước như sau:

a. Nghiên cứu sự thay đổi tỷ lệ hàm lượng cặn đầu vào và SS0 so với hàm lượng cặn đầu ra SS0 theo thời gian với 3 tốc độ lọc: $v=5\text{m/h}$; $v=7,5\text{m/h}$ và $v=10\text{m/h}$.

Kết quả nghiên cứu được biểu diễn trên Đồ thị phụ thuộc tỉ lệ SS₀/SS₁ và thời gian lọc (hình 1, 2 và 3)

b. Nghiên cứu sự thay đổi hàm lượng cặn SS theo chiều dày của vật liệu lọc với 3 tốc độ lọc: $v=5\text{m/h}$; $v=7,5\text{m/h}$ và $v=10\text{m/h}$.

Kết quả nghiên cứu được biểu diễn trên đồ thị hình 4.

c. Nghiên cứu sự thay đổi hàm lượng cặn SS theo thời gian lọc với 3 tốc độ lọc: $v=5\text{m/h}$; $v=7,5\text{m/h}$ và $v=10\text{m/h}$.

Kết quả nghiên cứu được biểu diễn trên đồ thị hình 5.

d. Nghiên cứu mối quan hệ giữa tổn thất lọc và thời gian lọc với 3 tốc độ lọc: $v=5\text{m/h}$; $v=7,5\text{m/h}$ và $v=10\text{m/h}$.

Kết quả nghiên cứu được biểu diễn trên đồ thị hình 6.

2. Xây dựng phương pháp tính toán bể lọc ODM-2F

2.1. Xác định nhu cầu dùng nước không ăn uống trong đô thị

Nhu cầu dùng nước cho mục đích không ăn uống trong đô thị gồm: (1) Nhu cầu dùng nước công cộng để tưới cây, rửa đường, chữa cháy công trình; (2) Nhu cầu dùng nước sinh hoạt để vệ sinh nhà cửa, đối xử tiêu và (3) Nhu cầu dùng nước công nghiệp dịch vụ trong đô thị như nước thương mại, nước sử dụng trong các quy trình sản xuất tại các cao ốc, văn phòng ... [10]

Theo các quy định trong tiêu chuẩn, quy chuẩn cấp nước cũng như kết quả nghiên cứu của nhiều tác giả trong và ngoài nước (ví dụ: Nước đối xử tiêu của J.I.Chu et., al.2004; Nước làm mát công nghiệp của Jack et. Al., 1987...) có thể xác định được các nhu cầu dùng nước trong đô thị như sau:

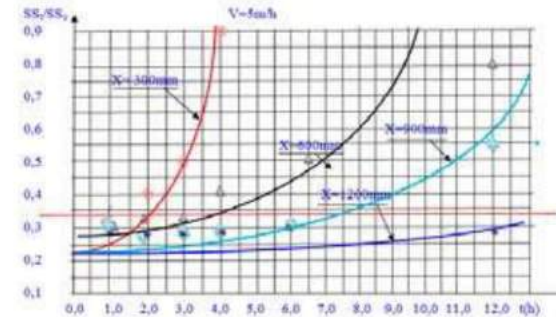
• Đối với đô thị loại đặc biệt, loại I, II, III, khu du lịch và nghỉ mát:

$$Q_{\text{cđb(III,IV)}} = Q_1 + Q_2 + Q_4(\text{III}) + Q_5 = k_1 q_0 N + k_2 q_0 N + k_3 q_0 N + k_4 q_0 N + k_5 (k_1 + k_2 + k_3) q_0 N = [k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 (k_1 + k_2 + k_3)] q_0 N = 0,6125 q_0 N$$

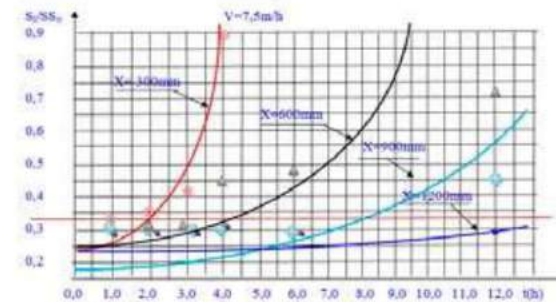
Trong đó: k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 - các hệ số cấp nước.

• Đối với đô thị loại IV và V:

$$Q_{\text{cđb(IV,IV)}} = Q_1 + Q_2 + Q_4(\text{IV}) + Q_5 = k_1 q_0 N + k_2 q_0 N + k_3 q_0 N + k_4 q_0 N + k_5 (k_1 + k_2 + k_3) q_0 N = [k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 (k_1 + k_2 + k_3)] q_0 N = 0,54 q_0 N$$



Hình 1. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS₀/SS₁—thời gian lọc t (V=5m/h)



Hình 2. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS₀/SS₁—thời gian lọc t (V=7,5m/h)

2.2. Xác định các thông số lọc thực nghiệm

a. Xác định thông số lọc với vận tốc lọc $v=7,5\text{m/h}$:

Trên đồ thị phụ thuộc tỉ lệ SS₀/SS₁ - thời gian lọc t (hình 2), kẻ đường thẳng song song với trục hoành tại các điểm có tung độ SS₀/SS₁=(10/30)=0,34 (tính với giá trị trung bình của SS), giao cắt với các đường cong biểu diễn hiệu quả lọc theo chiều dày lớp lọc xi, và từ các điểm giao cắt này, kẻ đường thẳng song song với trục tung. Các điểm giao nhau của chúng với trục hoành chính là thời gian bảo vệ lớp lọc t_i(h) đối với chiều dày lớp lọc tương ứng xi(m)

Với trị số của chiều dày lớp lọc xi(m) và thời gian bảo vệ t_i(h), vẽ được đồ thị phụ thuộc x - t ứng với tỉ lệ SS₀/SS₁=10/30 =0,34 như ở hình 7.

Từ hình 7, xác định các thông số lọc a, b:

$$b^* = \frac{X_0}{x_0} = \frac{1,16}{0,12} = 9,7$$

$$\frac{a^*}{b^*} = \frac{n}{K} = \frac{t g \alpha}{K} = \frac{0,9}{9} \cdot \frac{1}{1,16} = 0,0862 \rightarrow a^* = 0,836$$

Trong đó:

$n = t g \alpha$ (α-góc giữa đường thẳng x-t và trục ngang - trục t, hình 7).

$X_0 = 1,16\text{m}$ và $K = 1,18$ (với SS₀/SS₁=0,34, bảng 7.2 tài liệu

[4]).

Từ biểu đồ kết quả thí nghiệm ở hình 6, tính được trị số trung bình của t g α (với H_{ph}= 2,0m và thời gian lọc t = 18h và chiều dày lớp lọc x = 1,2m):

$$t g \alpha = n = \frac{H_{ph} - H_0}{t} = \frac{2 - 1,0}{18} = 0,0556 \text{ hay } \frac{h}{t} = 0,0556$$

$$\text{và } i^* = \frac{H_0}{x} = \frac{1,0}{1,2} = 0,83$$

Mặt khác, ta lại có:

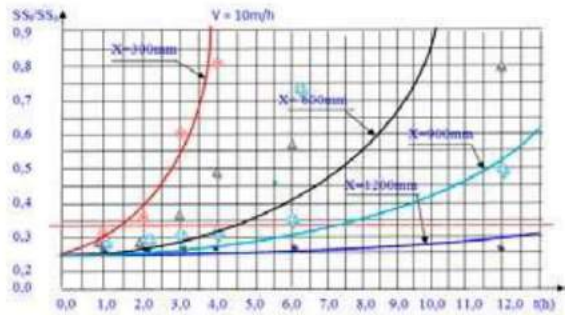
$$\frac{h}{t} = \varphi_i F(A) \frac{a^*}{b^*} = 1,36 \times 0,83 F(A), 0,0861 = 0,072 F(A)$$

Trong đó:

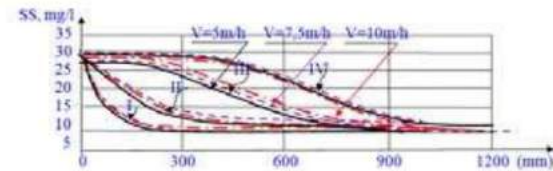
$$\varphi = \left(\frac{d_{10}}{d_{20}} \right) = \left(\frac{1,4}{1,2} \right) \approx 1,36$$

[d₁₀ - đường kính tương đương theo qui ước; d₂₀- đường kính trung bình của hạt lọc lớp đầu tiên (theo chiều lọc) có chiều dày bằng 20% tổng chiều dày lớp lọc].

Từ đó tính được:



Hình 3. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS/SS₀—thời gian lọc t (V=10m/h)



Hình 4. Đồ thị quan hệ phụ thuộc hàm lượng SS – chiều dày lớp lọc x

Chỉ chú: I - đặc trưng thời kỳ đầu của quá trình lọc; II,III,IV,V...đặc trưng các thời kỳ tiếp theo

$$F(A) = \frac{\left(\frac{h}{i}\right)}{0,072} = \frac{0,0556}{0,072} = 0,72$$

Với giá trị F(A)=1,16, sử dụng bảng 7.3 [4], xác định được trị số A*=0,18

Có thể tính chuyển các thông số a, b, A và i với tốc độ lọc và đường kính hạt vật liệu lọc bất kỳ. Tuy nhiên, xét trường hợp nghiên cứu cụ thể với vật liệu lọc là ODM-2F có d=d*, nếu lấy v*=v và cùng nguồn nước thải (sau xử lý tập trung), ta có:

$$a = a^* \left(\frac{v}{v^*}\right) \left(\frac{d^*}{d}\right) = a^* = 0,836$$

$$b = b^* \left(\frac{v}{v^*}\right)^{0,7} \left(\frac{d^*}{d}\right)^{1,7} = b^* = 9,7 m^{-1}$$

$$\frac{a}{b} = \left(\frac{a^*}{b^*}\right) \left(\frac{v}{v^*}\right)^{1,7} \left(\frac{d^*}{d}\right)^{0,7} = \frac{a^*}{b^*} = 0,0861 (m/h)$$

$$i = i_0^* \left(\frac{v}{v^*}\right) \left(\frac{d^*}{d}\right)^2 = i_0^* = 0,83$$

$$1-A = (1-A^*) \left(\frac{v}{v^*}\right)^{0,5} \left(\frac{d^*}{d}\right)^{0,25} = 1-A^* = 1-0,18 = 0,82$$

Để bảo đảm làm việc an toàn, chọn thời gian chu kỳ lọc:

$$T = t_{gh} + t_{bv}$$

Các giá trị t_{bv} và t_{gh} phụ thuộc tuyến tính bậc nhất đối với chiều dày lớp lọc:

Với lớp lọc x = 1.0m:

$$t_{gh} = \varphi \frac{H_{gh} - H_0}{H_0 F(A)} \times \frac{b}{a} \times x = \varphi \frac{H_{gh} - i_0 x}{i_0 x F(A)} \times \frac{b}{a} \times x = 1,36 \frac{2,0 - 0,83 \times 1}{0,83 \times 1 \times 0,72} \times \frac{9,7}{0,836} \times 1 = 29(h)$$

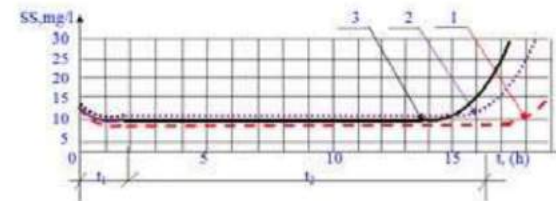
$$t_{bv} = \frac{1}{K} \times \frac{b}{a} \left(1 - \frac{X_0}{b}\right) = \frac{1}{1,18} \times \frac{9,7}{0,836} \left(1 - \frac{1,16}{9,7}\right) = 8(h)$$

Với lớp lọc x = 1,5m:

$$t_{gh} = \varphi \frac{H_{gh} - H_0}{H_0 F(A)} \times \frac{b}{a} \times x = \varphi \frac{H_{gh} - i_0 x}{i_0 x F(A)} \times \frac{b}{a} \times x = 1,36 \frac{2,0 - 0,83 \times 1,5}{0,83 \times 1,5 \times 0,72} \times \frac{9,7}{0,836} \times 1,5 = 20(h)$$

$$t_{bv} = \frac{1}{K} \times \frac{b}{a} \left(1 - \frac{X_0}{b}\right) = \frac{1}{1,18} \times \frac{9,7}{0,836} \left(1,5 - \frac{1,16}{9,7}\right) = 14(h)$$

Kết quả thu được thể hiện trên đồ thị hình 8. Tọa độ của

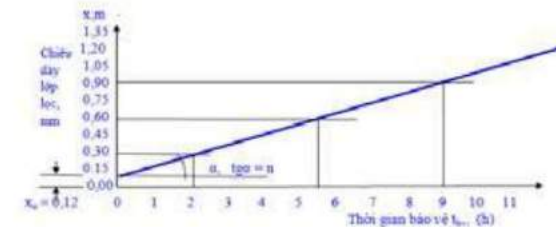


Hình 5. Đồ thị quan hệ phụ thuộc hàm lượng SS – thời gian lọc t

Chỉ chú: 1. Với vận tốc v = 5m/h; 2. Với vận tốc v = 7,5m/h; 3. Với vận tốc v = 10m/h



Hình 6. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tổn thất lọc H – thời gian lọc t



Hình 7. Đồ thị xác định các thông số lọc a và b

điểm giao nhau giữa đường biểu diễn (t_{bv}-x) và (t_{gh}-x) là thời gian T_{lv} và chiều dày lớp lọc tối ưu X_{lv} của quá trình lọc.

b. Xác định thông số lọc với những tốc độ lọc khác nhau:

Làm tương tự như đối với tốc độ lọc v=5m/h, thu được thông số lọc cho các vận tốc lọc khác nhau (v=7,5 m/h, và v=10 m/h), kết quả tổng hợp ở bảng 1.

