

Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải sinh hoạt bằng mô hình aeroten kết hợp lắng và xác định tốc độ ô-xi hóa riêng ở chế độ loại bỏ các chất hữu cơ

Evaluation of the efficiency of wastewater treatment by aero model. combination and determination of own-xi chemical speed in the removal of organic substances

Nguyễn Tiến Dũng

Tóm tắt

Bài báo đề cập đến kết quả nghiên cứu hiệu quả xử lý chất hữu cơ (COD) của nước thải loãng bằng bùn hoạt tính trong mô hình aeroten lắng và tìm ra thông số động học (tốc độ ô-xi hóa riêng) của quá trình xử lý. Thử nghiệm được tiến hành trên mô hình aeroten lắng có thể tích vùng phản ứng là $V_1 = 4,15$ (l), thể tích vùng lắng là $V_2 = 1,6$ (l). Nước thải dùng cho thử nghiệm là nước thải nhân tạo có nồng độ COD khác nhau 150mg/l và 441,3mg/l. Tốc độ ô-xi hóa riêng được tìm trên cơ sở phản ứng theo mẻ với COD giao động từ 188 đến 111,69 mgO₂/g. Lưu lượng đầu vào $q = 0.83$ lit/h, thời gian tiếp xúc là 5h, thời gian lắng là 2h, nồng độ oxy hòa tan DO = 2.0 mg/l. Kết quả nghiên cứu cho thấy hiệu quả xử lý theo COD là 150mg/l với khả năng duy trì nồng độ bùn là 1g/l. Tốc độ ô-xi hóa riêng được tìm ra là 188 mgO₂/g. Nghiên cứu chứng tỏ được khả năng loại bỏ chất hữu cơ cao của bể aeroten khi xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ loãng đặc trưng cho nước thải đô thị Việt Nam.

Từ khóa: Nước thải, xử lý sinh học, Aeroten, Ôxi -hóa, chất hữu cơ

Abstract

The paper shows the results of organic matter treatment (COD) of activated sludge effluent in the settling aero model and finds kinetic parameters (specific oxidation rate) of the process. Experiments were carried out on the aeroten-deposited model with the volume of the reaction zone being $V_1 = 4.15$ (l), and the volume of the settling zone being $V_2 = 1.6$ (l). There are different COD concentrations of 150mg/l and 441.3 mg/l. The specific oxidation rate found based on batch reaction with COD ranges from 188 to 111.69 mgO₂/g. Input flow $q = 0.83$ lit/h, extension time is 5 hours, settling time is 2 hours, dissolved oxygen concentration DO = 2.0 mg/l. The research results show that the COD treatment efficiency is 150mg/l with the ability to maintain a sludge concentration of 1g/l. The specific oxidation rate was found to be 188 mgO₂/g. The study demonstrates the high organic matter removal capacity of the aeroten tank when treating wastewater with a specific concentration of dilute organic matter typical for Vietnamese urban wastewater.

Key words: Waste water, biological treatment, Aeroten, Oxidation, organic matter

ThS. Nguyễn Tiến Dũng

Bộ môn Thoát nước

Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường Đô Thị

E.mail: dungnt38@gmail.com

Mobile : 0912906075

Ngày nhận bài: 24/5/2019

Ngày sửa bài: 27/5/2019

Ngày duyệt đăng: 9/3/2022

Mở đầu

Xử lý nước thải sinh hoạt bằng mô hình Aeroten kết hợp lắng được tiến hành bằng hai thực nghiệm trên mô hình trong điều kiện phòng thí nghiệm với nước thải nhân tạo. Nước thải (chất thải lỏng) nhân tạo có thành phần giống như chất thải sinh hoạt tạo được pha chế bằng pepton và các hóa chất khác như K₂HPO₄.3H₂O, CH₃COONa.3H₂O, CaCl₂... với nước sạch theo một tỷ lệ nhất định.

I. Mô hình và phương pháp thí nghiệm

1.1. Mô hình

Mô hình aeroten - lắng bằng thủy tinh acrylic có thể tích vùng phản ứng là $V_1 = 4,15$ (l), thể tích vùng lắng là $V_2 = 1,6$ (l)

Thiết bị cấp khí nén cấp khí qua hệ thống phân phối khí vào bể aeroten có thiết bị điều chỉnh lưu lượng nhằm duy trì nồng độ oxy hòa tan trong bể không dưới 2.0 mg/l trong mọi trường hợp.

Bình đựng chất thải lỏng có thiết bị điều chỉnh lưu lượng.

