

## NGHIÊN CỨU XỬ LÝ NƯỚC THẢI SINH HOẠT BẰNG GIÁ THỂ VI SINH ĐỘNG

Phạm Hương Quỳnh

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

### TÓM TẮT

Nước thải sinh hoạt sau xử lý qua bể phốt thường còn có độ ô nhiễm tương đối cao. Thành phần ô nhiễm chủ yếu là chất hữu cơ, đặc biệt là các hợp chất hữu cơ có chứa nitơ và một lượng  $\text{NH}_4^+$  đáng quan tâm.

Nghiên cứu xử lý nước thải sinh hoạt bằng giá thể vi sinh di động (Moving Bed Biological Reactor - MBBR) được thực hiện nhằm nâng cao hiệu quả loại bỏ  $\text{BOD}_5$ , COD và Nitơ. Mô hình nghiên cứu được thực hiện trong phòng thí nghiệm với bể phản ứng dung tích 100 lít. Giá thể nghiên cứu là nhựa có kích thước  $10 \times 10$  mm, bề mặt riêng:  $1.200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ; độ rỗng 85%; tỷ trọng  $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Quá trình cố định màng vi sinh vật lên giá thể được thực hiện trong 48 giờ sau đó được đưa vào bể phản ứng. Nước thải nghiên cứu có hàm lượng  $\text{BOD}_5 \approx 206\text{-}270$ ,  $\text{COD} \approx 422 - 475 \text{ mg}/\text{l}$ , hàm lượng  $\Sigma \text{N} = 18\text{-}40 \text{ mg}/\text{l}$ .

Kết quả nghiên cứu cho thấy với thể tích đệm 50% sau 5 giờ hiệu quả xử lý COD đạt 94,56%, hiệu quả khử nitơ đạt 82,5%.

Từ khóa: MBBR, xử lý sinh học nước thải, lọc sinh học.

### ĐẶT VẤN ĐỀ

Tình trạng ô nhiễm môi trường do nước thải sinh hoạt đang diễn ra nghiêm trọng ở khắp nơi trên cả nước, đặc biệt là tại các thành phố lớn, các trung tâm thương mại, các khu vui chơi giải trí. Nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý thường có độ ô nhiễm hữu cơ,  $\Sigma \text{N}$ ,  $\Sigma \text{P}$ , coliform cao đến rất cao đã góp phần gây ô nhiễm môi trường ngày một nghiêm trọng.

Phương pháp truyền thống là sau bể phốt nước thải sinh hoạt thường được xử lý bằng bùn hoạt tính. Với 2 công nghệ trên cần thời gian lưu đủ dài để xử lý triệt để N, P, nhất là hàm lượng  $\text{NH}_4^+$ . Thời gian lưu lớn kéo theo: chi phí đầu tư xây dựng, tiêu tốn năng lượng lớn... dẫn đến giá thành xử lý cao. Hơn thế nữa do hàm lượng N, P cao, lượng sinh khối tạo thành khá lớn.

Kỹ thuật màng sinh học giá thể lưu động (MBBR-Moving Bed Biological Reactor) được nghiên cứu áp dụng xử lý kết hợp đã tỏ ra có ưu thế trong khắc phục những nhược điểm của các phương pháp trên. Giá thể được sử dụng có nhiều hình dạng nhưng phổ biến là hình trụ, lập phương... được chế tạo từ vật liệu nhựa HDPE thông dụng, bề mặt riêng phổ biến từ:  $400 \text{ m}^2 \div 1200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ .

MBBR là quá trình màng sinh để xử lý đồng thời  $\text{BOD}_5$  và Nitơ. Trong đó vi sinh vật tồn tại đồng thời dưới 2 dạng: bùn hoạt tính lơ lửng và tạo màng trên bề mặt vật liệu đệm lơ lửng trong thiết bị phản ứng. Không khí được cấp vào thiết bị vừa để đáp ứng nhu cầu oxy cho quá trình oxy hóa, vừa là động lực cho các đệm chuyển động (đệm plastic nhẹ, khối lượng riêng xấp xỉ khối lượng riêng của nước) [1].