Bảng 1. Thông số lọc với vận tốc lọc khác

TT	Thông số lọc	Vận tốc lọc, V (m/h)		
		5	7,5	10
1	Chiều dày lớp vật liệu lọc x (mm)	1600	1600	1600
2	Kích thước hạt vật liệu lọc (mm)	0,8-1,2	0,8-1,2	0,8-1,2
3	Thông số lọc a	0,962	0,836	0,758
4	Thông số lọc b (m ⁻¹)	11,6	9,7	8,3
5	Thông số a/b (m/h)	0,083	0,086	0,091
5	Tỉ lệ SS ₁₀ ⁰ /SS ₀ ⁰	0,34	0,34	0,34

6	Hằng số X ₀ (phụ thuộc vào hiệu quả lọc)	1,16	1,16	1,06
7	Hằng số K (phụ thuộc vào hiệu quả lọc)	1,18	1,18	1,16
8	Tổn thất đơn v ₁ , l ₀	0,800	0,830	0,875
9	1-A	0,77	0,82	0,85
10	Thời gian lọc tối ưu t _{lv} (h)	17,5	16,5	15,5

c. Lựa chọn thời gian chu kỳ lọc ODM-2F.

Từ số liệu trong bảng 1 xây dựng được đồ thị phụ thuộc giữa vận tốc lọc và thời gian tối ưu (thời gian chu kỳ lọc (T)) lấy bằng thời gian tối ưu (T_{lv}) như hình 9.

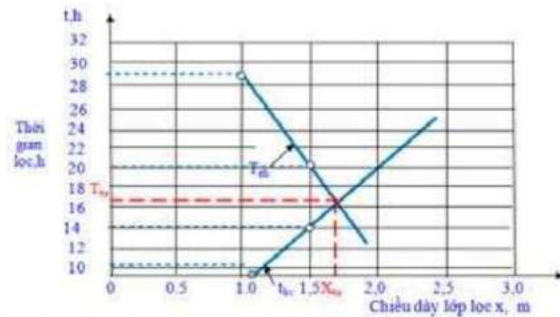
2.3. Xác định các thông số rửa lọc

a. Lượng nước và thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày màng cặn bao phủ hạt lọc với vận tốc lọc v = 5m/h

Từ kết quả thí nghiệm, ta có:

- Cường độ rửa lọc q₍₁₎ = 14l/s/m²;

- Thời gian rửa lọc: t₍₁₀₎ = (t₍₁₎ + t₍₂₎) * q_{(10)/3 = 17,5ph}



Hình 8. Biểu đồ tương quan giữa thời gian và chiều dày lớp lọc



Hình 9. Đồ thị phụ thuộc giữa chiều dày lớp lọc và thời gian lọc tối ưu

- Khối lượng nước rửa lọc:

$$W_{r(10)} = (W_{r(1)} + W_{r(2)} + W_{r(3)})/3 = 0,147 \text{ m}^3$$

b. Lượng cặn và chiều dày màng cặn bọc hạt lọc ODM-2F

Vi hàm lượng $\text{NH}_4^+ \leq 5 \text{ mg/l}$ và $\text{PO}_4^{3-} \leq 4 \text{ mg/l}$ trong nước đầu vào đã đạt loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT [8] và đáp ứng chỉ tiêu chất lượng nước tái sử dụng cho mục đích không ăn uống, nên gần như toàn bộ cặn giữ lại sẽ là cặn SS còn dư sau lắng đợt III và cặn từ quá trình xử lý bậc III khử chất dinh dưỡng. Khối lượng cụ thể được tính toán như sau:

- Lượng cặn tạo ra do quá trình khử BOD_5 :

$$G_{\text{BOD}} = Q_m \cdot (S_0 - S_1) = 2,88 \times (30 - 10) = 57,6 \text{ (gBOD/ngđ)}$$

Trong đó:

Q_m - lưu lượng xử lý trong ngày qua mô hình,

$$Q_m = 0,12 \cdot 24 = 2,88 \text{ m}^3/\text{ngđ} \text{ (với } v = 4 \text{ m/h);}$$

S_0 - hàm lượng BOD_5 đầu vào, $S_0 \leq 30 \text{ mg/l}$ (theo tiêu chuẩn xả thải loại A);

S_1 - hàm lượng BOD_5 sau thời gian t, $S_1 = 10 \text{ mg/l}$.

- Lượng cặn tạo ra do quá trình khử NH_4^+ :

$$G_N = Q_m \cdot (N_0 - N_1) = 2,88 \times (5 - 3) = 5,76 \text{ g/ngđ}$$

Trong đó: N_0 - hàm lượng NH_4^+ đầu vào, $N_0 = 5 \text{ mg/l}$ (xả thải loại A);

N_1 - hàm lượng NH_4^+ đầu ra, $N_1 \leq 3 \text{ mg/l}$.

- Lượng cặn tạo ra do quá trình khử PO_4^{3-} :

$$G_P = Q_m \cdot (P_0 - P_1) = 2,88 \times (4 - 2) = 5,76 \text{ g/ngđ}$$

Trong đó: P_0 - hàm lượng PO_4^{3-} đầu vào, $P_0 = 4 \text{ mg/l}$ (xả thải loại A);

P_1 - hàm lượng PO_4^{3-} đầu ra, $N_0 \leq 2 \text{ mg/l}$.

- Tổng lượng cặn được giữ lại trong ngày:

$$G_{\text{t}} = G_{\text{ss(III)}} + G_{\text{BOD}} + G_N + G_P \\ = S_5 \times 2,88 + 57,6 + 5,76 + 5,76 = 128,72 \text{ mg/ngđ}$$

Trong đó:

S_5 - Hàm lượng cặn SS cần giữ lại ở bể lọc ODM-2F, $S_5 = 30 - 10 \text{ mg/l} = 20 \text{ mg/l}$ (30 mg/l - lượng cặn còn lại sau lắng bậc III, 10 mg/l - lượng cặn có trong nước tái sử dụng).

Vi chu kỳ lọc nước kéo dài (18/24) = (3/4) ngày, lượng cặn được giữ lại đối với mỗi chu kỳ lọc sẽ là:

$$G = 128,72 \times (3/4) = 96,54 \text{ g/chu kỳ lọc (1 chu kỳ lọc } T = 18 \text{ h).}$$

Lấy khối lượng riêng của cặn bằng khối lượng riêng của nước, khi đó ta có khối tích cặn là:

$$W_c = G/\rho = 96,54/1000 = 0,09654 \text{ m}^3$$

- Xác định chiều dày cặn bao phủ hạt lọc:

Lấy: (1) Khối lượng riêng của vật liệu lọc: 650 kg/m^3 ; (2) Diện tích bề mặt trung bình của vật liệu lọc: $f = 150 \text{ m}^2/\text{kg}$

Khối lượng vật liệu lọc với chiều dày lớp vật liệu lọc trong cột lọc $H = 1,5 \text{ m}$ là:

$$G_{\text{vl}} = 650 \times 1,5 \times S_m = 650 \times 1,5 \times 0,0314 = 30,615 \text{ kg} \text{ (} S_m \text{ - diện tích của cột lọc, m}^2 \text{)}$$

Diện tích bề mặt của các hạt vật liệu lọc là:

$$F_{\text{di}} = G_{\text{vl}} \cdot f = 30,615 \times 150 = 4592,25 \text{ m}^2$$

Xác định được chiều dày bao phủ lớp lọc:

$$b = W_c/F_{\text{di}} = 0,09654/4592,25 = 0,021 \text{ mm} = 21 \mu\text{m}$$

Bảng 2. Lượng nước, thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày lớp cặn bao phủ hạt lọc

TT	Vận tốc lọc (m/h)	Cường độ rửa, q_0 (l/sm ²)	Thời gian rửa lọc t, (phút)	Khối lượng nước rửa lọc W_r (m ³)	Khối tích cặn giữ lại, W_c (m ³)	Chiều dày cặn bọc hạt lọc, Σ (μm)
1	5	15	17,5	0,147	0,07275	20
2	7,5	14	18	0,151	0,07275	20
3	10	13	18,5	0,155	0,07275	20

c. Lượng nước và thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày màng cặn bao phủ hạt lọc với vận tốc

Làm tương tự như đối với vận tốc lọc $V = 5 \text{ m/h}$ ta có kết quả ghi ở bảng 2.

2.4. Quy trình tính toán bể lọc

Từ kết quả tổng hợp, phân tích lý thuyết và tính toán số liệu thực nghiệm, đề xuất quy trình tính toán thiết kế bể lọc ODM-2F như sau:

a. Xác định nhu cầu dùng nước không ăn uống trong đô thị.

Tùy theo tính chất và qui mô đô thị (hoặc khu đô thị) mà lựa chọn công thức phù hợp để xác định nhu cầu dùng nước cho mục đích không ăn uống:

• Đô thị loại đặc biệt, loại I, II, III, khu du lịch và nghỉ mát theo công thức: $Q_{\text{ndt(III, ISd)}} = 0,625 q_0 N$

• Đô thị loại IV và V theo công thức:

$$Q_{\text{ndt(IV, ISd)}} = 0,48 q_0 N$$

b. Chọn thời gian chu kỳ lọc và chiều dày lớp lọc:

Dự kiến chọn vận tốc lọc $V(\text{m/h}) = 5 + 10 \text{ m/h} \rightarrow$ lựa chọn $T_{\text{lọc}} = T_{\text{tr}} \text{ (h)}$.

Xác định chiều dày x của lớp lọc ODM-2F ứng với thời gian lọc $T_{\text{lọc}}$ đã lựa chọn:

$$t_{\text{gh}} = \varphi \frac{H_{\text{gh}} - H_0}{H_0 F(A)} \times \frac{b}{a} \times x = 1,36 \frac{H_{\text{gh}} - i_0 x}{i_0 x \times F(A)} \times \frac{b}{a} \times x \\ \Rightarrow x = \frac{H_{\text{gh}}}{i_0} - \frac{1}{1,36} \times \frac{a}{b} \times T_m \times F(A)$$

Trong đó:

$$\varphi = \left(\frac{d_{50}}{d_{20}} \right)^2 = 1,36$$

$H_{\text{gh}} = 2,0 \text{ m}$ - tổn thất lọc nước giới hạn cho phép bể lọc làm việc bình thường;

$$H_0 = i_0 \times x$$

i_0 - độ dốc thủy lực ban đầu, lấy $i_0 = 0,75 + 0,9$ (trong giới hạn tốc độ lọc $V = 4 - 15 \text{ m/h}$)

Biết A có thể xác định được $F(A)$.

c. Xác định diện tích lọc: $F = Q/v \text{ m}^2$

Trong đó:

Q - lưu lượng nước thải tái sử dụng không cho ăn uống trong đô thị, m^3/h ;

v - vận tốc lọc, m/h .

4/. Xác định số bể lọc:

$$n = \frac{1}{2} \sqrt{F}$$

Trong đó: F - tổng diện tích của các bể lọc.

5/. Kiểm tra tốc độ lọc tăng cường:

$$v_{\text{tc}} = v \frac{N}{N-1} \leq 10 \text{ m/h}$$

6/. Tính toán các hệ thống phân phối nước lọc và rửa lọc:

Tính toán các hệ thống phân phối lọc và rửa lọc tiến hành theo phương pháp được giới thiệu trong tài liệu hiện hành [1], [10].

