

# Nghiên cứu các giải pháp kỹ thuật tái sử dụng nước thải sinh hoạt

Nguyễn Xuân Hoàn, Trường Đại học Công nghiệp TP.HCM

## 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA NGHIÊN CỨU

Xử lý nước thải nói chung và xử lý nước thải sinh hoạt nói riêng cần phải được tính toán, cân nhắc về các yếu tố kinh tế và kỹ thuật, như ổn định trong hoạt động, vận hành đơn giản, dễ sử dụng, dễ thay thế và sửa chữa, không gây xáo trộn hay ảnh hưởng đến quy trình công nghệ và đặc biệt chi phí phải thấp.

Sử dụng nước thải sinh hoạt sau xử lý cho nhiều mục đích khác nhau như: 1). Nuôi trồng thủy sản [3]. 2). Sử dụng nước thải sinh hoạt sau xử lý để tưới cho cây trồng [1, 2]. Sử dụng lại nước thải nhằm đồng thời ba mục tiêu: a). Ngăn ngừa sự gia tăng chất ô nhiễm cho môi trường tiếp nhận. b). Tiết kiệm nguồn tài nguyên nước. c). Tái sử dụng lại các chất dinh dưỡng có trong nước thải làm phân bón cho cây trồng. 3). Sử dụng nước thải sinh hoạt và đô thị sau xử lý để phục vụ nhu cầu sinh hoạt. Với mục tiêu:

Cung cấp nước để rửa sạch thành phố (đường phố, xe cộ ...) và mạng cứu hỏa.

Cấp lại một phần cho tầng nước ngầm (qua lớp lọc).

Đưa nước trở lại chu trình nước uống, cách này yêu cầu dây chuyền xử lý rất phức tạp đòi hỏi phải loại bỏ triệt để các chất ô nhiễm hữu cơ, amoni, vi khuẩn... những khả năng kỹ thuật đã giải quyết được.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

Nước thải sinh hoạt tại khu biệt thự

Lê Lai, Đà Lạt dùng làm đối tượng nghiên cứu

Thành phần ô nhiễm trong nước thải có các giá trị sau: pH = 7,95 ; TSS = 245 mg/l ; COD = 272 mg/l ; BOD<sub>5</sub> = 114 mg/l ; N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> = 13,4 mg/l ; P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> = 30 mg/l.

Toàn bộ quy trình công nghệ công đoạn 1 được xây dựng bằng bê tông cốt thép theo đơn đặt hàng công suất 200 m<sup>3</sup>/ngày đêm. Công đoạn 2 được thí nghiệm với quá trình lắng bằng hỗn hợp phenol, sắt, chấu lắng, cột lọc màng polypropylene 10 lít, cột lọc than hoạt tính và dung dịch khử trùng chlorine.

Các thí nghiệm được phân tích tại phòng thí nghiệm Viện Sinh học nhiệt đới (Số 1, Mạc Đĩnh Chi, Quận 1) và Trường ĐH Công nghiệp TP. HCM (12, Nguyễn Văn Bào, Gò Vấp).

Thời gian thực hiện nghiên cứu này từ tháng 9 năm 2007 đến nay.

Các nghiên cứu để đạt mục tiêu đề ra được dựa vào tiêu chuẩn của "Israel Ministry of Health" được thể hiện trong bảng 2.1

Yêu cầu đặt ra đối với công nghệ thực nghiệm là: Nước thải sinh hoạt đưa vào mô hình mang tính đặc trưng cao, tại các vị trí cần thiết phải có van lấy mẫu để xác định độ giảm chất ô nhiễm sau mỗi đơn nguyên, công nghệ phải mang tính thực tế cao để dễ dàng triển khai, nhân rộng, dễ chế tạo, vận hành, sửa chữa, thay thế, có thể quan sát được các hiện tượng xảy ra trong mô hình, giá thành xử lý chấp nhận được.

