

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI

**NGHIÊN CỨU CÔNG TRÌNH LỌC ODM-2F ĐỂ LOẠI BỎ CẶN LƠ
LỮNG 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

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SỸ KỸ THUẬT

HÀ NỘI 2022

Công trình được hoàn thành tại Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Người hướng dẫn khoa học: 1. GS.TSKH. Trần Hữu Uyển
2. PGS.TS. Nghiêm Văn Khanh

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Nhà nước họp tại trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Vào hồi: giờ ngàytháng.....năm 2022

Có thể tìm hiểu luận án tại

1. Thư viện Quốc gia
2. Thư viện Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Dân số đô thị tăng nhanh, các trung tâm công nghiệp, các bệnh viện và trung tâm y tế hoạt động tạo ra nhiều rác thải và 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.

Nước thải sinh hoạt được xác định là nguồn tài nguyên và luôn có sẵn trong đô thị, nếu xử lý đạt yêu cầu mà chỉ để xả thải thì vừa lãng phí vừa góp phần gây ô nhiễm môi trường, trong khi có thể tái chế để tái sử dụng cho nhiều mục đích tái sử dụng khác nhau như tưới cây rửa đường.

Xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt đô thị để tái sử dụng có thể sử dụng kết hợp công nghệ lọc giá thể sinh học để khử chất hữu cơ và dinh dưỡng (ví dụ công nghệ MBBR) với công nghệ lọc để khử cặn lơ lửng (ví dụ công nghệ lọc ODM-2F). Trên thị trường Việt Nam có khá nhiều các vật liệu lọc sản xuất trong nước và từ nước ngoài với những cấu trúc hạt, tính năng kỹ thuật phù hợp cho 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 và là vật liệu lọc đa năng với thành phần hóa học cơ bản gồm: $\text{SiO}_2 \leq 84\%$; $\text{e}_2\text{O}_3 \leq 3,2\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} = 8\%$; kích thước hạt 0,8-1,3mm; dung lượng hấp thụ 1,3g/g và nhiều đặc tính cũng như có khả năng ứng dụng khác như:

- Giảm được hàm lượng cặn và xử lý được các hợp chất hữu cơ có trong nước
- Kết hợp được nhiều công đoạn xử lý như xúc tác, tạo bông, lọc cặn trong cùng một thiết bị.
- Có thể thay thế các loại vật liệu lọc đang được sử dụng mà không cần thay đổi cấu trúc bể lọc.

Lượng nước rửa lọc thấp hơn các loại vật liệu khác. Không cần sục gió, tiết kiệm được điện năng v.v...

Xuất phát từ những lý do nêu trên, tác giả đặt vấn đề thực hiện luận án với đề tài “*Nghiên cứu ứng dụng công trình lọc ODM-2F để khử cặn lơ lửng trong xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích không ăn uống trong đô thị*” với mong muốn lựa

chọn được công nghệ xử lý nâng cao nước thải và xác định được các thông số/chỉ tiêu để xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F phù hợp để phục vụ cho thiết kế và vận hành.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Nghiên cứu đánh giá thực trạng về tái sử dụng nước thải, xây dựng cơ sở lý thuyết và lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

- Nghiên cứu thực nghiệm xác định các thông số/chỉ tiêu để xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F.

- Nghiên cứu ứng dụng phương pháp tính toán vào thiết kế công trình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải sinh hoạt để tái sử dụng cho mục đích chữa cháy, tưới cây, rửa đường cho khu đô thị điển hình.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

a) Đối tượng nghiên cứu: Nước thải sau trạm xử lý tập trung

b) Phạm vi nghiên cứu:

- Về khoa học:

- + Lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải (xử lý khử bổ sung chất hữu cơ, dinh dưỡng và khử cặn lơ lửng còn lại sau xử lý bậc II);

- + Xác định các thông số/chỉ tiêu công nghệ khử cặn lơ lửng trên mô hình lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải ở điều kiện phòng thí nghiệm và pilot ngoài hiện trường.

- Về không gian: Nước thải sinh hoạt đô thị.

- Về thời gian: Tính đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.

4. Nội dung nghiên cứu:

- Nghiên cứu tổng quan các vấn đề về: (1) Xử lý nâng cao nước thải và các ứng dụng công trình lọc ODM-2F; (2) Tái sử dụng nước thải cho mục đích chữa cháy, tưới cây rửa đường.

- Xây dựng cơ sở về: (1) 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) xác định thông số/chỉ tiêu công nghệ ODM-2F.

- Lựa chọn công nghệ và 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.
- Nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình cột lọc ODM-2F.
- Xây dựng phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F từ số liệu nghiên cứu thực nghiệm.
- Ứng dụng kết quả nghiên cứu cho khu đô thị điển hình.
- Đánh giá kinh tế kỹ thuật phương án xử lý và tái sử dụng nước thải cho mục đích chữa cháy, tưới cây, rửa đường trong đô thị.

5. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp điều tra khảo sát thu thập số liệu
- Phương pháp tổng hợp, phân tích và đánh giá số liệu.
- Phương pháp kế thừa có chọn lọc các kết quả nghiên cứu.
- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết.
- Phương pháp mô hình hóa để xây dựng mô hình và nghiên cứu thực nghiệm.
- Phương pháp phân tích chất lượng nước bằng các thiết bị hiện đại.
- Phương pháp xử lý số liệu và so sánh các kết quả thí nghiệm.
- Phương pháp nghiên cứu ứng dụng.
- Phương pháp chuyên gia.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

- Bằng nghiên cứu tổng quan thực trạng, cơ sở lý luận và thực tiễn về xử lý và tái sử dụng nước thải và nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình cột lọc ODM-2F, luận án đã xây dựng được các mối quan hệ phụ thuộc giữa các thông số công nghệ và chỉ tiêu chất lượng nước. Từ đó đã xây dựng được phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích chữa cháy, tưới cây rửa đường trong đô thị. Kết quả đạt được có thể tham khảo cho nghiên cứu khoa học và đào tạo chuyên ngành kỹ thuật cơ sở hạ tầng đô thị.
- Phương pháp tính toán có khả năng ứng dụng trong thiết kế và vận hành công trình lọc ODM-2F trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải.

- Giải pháp xử lý và tái sử dụng nước thải cho mục đích cấp nước chữa cháy, tưới cây rửa đường trong đô thị mang lại các lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường, cũng như đảm bảo cho sự phát triển đô thị ổn định và bền vững.

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

- Lựa chọn được dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải bằng sự kết hợp giữa công nghệ khử chất hữu cơ và dinh dưỡng bằng MBBR và công nghệ khử cặn lơ lửng và hòa tan bằng lọc ODM-2F đảm bảo chất lượng nước cho mục đích chữa cháy, tưới cây rửa đường trong đô thị

- Kết quả nghiên cứu thực nghiệm chứng minh về khả năng lọc cặn tốt của vật liệu đa năng và từ kết quả đó đã xây dựng được phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước chữa cháy, tưới cây rửa đường trong đô thị. Phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F thực hiện theo 5 bước:

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

(Ghi chú: q_o -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 đã được lập trong luận án và từ đó xác định được chiều dày lớp lọc theo công thức lý thuyết;

+ Xác định diện tích lọc;

+ Xác định số bể lọc;

+ Kiểm tra tốc độ lọc tăng cường; và

+ Tính toán hệ thống phân phối nước lọc và rửa lọc.

- Tính toán sơ bộ về kinh tế, kỹ thuật cho thấy giải pháp xử lý và tái sử dụng nước thải cho mục đích chữa cháy, tưới cây rửa đường trong đô thị là hoàn toàn khả thi và mang lại các lợi ích kinh tế, xã hội và môi trường.