Kết luận

Kết quả thực nghiệm pilot trên mô hình lọc ODM-2F cho phép xác định được các mối quan hệ phụ thuộc giữa các thông số/chỉ tiêu lọc và từ đó xây dựng được phương pháp tính toán bể lọc ODM-2F trong quy trình xử lý nâng cao nước thải để khử SS và cặn hòa tan đảm bảo cho mục đích cấp nước không uống trong đô thị.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thị Ngọc Dung (2009), *Xử lý nước cấp*, NXB Xây dựng.
2. Hội Cấp thoát nước Việt Nam (2015), *Tổng hợp các số thông tin về thoát nước và XLNT các đô thị năm 2014*.
3. Hoàng Văn Huệ (2004), *Công nghệ môi trường*, NXB Xây dựng.
4. Hoàng Văn Huệ và các tác giả (2016), *Xử lý nước thải. Tài liệu lưu hành nội bộ*, Trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội, 227-330.
5. Trịnh Xuân Lai (2002), *Cấp nước - Tập II- Xử lý nước thiên nhiên cấp cho sinh hoạt và công nghiệp*, NXB KHKT, Hà Nội, 227-330.
6. Ngân hàng thế giới (WB), 2013. *Đánh giá hoạt động quản lý nước thải đô thị tại Việt Nam*

7. Nghị định 80/2014/NĐ-CP, ngày 06/8/2014 về thoát nước và xử lý nước thải
8. QCVN 14:2008 - Quy chuẩn quốc gia về nước thải sinh hoạt.
9. QĐ số 589/QĐ-TTg ngày 06 tháng 04 năm 2016 của Thủ tướng Chính phủ về phê duyệt điều chỉnh định hướng cấp thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050
10. TCXDVN 33:2006 Cấp nước - Mạng lưới và công trình - Tiêu chuẩn thiết kế
11. Lâm Minh Triết, Trần Hiếu Nhuê, (2015), *Xử lý nước thải*, NXB XD, Hà Nội, 228-258.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

- [1] Ngô Hoàng Quốc An, Ngô Quỳnh An, Nguyễn Văn Duy (2015), *Nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ A²/O với vật liệu đệm*.
- [2] Lều Thọ Bách (2017), *Mô hình hóa các công nghệ xử lý nước thải*, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.
- [3] Cục Hạ tầng kỹ thuật năm (2015), *Báo cáo của các Sở Xây dựng của các tỉnh thành về việc thực hiện Định hướng thoát nước đô thị và khu công nghiệp tại các địa phương*.
- [4] Lê Văn Cát, Trịnh Xuân Đức (2014), *Hệ thống tổ hợp tương hỗ trong kỹ thuật xử lý nước thải*, Tập I: Khoa học tự nhiên ngành phương pháp hóa-lý, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, Hà Nội
- [5] Đặng Kim Chi, Nguyễn Ngọc Lân, Trần Lê Minh (2005), *Làng nghề Việt Nam và Môi trường*. Hà Nội, 8.
- [6] Nguyễn thị Ngọc Dung (2009), *Xử lý nước cấp*, NXBXD, Hà Nội, ...
- [7] Nguyễn Thị Ngọc Dung (2010), *Định hướng phát triển cấp, thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050* - T/c Khoa học Kiến trúc - Xây dựng, 2010, số 1, tr.73
- [8] Phạm Lê Hoàng Duy, *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt bằng phương pháp giá thể sinh học di động (MBBR)*.
- [9] Phạm Văn Dương (2019), *Nghiên cứu công nghệ xử lý triệt để nước thải sinh hoạt bằng bể lọc vật liệu lọc nổi tự rửa*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội
- [10] TS. Nguyễn Thế Đồng (2007 – 2009), *Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật UASB cải tiến xử lý nước thải giàu hữu cơ kết hợp thu hồi năng lượng trong công nghiệp rượu bia và chế biến thực phẩm*.
- [11] Nguyễn Đình Đức (2012), *Xử lý nước thải sinh hoạt bằng công nghệ A²/O (Anaerobic Anoxic Oxic)*.
- [12] Đặng thị Hà Giang, Vũ Thế Hải (2012), (Tuổi tiêu và môi trường), *Tạp chí KH & CN Thủy lợi Viện KHTLVN* - Viện nước.

- [13] Trần Đức Hạ, (2016), Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ đề tài *Nghiên cứu đề xuất yếu tố lựa chọn công nghệ XLNT đô thị thích hợp cho các vùng miền Việt Nam*, Mã số 58-15.
- [14] Trần Đức Hạ (2006), *Xử lý nước thải đô thị*, Nhà XBKHKT, Hà Nội
- [15].Đào Chánh Thuận, (2014) *Hiện trạng ô nhiễm amoni nguồn nước ngầm và cách xử lý*
- [16] Báo cáo đề tài NCKH *Khảo sát, đánh giá công nghệ xử lý CTR và nước thải tại các đô thị và khu công nghiệp Việt Nam* - Hiệp hội Môi trường đô thị và khu công nghiệp (2014 (Mã số : MT 04-10).
- [17] *Tổng hợp các thông tin về thoát nước và XLNT các đô thị năm 2014*, Hội Cấp thoát nước Việt nam (2015
- [18] *Báo cáo của Ban chấp hành nhiệm kỳ IV tại đại hội lần thứ V Hội Cấp thoát nước Việt Nam Hội Cấp thoát nước Việt Nam* (2015).
- [19] *Hợp tác nghiên cứu để phát triển các giải pháp xử lý nước thải đô thị nhằm tái sử dụng cho mục đích nông nghiệp”* Đề tài khoa học công nghệ Hợp tác nghiên cứu giữa Việt Nam và Rumania
- [20]. *Thực hiện tiêu chí môi trường trong xây dựng nông thôn mới*, Báo điện tử thông tin tỉnh Nam Định, <https://namdinh.gov.vn/>
- [21] Phạm Ngọc (2010) *Các vật liệu dùng trong xử lý nước*; Tài liệu tham khảo điện tử <https://tailieu.vn/doc/cac-vat-lieu-dung-trong-xu-ly-nuoc-189844.html>
- [22] Phan Đỗ Hùng (2012-2013), *Nghiên cứu ứng dụng thiết bị sinh học – màng (Membrane Bioreactor) trong xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp giàu nitơ*.
- [23] Phan Đỗ Hùng (2005), *Nghiên cứu xử lý nước thải giàu thành phần dinh dưỡng*.
- [24] Hoàng Văn Huệ (2002), *Giao trình Xử lý nước thải*, NXBKHK, Hà Nội, 359-375
- [25] Hoàng Văn Huệ (2004), *Công nghệ môi trường*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [26] Hoàng Văn Huệ và các tác giả (2016). *Xử lý nước thải*, Tài liệu lưu hành nội bộ, Trường ĐHKHT Hà Nội, 397-317

- [27] Trịnh Xuân Lai (2002), *Cấp nước – Tập II- Xử lý nước thiên nhiên xấp cho sinh hoạt và công nghiệp*, NXB KHKT, Hà Nội, 227-330.
- [28] Trịnh Xuân Lai (2013), *Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [29] Lê Lành (2015), *Sử dụng nước thải tái chế*, Tạp chí báo Courier International, Pháp
- [30] Trịnh thị Long (2008-2010), *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ màng để xử lý nước thải sinh hoạt trên kênh tiêu hỏ ở các vùng đô thị*, Trung tâm Nghiên cứu Môi trường và Xử lý nước thải - Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam
- [31] Đỗ Văn Mạnh và nhóm nghiên cứu thực hiện (2013-2014.), *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ lọc sinh học cải tiến xử lý nước thải tại Bệnh viện Điều dưỡng - Phục hồi chức năng thành phố Đà Nẵng. Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàm lâm khoa học và công nghệ Việt nam.*
- [32] .Khánh Linh (2021), *Bảo vệ nguồn nước sinh hoạt*, Cổng thông tin điện tử Bộ tài nguyên môi trường; *Monre.Gov.vn*
- [33] Trần Thị Việt Nga, Trần Hoài Sơn, Trần Đức Hạ (2013), *Nghiên cứu xử lý nước thải đô thị bằng phương pháp sinh học kết hợp màng vi lọc*. ĐHXD Hà Nội
- [34] *Phê duyệt điều chỉnh định hướng phát triển thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050* Quyết định 589/QĐ-TTg, ngày 06/4/2016
- [35] *Thoát nước và xử lý nước thải* Nghị định 80/2014/ NĐ-CP, ngày 06/8/2014
- [36] *Phân loại đô thị*, Nghị định 42/2009/NĐ-CP ngày 07/5/2009, Dự thảo 18/8/2015
- [37] Hoàng Nhân Khôi, *Nghiên cứu đánh giá khả năng xử lý nước thải sinh hoạt bằng chế phẩm vi sinh*. Tài liệu tham khảo điện tử <https://www.tailieudaihoc.com/1052072.html>
- [38] Trương Thị Nhài, Trường Đại học Nông Lâm Thái Nguyên, (2013), “*Nghiên cứu chế tạo bông sinh học trong việc xử lý nước thải sinh hoạt*”. Mã số 2013-08.

- [39] Trần Hiếu Nhuệ và TS Trần Thị Hiền Hoa (2015), *Quản lý, xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải đô thị tại Việt Nam-đề xuất và khuyến nghị*, Kỷ yếu Hội nghị Môi trường toàn quốc lần thứ IV, BTNMT, Hà Nội (29/9/2015).
- [40] Nguyễn Thanh Phong (2017), *Nghiên cứu quá trình tự rửa bể lọc vật liệu lọc nổi dung cho trạm cấp nước qui mô nhỏ, Luận án tiến sỹ kỹ thuật*, Trường Xây dựng Hà Nội
- [41] Nguyễn Văn Phước (2015), *Xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp bằng phương pháp sinh học*, Nhà Xuất bản Xây dựng, Hà Nội
- [42] *Qui chuẩn quốc gia về chất lượng nước mặt - QCVN 08:2008/BTNMT*
- [43] *Qui chuẩn quốc gia về chất lượng nước ngầm - QCVN 09:2008/BTNMT*
- [44] *Qui chuẩn quốc gia về nước thải sinh hoạt - QCVN 14:2008*
- [45] *Qui chuẩn quốc gia về nước thải công nghiệp - QCVN 40:2011/BTNMT*
- [46] *Phê duyệt định hướng phát triển cấp, thoát nước đô thị và Khu công nghiệp (KCN) Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050, QĐ 1929, 1930/QĐ-TTg ngày 20/11/2009*
- [47] *Phê duyệt định hướng phát triển cấp thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt Nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050, QĐ số 1930/QĐ-TTg ngày 20/11/2009*
- [48] *Phê duyệt điều chỉnh định hướng cấp thoát nước đô thị và khu công nghiệp Việt nam đến năm 2025 và tầm nhìn đến năm 2050, QĐ số 589/QĐ-TTg ngày 06 tháng 04 năm 2016 của Thủ tướng Chính phủ*
- [49] *Xử lý nước thải bằng công nghệ sinh học*, Tài liệu tham khảo điện tử từ nhà cung cấp Quốc minh ECM. <https://xulynuoc.com/>
- [50] Ths Ngô Chính Quân (2014), *Xử lý nước thải bằng ozone*. Trung tâm Nhiệt đới Việt Nga-CN phía Nam,
- [52] *Vật liệu lọc ODM-2F đa năng như thế nào*, Tài liệu tham khảo điện tử từ nhà cung cấp PVC. <http://www.pvc.com.vn/>
- [52] Trần Thanh Sơn (2016), *Bể lọc vật liệu lọc nổi trong dây chuyền công nghệ xử lý nước thiên nhiên*, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
- [53] Trần Thanh Sơn, (2016), *Môi trường nước*; Tài liệu biên soạn nội bộ, Khoa Kỹ thuật hạ tầng & Môi trường đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

[54] Các tiêu chuẩn ngành liên quan:

- *Cấp nước – Mạng lưới và công trình – Tiêu chuẩn thiết kế*, TCVN 33:2006
- *Amoni (tính theo N)*, TCVN 5988:1995
- *BOD₅ (30°C)*, TCVN 6001-1:2008
- *Chất lượng nước – phần 1: Hướng dẫn lập chương trình lấy mẫu và kỹ thuật lấy mẫu*, TCVN 6663-1-2011 (ISO 5667-1:2006)
- *Chất lượng nước – Lấy mẫu. Hướng dẫn bảo quản và lấy mẫu*, TCVN 6663-3:2008 (ISO 5667-3:2003)
- *Chất lượng nước – Lấy mẫu. Hướng dẫn lấy mẫu nước thải*, TCVN 5999: 1995 (ISO 5667: 1992)
- *COD*, SMEWW5220C: 2012
- *Coliforms tổng số*, TCVN 8775:2011
- *Oxy hòa tan (PP Winker)*, TCVN 5499-1995
- *Nhiệt độ, C* TCVN 4557:1998
- *NO₂⁻ (tính theo N)*, TCVN 6178:1996
- *E:2012 -NO₃⁻ (tính theo N)*, SMEWW4500NO₃
- *pH*, TCVN 6492:2011
- *Phosphat (PO₄³⁻) (tính theo P)*, TCVN 6202:2008
- *Tổng chất rắn hòa tan (TDS)*, SMEWW 2540C-
- *Tổng chất rắn lơ lửng*, TCVN 6635:2000
- *Tổng nitơ (tính theo N)*, TCVN 6638:3000
- *Hướng dẫn sử dụng nước thải đã xử lý cho các dự án tưới – Phần 2: Xây dựng dự án*, TCVN 12180-2:2017

[55] *Hóa chất xử lý nước*, Tài liệu tham khảo điện tử từ nhà cung cấp Toàn Á.
<https://toana.vn/>

[56] Đào Chánh Thuận (2010), *Nghiên cứu xử lý amoni bằng phương pháp sinh học sử dụng các vi khuẩn tự dưỡng*, khóa luận tốt nghiệp ngành Công nghệ hóa học.