Nước thải đô thị chưa xử lý bao gồm

nước thải sinh hoạt và một phần nước thải công nghiệp. Cấp độ xử lý nước thải có thể được phân loại chung thành: xử lý sơ bộ, xử lý bậc I, xử lý bậc II và xử lý bậc cao. Xử lý nước thải bậc cao được quy vào xử lý bổ sung, trong đó xử lý bậc II được coi là bắt buộc cho bất kỳ loại nước thải nào [6, 7, 8]. Căn cứ vào thành phần, tính chất nước thải sinh hoạt đã được phân tích, đồng thời kết hợp với những dự kiến nghiên cứu công nghệ và các chỉ tiêu chất lượng môi trường đặt ra, quá trình xử lý nước thải sinh hoạt thành nước sinh hoạt được thực hiện làm hai công đoạn xử lý khác nhau:

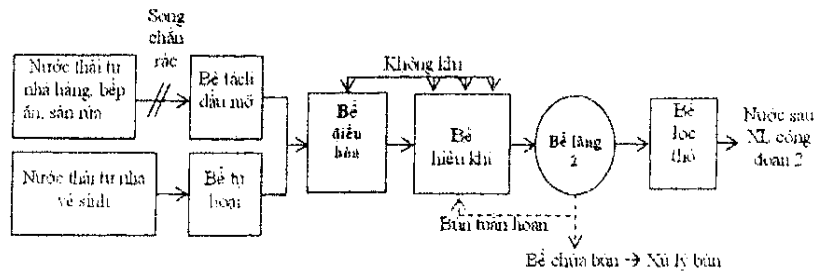
Công đoạn 1: gọi là công đoạn xử lý bậc hai, yêu cầu nước ra khỏi công đoạn này đạt tiêu chuẩn mức I theo TCVN 6772-2000.

Nước thải phát sinh từ các hoạt động nấu ăn, tắm rửa, giặt tẩy, vệ sinh... sẽ được thu gom vào cống thoát nước đặt ngầm dưới đất và dẫn về trạm xử lý tập trung. Trước khi vào trạm xử lý tập trung, nước thải sẽ được dẫn qua song chắn rác, với cấu tạo đặc thù của song chắn rác những mảnh vụn, cặn bẩn thô có kích thước lớn lẫn trong nước thải sẽ được tách ra khỏi nước thải. Phần nước thải trong sau khi tách dầu mỡ sẽ chảy sang bể điều hòa trước khi bơm vào hệ thống xử lý sinh học. Trong khi đó, nước thải từ các hố xí, nhà vệ sinh, nhà tắm, bể tự hoại... sẽ được thu gom riêng (tách biệt với nước thải sinh hoạt) về bể sơ lắng, trước khi vào hệ thống xử lý sinh học.

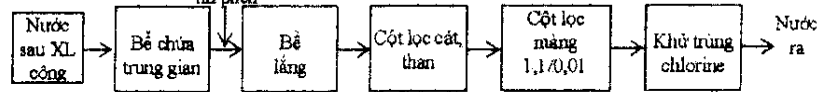
Đối với các khu nhà nghỉ, resort biệt lập cách xa trạm xử lý, nước thải sẽ được thu gom bằng hệ thống ống cống ngầm (theo tuyến thu gom) về bể chứa nước

thải trung gian, sau đó sẽ được bơm chuyên dụng bơm về trạm xử lý nước thải tập trung. Tại bể điều hòa, mạng lưới cung cấp khí dạng EPDM sẽ liên tục cung cấp khí nhằm hạn chế mùi hôi thối phát sinh từ bể chứa và điều hòa lưu lượng và nồng độ. Tại hồ bơm trong bể điều hòa đặt 2 bơm nhúng chìm chuyển tiếp sẽ luân phiên bơm nước thải sang các công trình xử lý sinh học tiếp theo. Hoạt động của bơm được điều khiển bởi hệ thống phao nổi điều khiển kết nối với tủ điện điều khiển chính của hệ thống. Trong bể xử lý sinh học hiếu khí, thời gian lưu nước duy trì 8 giờ, tại đây diễn ra quá trình phân hủy sinh học nhờ vi sinh vật hiếu khí (chứa hàm lượng vi sinh cố định ở nồng độ 3.000 mg/l) và được cung cấp khí liên tục dưới dạng bọt khí, chất lơ lửng là nơi cư trú của vi khuẩn dính bám để sinh sản và phát triển tạo

Công đoạn 1



Công đoạn 2



thành các bông cặn gọi là bùn hoạt tính, các vi sinh vật này sử dụng các chất hữu cơ hòa tan, các chất dinh dưỡng có trong nước thải làm thức ăn để oxy hoá toàn bộ các hợp chất hữu cơ có trong nước thải chuyển thành H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, tế bào

mới... trước khi sang bể lắng cấp 2, vi sinh vật dùng chất nền BOD và chất dinh dưỡng N,P... làm thức ăn để chuyển hóa chúng thành các chất trơ không hòa tan và tế bào mới. Bùn hoạt tính sinh ra từ bể sinh học được tuần hoàn về bể aerotank