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

1.1 Tổng quan về xử lý nâng cao nước thải và công nghệ lọc ODM-2F

1.1.1 Mục độ mục đích xử lý nâng cao nước thải

1/. Mục độ xử lý nước thải

Căn cứ vào dây chuyền công nghệ, chất lượng nước thải dòng ra của trạm xử lý nước thải mà có thể đưa ra mức độ xử lý nước thải như: Sơ bộ (Preliminary), bậc I (Primary), bậc I tăng cường (Advanced primary), bậc II (Secondary), bậc III (Tertiary) và bậc cao (Advanced).

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

Sự kết hợp xử lý nước thải bậc III và bậc cao được sử dụng và hiểu trong luận án là xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng .

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: Trong đô thị, trong công nghiệp, trong nông nghiệp và bổ cập nước dưới đất v.v...

1.1.2 Một số trạm xử lý nước thải sinh hoạt đô thị đang hoạt động tại Việt Nam.

Tính đến nay, cả nước chỉ mới có khoảng ~ 30 hệ thống thu gom và xử lý nước thải đô thị đã được xây dựng và đi vào hoạt động 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 năm 2020 trên cả nước sẽ 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, 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.

Như vậy, đa số các 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.

1.1.3 Công trình lọc nước được ứng dụng trong thực tế.

1/. Công nghệ lọc trong xử lý nước cấp và nước thải và ứng dụng.

Theo Metcalt & Eddy, Inc (2003), có khá nhiều loại bể lọc vật liệu dạng hạt nặng hơn nước khác nhau được sử dụng để xử lý nước cấp và nước thải cũng như xử lý nâng cao nước thải. Có thể kể ra các loại: (1) Bể lọc trọng lực nước chuyển động xuôi hoặc ngược một hoặc nhiều lớp lọc, rửa lọc bằng cường bức hoặc tự động; (2) Bể lọc áp lực một hoặc nhiều lớp lọc, rửa lọc bằng cường bức hoặc tự động.

Theo Lê Văn Cát và Trịnh Xuân Đức, (2014), bể lọc vật liệu lọc nổi có các loại: FPZ-1,2,3,4,5, FPZ4-N, AFPZ-5M, FPZ-COMPACT-2, FPZ-COMPACT-10, rửa lọc có thể bằng cường bức hoặc tự động.

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

1/. Công nghệ MBBR:

Công trình MBBR có 02 loại: MBBR hiếu khí và MBBR kỵ khí đảm bảo cho quá trình xử lý Ni tơ trong nước.

Thông số thiết kế như sau:

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 hiếu khí	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

Công nghệ MBBR có những ưu điểm trước các công nghệ tuyền thống đối với xử lý chất hữu cơ và dinh dưỡng. Như vậy, công nghệ MBBR hoàn toàn có khả năng ứng dụng để khử chất hữu cơ và dinh dưỡng trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước cho chữa cháy, tưới cây rửa đường trong đô thị.

1.1.5 Công nghệ lọc ODM-2F và ứng dụng.

Các loại bể lọc giới thiệu ở trên đều có thể sử dụng được trong xử lý nâng cao nước thải để khử chất lơ lửng còn lại sau xử lý bậc III. Tuy nhiên, vật liệu đa năng ODM-2F có thể thay thế cùng lúc cho cả cát thạch anh, hạt xúc tác và than hoạt tính trong xử lý nước cấp, nước thải và nâng cao nước thải. Bởi vậy, tác giả luận án dự kiến chọn bể lọc

ODM-2F để khử chất lơ lửng đảm bảo chất lượng nước cho mục đích tái sử dụng chữa cháy, tưới cây và rửa đường trong đô thị.

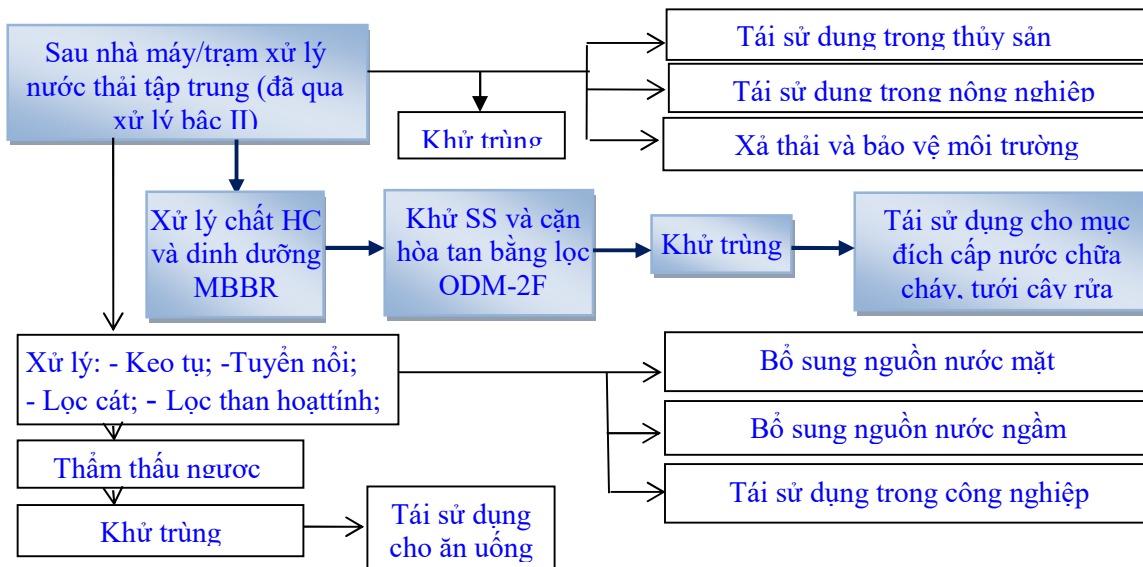
a) *Các ứng dụng ở nước ngoài:* Vật liệu lọc đa năng ODM-2F được đưa vào ứng dụng để xử lý nước cấp và nước thải từ năm 1998 trong nhiều công trình lọc nước ở Nga, Ukraina, Uzbekistan (tại các thành phố Matxcova, Perma, Yekaterinburg, Irkustsk, Omsk...) và ở nhiều quốc gia khác.

b) *Các ứng dụng trong nước:* Tại Việt Nam, bể lọc ODM-2F được sử dụng từ năm 2002 chủ yếu để xử lý nước cấp cho: Hệ thống cấp nước Diamond Plaza (xử lý nước ngầm); hệ thống cấp nước cho “Cô gái Hà Lan” để sản xuất sữa của Công ty Dutch Lady VN, Nhà máy sữa Bình Dương; hệ thống cấp nước Khu công nghiệp Tây Bắc – Củ Chi; nhiều trạm xử lý nước cấp cho khu dân cư tại khu vực Tây Nguyên như Đắk Lắk, Đắk Nông, Công Tum, Lâm Đồng...) và các tỉnh Kiên Giang, Sóc Trăng, An Giang, Bình Định, ...

1.2 Tổng quan về tái sử dụng nước.

1.2.1 Sơ đồ 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 về xử lý và tái sử dụng nước thải, có thể đưa ra sơ đồ tổng thể xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng để cấp nước như ở hình 1.1.



Hình 1.1. Sơ đồ tổng thể xử lý theo các yêu cầu tái sử dụng nước thải.