[57] Mạnh Tráng sưu tầm (1/07/2013), *Vị trí địa lý, điều kiện tự nhiên của vùng đồng bằng sông Hồng*.

- [58] Lâm Minh Triết, GS.TS Trần Hiếu Nhuê, (2015). *Xử lý nước thải*, Nhà XBXD, Hà Nội, 228-258.
- [59] Đức Trung theo AFP, *Thành phố Milan tiên phong trong tái sử dụng nước đã qua sử dụng*. Báo điện tử tuổi trẻ. <https://tuoitre.vn/>
- [60] Nguyễn Hữu Trung (2010), *Nghiên cứu loại bỏ các thành phần hữu cơ và nitơ trong nước thải chăn nuôi bằng phương pháp SBR*.
- [61] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (2009), *Dự án hợp tác CH Czech – xử lý nước thải sinh hoạt thôn Đào Xá – Phong Khê – Bắc Ninh*.
- [62] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam (2008), *Đề tài Hợp tác nghiên cứu để phát triển các giải pháp xử lý nước thải đô thị nhằm tái sử dụng cho mục đích nông nghiệp*.
- [63] Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, (2013). *Dự án Thử nghiệm mô hình xử lý nước thải, rác thải làng nghề chế biến bún tại xã Khắc Niệm, Thành phố Bắc Ninh, Tỉnh Bắc Ninh*.
- [64] Viện Khoa học Thủy Lợi Việt nam (2006), *Dự án Ứng dụng các công nghệ phù hợp xử lý chất thải làng nghề chế biến tinh bột xã Minh Khai huyện Hoài Đức tỉnh Hà Tây*
- [65] Viện Khoa học Thủy lợi Việt, (2008), *Đề tài Hợp tác nghiên cứu để phát triển các giải pháp xử lý nước thải đô thị nhằm tái sử dụng cho mục đích nông nghiệp*.
- [66] Nguyễn Lanh, Viện công nghệ xạ hiếm (2005), *Quy hoạch hóa thực nghiệm*.
- [67] Lê Văn Cát, (2002), *Giáo trình hấp thụ và trao đổi ion*, NXB Thống kê, Hà Nội 2002
- [68] Nguyễn Việt Anh, (2019), *Xử lý, tái sử dụng nước thải*, NXB Xây Dựng, Hà Nội 2019.
- [69] *Đề xuất tiêu chuẩn tái sử dụng nước thải sinh hoạt trong điều kiện Việt Nam*. Tạp chí Khoa học Kiến trúc & Xây dựng, số 36/2019
- [70] *Cả nước có thêm 33 nhà máy xử lý nước thải đi vào hoạt động*, Báo điện tử Kinh tế & đô thị

Tiếng Anh:

- [71] Abu Madi, M., Braadbaart, O., Al-Sa'ed, R., & Alaerts, G. (2003). *Willingness of farmers to pay for reclaimed wastewater in Jordan and Tunisia*. *Water Science and Technology: Water Supply*, 3(4), 115-122.
- [72] Adham, S., et al.; Gagliardo, O. (1998). *Membrane Bioreactors for Water Reclamation – Phase I*. Desalination Research and Development Program Report No. 34, Project No 1425.97-Fc-81-400061; Bureau of Reclamation; Denver, Colorado.
- [73] Allen T, Mann, Leopoldo Mendoza-Espinosa and Tom Stephenson (1999). *Performance of floating and sunken media biological aerated filters under unsteady state conditions*. *Wat.Res.Vol. 33, No4*, pp.1108-1113, © 1000 Elsevier Science Ltd
- [74] A.N. Angelakisa, L. Bontoux (2000), *Wastewater reclamation and reuse in European countries*, received in revised form 27 July 2000; accepted 28 August 2000
- [75] Angelakis, A.N. and Bontoux L. (2001). *Wastewater Reclamation and Reuse in European Countries*. *Water Policy*. Vol.3 (2001), pp.47-59.
- [76] Angelakis, A. N., Marecos do Monte, M. H., Bontoux, L., & Asano, T. (1999), *The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin*, *Water Research*, 33(10), 2201–2217.
- [77] Angelakis, A.N., Tsagarakis, K. P., Kotselidou, O. N., & Vardakou, E. (2000), *The Necessity for Establishment of Greek Regulations on Wastewater Reclamation and Reuse*, Report for the Ministry of Public Works and Environment and Hellenic Union of Municipal Enterprise for Water Supply and Sewage (p. 100). Larissa, Greece (in Greek).
- [78] Anony. (1997a), *Blue plan for the Mediterranean* Regional Activity Center. Sophia Antipolis, F-06560 Valbonne, France.
- [79] Anony. (1997b), *European wastewater catalogue*. European Wastewater Group (Eureau), Brussel, Belgium.
- [80] Asano, T., & Levine, A. D. (1996), *Wastewater reclamation, recycling and reuse: Past, present, and future*. *Water Science and Technology*, 33(10–11), 1–16.

- [81] Atarji Andulasis N. (1991). *Wastewater Reuse case Studies in the middle East*. *J. Wat.Sci. Technol.*,VI.29,Iss 6, pp.1579-1584.
- [82] Bailod, C.R. (1988), *Oxygen Utilization in Activated Sludge Plants: Simulation and Model Calibration*, EPA-600/2-86-065; U.S.Environmental Protection Agency:Washington, D.C.
- [83] Batchelor, B. (1982), *Kinetic Analysis of Alternative Configuration for Single-Sludge Nitrification/Denitrification*.*J. Water Pollut. Control fed.*;54, 1493.
- [84] Bionest T.M.,*Advanced secondary treatment system for domestic wastewater* (http://brouillard.wul.qc.ec.ca/dpe/Anglais/dpe_main_en.as/innow_fiche_trch_nobionest).
- [85] Bixioa D., C.Thpeyoa, J. De Koningb, D. Joksimivich, D. Savic, T. (2006), *wastewater Reuse in Europe*. *Desalination* 187 (2006) 88-101.
- [86] Bontoux, J., & Courtois, G. (1996), *Wastewater reuse for irrigation in France*. *Water, Science and Technology*, 33(10–11), 45–49.
- [87] Bowker,R.G.; Stensel,H.D (1987), *Design manual for phosphorus Removal*; EPA-625/1-87-001; U.S En vironment Protwction Agency. Washington,D.C.
- [88] Dzurba M. G, Vodin Iu.I (2003), *Thiết kế các công trình xử lý cấp nước mặt*, NXB ACB, PP.5-60.
- [89] CSHPF. (1991), *Recommandations Sanitaires Concernant L'Utilisation, Apre`s E` puration, des Eaux Re`siduaires Urbaines Pour L'irrigation des Cultures et des Espaces Verts*. Circulaire DGS/SD1.D./91/No. 51, Paris, Conseil Supe`rieur d'Hygie`ne Publique de France.
- [90] Eckenfelder W.W (1996). *Water quality engineering for Practics Engineer*, Barnes & Noble
- [91] Ekama, G.A.; et al. (1984). *Theory, Design, and Operation of Nutrient Removal Activated Processes*; Water Receafch Committee: Pretoria, South Africa.
- [92] Edited by P. Aarn Vesilindineering. R. L. Rooke Professor of Engineering, Department of Civil and Environmental Engineering, Bucknell University, Lewisburg, Pennsylvania. *Wasterwater Treatment Plant Design*, 6(1-43), 7(1-22), 6(1-27)

- [93] EPA Region (2007), *Advanced Treatment to Achieve Low Concentration of Phosphorus, April 2007*
- [94] Grady et al. (1998), *Biological Wastewater Treatment System Theory and Application*; Marcel Dekker; New York.
- [95] Grau, P. (1982), *Recommended Notation for use in the Description of Biological Wastewater Treatment Processes*, *Water Res.*, 16, 1501.
- [96] Gibb, A.J.; Kelly, H.G.; Berzins, A.; Freese, H.; Robinson, L.; Koch, F.A. (1998), *The Importance of Operational Control Biological Nutrient Removal in the Tracking Filter Activated Sludge Process*, In 19th Biennial Conference Proceedings; International Association on Water Quality; Jun 22-26. Vancouver, Canada; pp 1-8.
- [97] Irvine, R.L.; et al. (1982), *Summary Report Workshop on Biological Phosphorus Removal in Municipal Wastewater Treatment*, Annapolis, Maryland.
- [98] Kang, S.J.; et al (1988), *Biological Nitrification and denitrification in the PhoStrip Process*, Presented at the 61st Annual Conference of the Water Pollution Control Federation, Dallas, Texas.
- [99] Klatroco B. A, Apenxin U. E. (1970) OTRISTKA PRIROTNUX VOD, Moxkva.
- [100] Lazarova, V., Levine, B., Sack, J., G. Cikurel, P. Jeffrey, H. Muntan, M., Salgot, M., & Brissaud, F. (2001), *Role of water reuse in enhancement of integrated water management at catchment scale*, In International Water Association (Ed.), First world water congress of the IWA, vol. 8 (pp. 33–40), 3–7 July 2000, Paris, France.
- [101] Laxarova, V (2001). *Rol of water reuse in enhancing intrgrated water management in Europe and Mditrranean countries..* Water Science & Technology, Vol 43 No 10 pp 23-33, IWA Publifhing .
- [102] Lary D. Benefilf (1980), *Biologival Process Design for Wastewater Treatment*. D. Benefild. Larry, W.Raldold. Clifford. Prentice-Hall., Englewood Cliffs, NJ 07632 © 1980

- [103] Lawrence A.W.,; McCarty, P.L (1970}. Unified Basis for Biological Treatment Design àn Opetation.L.Sanir.Eng. Div.,*Procceding of the American Society of Civil Engineerings*, 96,757.
- [104] Marecos do Monte, M. H. F., Angelakis, A. N., & Asano, T. (1996), *Necessity and basis for the establishment of European guidelines on wastewater reclamation and reuse in the Mediterranean region*, Water Science and Technology, 33(10–11), 303–316.
- [105] Matsch, L.C.; Drnevich,R.F. (1987), *Biological Nutrient RemovalIn Advances in Water and Wastewater Treatment*; Ann Arbor Science; Chelsea, Machigan.
- [106] Metcalt& Eddy, Inc (2003 và 2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4th và 5th edition. McGraw-Hill..
- [107] Parkins, A. E.; et al. (1978), *Kinetics of Denitrification in the Activated sludge Process*. Prog. Water Technol., 10, 225.
- [108] Postel và Richter, (2003).
- [109] Sell, R.L., et al (1981), *Low –Temperature Biological Phosphorus Removal*, Presented at the 54th Annual Conference of the Water Pol Contral Federation, Dwstroit. Michigan.
- [110] Takashi Asaaano, (2001). Water from (Wast)water - the depenrable water resource.
- [111] Tchobanoglous, G., & Angelakis, A. N. (1996), *Technologies for wastewater treatment appropriate for reuse,Potential for applications in Greece*, Water Science and Technology, 33(10–11), 17–27.
- [112] Tom D. Reynold (1982). Unite Operation and Process in Environmental Engineering./ D.Reynold Tom-Texas A&M University. Broocks-Cole Engineering Division Monterey. A Division ò Wadsworth, Inc., BenmontCalifornia,,© 1982.
- [113] Tsagarakis, K. P. (1999), *The treatment of municipal wastewater in Greece*, Ph.D. thesis, University of Leeds, School of Civil Engineering, Leeds, UK.
- [114] UN Population Division. (1994), *World population prospects (sustaining water: an update)*. The 1994 Revision, The UN, New York.
- [115] US EPA. (2001). Water recycling and reuse: The environmental benefits

- [116] Wentzel, M.C.; et al. (1988), *Enhanced Polyphosphate Organism Culture in Activated Sludge Systems – part 1*, Enhancef Culture Development. Water SA, 14, 81.
- [117] World Health Organization. (1989), *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*, Report of a WHO Scientific Group, Geneva, Switzerland.
- [118] ODM-2F mutil functional media , Reference from vendor PVC, <http://www.pvc.com.vn/>
- [119] Xanthoulis, D., & Guillaume, Ph. (1995), *Irrigation of vegetable crops as a means of recycling waste. In A. N. Angelakis, T. Asano, E. Diamadopoulos, & G. Tchobanoglous (Eds.)*, Proceedings of the second international symposium on wastewater reclamation and reuse, IAWQ, vol. 2 (pp. 713–724). 17–20 October 1995, Iraklio, Greece.
- [120] Xanthoulis, D., & Guillaume, Ph. (1995), *Irrigation of vegetable crops as a means of recycling waste. In A. N. Angelakis, T. Asano, E. Diamadopoulos, & G. Tchobanoglous (Eds.)*, Proceedings of the second international symposium on wastewater reclamation and reuse, IAWQ, vol. 2 (pp. 713–724). 17–20 October 1995, Iraklio, Greece.
- [121] Utami, R.F. (2012), *Study of decreasing the parameter of BOD, COD and BOD/COD using a combination of vertical and horizontal roughing filter in domestic liquid waste artificially*, Thesis. Diponegoro University, Semarang
- [122] I.B.W. Gunam., F.E.L. Natalia., I.W Arnata., C.Putnarubun., Y.Setiyo., A.A.M.D. Anggreni & S. Mulyani, (2016), *Combination of filter media to reduce total suspended solids, biochemical and chemical oxygen demand in wastewater using installation of horizontal roughing filter*, Asian Jr. of Microbial. Biotech. Env. Sc. Vol. 18, No. (4): 2016: 867-873.
- [123] US EPA. (2012). Guidelines for Water Reuse