Trong quá trình xử lý nước thải, khu hệ vi sinh vật phát triển tạo màng trên bề mặt đệm. Màng sinh học tạo thành thường có độ dày từ 50-200  $\mu\text{m}$ . Hầu hết các vi sinh vật trên lớp màng là vi sinh vật dị dưỡng (chúng sử dụng cacbon hữu cơ để tạo sinh khối) chiếm ưu thế hơn là các vi khuẩn hô hấp tùy tiện [2]. Do nồng độ oxy ở lớp trong và ngoài màng khác nhau, do đó trên giá thể lưu động hình thành các dạng trao đổi chất cũng khác nhau: hiếu khí, thiếu khí, kỵ khí (từ ngoài vào trong) nhờ đó hiệu quả phân hủy các chất ô nhiễm được nâng cao. MBBR có khả năng chuyển hóa COD và loại bỏ N cao [3]. Hơn thế nữa MBBR còn được đánh giá là có năng lực khử nitrat cao theo cả 2 cơ chế phản Nitrat hóa gián tiếp và phản Nitrat hóa trực tiếp [1, 2, 5]. Nghiên cứu được tiến hành nhằm khẳng định tính ưu việt của công nghệ MBBR trong xử lý nước thải sinh hoạt có hàm lượng  $\Sigma \text{N}$  cao.

\* Tel: 0916827728. Email: quynhktmi@gmail.com

## VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

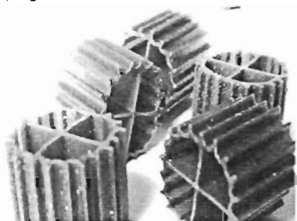
### Đối tượng nghiên cứu

Nước thải sinh hoạt sau bể phốt Khách sạn Thái Nguyên - Thành phố Thái Nguyên.

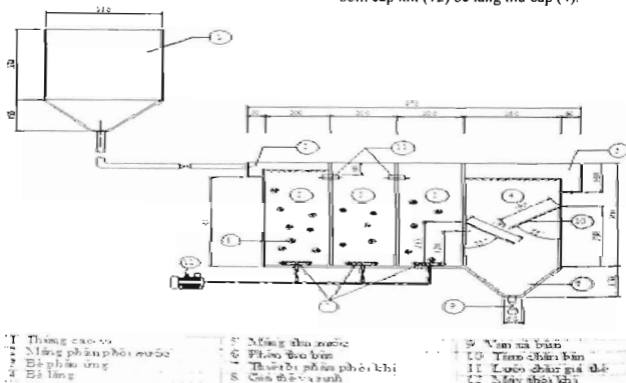
### Vật liệu nghiên cứu

#### Giá thể nghiên cứu :

Giá thể nghiên cứu là thương phẩm được chế tạo từ nhựa HDPE có kích thước 10x10mm, bề mặt riêng: 1.200 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>; độ rỗng 85%; tỷ trọng 1,2 kg/m<sup>3</sup> (Hình 1) và 20x15mm, bề mặt riêng: 560 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>; độ rỗng 85%; tỷ trọng 1,2 kg/m<sup>3</sup>

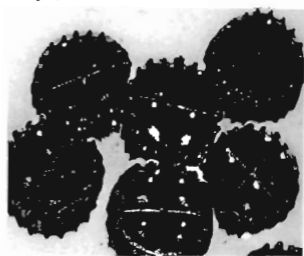


Hình 1. Giá thể chưa hoạt hóa



Hình 3: Sơ đồ hệ thống thiết bị nghiên cứu quy mô PTN, dung tích bể phản ứng 100 lít

**Hoạt hóa giá thể:** Giá thể được hoạt hóa trong 48 giờ với môi trường nước thải nghiên cứu có bổ sung bùn hoạt tính. Giá thể đã hoạt hóa (Hình 2) được đưa vào thiết bị phản ứng với tỷ lệ: 30+60% thể tích.