1.2.2 Tổng quan về tái sử dụng nước thải tại một số nước trên thế giới

Giới thiệu tổng quan tái sử dụng nước thải tại một số quốc gia trên thế giới gồm khối các nước khu vực Địa Trung Hải như: Israel, Tunisia, Cyprus, Jordan...; Khối các nước châu Âu như: Áo, Bỉ, Pháp, Hy Lạp, Ý, Na Uy, Luxembourg, Bồ Đào Nha, Thụy Điển, Hà Lan và Anh...; Khối các nước châu Mỹ, Mỹ La Tinh như: Mỹ, Brazil, Mexico...; Khối các nước châu Á như: Trung Quốc, Nhật Bản, Singapore, Thái Lan...; Và Úc.

1.2.3 Tổng quan về tái sử dụng nước thảitại Việt nam.

Tại Việt nam cũng có nhiều dự án và nghiên cứu về xử lý để tái sử dụng nước thải trong nông nghiệp như Mô hình xử lý và tái sử dụng nước thải tại chỗ ở thị trấn Lim – Bắc Ninh hay các vùng công thôn mới (NTM)

1.2.4. Nhận xét đánh giavề xử lý và tái sử dụng nước thải

Theo số liệu cho thấy lượng nước tái sinh tại các quốc gia trên thế giới đều có xu hướng tăng lên. Lấy ví dụ: tại Israel, Úc và Tunisia lượng nước tái sinh tương ứng 25%, 11% và 10% so với tổng nhu cầu dùng nước. Tại Ai Cập dự kiến sẽ tăng lên 10 lần vào năm 2029.

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 và tại các vùng nông thôn mới đạt hiệu quả tăng sản lượng thu hoạch, đồng thời bảo vệ được môi trường.

1.3 Tình hình nghiên cứu liên quan.

Các nghiên cứu ở trong và ngoài nước tập trung chủ yếu vào các vấn đề như: Xử lý để tái sử dụng nước thải trong nông nghiệp, trong nuôi trồng thủy sản, trong công nghiệp.

Tuy nhiên, xử lý nâng cao nước thải để sử dụng cho mục đích chữa cháy, tưới cây rửa đường trong đô thị ở nước ta chỉ mới dừng lại ở việc nghiên cứu ứng dụng với qui mô đơn lẻ công trình hoặc cụm dân cư nhỏ, chưa có những nghiên cứu đầy đủ với qui mô khu đô thị hoặc đô thị.

1.4 Những vấn đề cần nghiên cứu giải quyết trong luận án

Từ tổng quan về xử lý nâng cao nước thải và tái sử dụng cũng như về các ứng dụng công nghệ lọc ODM-2F có thể rút ra được những nội dung và vấn đề cần được tiếp tục giải quyết trong luận án, đó là:

- Cơ sở để lựa chọn công nghệ và xác định các thông số công nghệ cũng như chỉ tiêu chất lượng nước để tái sử dụng cho mục đích cấp nước cho chữa cháy, tưới cây rửa đường trong đô thị.
- Thực nghiệm lọc ODM-2F.
- Xác định nhu cầu dùng nước không ăn uống trong đô thị.
- Xây dựng phương pháp tính toán công nghệ lọc ODM-2F trong xử lý nâng cao nước thải.
- Áp dụng kết quả nghiên cứu đối với 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.

Chất nước thải trước trạm xử lý nâng cao đạt loại A theo QCVN 14:2008/BTNMT. Cụ thể: Độ pH = 6-7; $BOD_5 \leq 30$ mg/l; Tổng chất rắn hòa tan ≤ 500 mg/l; $SS \leq 50$ mg/l; Kjeldahl Nitrogen TKN ≤ 5 mg/l; Phốt pho ≤ 5 mg/l.

2.1.2 Chất lượng nước thải sau xử lý nâng cao.

Chất lượng nước tái sử dụng cho mục đích chữa cháy, tưới cây, rửa đường trong đô thị được kiến nghị chung như sau: pH= 6-9, độ màu ≤ 30 , độ đục ≤ 5 , tổng chất rắn hòa tan ≤ 1000 mg/l, $BOD_5 \leq 10$ mg/l, $SS \leq 10$ mg/l, $NH_4-N \leq 3$ mg/l Phốt pho $PO_4 \leq 2$ mg/l.

2.2 Nguyên tắc, tiêu chí và qui trình lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

Đưa ra các nguyên tắc và 3 tiêu chí đánh giá tính bền vững của các dự án XLNT (kỹ thuật, môi trường, xã hội và kinh tế), 06 nhóm tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải (hiệu quả xử lý nước thải, kinh tế, trình độ công nghệ, sự phù hợp với điều

kiện địa phương, thích ứng với biến đổi khí hậu và an toàn thân thiện với môi trường) và qui trình hai bước lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

Đưa ra 02 bước cho qui trình lựa chọn công nghệ gồm: (1) Lựa chọn sơ bộ nhằm xác định định hướng công nghệ xử lý; và (2) Lựa chọn cuối thường tiến hành lập ma trận đánh giá lựa chọn công nghệ và lựa chọn công nghệ thích hợp.

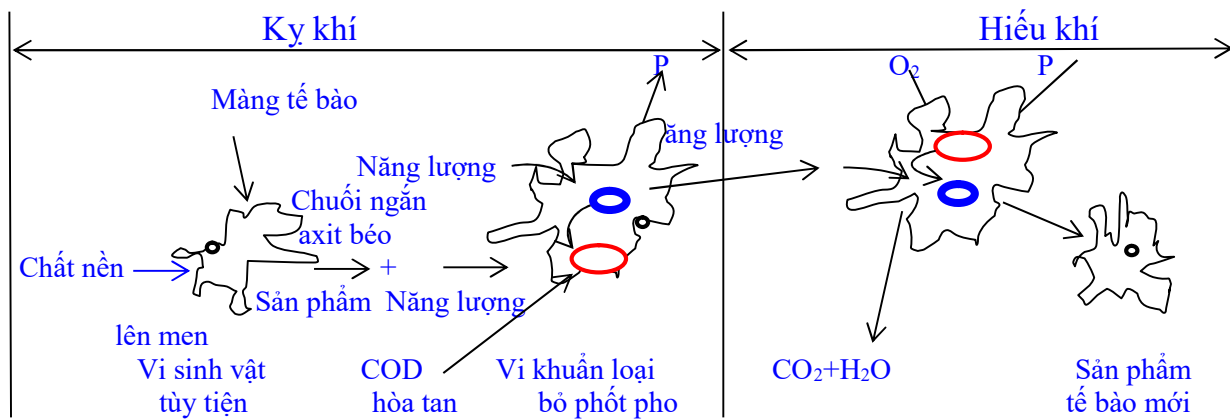
2.3 Cơ sở lý thuyết cho xử lý chất hữu cơ, dinh dưỡng và cặn lơ lửng

2.3.1 Lý thuyết khử chất hữu cơ và dinh dưỡng.

1/. Xử lý loại bỏ BOD

Làm giảm BOD nước thải thường sử dụng sự hoạt động và tăng trưởng của các vi sinh vật hiếu khí và kỵ khí với hai giải pháp xử lý sử dụng vi sinh vật ở trạng thái lơ lửng và dính bám.

2/. Xử lý loại bỏ photpho



Hình 2.1: Cơ chế loại bỏ photpho dư thừa (COD – nhu cầu oxy hóa học, PHB – poly- β -hydroxybutyrate) (Bowker và Stensel, 1987); ● - PHB; ○ - Nguồn Cac bon

3/. Xử lý loại bỏ ni tơ

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

Nitrat hóa theo hai bước: $\text{NH}_4^+ + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ và $\text{NO}_2^- + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$

Các phản ứng khử nitrat và tạo thành khí ni tơ: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$

2.3.2. Một số công nghệ xử lý nâng cao nước thải để khử chất hữu cơ và dinh dưỡng

Giới thiệu các sơ đồ công nghệ xử lý chất hữu cơ và dinh dưỡng như: Bardenpho sửa đổi, công nghệ AA/O, công nghệ UCT (University of Cape Town), Công nghệ Phostrip II, công nghệ lọc sinh học dính bám – bùn hoạt tính (FGR – SGR), công nghệ C-tech, công nghệ MBR và công nghệ MBBR.

