

MỞ ĐẦU

Ô nhiễm nước là vấn đề lớn của toàn cầu. Các nguồn gây ô nhiễm nước bao gồm nước thải sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp. Các chất ô nhiễm trong nước bao gồm hữu cơ và vô cơ. Nước thải chứa hàm lượng hữu cơ cao bao gồm nước thải từ sinh hoạt, nước thải chế biến thực phẩm, nước thải các lò giết mổ, Nước thải chứa một số kim loại nặng là từ công nghiệp mạ điện và một số ngành khác. Việt Nam là quốc gia nông nghiệp nên các hoạt động sản xuất liên quan đến các sản phẩm từ nông nghiệp như chế biến thực phẩm, sản xuất sữa, sản xuất thịt, lò giết mổ. Nước thải thường chứa cacbon hữu cơ (đường, dầu, polysacarit, ...) và nitơ hữu cơ (protein, axit amino và hợp chất NH_4^+). Các hợp chất cacbon hữu cơ và nitơ hữu cơ đều có thể xử lý bằng phương pháp sinh học như hiếu khí và kỵ khí. Ngày nay, nhu cầu sản xuất ngày càng gia tăng nên lượng chất ô nhiễm trong nước ngày càng lớn. Đã có rất nhiều nghiên cứu được thực hiện để tối ưu hóa về chi phí và kỹ thuật vận hành nhằm xử lý nước thải và được ứng dụng trong thực tế rất nhiều.

Ngày nay, khoảng 80% các nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt sử dụng phương pháp bùn hoạt tính bởi vì hiệu quả xử lý cao và đòi hỏi diện tích mặt bằng nhỏ. Tuy nhiên, phương pháp bùn hoạt tính đòi hỏi tiêu thụ năng lượng lớn và hiệu quả loại bỏ các hợp chất nitơ thấp, ...

Phương pháp hiếu khí sử dụng thiết bị đĩa quay sinh học (RBC – Rotating biological contractor) đã được ứng dụng để xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải bệnh viện bởi vì chi phí thấp và dễ dàng vận hành.

Hiện nay, các cơ sở sản xuất thải ra môi trường lưu lượng nước thải chứa hợp chất nitơ cao. Vì vậy, nghiên cứu để đưa ra phương pháp tối ưu trong xử lý nước thải giàu hợp chất nitơ là rất cần thiết. Xuất phát từ nhu cầu thực tiễn, chúng tôi đã lựa chọn đề tài nghiên cứu khoa học là: **“Nghiên cứu xử lý nước thải giàu hợp chất nitơ trên thiết bị đĩa quay sinh học”**

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1. TỔNG QUAN VỀ NƯỚC THẢI GIÀU HỢP CHẤT NITƠ [4,5]

1.1.1. Nước thải giàu hợp chất nitơ phát sinh từ nguồn gốc sinh hoạt

Nước thải giàu hợp chất nitơ được phát sinh từ các hoạt động sinh hoạt và một số ngành công nghiệp như: chế biến lương thực, thực phẩm, sản xuất giấy, dệt nhuộm,... và các làng nghề tiểu thủ công nghiệp.

Nước thải sinh hoạt là nước thải phát sinh từ các hoạt động sinh hoạt của các cộng đồng dân cư như: khu vực đô thị, trung tâm thương mại, khu vực vui chơi giải trí, cơ quan công sở, ... Thông thường, nước thải sinh hoạt của hộ gia đình được chia làm hai loại chính: nước đen và nước xám. Nước đen là nước thải từ nhà vệ sinh, chứa phần lớn các chất ô nhiễm, chủ yếu là: chất hữu cơ, các vi sinh vật gây bệnh và cặn lơ lửng. Nước xám là nước phát sinh từ quá trình rửa, tắm, giặt, với thành phần các chất ô nhiễm không đáng kể. Các thành phần ô nhiễm chính đặc trưng thường thấy ở nước thải sinh hoạt là BOD₅, COD, nitơ và photpho. Trong nước thải sinh hoạt, hàm lượng N và P rất lớn, nếu không được loại bỏ thì sẽ làm cho nguồn tiếp nhận nước thải bị phú dưỡng – một hiện tượng thường xảy ra ở nguồn nước có hàm lượng N và P cao, trong đó các loài thực vật thủy sinh phát triển mạnh rồi chết đi, thối rữa, làm cho nguồn nước trở nên ô nhiễm. Trong nước thải sinh hoạt, nitrat và nitrit có hàm lượng rất thấp do lượng oxy hòa tan và mật độ vi sinh tự dưỡng thấp. Thành phần amoni chiếm 60 – 80% hàm lượng nitơ tổng trong nước thải sinh hoạt.