Bảng 3.1. Nước thải sinh hoạt sau xử lý công đoạn 2 so sánh với tiêu chuẩn nước sinh hoạt của Israel và nước sinh hoạt của Bộ Y tế

Thông số	Đơn vị	Kết quả phân tích				T i ê u chuẩn Israel	T i ê u chuẩn Bộ y tế
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4		
pH		6.6	6.7	6.74	6.59	6.5 – 8.5	6.5 – 8.5
DO	mg/l	6	6			> 5	-
Độ đục	NTU	5	5			5	
BOD5	mg/l	2	1	2	0	< 5	
COD	mg/l	5	4	7	2	< 10	
TDS	mg/l	1000	1000			1000	1000
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0.04	0.05	0.04	KPH	< 3	1.5
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	KPH	KPH	KPH	KPH	< 1	3
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	3.14	3.52	0.34	0.19	< 10	50
Clorua	mg/l	200	200			250	250
Tổng coliforms	MPN/100ml	2	1	2	0	2	0
Arsenic (As)	mg/l	KPH	KPH			0.01	0.01
Lead (Pb)	mg/l	KPH	KPH			0.01	0.01
Chromium (Cr)	mg/l	KPH	KPH			0.05	0.05
Copper (Cu)	mg/l	0.1	0.1			1.0	2
Zinc (Zn)	mg/l	0.1	0.2			3.0	0.01
Manganese (Mn)	mg/l	KPH	KPH			0.5	0.5
Aluminium (Al)	mg/l	KPH	KPH			0.5	0.2
Iron (Fe)	mg/l	0.1	0.2			0.5	0.5
Mercury (Hg)	mg/l	KPH	KPH			0.001	0.001

Ghi chú : - KPH: Không phát hiện được

Dấu (-): Không phân tích hoặc kết quả giống thí nghiệm trước.

## NGHIÊN CỨU - ỨNG DỤNG

để kịp thời bổ sung lượng vi sinh và một phần bùn được bơm về bể chứa bùn để xử lý tiếp theo hoặc thải bỏ hay đem chôn lấp. Nước thải từ bể lắng tiếp tục chảy sang bể lọc thô (cát-than). Nước được đưa về hồ chứa đạt tiêu chuẩn thải mức I (TCVN 6772 – 2000).

Công đoạn 2: Xử lý nước công đoạn này gọi là xử lý bậc cao, bắt đầu đưa vào bể lắng với một lượng vừa đủ phèn nhôm/sắt (1,75 – 2,0 mg/l) và chất trợ lắng là dung dịch vôi 10% (lưu trong 2 giờ), nước được bơm qua cột lọc chứa cát thạch anh, cột lọc chứa than hoạt tính nhằm loại bỏ hoàn toàn mùi, kim loại và cặn còn lại sau đó nước được bơm qua 2 cột lọc màng vật liệu polypropylene (PP) nối tiếp nhau có kích thước lỗ 0,1µm (MF) và 0,01µm (UF) và được khử trùng bởi chlorine (3 – 6 mg/l) các vi khuẩn còn lại trong nước thải bị tiêu diệt. Nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn chất lượng đặt ra như tiêu chuẩn Israel.

### 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

#### 3.1. Kết quả thí nghiệm

Nước thải sau khi được xử lý ở công đoạn 2 được phân tích tại phòng thí nghiệm, đồng thời kết quả này được so sánh với tiêu chuẩn đối với nước tái sử dụng trong đô thị của Israel thể hiện các bảng dưới đây:

Bảng 3.1. Nước thải sinh hoạt sau xử lý công đoạn 2 so sánh với tiêu chuẩn nước sinh hoạt của Israel và nước sinh hoạt của Bộ Y tế.

Nguồn: Phân tích ngày 29/10/2007, 12/11/2007, 12/12/2007 và 21/12/2007

Nhận xét: Với 8 lần lấy mẫu tại hồ thu nước thải đồng thời 8 lần phân tích kết quả thí nghiệm đầu vào và 8 lần phân tích kết quả đầu ra của mô hình, thể hiện cụ thể 4 kết quả phân tích được coi là tin cậy nhất (có độ lặp lại nhiều) trong các thời gian khác nhau như trên bảng 3.1 và được so sánh trực tiếp với tiêu chuẩn nước sinh hoạt của Israel và nước sinh hoạt của Bộ Y tế ban hành theo quyết định số 1329/2002/BYT/QĐ, có thể nói rằng chất lượng nước sau khi ra khỏi hệ thống hoàn toàn có thể đạt yêu cầu sử dụng như mục tiêu đề ra.