2.3.3 Vật liệu lọc nước, vật liệu đa năng ODM-2F và vật liệu giá thể sinh học di động:

1/. *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... 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.

2/. *Vật liệu lọc đa năng ODM-2F*: 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. Thành phần chính là diatomit, zeolit và bentonit với tỉ lệ $\text{SiO}_2 \leq 84\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \leq 3,2\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO} = 8\%$.

3/. *Vật liệu lọc nổi làm giá thể MBBR*: Vật liệu lọc giá thể sinh học di động có nhiều dạng như: Dạng cầu, dạng bánh xe PE-04. Dạng cầu D50, D100 và D150 và dạng sợi (AFBR)...

2.3.4 Lý thuyết lọc cần qua lớp vật liệu dạng hạt ODM-2F

Trình bày: (1) Nguyên lý lọc nước qua vật liệu ODM-2F dạng hạt (2) Xác định các chuẩn số đồng dạng; (3) Xác định thời gian và qui luật gia tăng tổn thất trong quá trình lọc nước.

2.4 Cơ sở lý thuyết cho nghiên cứu thực nghiệm.

2.4.1 Cơ sở lý thuyết đồng dạng.

Nghiên cứu cơ sở lý thuyết tương tự để xây dựng mô hình thực nghiệm biểu diễn các thuộc tính vật lý của bể lọc ODM-2F như: - Đồng dạng theo 03 chiều không thứ nguyên về hình học (chiều dài, diện tích và thể tích); - Đồng dạng tỉ lệ không thứ nguyên về quan hệ giữa các quá trình động học (vận tốc, lưu lượng, tổn thất...) theo phương trình vi phân của chuẩn số đồng dạng.

2.4.2 Giả thuyết khoa học cho nghiên cứu thực nghiệm.

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

2.5 Kết luận.

Từ nghiên cứu các cơ sở lý thuyết và thực tiễn, luận án đã:

- Lựa chọn chất lượng nước đầu vào và đầu ra trạm xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước chữa cháy, tưới cây, rửa đường trong đô thị.
- Lựa chọn được vật liệu giá thể sinh học di động để xử lý sinh học chất hữu cơ và dinh dưỡng và vật liệu lọc ODM-2F để khử cặn lơ lửng
- Đưa ra được các nguyên tắc, tiêu chí và qui trình lựa chọn công nghệ xử lý nâng cao nước thải.
- Xây dựng được cơ sở lý thuyết (1)Khử chất hữu cơ và dinh dưỡng; (2)Khử cặn lơ lửng qua lớp vật liệu lọc dạng hạt; và (3)Lý thuyết đồng dạng để xây dựng mô hình thực nghiệm.

CHƯƠNG 3. ĐỀ XUẤT CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NÂNG CAO 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.

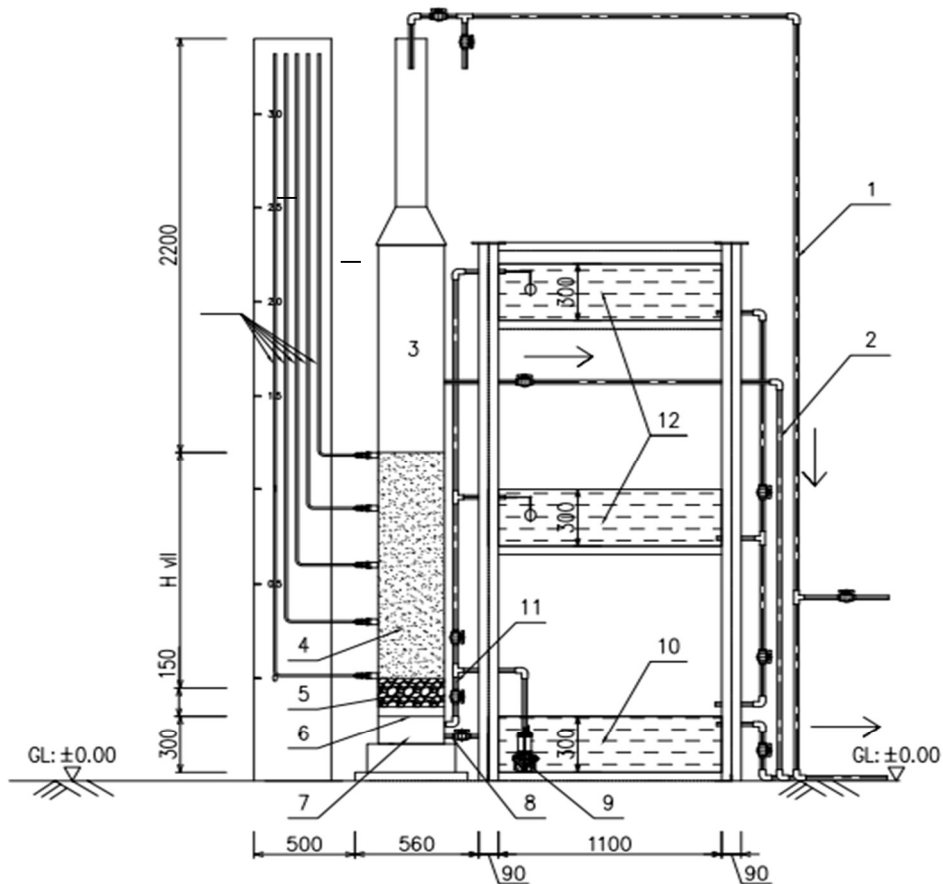
Đã tiến hành xác định sơ bộ các công nghệ xử lý nước thải, từ đó đánh giá ưu nhược điểm, phạm vi áp dụng và thực hiện qui trình đánh giá và lựa chọn công nghệ.

Đã đưa ra các công nghệ gồm AAO, CAS, SBR, MBR và MBBR và tiến hành đánh giá theo các tiêu chí hiệu quả kinh tế, trình độ công nghệ, sự phù hợp với điều kiện địa phương, thích ứng với biến đổi khí hậu và an toàn thân thiện môi trường và đánh trọng số và cũng như tính tổng điểm để so sánh lựa chọn.

Kết quả đã lựa chọn được công nghệ lọc MBBR để khử chất hữu cơ và dinh dưỡng, công nghệ lọc ODM-2F để khử cặn lơ lửng và hòa tan cho công đoạn xử lý nâng cao nước thải cho mục đích tái sử dụng cấp nước không ăn uống trong đô thị.

3.2 Xây dựng mô hình thí nghiệm

Từ lý thuyết tương tự về hình học, luận án đã tính toán thiết kế mô hình thí nghiệm như ở hình 3.1.



Hình 3.1: Sơ đồ mô hình thực nghiệm

1- Ống dẫn nước thải lên mô hình cột lọc, d15mm; 2- Ống xả nước rửa lọc, d25mm; 3- Cột lọc, D150mm ; 4- Vật liệu lọc (đa năng 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;11- Ống dẫn nước rửa lọc, d25mm; 12- Khay chứa nước rửa lọc ω_2 và ω_3 .