Hình 2. Giá thể đã hoạt hóa

### Thiết bị nghiên cứu:

Hệ thống thiết bị nghiên cứu quy mô phòng thí nghiệm gồm các hạng mục chính: thùng cao vị (1), bể phản ứng (bể thủy tinh) có dung tích 100 lít (2) không khí được cấp vào thiết bị nhờ bơm cấp khí (12) bể lắng thứ cấp (4).

**- Nguyên lý hoạt động**

Nước thải từ thùng cao vị (1) được đưa vào bể phản ứng (3). Trong bể có giá thể đã được hoạt hóa. Không khí được cấp và phân phối đều ở đáy bể. Sau xử lý hỗn hợp nước thải, bùn hoạt tính qua bể lắng thứ cấp (4). Bùn được lắng và nước thải sau xử lý được đưa ra ngoài nhờ máng thu (5).

**Phương pháp phân tích**

- Tổng N được phân tích bằng phương pháp Kjeldan

-  $PO_4^{3-}$  được phân tích bằng phương pháp trắc quang với chỉ thị Amomolipdat.

- BOD được phân tích bằng thiết bị Oxitop

- COD được phân tích bằng phương pháp hồi lưu đóng với tác nhân oxy hóa là Bicromatkali

- MLVSS được phân tích bằng phương pháp xác định SS.

**KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN****Kết quả khảo sát đặc trưng nước thải sinh hoạt Thành phố Thái Nguyên**

**Bảng 1.** Đặc trưng nước thải sinh hoạt sau bể phốt môi số vị trí trên địa bàn TP Thái Nguyên

(Thời gian khảo sát, từ 25/3/2012 đến 29/7/2012)

STT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả	QCVN (mức B)
1	pH		57-6,7	5 - 9
2	BOD <sub>5</sub>	mg/l	188-260	50
3	COD	mg/l	322-475	
4	SS	mg/l	88-122	100
5	Tổng N	mg/l	18-40	10
6	Tổng P	mg/l	9-18	10

QCVN (Mức B): QCVN14 - 2008/BTNMT (Mức B)

Nước thải sinh hoạt của khu dân cư Thành Phố Thái Nguyên sau bể phốt có độ ô nhiễm khá cao: Hầu hết các chỉ tiêu đều vượt TCCP: hàm lượng BOD<sub>5</sub> gấp 5-6 lần so với quy chuẩn 14:2008, hàm lượng ΣN gấp 2-4 lần (Bảng 1).

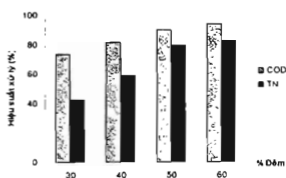
**Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng đệm trong xử lý nước thải sinh hoạt bằng MBBR**

Nước thải được đưa vào nghiên cứu có COD 475 mg/l; ΣN 28 mg/l. Thí nghiệm được tiến

hành với đệm đã được hoạt hóa ở tỷ lệ 30%,40%,50%, 60%, thể tích nghiên cứu.

Sau 5 giờ vận hành, hiệu quả xử lý COD, ΣN tăng khi lượng đệm tăng: Hiệu suất khử COD từ 73,5% ở 30% đệm lên 81,7% ở 40% đệm và lên tới 90,5% ở 50% đệm và 94,1% ở 60% đệm. Hiệu quả xử lý ΣN đạt 42,9% với 30% đệm; 58,9% ở 40% đệm, 80,0% ở 50% đệm và 82,9% ở 60% đệm. Khi lượng đệm nhỏ (30%, 40%) lượng vi sinh không đủ để chuyển hóa các chất ô nhiễm trong thời gian là 6 giờ. Khi tăng lượng đệm lên 50% hiệu quả xử lý COD, khử nitơ tăng lên rõ rệt (92,6%; 80,0%), nước thải đầu ra đạt quy chuẩn cho phép (COD = 45mg/l, TN = 5,6 mg/l). Khi tăng thể tích đệm đến 60% hiệu quả xử lý TN và COD tăng không đáng kể so với 50% (1,5%COD, 2,9%TN) (Hình 4).