Kết quả trên được phân tích tại phòng thí nghiệm Viện Sinh học và Nhiệt đới và trường ĐH Công nghiệp TP.HCM (Bộ Công Thương), phương pháp và quy trình thí nghiệm được VILAS chứng nhận.

#### 3.2. Đề xuất quy trình công nghệ tái sử dụng

Nước được đưa vào hệ thống tái sử dụng thường bắt đầu sau xử lý bậc hai, tùy từng nhu cầu sử dụng nước và yêu cầu về chất lượng nước khác nhau mà áp dụng công nghệ linh hoạt phù hợp với từng điều kiện theo thực tế, tác giả đề xuất công nghệ tái sử dụng như hình 3.1

Công nghệ xử lý nước từ nước sau xử lý bậc hai như hình 3.1 cho thấy đây là công nghệ có thể áp dụng được ở mọi

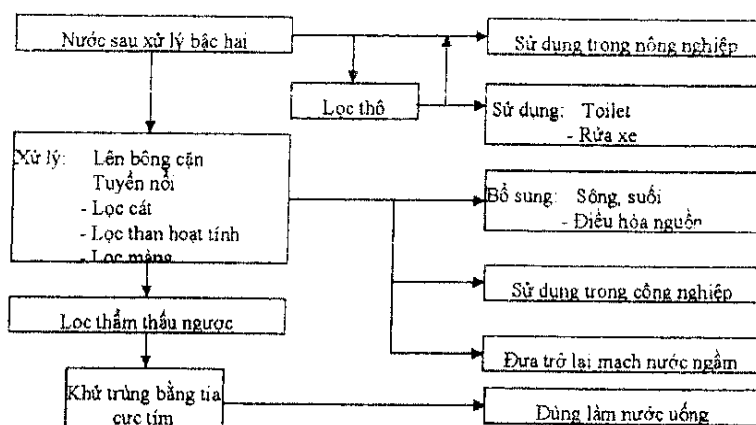
Tóm lại: Ngoài mục đích kinh tế thì việc bảo vệ nguồn tài nguyên thiên nhiên cũng được quan tâm hàng đầu của các nước tiên tiến. Với công nghệ nêu trên hoàn toàn có thể đáp ứng được những yêu cầu cả về chất lượng và số lượng phục vụ nhu cầu tái sử dụng cho các mục đích khác nhau tại nước ta nói chung, đặc biệt phù hợp đối với các khu vực khan hiếm nước ngọt, vùng cao nguyên hay những nhà máy sản xuất sử dụng lượng nước lớn.

#### 3.3. Tính kinh tế

- Về thiết bị và xây dựng: Tính cụ thể cho một công trình xử lý nước thải sinh hoạt có công suất 200 m<sup>3</sup>/ngày đêm với các thiết bị hiện đại tại thời điểm hiện tại khoảng 1 (một) tỷ đồng.

Về chi phí vận hành hệ thống xử lý

Hình 3.1. Công nghệ tái sử dụng nước sinh hoạt theo yêu cầu



nơi tùy theo nhu cầu cần thiết trong việc sử dụng nước vào các mục đích khác nhau: 1) Trực tiếp sử dụng trong tưới tiêu nông nghiệp hoặc đưa qua hệ thống lọc thô có thể sử dụng cho dội, rửa toilet hay rửa xe. 2) Xử lý tiếp bằng phương pháp lên bông cặn, tuyến nổi, lọc cát, lọc than hoạt tính và lọc màng. Đến đây, nước có thể sử dụng được trong sinh hoạt sau khi khử trùng, hoặc sử dụng trực tiếp để uống thì được đưa qua hệ thống lọc thấm thấu ngược và khử trùng bằng tia cực tím. 3) Bổ sung vào nguồn nước sông suối, ao hồ dùng cho việc dự trữ, điều hòa dòng chảy tại các con sông lớn, sử dụng trong công nghiệp hoặc bổ sung vào mạch nước ngầm.

nước thải sinh hoạt công suất trên hoạt động liên tục 24/24, tính tương đối cho 1 m<sup>3</sup> nước thải cụ thể như hình 3.2

Tổng chi phí cho toàn hệ thống có thể tính cả lãi suất ngân hàng, hao mòn máy móc, thiết bị và các chi phí khác khoảng 2.500đ/m<sup>3</sup>.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Từ cơ sở lý thuyết tác giả đã nêu ở phần 1 và quy trình công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt thành nước sinh hoạt ở phần 2 cho kết quả đáng khả quan trong bảng 3.1. Công nghệ tái sử dụng được đề xuất ở hình 3.1 mở ra một hướng mới phục vụ rộng rãi các đối tượng sử dụng nước có chất lượng và