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

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

a) *Mục đích:*(1) Trong phòng thí nghiệm: So sánh khả năng khử cặn lơ lửng của vật liệu ODM-2F so với vật liệu cát thạch anh; (2)Pilot ngoài hiện trường: Xác định các thông số/chỉ tiêu quá trình lọc ODM-2F để xây dựng phương pháp tính toán công nghệ trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho các mục đích tưới cây, rửa đường và chữa cháy trong đô thị.

b) *Đối tượng nghiên cứu:* Nước thải sau trạm XLNTTT.

c) *Phạm vi nghiên cứu:* Khử cặn lơ lửng trong xử lý 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:*

- Các chỉ tiêu: PH, cặn lơ lửng; kiểm tra thành phần hữu cơ;
- Các thông số lọc: Lưu lượng, vận tốc, thời gian và tổn thất lọc, thời gian và khối lượng nước rửa lọc.

2/ *Qui trình thực nghiệm:* - Chuẩn bị mô hình và các thiết bị thí nghiệm; - Bơm nước vào mô hình và điều chỉnh lưu lượng, tốc độ; Lấy mẫu xác định các thông số/chỉ tiêu.

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

- Phương pháp phân tích lấy mẫu nước được thực hiện tuân thủ theo các tiêu chuẩn hiện hành, Việc xác định được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Môi trường, Viện Khoa học Môi trường, Bách Khoa Hà Nội.

- Phương pháp xác định các đại lượng và thông số hoạt động của mô hình: - Thông số về lọc nước (lưu lượng nước thải ($m_3/ngđ$); vận tốc lọc (m/h); tổn thất cột lọc (m) và các thông số về rửa lọc được xác định bằng các thiết bị đo đếm tại hiện trường).

3.3.4 Qui hoạch thực nghiệm.

Việc thiết lập các mô hình mô tả thông kê tiến hành theo 5 bước: (1) Xác định các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình tách cặn; (2) Xác định mối liên hệ bên ngoài giữa hàm mục tiêu và các yếu tố ảnh hưởng; (3) Xác định mô tả thống kê của mô hình thực nghiệm; (4) Xác định các thông số mô tả thống kê; (5) Kiểm tra sự trùng hợp của mô tả.

Kết quả cho thấy mô hình tương hợp với bức tranh thực nghiệm, cụ thể:

- Tỷ lệ nghịch với tương tác giữa lưu lượng cần xử lý, tải trọng thủy lực và thời gian giữ cặn SS.

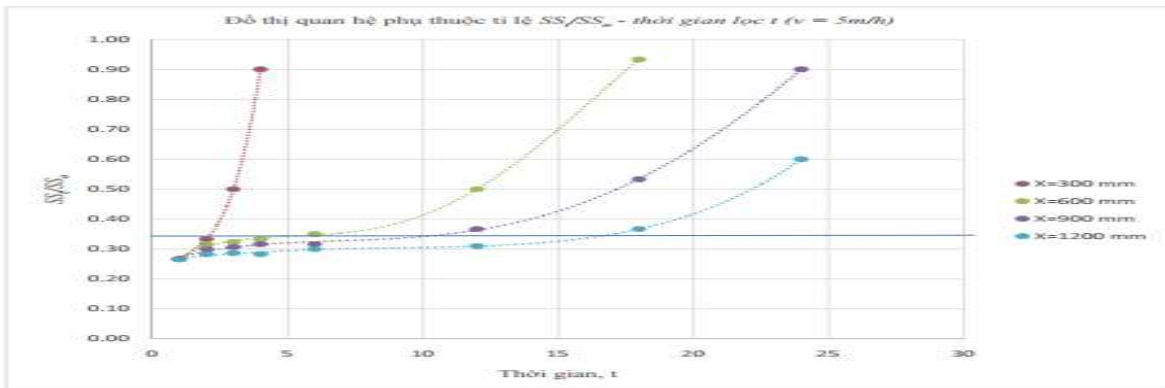
- Tỷ lệ nghịch với tương tác giữa tải trọng thủy lực, thời gian giữ cặn SS, tỉ lệ đường kính và chiều cao cột lọc.

- Tỷ lệ nghịch với tương tác giữa lưu lượng cần xử lý.

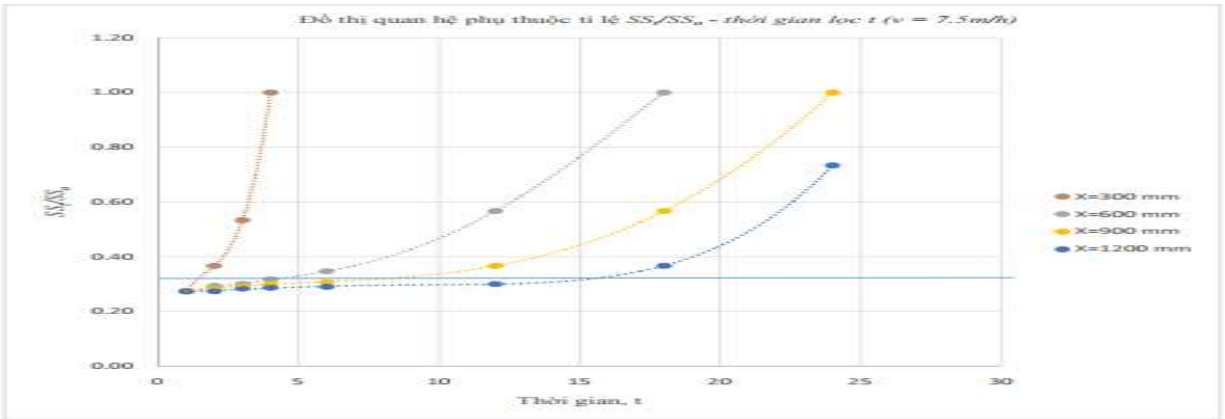
3.3 Kết quả và xử lý kết quả thực nghiệm lọc ODM-2F

Đã tiến hành 03 đợt thực nghiệm trên mô hình pilot lọc ODM-2F (mô hình đặt tại trạm XLNT Kim Liên), kết quả xây dựng được các đồ thị phụ thuộc:

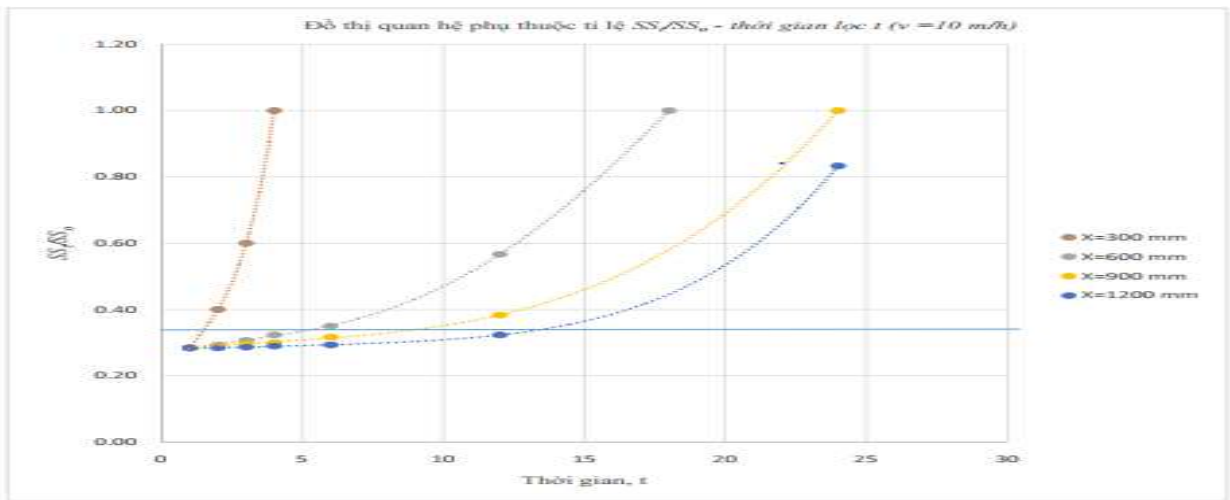
1/. Đồ thị phụ thuộc tỉ lệ SS_t/SS_0 và thời gian lọc.