Lượng đệm lớn dẫn đến lượng không khí cần cấp tăng để đáp ứng chế độ thủy động cho vật liệu đệm. Hơn thế nữa tỷ lệ đệm cao đòi hỏi đầu tư lớn. Vì vậy với kết quả trên thể tích đệm hợp lý là 50%.



**Hình 4.** Hiệu quả xử lý COD, TN của đệm

So sánh với Aeroten truyền thống ở nồng độ bùn  $X=800\text{mg/l}$ , cũng sau 6 giờ hiệu quả xử lý COD đạt 86,9%, tuy nhiên ΣN chỉ đạt 30,4% (ΣN=19,5 mg/l). Mặt khác hệ số tạo sinh khối trong Aeroten là 0,69 lượng sinh khối tạo thành cao 34,9%. Trong khi ở MBBR lượng sinh khối sinh ra được tạo thành màng (Bảng 2).

**Bảng 2.** So sánh xử lý bằng MBBR với Aeroten truyền thống

Thời gian	Aeroten			MBBR	
	COD	TN	SK	COD	TN
0	475	28	817	475	28
2	267	24,2	903	204	19,8
4	152	22,8	976	94	11,7
5	-	-	-	35	5,6
6	62	19,5	1102	-	-
Y(%)	86,9	30,4	34,9	92,6	80,0
HSTSK	0,69			-	

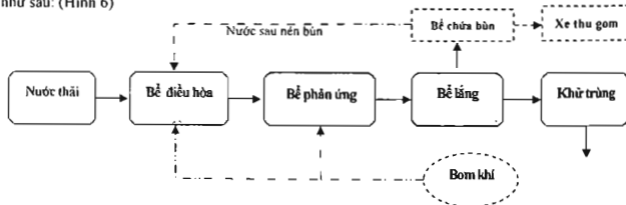
**Nghiên cứu ảnh hưởng của  $\Sigma N$  dòng vào**

$\Sigma N$  dòng vào được nghiên cứu ở 18; 32; 40 mg/l, thể tích đệm 50%. Kết quả nghiên cứu sau 5 giờ xử lý cho thấy hàm lượng N giảm đáng kể, từ 74-83%. Nước thải đầu ra đạt tiêu chuẩn thải về  $\Sigma N$  (4,6-6,8 mg/l). Kết quả cũng cho thấy hiệu quả xử lý  $\Sigma N$  tăng khi  $\Sigma N$  dòng vào tăng (Hình 5) kết quả này phù hợp với kết quả nghiên cứu Sin et.al (2008) [6].

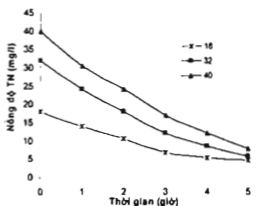
**Xử lý nước thải sinh hoạt Thành phố Thái Nguyên trên mô hình phòng thí nghiệm**

Nước thải sinh hoạt được lấy từ Khách sạn Thái Nguyên ngày 28/8/2012 được xử lý liên tục bằng công nghệ MBBR đến đạt tiêu chuẩn thải theo sơ đồ quy trình công nghệ Hình 6. Đặc trưng nước thải dòng ra được thể hiện ở Bảng 3.

Từ kết quả nghiên cứu, công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt thành phố Thái Nguyên được đề xuất như sau: (Hình 6)

**Hình 6:** Quy trình công nghệ xử lý nước thải sinh hoạt Thành Phố Thái Nguyên

Với thể tích đệm 50% thời gian lưu 5 giờ hiệu quả xử lý COD đạt 94,56%;  $\Sigma N$  đạt 82,5%.