1.2. Phương pháp thí nghiệm

Các thực nghiệm được tiến hành trên mô hình trong điều kiện phòng thí nghiệm với nước thải nhân tạo. Nước thải (chất thải lỏng) nhân tạo có thành phần giống như chất thải sinh hoạt tạo được pha chế bằng pepton và các hóa chất khác như K₂HPO₄.3H₂O, CH₃COONa.3H₂O, CaCl₂... với nước sạch theo một tỷ lệ nhất định. Thử nghiệm được thực hiện gồm 2 phần. Phần 1 được tiến hành trên mô hình với dòng liên tục nhằm xác định khả năng xử lý chất thải lỏng của bể phản ứng có sử dụng chế phẩm. Phần 2 thí nghiệm được thực hiện theo mẻ với nồng độ nước thải khác nhau nhằm xác định các hệ số thực nghiệm. Các chỉ số phân tích chính là COD (phương pháp Perman ganat) và DO (phương pháp chuẩn độ), SS đều được phân tích theo phương pháp chuẩn.

a) Thử nghiệm 1: Tiến hành trên bể aeroten kết hợp lắng với nước thải đầu vào chảy liên tục. Chế độ vận hành được thực hiện dưới sự thay đổi về nồng độ bùn khác nhau với thời gian tiếp xúc là 5h, thời gian lắng là 2h.

Nước thải nhân tạo được pha vào bình định lượng với $q = 0.83$ lit/h vào bể phản ứng aeroten-lắng có hệ thống sục khí. Chế phẩm sinh học (từ đề tài NCKH cấp bộ, Nghiên cứu chế tạo nhà vệ sinh di động thể hệ mới - 2009 BXD) được đưa vào với liều lượng là 10g nồng độ vi khuẩn là 107 CFU/g. Liều lượng được tính toán để cho số vi khuẩn trong 01 lít thể tích bể phản ứng tương đương với khoảng 2 - 2,5g bùn hoạt tính trong aeroten truyền thống. Sau khi xử lý với thời gian là 5h nước thải sẽ qua bể lắng. Tại đây bùn được tách ra lắng xuống và quay lại bể phản ứng. Nước sạch chảy ra ngoài theo hệ thống thoát nước.

b) Thử nghiệm 2: Thí nghiệm aeroten mẻ được tiến hành trong bể bùn hoạt tính sinh ra trên cơ sở chế phẩm sinh



Hình 1. Mô hình thực nghiệm aeroten-lắng dòng chảy liên tục



Hình 2. Thí nghiệm Aeroten theo mẻ



Hình 3. Hóa chất sử dụng

học nghiên cứu với nồng độ chất bẩn trong nước thải khác nhau, nước thải đầu vào được mô phỏng với 2 nồng độ COD khác nhau 150mg/l và 441,3 mg/l tương đương với mức độ ô nhiễm trung bình, đậm đặc của nước thải sinh hoạt. Đối với từng thí nghiệm, nước thải mô phỏng được cho vào bể aeroten chạy ở chế độ liên tục (continuos) trong vòng 1 tuần để sinh khối thích ứng với điều kiện nồng độ mới sau đó đưa vào thí nghiệm theo mẻ. Các chỉ số phân tích (COD và SS) được thực hiện sau 0,5h cho đến khi nồng độ nước xử lý ổn định. Kết quả phân tích sẽ cung cấp cho chúng ta qui luật động học xử lý chất hữu cơ.

Tại phòng thí nghiệm hoá nước vi sinh trường Đại học Kiến Trúc Hà Nội:

Hóa chất, thiết bị phân tích thí nghiệm

Hóa chất pha chế: Hóa chất phân tích:

Pepton KMnO_4

$\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ Axit oxalic

$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ H_2SO_4 đậm đặc

CaCl_2

Dụng cụ và thiết bị phân tích

Bếp điện, tủ sấy

Bình tam giác 100ml, 250ml

Buret

Pipette 1ml, 2ml, 5ml, 1000ml

Cân điện tử, cốc thủy tinh, thìa, lọ thủy tinh đựng hóa chất và giấy lọc.

III. Kết quả và bàn luận

Thời gian mô hình hoạt động ở chế độ liên tục gần 1 tháng. Kết quả phân tích được trình bày trong bảng 2.