Nồng độ hợp chất nitơ trong nước thải sinh hoạt biến động theo lưu lượng nguồn nước thải: mức độ sử dụng nước của cư dân, mức độ tập trung các dịch vụ công cộng, thời tiết, khí hậu trong vùng, tập quán ăn uống sinh hoạt (thức ăn nguội, tự nấu nướng), thay đổi mạnh theo chu kỳ thời gian ngày tháng cũng như mức sống và tiện nghi của cộng đồng.

Mức độ ô nhiễm nitơ và photpho trong nước thải từ bếp nấu ăn và từ các bể phốt cao hơn so với các giá trị chung của nước thải sinh hoạt. Đặc trưng về nước thải sinh hoạt được thể hiện trong bảng 1.1.

Bảng 1.1. Đặc trưng ô nhiễm nước thải sinh hoạt [1]

Thành phần	Đơn vị	Nồng độ	
		Khoảng	Đặc trưng
Chất rắn tan	mg/l	350-1200	800
Cặn không tan	mg/l	100-350	210
BOD	mg/l	110-400	210
TOC	mg/l	80-240	160
COD	mg/l	250-1000	500
T-N	mg/l	20-85	35
NH ₃ -N	mg/l	12-50	22
T-P	mg/l	4-15	7
P-hữu cơ	mg/l	1-5	2
P-vô cơ	mg/l	3-10	5

Với thành phần ô nhiễm là các tạp chất nhiễm bẩn có tính chất khác nhau, từ các loại chất không tan đến các chất ít tan và cả những hợp chất tan trong nước, việc xử lý nước thải sinh hoạt là loại bỏ các tạp chất đó, làm sạch nước và có thể đưa nước vào nguồn tiếp nhận hoặc đưa vào tái sử dụng. Việc lựa chọn phương pháp xử lý thích hợp thường được căn cứ trên đặc điểm của các loại tạp chất có trong nước thải. Các phương pháp chính thường được sử dụng trong các công trình xử lý nước thải sinh hoạt là: phương pháp hóa học, phương pháp hóa lý, và phương pháp sinh học.

1.1.2. Nước thải giàu hợp chất nitơ phát sinh từ nguồn gốc công nghiệp

Ô nhiễm do hợp chất nitơ từ sản xuất công nghiệp liên quan chủ yếu tới chế biến thực phẩm, sản xuất phân bón hay trong một số ngành nghề đặc biệt như mủ cao su, chế biến tơ tằm, thuộc da.

Chế biến thực phẩm thải một lượng đáng kể hợp chất hữu cơ dễ phân hủy liên quan đến các loại thực phẩm chứa nhiều đạm: chế biến thủy hải sản, giết mổ và sản xuất thức ăn từ các loại thịt, sữa, đậu, nẫu.

Chế biến thủy sản, giết mổ gia súc gồm các công đoạn sản xuất các sản phẩm đông lạnh và đồ hộp, tỉ lệ các sản phẩm trên phụ thuộc vào nhu cầu của thị

trường và trình độ phát triển công nghệ của từng nước. Giai đoạn đầu của quá trình chế biến là vệ sinh, giết, mổ, loại bỏ các phần thải. Các công đoạn kể trên thường được thực hiện trong nước hoặc được rửa bằng nước với lượng khá lớn. Nước thải từ khâu giết mổ chứa một lượng lớn máu, mỡ, phân cùng các mảnh vụn thịt, nước thải từ khâu giết mổ được thu gom cùng với nước vệ sinh dụng cụ hoặc nhà xưởng.