Hình 3.2. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS_t/SS_0 - thời gian lọc t ($V = 5m/h$)

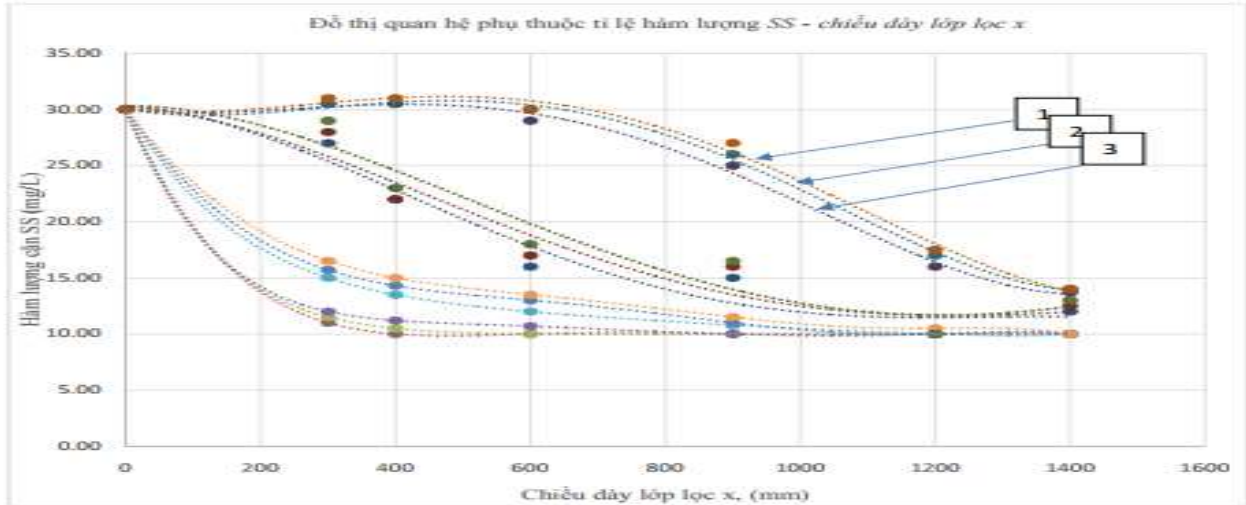


Hình 3.3. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS/SS_0 -thời gian lọc t ($V = 7,5\text{m/h}$)



Hình 3.4. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tỉ lệ SS/SS_0 -thời gian lọc t ($V = 10\text{m/h}$)

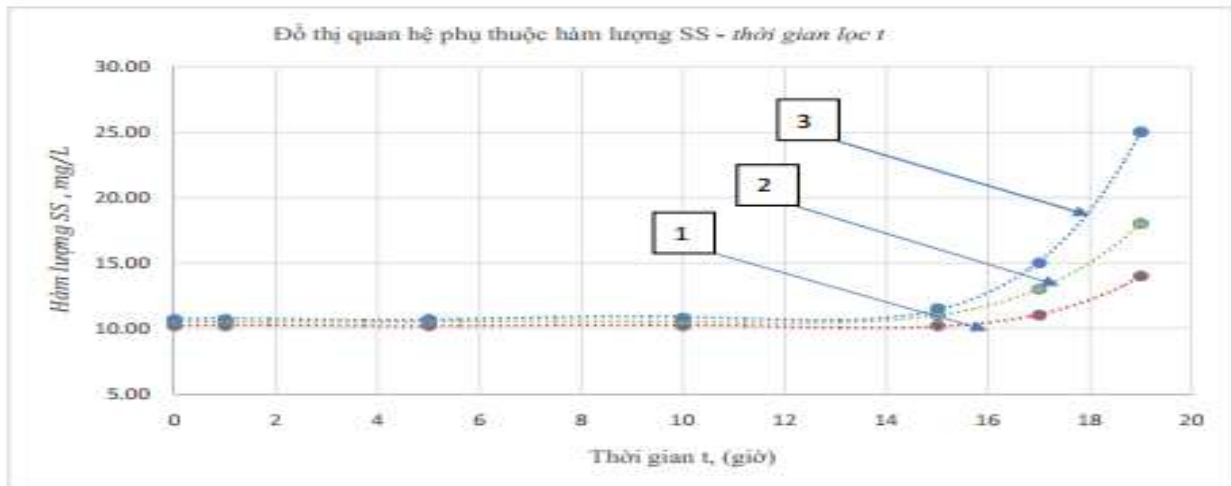
2/. Đồ thị phụ thuộc SS – chiều dày lớp lọc x



Hình 3.5. 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,V...đặc trưng các thời kỳ tiếp theo

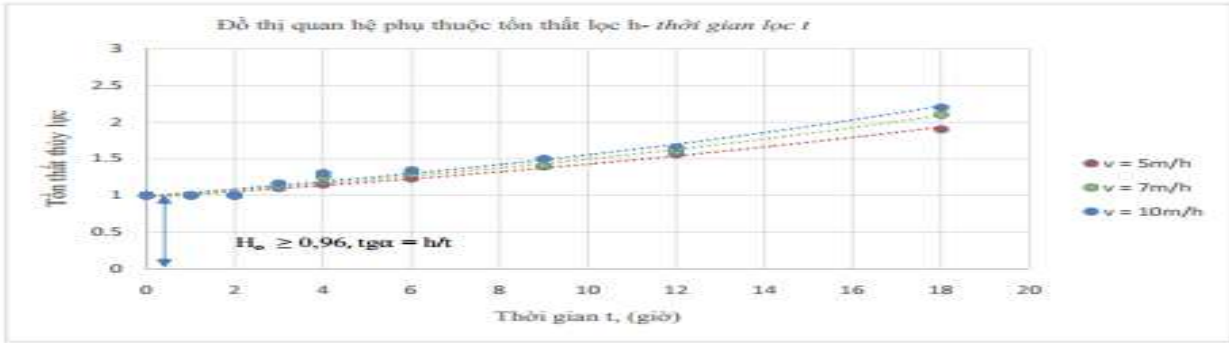
3/. Đồ thị phụ thuộc SS – thời gian lọc t



Hình 3.6. 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 $v = 10\text{m/h}$)

3/. Xử lý kết quả thí nghiệm liên quan đến tổn thất lọc và thời gian lọc.



Hình 3.7. Đồ thị quan hệ phụ thuộc tổn thất lọc h – thời gian lọc t

3.4 Kết luận.

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 nghệ 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 tái sử dụng trong đô thị gồm: Công trình lắng đợt III => công trình MBBR => 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 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. Kết quả lọc ODM-2F đạt $E_{ss(ODM-2F)} = 70\%$.