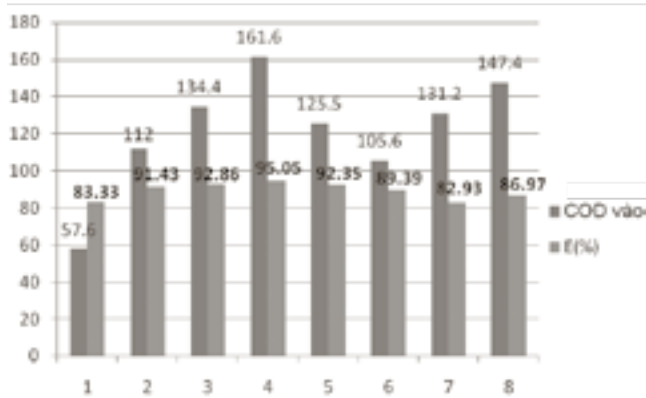
Bảng 1. Kết quả hoạt động bể aeroten theo mẻ

Thời gian phân tích	COD vào	COD ra	t(h)	a(g/l)	E(%)
1	2	3	4	5	6
10/10/2018	57.6	9.6	5	0.4	83.33
11/10/2018	112	9.6	5	0.4	91.43
12/10/2018	134.4	9.6	5	0.6	92.86
21/10/2018	161.6	8	5	0.7	95.05
24/10/2018	125.5	9.6	5	0.7	92.35
26/10/2018	105.6	11.2	5	0.7	89.39
27/10/2018	131.2	22.4	5	0.6	82.93
31/10/2018	147.4	19.2	5	0.6	86.97

Kết quả nghiên cứu cho thấy với thời gian xử lý là 5h hệ bùn hoạt tính trên cơ sở chế phẩm phân lập được cho hiệu quả xử lý cao. Hiệu suất xử lý giao động từ 82,93% đến 95,05%. Nước thải đầu vào có nồng độ COD dao động từ 57.6 đến 161.6. Nồng độ bùn dao động trong khoảng 0,4-0,6 g/l chứng tỏ năng lực ô xi hóa chất hữu cơ rất cao của sinh khối. Bùn có màu nâu nhạt, dễ lắng, chỉ số bùn giao động từ 60-90 ml/g bùn khô. Nước xử lý ra khỏi bể aeroten theo mẻ xử lý nồng độ chất lơ lửng nhỏ $\text{SS}=20\text{-}30\text{ mg/s}$, hàm lượng chất hữu cơ thấp $\text{COD}=9,6\text{-}19,2\text{ mg/l}$.

Thí nghiệm Aeroten mẻ với các nồng độ COD khác nhau:

Thực nghiệm với 2 loại nước thải có nồng độ chất hữu cơ trung bình và đậm đặc với chỉ số COD đầu vào lần lượt là 150mg/l, 441,3mg/l. Kết quả thực nghiệm với aeroten mẻ xử lý nước thải có nồng độ chất hữu cơ trung bình ($\text{COD}=150\text{ mg/l}$) được trình bày trong bảng 3, với nước thải có nồng độ chất hữu cơ đậm đặc 441,3 mg/l trong bảng 4. Quãng thời gian lấy mẫu phân tích là 0,5 h. Nồng độ bùn hoạt tính làm việc của bể được đo theo phương pháp chuẩn. Tốc độ



Hình 4. Biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa lượng BOD đầu vào và hiệu suất xử lý của bể Aeroten kết hợp lắng

xử lý riêng (ρ) của bùn hoạt tính được tính bằng lượng chất hữu cơ (g COD) trên một đơn vị khối lượng bùn hoạt tính (g) trong một đơn vị thời gian cũng được tính toán cho từng thí nghiệm để xác định các hệ số động học của quá trình xử lý sinh học.

Bảng 2. Kết quả xử lý nước thải nồng độ ô nhiễm trung bình COD=150mg/l

COD ₀ (mg)	COD _{ra} (mg)	t(h)	a(g/l)	$\rho = \frac{COD_0 - COD_{ra}}{t.a}$ (mg O ₂ /g.h)	E(%)
1	2	3	4	5	6
150	56	0.5	1	188.00	62.67
-	56	1	1	94.00	62.67
-	54.4	1.5	1	63.73	63.73
-	54.4	2	1	47.80	63.73
-	54.4	2.5	1	38.24	63.73
-	27.2	3	1	40.93	81.87
-	9.6	3.5	1	40.11	93.60
-	11.2	4	1	34.70	92.53
-	9.6	4.5	1	31.20	93.60
-	11.2	5	1	27.76	92.53
-	11.2	5.5	1	25.24	92.53
-	9.6	6	1	23.40	93.60