Hình 3.2

\* Chi phí điện năng =  $\frac{90 \text{ kw/ngày} * 750 \text{ đồng/kw}}{200 \text{ m}^3/\text{ngày.đêm}} = 337.5 \text{ đồng/m}^3$

\* Chi phí hoá chất:  $\frac{6\text{kg} * 28.000/\text{kg.ngày.đêm}}{200\text{m}^3.\text{ngày.đêm}} = 840 \text{ đồng/m}^3/\text{ngày}$

\* Chi phí nhân công vận hành:  
 $= \frac{1.700.000 \text{ đồng/người/tháng} * 3\text{ca/ngày}}{200 \text{ m}^3/\text{ngày.đêm} * 30 \text{ ngày}} = 750 \text{ đồng/m}^3$

\* Chi phí xử lý bùn =  $\frac{35.000 \text{ đồng/ngày.đêm}}{200 \text{ m}^3/\text{ngày.đêm}} = 175 \text{ đồng/m}^3$

yêu cầu khác nhau.

Với những nghiên cứu và thử nghiệm thực tế, tác giả đưa ra quy trình công nghệ phù hợp với mục tiêu đề ra. Các kết quả phân tích được so sánh với tiêu chuẩn nước tái sử dụng trong đô thị của Israel (Việt Nam chưa có) cho thấy công nghệ xử lý nước thải để tái sử dụng, hoàn toàn có thể đáp ứng được các yêu cầu cao về chất lượng.

Tổng toàn bộ chi phí xử lý cho 01m<sup>3</sup> nước thải gần 2.000 đồng, nước thải sau xử lý được đủ tiêu chuẩn tái sử dụng cho các mục đích khác nhau như dội, rửa toilet, rửa các công trình kiến trúc, rửa xe, tưới cây, phòng cháy chữa cháy, rửa sân nhà, đường phố, làm mát thiết bị... Trong khi đó thực tế hiện nay, nước cung cấp cho dịch vụ, sản xuất công nghiệp mua nước với giá 8.000 đồng/m<sup>3</sup>. Vậy nếu sử dụng nước sau xử lý để tái sử dụng cho các mục đích khác nhau thì không những tiết kiệm được chi phí mà còn góp phần gìn giữ, bảo tồn tài nguyên nước giúp môi trường phát triển bền vững.

Do còn một số vấn đề chưa được giải quyết triệt để, tác giả mong muốn sẽ tiếp tục nghiên cứu để tiến tới hoàn thiện công nghệ, triển khai, áp dụng thực tế tại các công trình.

Với những kết quả thực tế đã đạt được rất mong các cơ quan, ban ngành chức năng vận động, hưởng ứng công nghệ tái sử dụng nước thải, đặc biệt phổ biến rộng rãi tới các nhà máy, xí nghiệp công nghiệp, khu công nghiệp, khu dân cư, vùng khan hiếm nước ngọt triển khai và áp dụng công nghệ.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Trần Đức Hạ, (2002): Xử lý nước thải sinh hoạt quy mô nhỏ và vừa, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội
2. Trịnh Xuân Lai, (2000): Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội
3. Lương Đức Phẩm, (2003): Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học, Nhà xuất bản Giáo dục
4. Nguyễn Văn Phước, (2007): Xử lý nước thải sinh hoạt và công nghiệp bằng phương pháp sinh học, Nhà xuất bản Xây dựng
5. Nguyễn Văn Tin, (2001): Cấp nước (tập 1 – Mạng lưới cấp nước) – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội

6. Angelakis, A., T. Thairs, and V. Lazarova., (2001): "Water Reuse in EU Countries: Necessity of Establishing EU-Guidelines." "State of the Art Review." Report of the EUREAU Water Reuse Group EU.

7. Angelakis, A.N., Tsagarakis, K.P., Kotselidou, O.N., and 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 Enter. for Water Supply and Sewage. Larissa, Greece (in Greek).

8. Blumenthal, U, Peasey, A, Ruiz-Palacios, G, and Mara, DD., (2000): Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: recommended revisions based on new research evidence. Task No. 68 Part 1, Water and Environmental Health at London and Loughborough, UK, June.

9. Dettrick, D., S. Gallagher., (2002): Environmental Guidelines for the Use of Recycled Water in Tasmania, Department of Primary Industries, Water and Environment, Tasmania, Australia. ■