**PHỤ LỤC I. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CHỈ TIÊU CẶN LƠ LỮNG
TRONG XỬ LÝ NÂNG CAO NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ TRÊN MÔ HÌNH CỘT
LỌC ODM-2F**

- **Mô hình thí nghiệm:** Cột lọc ODM-2F
- **Vị trí lắp đặt:** Trạm XLNT Kim Liên, Đống Đa, Hà Nội

1/. Kết quả thí nghiệm đợt I:

Đợt I bắt đầu từ ngày 13 tháng 3 năm 2019

Đợt I kết thúc vào ngày 13 tháng 4 năm 2019

a) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 5\text{m/h}$ (bảng PL1₁):

Bảng PL1₁. Kết quả thí nghiệm đợt I với $v = 5\text{m/h}$

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)
Ngày 1 (8h)	7			Sau 6h	7		
		0	29,7			0	30
		300	10,6			300	30
		600	9,8			600	13,9
		900	9,1			900	11,4
Sau 1h	7	1200	9	1200	10,2		
				Sau 12h	7	0	30
						300	30
						600	21,5
						900	14
		1200	9,6				
Sau 2h	7	0	30	Sau 18h	7		29
		300	11,8			300	29
		600	10,6			600	29
		900	9,7			900	24
		1200	8,5			1200	10,2
Sau 3h	7	0	29,5			0	30
		300	14,6				
		600	10,6				
		900	10,3				
		1200	9,5				
	7	0	29				

Sau 4h	300	29	24h	300	30
	600	13		600	30
	900	11,2		900	28
	1200	8,4		1200	25,1

b) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 7,5 \text{ m/h}$ (bảng PL1₂):

Bảng PL1₂. Kết quả thí nghiệm đợt 1 với $v = 7,5 \text{ m/h}$

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)				
Ngày 1 (8h) Sau 1h	7			Sau 6h	7	0	30				
		300	11,2			300	30				
		600	10			600	14,1				
		900	9,1			900	11,2				
		1200	8,1			1200	9,5				
		Sau 2h	7			0	30	Sau 12h	7	0	30
						300	11,9			300	30
600	10,4			600	21,9						
900	10,1			900	14						
1200	8,6			1200	9,7						
Sau 3h	7	0	30	Sau 18h	7	0	29,3				
		300	14,9			300	29,3				
		600	10,7			600	29,3				
		900	10,2			900	23,8				
		1200	8,6			1200	10,4				
Sau 4h	7	0	30,5	24h	7	0	30				
		300	29			300	30				
		600	14			600	30				
		900	11,1			900	29				

	1200	8,6			1200	24,8
--	------	-----	--	--	------	------

c) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 10 \text{ m/h}$ (bảng PL1₃).

Bảng PL1₃ Kết quả thí nghiệm đợt 1 với $v = 10 \text{ m/h}$

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)
Ngày 1 (8h)	7	0	30	Sau 6h	7	0	31
		300	10			300	26,1
		600	9,4			600	20
		900	9,0			900	11,8
		1200	8,3			1200	9,3
		Sau 1h					
Sau 2h	7	0	30	Sau 12h	7	0	30,4
		300	10,8			300	30,4
		600	10			600	24,8
		900	9			900	15,7
		1200	8,6			1200	9,8
Sau 3h	7	0	30	Sau 18h	7	0	29
		300	17,5			300	29
		600	14			600	29
		900	10			900	26
		1200	9,1			1200	9,6
Sau 4h	7	0	30	24h	7	0	29,6
		300	25,5			300	29,6
		600	16,1			600	29,6
		900	10			900	29,6
		1200	9,4			1200	25

2/. Kết quả thí nghiệm đợt II.

- Đợt II bắt đầu từ ngày 13 tháng 4 năm 2019

- Đợt II kết thúc vào ngày 13 tháng 5 năm 2019

a) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 5\text{m/h}$ (bảng PL14)

Bảng PL14. Kết quả thí nghiệm đợt II với $v = 5\text{m/h}$

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)
Ngày 1 (8h)	7	0	39,5	Sau 6h	7	0	31
		300	11,2			300	31
		600	10			600	14,1
		900	9,1			900	11,2
		1200	8,1			1200	9,5
		Sau 2h	7			0	30
300	11,9	300	31				
600	10,4	600	21,9				
900	10,1	900	14				
1200	8,6	1200	9,7				
Sau 3h	7	0	29,6	Sau 18h	7	0	28,7
		300	14,9			300	29,3
		600	10,7			600	29,3
		900	10,2			900	23,8
		1200	8,6			1200	10,2
Sau 4h	7	0	30,5	24h	7	0	30
		300	29			300	30
		600	14			600	30
		900	11,1			900	28
		1200	8,6			1200	24,8

b) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 7,5\text{ m/h}$ (bảng PL15).

Bảng PL15. Kết quả thí nghiệm đợt II với $v = 7,5\text{m/h}$

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)
Ngày 1 (8h)	7			Sau 6h	7		
		0	30			0	30
		300	10,6			300	30
		600	9,8			600	13,9
		900	9,1			900	11,4
		1200	8			1200	10,2
Sau 2h	7	0	30	Sau 12h	7	0	30
		300	11,8			300	30
		600	10,6			600	21,5
		900	9,7			900	14
		1200	8,5			1200	9,6
Sau 3h	7	0	30	Sau 18h	7	0	29,2
		300	14,6			300	29,2
		600	10,6			600	29,2
		900	120,3			900	24
		1200	8,5			1200	10,2
Sau 4h	7	0	31	24h	7	0	30
		300	29			300	30
		600	13			600	30
		900	11,2			900	28
		1200	8,4			1200	25,1

c) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 10$ m/h (bảng PL1₆.

Bảng PL1₆. Kết quả thí nghiệm đợt II với $v = 10$ m/h

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)
Ngày 1							

(8h) Sau 1h	7			Sau 6h	7		
		0	30				31
		300	10				25,9
		600	9,6				20,1
		900	8,8				12
		1200	8,5				9,2
Sau 2h	7	0	30	Sau 12h	7		30,4
		300	10,9				30,4
		600	9,8				25,1
		900	9				15,9
		1200	8,7				10
Sau 3h	7	0	30	Sau 18h	7		29
		300	19				29
		600	14,1				29
		900	10,2				29
		1200	9,0				9,7
Sau 4h	7	0	30	24h	7		29,8
		300	25,5				29,6
		600	16,3				29,6
		900	10				29,6
		1200	9,6				25,1

3/. Kết quả thí nghiệm đợt III.

- Đợt II bắt đầu từ ngày 13 tháng 5 năm 2019
- Đợt II kết thúc vào ngày 13 tháng 6 năm 2019

a) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 5m/h$ (bảng PL17)

Bảng PL17. Kết quả thí nghiệm đợt II với $v = 5m/h$

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)
Ngày 1							

(8h) Sau 1h	7			Sau 6h			
		0	29,8		7	0	31,5
		300	11,2			300	30
		600	10,2			600	22
		900	8,8			900	14
		1200	8,1			1200	9,7
Sau 2h	7	0	30	Sau 12h	7	0	30
		300	12,3			300	30
		600	10,5			600	22
		900	10,2			900	14
		1200	8,4			1200	9,7
Sau 3h	7	0	29,4	Sau 18h	7	0	30
		300	15,3			300	30
		600	10,8			600	30
		900	10,1			900	24,2
		1200	8,7			1200	10,3
Sau 4h	7	0	30	24h	7	0	20
		300	30			300	30
		600	14			600	30
		900	11,3			900	28
		1200	10,3			1200	25,1

b) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 7,5 \text{ m/h}$ (bảng PL17).

Bảng PL18. Kết quả thí nghiệm đợt II với $v = 7,5 \text{ m/h}$

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)
Ngày 1 (8h)	7			Sau 6h	7		
		0	29,6			0	30
Sau 1h		300	11,2			300	30

		600	10,2			600	14	
		900	8,8			900	11,3	
		1200	8,1			1200	10,3	
Sau 2h	7	0	30		Sau 12h	7	0	30
		300	12,3				300	30
		600	10,5				600	22
		900	10,2				900	14
		1200	8,4				1200	9,7
Sau 3h	7	0	31		Sau 18h	7	0	29,4
		300	14,5				300	29,4
		600	10,8				600	29,4
		900	10,1				900	24,2
		1200	8,7				1200	10,3
Sau 4h	7	0	30,5		24h	7	0	30
		300	29				300	30
		600	13				600	30
		900	10,7				900	28
		1200	8,5				1200	25,1

c) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 10 \text{ m/h}$ (bảng PL1₉).

Bảng PL1₉. Kết quả thí nghiệm đợt II với $v = 10 \text{ m/h}$

Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)	Thời gian	pH	Lớp lọc (mm)	SS _t (mg/l)
Ngày 1 (8h)	7				7		
		0	30			0	31,5
Sau 1h		300	10	Sau 6h		300	26
		600	9,5			600	19,9
		900	9,2			900	12,2
		1200	8,4			1200	9,4

Sau 2h	7	0	30	Sau 12h	7	0	30,4
		300	11,3			300	30,4
		600	10,2			600	25
		900	9,1			900	16,4
		1200	8,8			1200	9,9
Sau 3h	7	0	30	Sau 18h	7	0	29
		300	17,5			300	29
		600	13,9			600	29
		900	9,8			900	29
		1200	8,9			1200	10,3
Sau 4h		0	31	24h		0	29,6
		300	25,4			300	29,6
		600	15,9			600	29,6
		900	10,1			900	29,6
		1200	9,5			1200	24,9

PHỤ LỤC II. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ TỠN THẤT VÀ THỜI GIAN LỌC TRONG XỬ LÝ NÂNG CAO NƯỚC THẢI ĐÔ THỊ TRÊN MÔ HÌNH CỘT LỌC ODM-2F

- **Mô hình thí nghiệm:** Cột lọc ODM-2F
- **Vị trí lắp đặt:** Trạm XLNT Kim Liên, Đống Đa, Hà Nội

1/. Kết quả nghiên cứu đợt I.

- Đợt I bắt đầu từ ngày 13 tháng 3 năm 2019
- Đợt I kết thúc vào ngày 13 tháng 4 năm 2019

a) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 5\text{m/h}$ (bảng PLI14.

Bảng PLI14. Kết quả thí nghiệm đợt II xác định thông số tổn thất và thời gian lọc

(với $v = 5\text{m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo (m)					
	h_0	$h_1=0,300$	$h_2=0,600$	$h_3 = 0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,500	1,200	0,900	0,600	0,300	0,300
Sau 1h	1,567	1,267	0,967	0,667	0,370	0,370
Sau 2h	1,635	1,334	1,034	0,730	0,434	0,434
Sau 3h	1,701	1,401	1,101	0,801	0,501	0,501
Sau 4 h	1,768	1,468	1,168	0,868	0,568	0,568
Sau 6h	1,902	1,602	1,303	1,002	0,702	0,702
Sau 9h	2,036	1,773	1,503	1,203	0,903	0,903
Sau 12h	2,439	2,176	1,905	1,404	1,104	1,104
Sau 18h	2,700	2,400	2,100	1,800	1,521	1,521

b) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 7,5\text{ m/h}$ (bảng PLI15.