Kết quả thực nghiệm cho thấy với nồng độ bùn hoạt tính $a=1g/l$, nồng độ COD đầu vào khoảng 150mg/l, thì sau 3,5h đã cho hiệu suất xử lý đạt trên 90%, nồng độ COD trong nước xử lý là 9,6 mg/l. Việc xử lý tiếp không làm tăng chất lượng nước xử lý, nồng độ COD trong nước thải qua xử lý giao động trong khoảng 9,6 và 11,2 mg/l được giải thích do sai số thí nghiệm. Sự thay đổi nồng độ COD trong bể aeroten mề theo thời gian được biểu diễn theo đồ thị tại hình 5. Tốc độ xử lý riêng (ρ) được tính toán theo thời gian xử lý và thể hiện trong bảng 3. Có thể thấy (ρ) thay đổi từ 188 mg O₂/g bùn hoạt tính tại thời điểm 0,5 h đến 40,11mg O₂/g bùn hoạt tính tại thời điểm 3,5h. Quan hệ giữa COD của nước sau xử lý và tốc độ xử lý riêng được biểu diễn bằng đồ thị hình 6

Trong thực tế có thể lấy thông số $\rho = 40mg$ COD/g bùn hoạt tính làm giá trị trung bình để tính toán công trình xử lý sinh học hoặc có thể đơn giản hơn tính theo năng lực xử

lý theo thể tích tức là 1 m³ thể tích phản ứng trong một đơn vị thời gian (ngày) có khả năng xử lý được bao nhiêu khối lượng COD (kg). Gọi khả năng xử lý theo thể tích là OM, kết quả tính toán có được OM= 0,963kg COD/m³.ngđ.

Bảng 3. Kết quả xử lý nước thải nồng độ ô nhiễm đậm đặc COD=441,3mg/l

COD ₀ (mg)	COD _{ra} (mg)	t(h)	a (g/l)	$\rho = \frac{COD_0 - COD_{ra}}{t.a}$ (mgO ₂ /g.h)	E(%)
1	2	3	4	5	6
441.3	305.6	0.5	2.43	111.69	30.75
-	251.2	1	2.43	78.23	43.08
-	225.6	1.5	2.43	59.18	48.88
-	224	2	2.43	44.71	49.24
-	211.2	2.5	2.43	37.88	52.14
-	212.8	3	2.43	31.34	51.78
-	171.2	3.5	2.43	31.76	61.21
-	158.4	4	2.43	29.10	64.11
-	160	4.5	2.43	25.72	63.74
-	107.2	5	2.43	27.50	75.71
-	107.2	5.5	2.43	25.00	75.71
-	83.2	6	2.43	24.56	81.15
-	81.6	6.5	2.43	22.77	81.51
-	52.8	7	2.43	22.84	88.04
-	51.2	7.5	2.43	21.40	88.40

Kết quả thực nghiệm cho thấy với nồng độ bùn hoạt tính $a=2,43g/l$, nồng độ COD đầu vào 441,3mg/l, thì sau 6h hiệu suất xử lý mới đạt trên 80%, nồng độ COD trong nước xử lý là 83,2mg/l. Kéo dài thời gian xử lý thêm 1,5 h hiệu suất xử lý chỉ đạt đến 88% với nồng độ COD đầu ra là 51mg/l. Sự thay đổi nồng độ COD trong bể aeroten mề theo thời gian được biểu diễn theo đồ thị tại hình 7. Tốc độ xử lý riêng (ρ) được tính toán theo thời gian xử lý và thể hiện trong bảng 5. Có thể thấy (ρ) thay đổi từ 111,69 mgO₂/g bùn hoạt tính tại thời điểm 0,5 h đến 24,56mg O₂/g bùn hoạt tính tại thời điểm 6h. Quan hệ giữa COD của nước sau xử lý và tốc độ xử lý riêng được biểu diễn bằng đồ thị hình 8.

Trong thực tế có thể lấy thông số $\rho = 27,5mg$ COD/g bùn hoạt tính làm giá trị trung bình để tính toán công trình xử lý sinh học cho thời gian xử lý là 5h hoặc giá trị $\rho = 24,56mg$ COD/g bùn hoạt tính cho 6h xử lý đối với trường hợp nước thải đậm đặc. Việc gia tăng hiệu suất xử lý đối với nước thải sinh hoạt đậm đặc sẽ làm thể tích aeroten tăng đáng kể. Trong thực tế đối với việc thiết kế chế tạo bể phản ứng sinh học cho nhà vệ sinh di động thể hệ mới cho nước thải đậm đặc thì thời gian sục khí có thể lên đến 8-10 h để đảm bảo nồng độ COD giảm dưới 50mg/l. Kết quả tính toán có được năng lực xử lý theo thể tích đối với 7,5h xử lý là OM= 1,873kg COD/m³.ngđ để đạt được hiệu suất xử lý gần 90%.

II. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy:

- Hiệu quả xử lý chất hữu cơ của hệ bùn hoạt tính trên cơ sở các chủng vi sinh lựa chọn là rất lớn. Hệ thống có khả năng thích nghi với nồng độ chất hữu cơ trong nguồn nước.