Nồng độ hợp chất nitơ trong nước thải công nghiệp được thể hiện trong bảng 1.2.

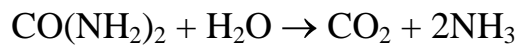
Bảng 1.2. Nồng độ nitơ tổng trong nước thải công nghiệp [4]

Nguồn	Nồng độ nitơ (mg/l) (khoảng
- Giết mổ	115
- Chế biến thịt	76
- Chế biến	
+ Cá da trơn	33 (28-50)
+ Cua	94 (58-138)
+ Tôm	215 (164-266)
+ Cá	30
- Chế biến rau, quả, đồ uống	4
- Bột, sản phẩm khoai tây	21 (5-40)
- Rượu vang	40 (10-50)
- Hóa chất, phân bón	
+ NH ₃ -N	1270
+NO ₃ ⁻ -N	550

Nguồn tiếp nhận nước thải ô nhiễm làm giảm khả năng tự làm sạch của nguồn nước, gây mất cân bằng sinh thái. Ngoài ra quá trình phân tán các hợp chất N, P, K, C... sẽ làm tăng dinh dưỡng trong nước, dẫn đến sự tăng sinh khối và làm tăng nhu cầu sử dụng oxi hòa tan. Kết quả là làm cho nước bị nghèo oxi, làm mất cân bằng dinh dưỡng, gây nên hiện tượng phú dưỡng trong nước. Các chất này phân hủy làm cho nước có độ đục cao, do đó giảm quá trình quang hợp của thực vật trong nước. Chính vì vậy vấn đề xử lý nước thải sao cho giảm sự ô nhiễm môi trường tới mức thấp đang là vấn đề trở nên cấp bách cho toàn xã hội.

1.1.3. Nước thải giàu hợp chất nitơ phát sinh từ nguồn gốc nông nghiệp

Canh tác nông nghiệp về nguyên tắc phải bón phân đạm và lân cho cây trồng vì các yếu tố trên thiếu trong đất trồng trọt. Trong rất nhiều trường hợp, người ta còn sử dụng nguồn nước thải để tưới nhằm tận dụng lượng hợp chất nitơ trong đó để làm phân bón cho cây trồng. Cây trồng hấp thụ không hết lượng phân bón nên nó được phân hủy, rửa trôi hoặc tạo thành dạng không tan. Khi sử dụng urê bón cho lúa nước có thể mất 30-40% do bị rửa trôi, thấm vào đất hay bị phân hủy ngoài môi trường. Trong nước, urê rất dễ bị thủy phân tạo thành amoniac và cacbonic:



Khi amoniac tồn tại trong nước sẽ bị thủy sinh vật khác như rong, tảo, rêu, cỏ dại hấp thụ và một phần chuyển thành dạng hợp chất khác như nitrat do hoạt động của vi sinh vật.

Nguồn gốc nước thải phát sinh do chăn nuôi gia cầm, gia súc có lưu lượng nhỏ hơn so với nước thải sinh hoạt, chủ yếu là nước tắm rửa và vệ sinh chuồng trại. Nước thải từ chuồng trại chăn nuôi chứa một lượng chất rắn không tan lớn: phân, rác tươi, bùn đất, thức ăn thừa rơi vãi, các hợp chất hữu cơ chứa nitơ được tác ra từ các chất rắn khi gặp nước. Nồng độ tạp chất trong nước thải chuồng trại cao hơn 50 -150 lần so với mức ô nhiễm của nước thải đô thị, nồng độ hợp chất nitơ nằm trong khoảng 1500 – 2500mgN/l.