**Hình 5.** Ảnh hưởng của hàm lượng  $\Sigma N$  ban đầu đến hiệu quả xử lý bằng MBBR**Bảng 3.** Đặc trưng nước thải trước và sau xử lý

STT	Thông số	Đơn vị	Đầu vào	Đầu ra	QCVN (cột A)
1	pH	-	5,9	7,8	5 - 9
2	COD	mg/l	471	25,6	-
3	BOD <sub>5</sub>	mg/l	268	12,6	30
4	SS	mg/l	88	28	50
5	Tổng N	mg/l	32,5	5,68	6
6	Tổng P	mg/l	12,4	3,5	5
7	Colifom	MPN/100ml	18.10 <sup>1</sup>	2400	3000

## KẾT LUẬN

Nước thải sinh hoạt sau bể phốt của Thành phố Thái Nguyên có hàm lượng ô nhiễm khá cao, đặc biệt COD, BOD<sub>5</sub>, ΣN... vượt nhiều lần tiêu chuẩn cho phép. Với những đặc trưng trên công nghệ Aeroten truyền thống tỏ ra không hiệu quả (thời gian lưu dài, xử lý ΣN không triệt để, lượng bùn tạo thành lớn...)

Áp dụng công nghệ MBBR cho kết quả rất khả quan: với thể tích đệm là 50% và thời gian lưu 5 giờ hiệu quả xử lý COD đạt 94,56%, ΣN đạt 82,5%. Công nghệ MBBR được đánh giá cao trong xử lý nước thải giàu nitơ và đã được giải cao tại cuộc triển lãm sản phẩm sáng tạo khoa học trẻ Đại học Thái Nguyên tháng 11 năm 2012.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bonomo, L., Pastorelli, et.al (2000) *Tertiary nitrification in pure oxygen moving bed biofilm reactor*. Water Science and Technology 41 (4-5),361-368.
2. Hem, L., Rusten, et.al. (1994). *Nitrification in a moving bed biofilm reactor*. Water Research 28 (6), 1425-1433.
6. Odegaard, H. (2006) *Innovations in wastewater treatment: the moving bed biofilm process*. Water Science and Technology 53 (9), 17-33.
5. Rusten, B., et.al. (1995). *Nitrogen removal from dilute wastewater in cold climate using moving bed biofilm reactors*. Water Environment Research 67 (1), 65-74
3. Salvetti, R., et.al (2006). *Effects of temperature on tertiary nitrification in moving-bed biofilm reactors*. Water Research 40,2981-2993.
4. Sin, G., et.al. (2005). *A new approach for modelling simultaneous storage and growth processes for activated sludge systems under aerobic conditions*. Biotechnology & Bioengineering 92 (5), 600-612.

## SUMMARY

## RESEARCH ON DOMESTIC SEWAGE TREATMENT USING MOVING BED BIOLOGICAL REACTOR

Phạm Hương Quỳnh  
College of Technology - TNU

After treating by septic tank, domestic sewage is usually still polluted. Pollutant composition is mainly organic matter, especially organic compounds containing nitrogen and NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

Research on domestic sewage treatment using Moving Bed Biological Reactor MBBR was conducted to improve the removal efficiency of BOD<sub>5</sub>, COD and nitrogen. Pilot model was carried out on laboratory with reactor having 100 liter capacity. Plastic media has 10x10 mm in size, 1.200 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> in specific surface, 85% in porosity, 1.2 kg/m<sup>3</sup> in density. The process which fixed bio membrane to medium was conducted in 48 hours then they were put in to reactor with activated sludge in the range 400 to 1.000 mg/l. The sewage in this study has some characteristics following BOD<sub>5</sub> ≈ 206-270 mg/l, COD ≈ 422-475 mg/l, ΣN ≈ 18-40 mg/l.

The results of this study : after 5 hours of wastewater treatment, COD removal efficiency was 94.56%, Nitrogen removal efficiency 82.5 %.

**Key words:** MBBR, biological treatment, biofilm

Ngày nhận bài: 22/4/2013; Ngày phản biện: 21/6/2013; Ngày duyệt đăng: 10/9/2013

**Phản biện khoa học:** ThS. Nguyễn Thị Thu Thủy - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái Nguyên

\* Tel: 0916827728, Email: quynhktmt@gmail.com