Bảng PLI15. Kết quả thí nghiệm đợt II xác định thông số tổn thất và thời gian lọc

(với $v = 7,5\text{m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (m)					
	h_0	$h_1=0,300$	$h_2= 0,600$	$h_3 =0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,540	1,230	0,920	0,620	0,310	0,310
Sau 1h	1,609	1,299	0,989	0,689	0,370	0,370

Sau 2h	1,678	1,368	1,058	0,758	0,436	0,436
Sau 3h	1,747	1437	1,127	0,827	0,500	0,500
Sau 4 h	1,816	1506	1,196	0,896	0,574	0,574
Sau 6h	1954	1,644	1,334	1,034	0,720	0,720
Sau 9h	2,161	1,851	1,541	1,241	0,920	0,920
Sau 12h	2,575	2,265	1,955	1,655	1,130	1,130
Sau 18h	2,780	2,470	2,160	1,850	1,500	1,500

c) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 10 \text{ m/h}$ (bảng PLII₆)

Bảng PLII₆. Kết quả thí nghiệm đợt II xác định thông số tổn thất và thời gian lọc

(với $v = 10 \text{ m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (m)					
	h_0	$h_1=0,300$	$h_2= 0,600$	$h_3 = 0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,580	1,260	0,940	0,620	0,300	0,300
Sau 1h	1,651	1,331	1,011	0,691	0,370	0,370
Sau 2h	1,722	1,402	1,082	0,762	0,440	0,440
Sau 3h	1,793	1,473	1,151	0,833	0,515	0,515
Sau 4 h	1,864	1,544	1,224	0,904	0,590	0,590
Sau 6h	2,006	1,686	1,366	1,046	0,730	0,730
Sau 9h	2,219	1,899	1,579	1,254	0,940	0,940
Sau 12h	2,432	2.325	2,005	1,58	1,360	1,360
Sau 18h	2,860	2,540	2,220	1,900	1,580	1,580

2/. Kết quả nghiên cứu đợt II.

- Đợt II bắt đầu từ ngày 13 tháng 4 năm 2019
- Đợt II kết thúc vào ngày 13 tháng 5 năm 2019

b) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 5 \text{ m/h}$ (bảng PLII₄)

Bảng PLII₄. Kết quả thí nghiệm đợt II xác định thông số tổn thất và thời gian lọc

(với $v = 5 \text{ m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (m)
-----------	---

	h_0	$h_1=0,300$	$h_2=0,600$	$h_3 =0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,500	1,200	0,900	0,600	0,300	0,300
Sau 1h	1,567	1,267	0,967	0,667	0,37	0,37
Sau 2h	1,635	1,334	1,034	0,730	0,434	0,434
Sau 3h	1,701	1,401	1,101	0,801	0,501	0,501
Sau 4 h	1,768	1,468	1,168	0,868	0,568	0,568
Sau 6h	1,902	1,602	1,303	1,002	0,702	0,702
Sau 9h	2,036	1,773	1,503	1,203	0,903	0,903
Sau 12h	2,439	2,176	1905	1,404	1,104	1,104
Sau 18h	2,700	2,400	2,100	1,800	1,521	1,521

b) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 7,5$ m/h (bảng PLI15.

Bảng PLI15. Kết quả thí nghiệm đợt II xác định thông số tổn thất và thời gian lọc

(với $v = 7,5$ m/h)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (m)					
	h_0	$h_1=0,300$	$h_2=0,600$	$h_3 =0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,540	1,230	0,920	0,620	0,300	0,300
Sau 1h	1,609	1,299	0,989	0,689	0,369	0,369
Sau 2h	1,678	1,368	1,058	0,758	0,438	0,438
Sau 3h	1,747	1437	1,127	0,827	0,507	0,507
Sau 4 h	1,816	1506	1,196	0,896	0,576	0,576
Sau 6h	1954	1,644	1,334	1,034	0,714	0,714
Sau 9h	2,161	1,851	1,541	1,241	0,921	0,921
Sau 12h	2,575	2,265	1,955	1,655	1,128	1,128
Sau 18h	2,780	2,470	2,160	1,850	1,540	1,540

c) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 10$ m/h (bảng PLI16.

Bảng PLI16. Kết quả thí nghiệm đợt II xác định thông số tổn thất và thời gian lọc

(với $v = 10$ m/h)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (m)
-----------	---

	h_0	$h_1=0,300$	$h_2=0,600$	$h_3 =0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,580	1,260	0,940	0,620	0,300	0,300
Sau 1h	1,651	1,331	1,011	0,691	0,371	0,371
Sau 2h	1,722	1,402	1,082	0,0762	0,442	0,442
Sau 3h	1,793	1,473	1,151	0,0833	0,513	0,513
Sau 4 h	1,864	1,544	1,224	0,904	0,584	0,584
Sau 6h	2,006	1,686	1,366	1,046	0,726	0,726
Sau 9h	2,219	1,899	1,579	1,254	0,939	0,939
Sau 12h	2,432	2.325	2,005	1,58	1,364	1,364
Sau 18h	2,860	2,540	2,220	1,900	1,580	1,580

3/. Kết quả nghiên cứu đợt III.

- Đợt II bắt đầu từ ngày 13 tháng 5 năm 2019
- Đợt II kết thúc vào ngày 13 tháng 6 năm 2019

c) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 5m/h$ (bảng PLI17.

Bảng PLI17. Kết quả thí nghiệm đợt III xác định thông số tổn thất và thời gian lọc

(với $v = 5m/h$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (m)					
	h_0	$h_1=0,300$	$h_2=0,600$	$h_3 =0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,500	1,200	0,900	0,600	0,300	0,300
Sau 1h	1,567	1,267	0,967	0,667	0,370	0,370
Sau 2h	1,635	1,334	1,034	0,730	0,434	0,434
Sau 3h	1,701	1,401	1,101	0,801	0,501	0,501
Sau 4 h	1,768	1,468	1,168	0,868	0,568	0,568
Sau 6h	1,902	1,602	1,303	1,002	0,702	0,702
Sau 9h	2,036	1,773	1,503	1,203	0,903	0,903
Sau 12h	2,439	2,176	1905	1,404	1,104	1,104
Sau 18h	2,700	2,400	2,100	1,800	1,521	1,521

b) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v =7,5 m/h$ (bảng PLI18.

Bảng PLI18. Kết quả thí nghiệm đợt III xác định thông số tổn thất và thời gian lọc
(với $v = 7,5\text{m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (m)					
	h_0	$h_1=0,300$	$h_2=0,600$	$h_3 =0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,540	1,230	0,920	0,620	0,300	0,300
Sau 1h	1,609	1,299	0,989	0,689	0,369	0,369
Sau 2h	1,678	1,368	1,058	0,758	0,438	0,438
Sau 3h	1,747	1,437	1,127	0,827	0,507	0,507
Sau 4 h	1,816	1506	1,196	0,896	0,576	0,576
Sau 6h	1954	1,644	1,334	1,034	0,714	0,714
Sau 9h	2,161	1,851	1,541	1,241	0,921	0,921
Sau 12h	2,575	2,265	1,955	1,655	1,128	1,128
Sau 18h	2,780	2,470	2,160	1,850	1,540	1,540

c) Thí nghiệm với vận tốc lọc $v = 10\text{ m/h}$ (bảng PLI19.

Bảng PLI19. Kết quả thí nghiệm đợt III xác định thông số tổn thất và thời gian lọc
(với $v = 10\text{m/h}$)

Thời gian	Tổn thất tại các điểm đo ở độ cao lớp lọc (m)					
	h_0	$h_1=0,300$	$h_2=0,600$	$h_3 =0,900$	$h_4=1,200$	Đầu ra
0	1,580	1,260	0,940	0,620	0,300	0,300
Sau 1h	1,651	1,331	1,011	0,691	0,371	0,371
Sau 2h	1,722	1,402	1,082	0,762	0,442	0,442
Sau 3h	1,793	1,473	1,151	0,833	0,513	0,513
Sau 4 h	1,864	1,544	1,224	0,904	0,584	0,584
Sau 6h	2,006	1,686	1,366	1,046	0,726	0,726
Sau 9h	2,219	1,899	1,579	1,254	0,939	0,939
Sau 12h	2,432	2.325	2,005	1,58	1,364	1,364
Sau 18h	2,860	2,540	2,220	1,900	1,580	1,580

**PHỤ LỤC III: THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ RỬA LỌC
VẬT LIỆU ODM- 2F**

**(Đã tiến hành các lần rửa lọc cho 03 đợt thí nghiệm trên mô hình cột lọc ODM-
2F)**

a). Với vận tốc lọc $V = 5m/h$

Bảng PLII1₁:

Lần rửa lọc/ngđ	Cường độ rửa lọc, q_{rl} (l/s/m ²)	Thời gian rửa lọc, t_{rl} (s)	Khối lượng nước rửa lọc, W_{rl} (m ³)	Ghi chú
Lần 1	11,5	18x60	0,8775	(TB 03 lần rửa lọc)
Lần 2	12	18x60	0,8156	(TB 03 lần rửa lọc)
Lần 3	12,5	18x60	0,9538	(TB 03 lần rửa lọc)

d) Với vận tốc lọc $v = 7,5m/h$

Bảng PLII1₂:

Lần rửa lọc/ngđ	Cường độ rửa lọc, q_{rl} (l/s/m ²)	Thời gian rửa lọc, t_{rl} (s)	Khối lượng nước rửa lọc, W_{rl} (m ³)	Ghi chú
Lần 1	11,5	17,5x60	0,8531	(TB 03 lần rửa lọc)
Lần 2	12	17,5x60	0,8902	(TB 03 lần rửa lọc)
Lần 3	12,5	17,5x60	0,9237	(TB 03 lần rửa lọc)

e) Với vận tốc lọc $v = 10m/h$

Bảng PLII1₃:

Lần rửa lọc/ngđ	Cường độ rửa lọc, q_{rl} (l/s/m ²)	Thời gian rửa lọc, t_{rl} (s)	Khối lượng nước rửa lọc, $W_{rl}=q_{rl}.t_{rl}$ (l/m ²)	Ghi chú
Lần 1	11,5	16x60	0,7790	(TB 03 lần rửa lọc)
Lần 2	12	16x60	0,8139	(TB 03 lần rửa lọc)
Lần 3	12,5	16x60	0,8478	(TB 03 lần rửa lọc)

PHỤ LỤC IV. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ RỬA LỌC VÀ CHIỀU DÀY CẶN BỌC HẠT VẬT LIỆU LỌC ODM-2F

4.1. Lượng nước và thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày màng cặn bao phủ hạt lọc với vận tốc lọc $v = 5\text{m/h}$

1/. Lượng nước và thời gian rửa lọc:

Từ kết quả thí nghiệm ở bảng 3.10, 3.11 và 3.12. Lấy ví dụ bảng 3.10 ta có:

- Cường độ rửa lọc $q_{(r)} = 12\text{l/s/m}^2$;
- Thời gian rửa lọc: $t_{r(tb)} = (t_{r(1)} + t_{r(2)} + q_{r(3)})/3 = 17,5\text{ph}$
- Khối lượng nước rửa lọc: $W_{r(tb)} = (W_{r(1)} + W_{r(2)} + W_{r(3)})/3 = 0,9156 \text{ m}^3$

2/. Lượng cặn và chiều dày màng cặn bọc hạt lọc ODM-2F:

- Lượng cặn SS được giữ lại:

$$G_{ss} = Q_m(SS_1 - SS_2) = 8,478 \times 20 = 169,52 \text{ (gSS/ngđ)}$$

Trong đó: Q_m - lưu lượng nước xử lý trong ngày (qua mô hình), $Q_m = \pi D^2/4 \cdot 24 = 8,478 \text{ m}^3/\text{ngđ}$; $SS_1 = 30 \text{ mg/l}$ – Hàm lượng cặn SS đầu vào cột lọc ODM-2F; $SS_2 = 10\text{mg/l}$ – lượng cặn trong nước tái sử dụng.

- Lượng cặn được giữ lại tính đối với chu kỳ lọc:

Vì chu kỳ lọc nước kéo dài (16/24) ngày, lượng cặn được giữ lại đối với mỗi chu kỳ lọc sẽ là:

$$G = 169,52 \times (16/24) = 113 \text{ g/chu kỳ lọc (1 chu kỳ lọc } T = 16\text{h)}.$$

Lấy khối lượng riêng của cặn bằng khối lượng riêng của nước, khi đó ta có khối tích cặn là:

$$W_c = G/\rho = 113/1000 = 0,113 \text{ m}^3$$

- Xác định chiều dày cặn bao phủ hạt lọc:

Lấy: (1) Khối lượng riêng của vật liệu lọc: 650 kg/m^3 ; (2) Diện tích bề mặt trung bình của vật liệu lọc: $f = 150\text{m}^2/\text{kg}$ (xem bảng 2.3)

Khối lượng vật liệu lọc với chiều dày lớp vật liệu lọc trong cột lọc $H = 1,2\text{m}$ là:

$$G_{vll} = 650 \times 1,2 \times S_m = 650 \times 1,2 \times 0,07065 = 55,1 \text{ kg (} S_m \text{-diện tích của cột lọc, } \text{m}^2\text{)}$$

Diện tích bề mặt của các hạt vật liệu lọc là:

$$F_{cII} = G_{vll} \cdot f = 55,1 \times 150 = 8266,05 \text{ m}^2$$

Xác định được chiều dày bao phủ lớp lọc:

$$b = W_c/F_{cII} = 0,113/8266,05 \sim 0,0136\text{mm} = 13,6\mu\text{m}$$

4.2 Lượng nước và thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày màng cặn bao phủ hạt lọc với những vận tốc lọc khác.