CHƯƠNG 4. XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH LỌC ODM-2F VÀ ỨNG DỤNG

4.1 Xây dựng phương pháp tính toán bể lọc ODM-2F

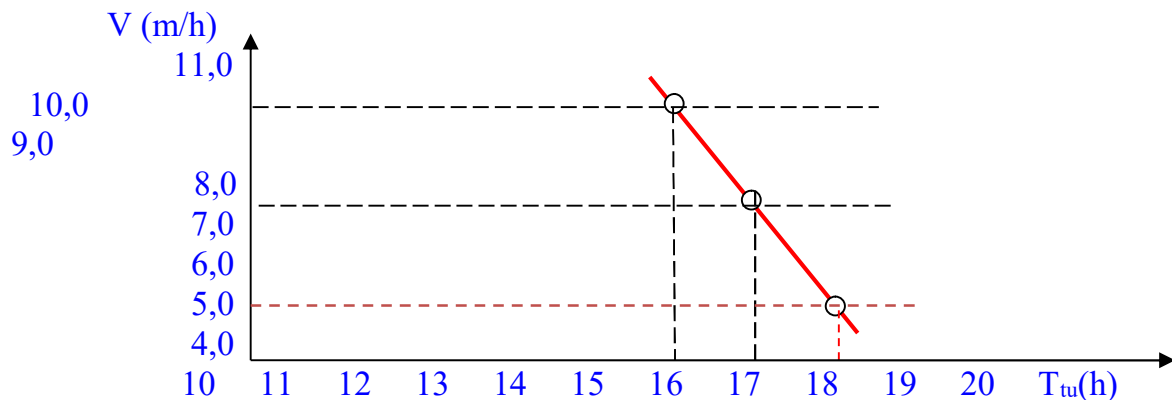
4.1.1 Xác định các thông số lọc và rửa lọc bằng thực nghiệm.

- Xác định các thông số lọc trên cơ sở kết quả nghiên cứu thực nghiệm với các vận tốc lọc khác nhau. Kết quả thu được tổng hợp ở bảng 4.1:

Bảng 4.1. Thông số lọc với vận tốc lọc khác nhau

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_o (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	l-A	0,80	0,84	0,88
10	Thời gian lọc tối ưu t_{tu} (h)	16	15,5	15

Từ bảng 4.1 có thể xây dựng đồ thị phụ giữa vận tốc lọc và thời gian tối ưu như hình 4.2 để sử dụng cho tính toán thiết kế bể lọc.



Hình 4.2. Đồ thị phụ thuộc giữa vận tốc lọc và thời gian lọc tối ưu.

- Đã xác định được thông số rửa lọc trung bình để sử dụng chung cho các vận tốc lọc khác nhau ($v=5\div 10\text{m/h}$) gồm có: Cường độ rửa lọc $q_0 = 14\text{l/sm}^2$; thời gian rửa lọc $t = 18$ phút; khối lượng nước rửa lọc W_t (m^3).

- Ngoài ra cũng tính toán xác định được chiều dày lớp cặn bao phủ hạt lọc $\sigma = 20\mu\text{m}$.

4.1.2 Xác định nhu cầu dùng nước tái sử dụng trong đô thị

Từ số liệu liệt kê nhu cầu của các dịch vụ cấp nước trong đô thị, có thể xây dựng được công thức tính toán nhu cầu dùng nước tái sử dụng như sau:

- Đối với đô thị loại III trở lên: $Q_{\text{cndt(III,tsd)}} = 0,6125q_0N$ (4.1)

Trong đó: q_0 —tiêu chuẩn cấp nước (l/người/ngđ); N —số người sử dụng nước (người).

- Đối với đô thị loại IV và V: $Q_{\text{cndt(IV,tsd)}} = 0,54q_0N$ (4.2).

4.2.3 Quy trình tính toán thiết kế bể lọc ODM-2F.

1/. Xác định nhu cầu dùng nước tái sử dụng trong đô thị.

Được tính toán theo công thức 4.1 (đối với đô thị loại III trở lên) và công thức 4.2 (đối với đô thị loại IV và V).

2/. Chọn thời gian chu kỳ lọc và chiều dày lớp lọc:

Dựa theo biểu đồ hình 4.1, dự kiến vận tốc lọc $V(\text{m/h}) \rightarrow$ lựa chọn $T_{\text{lọc}} = T_{\text{tr}}$.

Xác định chiều dày lớp lọc theo công thức: $t_{\text{gh}} = \varphi \frac{H_{\text{gh}} - H_0}{H_0 \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot x = 1,36$

$$\frac{H_{\text{gh}} - i_0 x}{i_0 \cdot F(A)} \cdot \frac{b}{a} \cdot x \rightarrow x = \frac{H_{\text{gh}}}{i_0} = \frac{1}{1,36} \cdot \frac{a}{b} \cdot T_{\text{Tu}} F(A)$$

(Trong đó: $\varphi = \left(\frac{d_{\text{td}}}{d_{20}}\right)^2 = 1,36$; $H_{\text{gh}} = 2\text{m}$; $H_0 = i_0 x$; $i_0 = 0,8\div 1,1$)

3/. Xác định diện tích lọc:

$F = Q/v \text{ m}^2$ (Trong đó: Q - lưu lượng, m^3/h ; v - vận tốc, m/h).

4/. Xác định số bể lọc:

$$n = \frac{1}{2} \sqrt{F} \text{ (Trong đó: } F \text{ - diện tích của bể lọc, } \text{m}^2\text{)}$$

5/. Kiểm tra tốc độ lọc tăng cường:

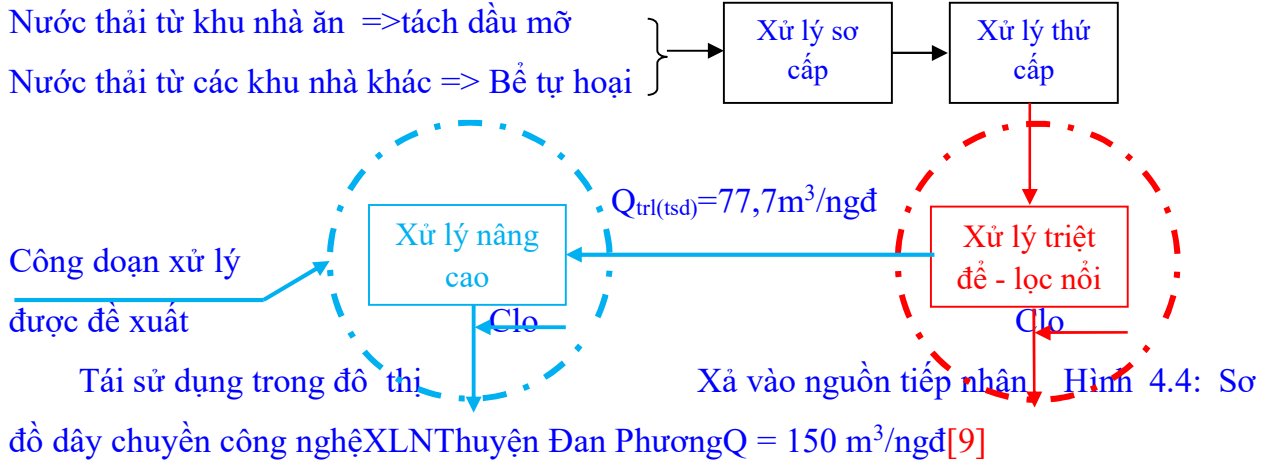
$$v_{tc} = v \frac{N}{N-1} \leq 10 \text{ m/h}$$

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 giảng dạy hiện hành.

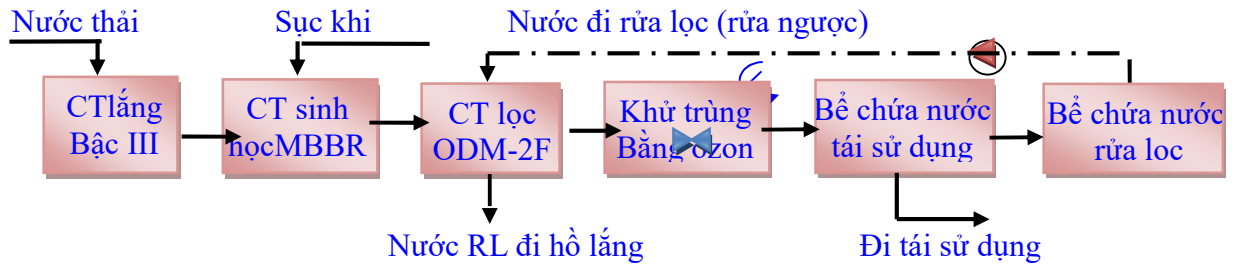
4.4 Ứng dụng kết quả nghiên cứu đối với trạm XLNT huyện Đan Phượng, TP Hà Nội.