Làm tương tự như trên ta có kết quả cho những vận tốc lọc $v= 7,5\text{m/h}$ và $v= 10\text{m/h}$ như ở bảng PL4.1.

Bảng PL4.1: Lượng nước, thời gian rửa lọc, lượng cặn và chiều dày lớp cặn bao phủ hạt lọc.

TT	Vận tốc lọc $v(\text{m/h})$	Cường độ rửa, $q_0(\text{l/sm}^2)$	Thời gian rửa lọc, $t(\text{phút})$	Khối lượng nước rửa lọc, W_r (m^3)	Khối tích cặn giữ lại, $W_c(\text{m}^3)$	Diện tích bề mặt các hạt lọc (m)	Chiều dày cặn bọc hạt lọc, $\sigma(\mu\text{m})$
1	5	11,5	18	0,9156	0,113	8266,05	13,6
2	7,5	12	17,5	0,8902	0,1095	8266,05	13,2
3	10	12,5	16	0,8139	0,106	8266,05	12,8

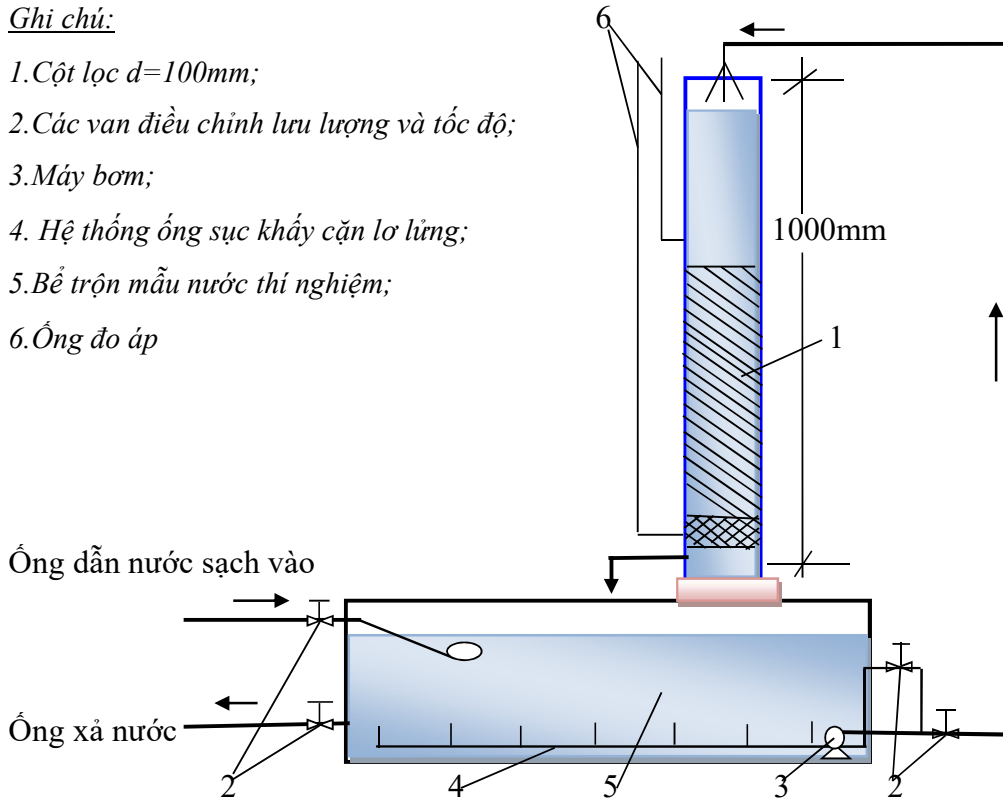
PHỤ LỤC V. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

Nghiên cứu được tiến hành tại phòng thí nghiệm môi trường Viện Khoa học Công nghệ Môi trường – Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

1. Sơ đồ thí nghiệm thể hiện ở hình PL5.

Ghi chú:

1. Cột lọc $d=100\text{mm}$;
2. Các van điều chỉnh lưu lượng và tốc độ;
3. Máy bơm;
4. Hệ thống ống sục khuấy cặn lơ lửng;
5. Bể trộn mẫu nước thí nghiệm;
6. Ống đo áp



Hình PL5. Mô hình nghiên cứu tại phòng thí nghiệm

2. Chuẩn bị mẫu cho các đợt thí nghiệm

- Mẫu nước thải được pha chế từ nước thải sinh hoạt của khu nhà ở có bổ sung thêm bùn từ trạm XLNT Kim Liên đạt hàm lượng cặn trong phạm vi hoạt động hiệu quả của vật liệu lọc ODM-2F: $SS = 25 \div 35 \text{ mg/l}$ (chọn 30mg/l);

- Đã thực hiện 04 thí nghiệm lọc cặn lơ lửng đối với vật liệu lọc đa năng ODM-2F và tương tự 04 đối với cát thạch anh. Kết quả thu được giới thiệu ở bảng PL5.1.

- Tiến hành xác định mùi bằng cách ngửi, kết quả cho thấy mẫu nước thải lọc qua vật liệu ODM-2F nhẹ mùi hơn mẫu nước thải lọc qua vật liệu cát thạch anh, các thông số để phân biệt cơ bản gồm có: CH_3SH (mercaptan) phát sinh từ quá trình xử lý yếm khí, NH_3 (Ammonia) còn tồn tại trong nước thải đầu ra, Cl_2 (clo) sau quá trình khử trùng và H_2S (Hydrogen Sulfide).

3. Kết quả thí nghiệm lọc cặn lơ lửng.

Bảng PL5.1. Kết quả thí nghiệm lọc cặn lơ lửng của ODM-2F và cát thạch anh

Vật liệu lọc	No TN	Q (m/h)	V (m/h)	Thời gian lọc, T_i (h)	SS ₀ (mg/l)	SS _t (mg/l)	SS ₀ -SS _t	$E_{ss} = \frac{SS_0 - SS_t}{SS_0}$ (%)
ODM-2F	1	0,03925	5	4	32	8,4	23,6	0,74
		0,058875	7,5	4	32	8,6	23,4	0,73
		0,0786	10	4	32	9	23	0,72
	2	0,03925	5	9	31	9,0	22	0,71
		0,058875	7,5	9	31	9,3	21,7	0,7
		0,0786	10	9	31	8,5	22,5	0,73
	3	0,03925	5	12	29	9,3	19,7	0,68
		0,058875	7,5	12	29	9,7	19,3	0,67
		0,0786	10	12	29	9,8	19,2	0,66
	4	0,03925	5	16	28	9,6	18,4	0,66
		0,058875	7,5	16	28	10	18	0,64
		0,0786	10	16	28	10	18	0,64
Cát thạch anh	1	0,03925	5	4	32	8,5	23,5	0,73
		0,058875	7,5	4	32	8,9	23,1	0,72
		0,0786	10	4	32	10	22	0,69
	2	0,03925	5	9	31	9,3	21,7	0,7
		0,058875	7,5	9	31	9,8	21,2	0,68
		0,0786	10	9	31	10	21	0,68
	3	0,03925	5	12	29	8,9	20,1	0,69
		0,058875	7,5	12	29	9,0	20	0,69
		0,0786	10	12	29	10	19	0,66
	4	0,03925	5	16	28	10	18	0,64
		0,058875	7,5	16	28	10,2	17,8	0,64
		0,0786	10	16	28	10,7	17,3	0,62

4. So sánh hiệu quả lọc cặn lơ lửng của vật liệu ODM-2F và cát thạch anh.

Bảng PL 5.2. Bảng so sánh hiệu quả lọc cặn lơ lửng giữa ODM-2F và cát thạch anh

a) Hiệu quả lọc cặn đối với vận tốc lọc $v=5m/h$:

Với SS _o (mg/l)	Vật liệu ODM-2F	Cát thạch anh:
32	$E_{ODM} = 0,745$	$E_{Cát} = 0,73$
31	$E_{ODM} = 0,71$	$E_{Cát} = 0,7$
29	$E_{ODM} = 0,68$	$E_{Cát} = 0,67$
28	$E_{ODM} = 0,66$	$E_{Cát} = 0,64$
Với SS =30mg/l	$E_{ODM} = 0,70$	0,67
So sánh	$E_{ODM} > E_{Cát}$	

b) Hiệu quả lọc cặn đối với vận tốc lọc $v=75m/h$:

Với SS _o (mg/l)	Vật liệu ODM-2F	Cát thạch anh:
32	$E_{ODM} = 0,73$	$E_{Cát} = 0,72$
31	$E_{ODM} = 0,7$	$E_{Cát} = 0,68$
29	$E_{ODM} = 0,67$	$E_{Cát} = 0,69$
28	$E_{ODM} = 0,64$	$E_{Cát} = 0,64$
Với SS =30mg/l	$E_{ODM} = 0,69$	0,68
So sánh	$E_{ODM} > E_{Cát}$	

c) Hiệu quả lọc cặn đối với vận tốc lọc $v=10m/h$:

Với SS _o (mg/l)	Vật liệu ODM-2F	Cát thạch anh:
32	$E_{ODM} = 0,72$	$E_{Cát} = 0,69$
31	$E_{ODM} = 0,73$	$E_{Cát} = 0,68$
29	$E_{ODM} = 0,66$	$E_{Cát} = 0,66$
28	$E_{ODM} = 0,64$	$E_{Cát} = 0,62$
Với SS =30mg/l	$E_{ODM} = 0,69$	0,66

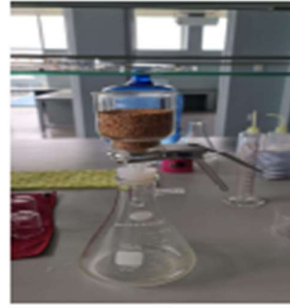
So sánh	$E_{ODM} > E_{Cat}$
---------	---------------------

5. Bảng đặc điểm phân biệt mùi.

Bảng đặc điểm phân biệt mùi		
Hợp chất	Đặc điểm	Ngưỡng điển hình, mg/L
Alkyl Mercaptan	Mùi tỏi đặc biệt khó chịu	0.00005
Ammonia	hăng	0.037
Benzyl Mercaptan	Khó chịu, giống tỏi	0.00019
Chlorine	Hăng mạnh, khó chịu	0.010
Chlorophenol	Mùi hóa chất	0.00018
Crotyl Mercaptan	Mùi chồn hôi	0.000029
Dimethyl Sulfide	Mùi rau phân hủy	0.0001
Diphenyl Sulfide	Khó chịu, giống tỏi	0.000048
Ethyl Mercaptan	Mùi rác phân hủy	0.00019
Ethyl Sulfide	Mùi gây buồn nôn	0.00025
Hydrogen Sulfide	Mùi trứng thối	0.00047
Methyl Mercaptan	Mùi rác phân hủy mạnh	0.0011
Methyl Sulfide	Mùi rau phân hủy	0.0011
Pyridine	Khó chịu, buồn nôn	0.0037
Skatole	Mùi sắt, buồn nôn	0.0012
Sulfur Dioxide	Hăng, khó chịu	0.009
Thiocresol	Mùi chồn hôi, ôi thiu	0.0001
Thiophenol	Mùi tỏi phân hủy	0.000062



Hình 1: Đo cặn lơ lửng trong phòng thí nghiệm



Hình 2: Thí nghiệm lọc trong ống



Hình 3: Giữ ẩm trước khi đo cặn lơ lửng



Hình 4: Tủ sấy làm khô giấy lọc



Hình 5: Đánh giá sơ bộ khả năng xử lý $\text{NH}_4\text{-N}$ của vật liệu lọc ODM-2F

**PHỤ LỤC VI. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU SƠ BỘ XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN
TÍNH CHẤT CỦA NƯỚC THẢI SAU TRẠM XLNTTT KIỂM LIÊN**

Giá trị	Mẫu số No	pH	SS (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)
Đo mẫu nước	1	6,5-8,5	45	29	3,38	5,1	18,44
	2	6,5-8,5	35	18	2,91	5,2	16,96
	3	6,5-8,5	50	20	3,58	4,6	24,75
	4	6,5-8,5	55	20	2,56	4,49	24,84
	5	6,5-8,5	48	20	1,73	4,75	18,57
	6	6,5-8,5	45	25	3,58	4,95	17,83
	7	6,5-8,5	43	29	3,57	5	21,46
	8	6,5-8,5	53	19	3,72	4,56	26,94
	9	6,5-8,5	45	23	3,34	4,88	21,76
	10	6,5-8,5	48	26	5,69	4,65	24,06
	11	6,5-8,5	40	44	3,68	4,62	35,50
	12	6,5-8,5	44	32	3,14	4,15	37,11
	13	6,5-8,5	37	40	7,01	4,0	25,51
	15	6,5-8,5	50	18	5,27	4,7	26,47
	15	6,5-8,5	53	27	3,79	5,3	23,29
Giá trị giao động		6,5-8,5	35÷53	18÷30	1,73÷7,01	4,0÷5,3	17,83÷37,11
Trung bình		7	50	30	4	5	27