4.4.1 Mô tả trạm xử lý nước thải sinh hoạt.



4.4.2 Đề xuất dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải.

Sơ đồ xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng đề xuất như sau:



Hình 4.5. Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải (Q=7,82m³/ngđ).

4.3.3 Tính toán thiết kế các công trình trong dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải khu đô thị.

Đã tiến hành tính toán kích thước các công trình trong dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao. Trong tính toán công nghệ lọc ODM-2F đã sử dụng phương pháp tính toán đề xuất trong luận án. Kết quả tính toán bể lọc ODM-2F như sau:

Q _{tr1} (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 _{đơ}	Lớp lọc, H ₁	Lớp nước, H ₂	Dự trữ, H ₂	Xây dựng, H _{xd} ,			
77,82	2	2	0,7	1,5	1,2	0,3	3,7	17	14	7,48

4.4 Đánh giá lợi ích kinh tế, môi trường giải pháp tái sử dụng nước thải.

Đã khái toán kinh tế trạm lọc ODM-2F.

Đã xác định sơ bộ lợi ích kinh tế, môi trường giải pháp tái sử dụng nước thải sinh hoạt

4.5 Bàn luận.

Bàn luận về: (1) Kết quả nghiên cứu thực nghiệm; (2) Nhu cầu khối lượng và giải pháp tái sử dụng nước thải trong đô thị; (3) Khả năng ứng dụng phương pháp tính toán bể lọc ODM-2F.

KẾT LUẬN CHUNG VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

1. Tái sử dụng nước thải ngày càng được sử dụng rộng rãi không chỉ trong lĩnh vực nông nghiệp, công nghiệp mà trong mọi lĩnh vực sản xuất và đời sống của con người. Tùy theo mục đích tái sử dụng mà nước thải có thể được xử lý với những mức độ khác nhau. Xử lý nâng cao nước thải là sự kết hợp xử lý bậc III và xử lý bậc cao nhằm đảm bảo chất lượng nước cho mục đích tái sử dụng trong đô thị.

2. Bằng điều tra khảo sát thu thập số liệu quản lý thực tế, luận án đã đề xuất chất lượng nước thải đầu vào đầu ra, tính toán mức độ xử lý nâng cao nước thải, và từ nghiên cứu tổng quan thực trạng ứng dụng công nghệ xử lý nước cũng như phân tích đánh giá các nhóm tiêu chí lựa chọn công nghệ xử lý, luận án đã:

- Lựa chọn được công nghệ khử chất nhiễm bản hữu cơ và dinh dưỡng bằng công trình MBBR

- Lựa chọn được công nghệ khử cặn lơ lửng còn lại sau xử lý bậc II để tạo điều kiện làm việc hiệu quả cho công nghệ MBBR và lựa chọn được công nghệ khử cặn còn lại và tạo thành trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải bằng công trình lọc ODM-2F.

- Lựa chọn được dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải phù hợp để tái sử dụng trong đô thị gồm: Công trình lắng đợt III => công trình MBBR => Công trình lọc ODM-2F => Công trình khử trùng.

3. Từ cơ sở lý thuyết đã xây dựng các mô hình cột lọc và tiến hành nghiên cứu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm và pilot ngoài hiện trường.

- Nghiên cứu trong phòng thí nghiệm xác định được khả năng lọc cặn lơ lửng của ODM-2F ($E_{ODM-2F} = 69 \div 70\%$, xem PL6) tốt hơn khả năng lọc cặn lơ lửng của cát thạch anh ($E_{cát} = 6 \div 68\%$, xem PL6).

- Nghiên cứu pilot ngoài hiện trường xây dựng được:

+ Môi quan hệ phụ thuộc giữa các chỉ tiêu/thông số lọc như tỉ lệ hàm lượng SS/SS_o - thời gian lọc t; tỉ lệ hàm lượng SS/SS_o - 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;

+ Môi quan hệ thông số lọc (chiều dày lớp lọc, thời gian chu kỳ lọc, vận tốc lọc) và các thông số rửa lọc (cường độ rửa lọc, thời gian rửa lọc...);

+ Phương pháp tính toán công trình lọc ODM-2F trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích cấp nước trong đô thị.

4. Từ phân tích, đánh giá và tổng hợp các qui định 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 đã xây dựng được công thức xác định nhu cầu tái sử dụng nước trong đô thị:

• Đối với đô thị loại đặc biệt, loại I, II, III, khu du lịch và nghỉ mát:

$$Q_{cndt(III,tsd)} = 0,6125q_oN$$

• Đối với đô thị loại IV và V:

$$Q_{cndt(IV,tsd)} = 0,54q_oN$$

Trong đó: q_o - tiêu chuẩn dùng nước, l/người/.ngđ;

N- dân cư tính toán (người)

6. Luận án tiến hành nghiên cứu ứng dụng phương pháp tính toán được đề xuất để tính toán thiết kế công trình lọc ODM-2F trong công đoạn xử lý nâng cao nước thải để tái sử dụng cho mục đích chữa cháy, tưới cây, rửa đường cho khu đô thị huyện Đan Phượng (công suất $Q_{tr1} = 77,82 \text{ m}^3/\text{ngđ}$).

7. Việc xử lý và tái sử dụng nước thải cho mục đích cấp nước tái sử dụng trong đô thị có thể giảm thiểu được tỉ lệ nước khai thác từ nguồn tự nhiên tương ứng $\sim 41,7\%$ đối với đô thị loại III trở lên và $\sim 38,9\%$ đối với đô thị loại IV và V. Đồng thời giảm được tỉ lệ lượng nước xả thải vào nguồn tiếp nhận $\sim 52,1\%$ đối với đô thị loại III trở lên và $\sim 50,7\%$ 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. Kết quả nghiên cứu của luận án là khả thi, tuy nhiên để có thể áp dụng vào thực tế các giải pháp xử lý và tái sử dụng nước thải thì Nhà nước cần có chủ trương, chính sách khuyến khích tái sử dụng nước thải trong đô thị. Đồng thời cần tiến hành nghiên cứu cả về mặt tổ chức quản lý hệ thống tái sử dụng nước thải phù hợp tính chất xây dựng, điều kiện phát triển kinh tế - xã hội và môi trường các khu dân cư đô thị Việt Nam.

2. Trong luận án chưa có điều kiện nghiên cứu đầy đủ và chi tiết về một số vấn đề liên quan như: (1)Khả năng liên kết giữa các công trình trong dây chuyền công nghệ xử lý nâng cao nước thải để đảm bảo cho hiệu quả tốt nhất; (2)Nghiên cứu xử lý nâng cao nước thải được tiến hành với giả thiết chất lượng nước thải đầu vào đạt QVVN 14:2008/BTNMT.Trong trường hợp khác, cần thiết phải có thêm các nghiên cứu khẳn cấp hoặc tính toán thiết kế các công trình phù hợp với chất lượng nước thải đầu vào trạm xử lý nâng cao.

3. Cần có thêm các nghiên cứu thử nghiệm cho các khu đô thị khác nhau để đạt được hiệu quả kinh tế, xã hội và môi trường theo mong muốn trước khi áp dụng rộng rãi.

4. Đồng thời cần xây dựng lộ trình cho việc tái sử dụng nước thải phù hợp với các qui định pháp lý và giai đoạn phát triển kinh tế xã hội của các đô thị Việt Nam

**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