**PHỤ LỤC VII. TRỌNG SỐ TIÊU CHÍ VÀ TỔNG ĐIỂM TỐI ĐA CÁC NHÓM
TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ**

TT	Nhóm tiêu Chí	Trọng số theo các tiêu chí W				Tổng
		Tiêu chí 1	Tiêu chí 2	Tiêu chí 3	Tiêu chí 4	Điểm V
1	Hiệu quả xử lý	Theo SS 0,2	Theo BOD ₅ 0,3	Theo N 0,3	Khử trùng 0,2	35
2	Hiệu quả kinh tế	Suất vốn đầu tư xây dựng 0,3	Chi phí vận hành, bảo dưỡng 0,3	Diện tích đất xây dựng 0,2	Tỉ lệ sử dụng nước thải, bùn thải sau xử lý 0,2	28
3	Trình độ công nghệ	Số lượng và loại thiết bị 0,4	Điều kiện và chế độ vận hành 0,3	Tính linh động của công nghệ 0,3		12
4	Tính phù hợp với điều kiện địa phương	Điều kiện tự nhiên 0,3	Phù hợp điều kiện kinh tế xã hội 0,4	Sử dụng được nước thải, bùn thải sau xử lý 0,3		10
5	Thích ứng với tác động của BĐKH	Đảm bảo hiệu quả xử lý khi thời tiết thay đổi 0,5	Chống chịu được nhiễm mặn 0,2	Có khả năng trữ nước trong thời gian dài 0,3		7
6	An toàn và thân thiện môi trường	An toàn với môi trường 0,4	Thân thiện với môi trường 0,3	Đảm bảo điều kiện vệ sinh bên trong 0,3		8
Tổng cộng						100

**PHỤ LỤC VIII. TÍNH TOÁN KINH TẾ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC
THẢI CÔNG SUẤT 150M³/NGĐ**

Bảng 1: Tổng dự toán trạm xử lý nước thải công suất 150m³/ngđ

STT	Các khoản mục chi phí	Giá trị (VNĐ)	Ghi chú
1	Chi phí xây dựng	673,600,686	Diễn giải tạm tính bảng 6
2	Chi phí thiết bị công nghệ	667,476,332	Diễn giải tạm tính bảng 6
3	Chi phí quản lý dự án	37,053,958	Theo thông tư 16/2019-BXD
4	Chi phí tư vấn đầu tư xây dựng	93,204,853	Theo thông tư 16/2019-BXD
5	Chi phí khác	80,464,621	Theo thông tư 09/2019-BXD
6	Chi phí dự phòng	17,031,678	Theo thông tư 09/2019-BXD
	Tổng cộng	1,568,832,128	
	Làm tròn	1,568,832,000	

Bảng 2: Suất đầu tư cho trạm xử lý công suất 78m³/ngđ

STT	Hạng mục chi phí	Thành tiền VNĐ
1	Tổng mức đầu tư	1,568,832,128
2	Công suất trạm xử lý (m ³ /ngđ)	78
3	Suất đầu tư cho 1m ³ nước thải	20,113,232

Bảng 3: Chi phí điện của trạm xử lý nước thải công suất 78m³/ngđ

STT	Thiết bị tiêu thụ	Số lượng	Công suất định mức	Thời gian chạy (h)	Công suất tính toán (kW/ngày)	Công suất làm việc (kW/ngày)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(4)*(5)	(7)=(6)/(3)
1	Máy bơm chìm Q=3.7 m ³ /h (Đến bể xử lý sinh học MBBR)	2	0.75	24	18	9
2	Máy bơm chìm Q=3.7 m ³ /h (Đến công trình lắng bậc 3)	2	0.75	24	18	9
3	Máy bơm chìm Q=3.7 m ³ /h (Đến công trình lọc ODM-2F)	2	0.75	24	18	9
4	Bơm trục vít Q=70L/h (Bơm bùn lắng tại bể lắng bậc 3, bể số 1)	2	0.25	1	0.25	0.125
5	Bơm trục vít Q=70L/h (Bơm bùn lắng tại bể lắng bậc 3, bể số 2)	2	0.25	1	0.25	0.125
6	Máy sục khí	2	3.4	24	81.6	40.8
7	Máy khuấy chìm	4	0.25	24	6	6
8	Bơm rửa lọc	2	7.5	0.28	2.1	1.05
	Tổng cộng					75.1
	Giá điện giờ cao điểm tạm tính					2,000
	Chi phí điện năng 1 ngày (Gđn)					150,200
	Năng lượng tiêu tốn cho 1m ³ nước thải xử lý (kW/m ³)					0.96
	Chi phí điện năng cho 1m ³ nước thải(VNĐ)					1,926

Bảng 4: Chi phí nhân công của trạm xử lý nước thải công suất 78 m³/ngđ

STT	Hạng mục chi phí	ĐVT	Đơn giá VNĐ	Thành tiền VNĐ
1	Lương chi trả cho cán bộ vận hành	4	6,500,000	20,000,000
2	Chi phí nhân công ngày (VNĐ/ngày)			854,794
3	Chi phí nhân công cho 1m ³ nước thải xử lý (VNĐ.m ³)			8,547

Bảng 5: Tổng chi phí vận hành của trạm xử lý nước thải công suất 78 m³/ngđ

STT	Hạng mục chi phí	Chi phí theo ngày (VNĐ)
1	Chi phí điện năng	150,200
2	Chi phí nhân công vận hành	10,959
3	Chi phí dự phòng sửa chữa (3%Gdt)	128,945
4	Tổng chi phí vận hành (VNĐ)	290,104
5	Công suất xử lý	78
6	Chi phí vận hành (VNĐ/m ³)	3,719

Bảng 6: Diễn giải khối lượng tạm tính cho trạm xử lý nước thải công suất 78 m³/ngđ

TÍNH TOÁN KINH TẾ KỸ THUẬT TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG SUẤT Q=78 M ³ /NGĐ					
STT	CÔNG TRÌNH XỬ LÝ SINH HỌC MBBR, BỂ LẮNG BẬC 3, BỂ LỌC VẬT LIỆU ODM-2F	Khối lượng	Đơn vị tính	Đơn giá (không bao gồm thuế)	Thành tiền (không bao gồm thuế)
I	CÁC CÔNG VIỆC XÂY DỰNG				
1.1	Công tác đất				

	Đào móng công trình, đất cấp II	17.93	m3	2,819,412	50,552,057
	Phụ tổng 1.1				50,552,057
1.2	Công tác cọc				
	Cọc bê tông cốt thép kích thước cọc 40x40 (cm)	2.21	100m	62,839,707	138,875,752
	Nối cọc bê tông cốt thép, kích thước cọc 40x40 (cm)	25	lần	1,035,361	25,884,025
	Nén tĩnh thử tải cọc bê tông	1	lần	82,148,176	82,148,176
	Phụ tổng 1.2				246,907,953
1.3	Công tác bê tông				
	Bê tông lót móng, đá 2x4, mác 200	24	m3	1,289,620	30,950,885
	Bê tông đáy bể, C40	13.15	m3	1,513,513	19,902,691
	Bê tông tường, C40	22.6	m3	1,977,896	44,700,459
	Bê tông hành lang trên bể	13.11	m3	2,209,959	28,972,562
	Bê tông các dầm C40	11	m3	2,209,959	24,309,549
	Bê tông cầu thang thường, đá 1x2, mác 300	9.8	m3	1,698,628	16,646,556
	Sản xuất cấu kiện bê tông đúc sẵn, bê tông tấm đan, đá 1x2, mác 300	2.1	m3	1,510,382	3,171,803

	Phụ tổng 1.3				168,654,505
1.4	Thép thanh				
	Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép bê tông tại chỗ, cốt thép tường, đường kính $\leq 10\text{mm}$, tường cao $\leq 16\text{m}$	0.1	tấn	24,426,854	2,442,685
	Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép bê tông tại chỗ, cốt thép tường, đường kính $\leq 18\text{mm}$, tường cao $\leq 16\text{m}$	3.01	tấn	25,062,866	75,439,227
	Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép bê tông tại chỗ, cốt thép tường, đường kính $>18\text{mm}$, tường cao $\leq 16\text{m}$	0.75	tấn	24,515,364	18,386,523
	Phụ tổng 1.4				96,268,435
1.5	Thép bản				
	Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép bê tông tại chỗ, cốt thép bản, đường kính $\leq 10\text{mm}$	1.2	tấn	14,656,112	17,587,334
	Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép bê tông tại chỗ, cốt thép bản, đường kính $\leq 18\text{mm}$	3.25	tấn	14,335,144	46,589,219
	Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép bê tông tại chỗ, cốt thép bản, đường kính $> 18\text{mm}$	1.35	tấn	14,009,899	18,913,363
	Phụ tổng 1.5				83,089,916
1.6	Thép cầu thang				
	Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép bê tông tại chỗ, cốt thép cầu thang, đường kính $\leq 10\text{mm}$, tường cao $\leq 16\text{m}$	0.08	ton	14,656,111	1,172,489
	Công tác sản xuất lắp dựng cốt thép bê tông tại chỗ, cốt thép cầu thang, đường kính $>10\text{mm}$, tường cao $\leq 16\text{m}$	0.1		15,037,720	1,503,772
	Sản xuất, lắp đặt cốt thép bê tông đúc sẵn, cốt thép, tấm đan	0.26	ton	13,991,946	3,637,906

	Phụ tổng 1.6				6,314,167
1.7	Một số vật liệu khác				
	Nắp gang hồ thoát nước loại 1200x1200	2	tấm	3,288,721	6,577,442
	Lan can loại A trên hành lang bê, thép không gỉ	22.26	m2	565,062	12,578,280
	Thang thép không gỉ (CT3) loại SS41 phi 19	0.03	tấn	88,597,660	2,657,930
	Phụ tổng 1.7				21,813,652
	Phụ tổng phần xây dựng				673,600,686
II	PHẦN CƠ KHÍ				
	Van 1 chiều DN25	3	cái	325,000	975,000
	Van 1 chiều DN50 mặt bích	2	cái	780,000	1,560,000
	Van 2 chiều DN25	3	cái	495,000	1,485,000
	Van 2 chiều DN50 (động cơ/ thủ công) mặt bích	2	cái	1,275,000	2,550,000
	Lắp đặt ống gang DN50 PN10	0.18	100m	94,254,680	16,965,842
	Lắp đặt ống PVC DN25 PN6	0.35	100m	2,220,400	777,140
	Phụ tổng II				24,312,982

III	PHẦN ĐIỆN				
	Hộp điều khiển tại chỗ	4	cái	3,549,600	14,198,400
	Ông lượn cáp D50 bằng thép không gỉ xuyên qua sàn	0.12	100m	40,145,712	4,817,485
	Hộp nối cáp động lực và điều khiển cho máy bơm	5	cái	4,854,500	24,272,500
	Khay đỡ cáp rộng 300	15	m	683,200	10,248,000
	Áp tô mát MCCB-4P-32A	5	cái	2,217,813	11,089,065
	Áp tô mát bảo vệ quá tải, ngắn mạch và bảo vệ dòng rò ELCB-4P-16A	5	cái	2,308,429	11,542,145
	Công tắc tơ 3P-16A	5	cái	981,755	4,908,775
	Vôn kế 0-450V kèm chuyển mạch	1	cái	1,169,391	1,169,391
	Biến áp cách ly 380/220V-200VA	1	cái	1,539,565	1,539,565
	Đèn báo 3W-220A	18	cái	92,231	1,660,158
	Cầu chì 2A	4	bộ	85,643	342,572
	Cung cấp và kéo rải cáp CU/XLPE/PVC-4x2.5mm ²	75	m	23,700	1,777,500
	Phụ tổng III				87,565,556
IV	CUNG ỨNG THIẾT BỊ				

Máy thổi khí Q=3Nm ³ /phút, H:60 Kpa	2	bộ	21,756,000	43,512,000
Đĩa sục khí DN120, 3Nm ³	70	bộ	576,000	40,320,000
Máy khuấy chìm	4	bộ	9,250,000	37,000,000
Bơm trục xoắn lệch tâm Q=70L/h, H=7m	4	bộ	25,237,583	100,950,333
Bơm chìm Q=3.7 m ³ /h, H=7m	6	bộ	9,490,000	56,940,000
Bơm rửa lọc Q=50m ³ /h, H=10m	2	bộ	38,150,230	76,300,460
Tời tay 1 tấn	1	bộ	2,300,000	2,300,000
Đồng hồ đo lưu lượng điện từ DN50	1	bộ	5,800,000	5,800,000
Đồng hồ đo lưu lượng điện từ DN25	3	bộ	1,725,000	5,175,000
Vật liệu xử lý sinh học MBBR sản xuất nội địa	12.1	m ³	8,000,000	96,800,000
Vật liệu ODM-2F	3620	kg	25,000	90,500,000
Phụ tổng IV				555,597,793
Phụ tổng thiết bị công nghệ				667,476,332
Tổng giá trị phần xây dựng và thiết bị công nghệ				1,341,077,018