1.2. CÁC BIỆN PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI

1.2.1. Xử lý nước thải bằng phương pháp cơ học [1,2]

Đây là phương pháp thường được dùng để xử lý sơ bộ nước thải trước khi xử lý bằng phương pháp hóa học, hóa lí hay sinh học. Trong nước thải thường có các loại tạp chất rắn có kích cỡ khác nhau bị cuốn theo như rơm cỏ, mẩu gỗ, bao bì chất dẻo, giấy,... Ngoài ra, còn có các loại hạt lơ lửng dạng huyền phù rất khó lắng.

Các công trình xử lý cơ học được áp dụng rộng rãi là: song/lưới chắn rác, thiết bị nghiền rác, bể điều hòa, khuấy trộn, bể lắng, bể tuyển nổi. Mỗi công trình được áp dụng đối với từng nhiệm vụ cụ thể.

1.2.2. Phương pháp hóa lý [2,3]

Bản chất của phương pháp hóa lý trong quá trình xử lý nước thải bằng hóa lý là áp dụng các quá trình vật lý và hóa học để đưa vào nước thải chất phản ứng với các tạp chất bẩn, biến đổi hoá học, tạo thành các chất khác dưới dạng cặn hoặc các chất hòa tan nhưng không gây độc hại hoặc gây ô nhiễm môi trường. Giai đoạn xử lý hóa lý có thể là giai đoạn xử lý độc lập hoặc xử lý cùng các phương pháp cơ học, hóa học, sinh học trong công nghệ xử lý nước thải hoàn chỉnh.

Phương pháp này bao gồm: đông tụ và keo tụ, tuyển nổi, hấp phụ.... Quá trình lắng cơ học chỉ tách được những hạt rắn có kích thước lớn còn những hạt rắn có kích thước nhỏ (ở dạng keo) thì không lắng được. Để tách chúng ra khỏi nước, trước hết cần trung hoà điện tích của chúng, sau đó liên kết chúng lại với nhau. Quá trình trung hoà điện tích là quá trình đông tụ, quá trình tạo thành các bông lớn từ các hạt nhỏ gọi là quá trình keo tụ.

Các hạt lơ lửng trong nước đều mang điện tích âm hoặc dương. Các hạt có nguồn gốc silic và các hạt hữu cơ mang điện tích âm, các hạt hydroxit sắt và nhôm mang điện tích dương. Khi thế điện động của nước rác bị phá vỡ, các hạt này sẽ liên kết lại với nhau tạo các tổ hợp phân tử, phân tử hay các ion tự do, các tổ hợp này chính là các hạt bông keo.

1.2.3. Phương pháp hóa học [2]

Thực chất của phương pháp hóa học là đưa vào nước thải chất phản ứng nào đó. Chất này tác dụng với các tạp chất bẩn trong nước thải và có khả năng tách chúng ra khỏi nước thải dưới dạng cặn lắng hoặc dưới dạng hòa tan không độc hại. Các phương pháp xử lý hóa học bao gồm:

- Phương pháp trung hòa nước thải chứa axit hoặc kiềm, hóa chất sử dụng để trung hòa như đá vôi, vôi, axit,...

- Phương pháp oxi hóa: dùng để chuyển chất tan sang dạng không độc, kết tủa được nhờ các tác nhân oxi hóa mạnh Cl_2 , O_3 , $KMnO_4$...
- Phương pháp trao đổi ion: dùng để tách các kim loại như Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg, Cd, V, Mn... cũng như các hợp chất của asen, photpho, xyanua, các chất phóng xạ, các muối trong nước thải nhờ các chất có khả năng trao đổi các ion.

1.2.4. Phương pháp sinh học [4,5]

a. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học trong điều kiện tự nhiên

Để tách các chất hữu cơ dạng keo và hoà tan trong điều kiện tự nhiên người ta xử lý nước thải trong ao, hồ (hồ sinh học) hay trên đất (cánh đồng tưới, cánh đồng lọc...).

Hồ sinh học

Là các ao hồ có nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo còn gọi là hồ oxi hoá, hồ ổn định nước thải,... để xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học. Trong hồ sinh học diễn ra quá trình oxi hoá sinh hoá các chất hữu cơ như vi khuẩn, tảo và các loại thủy sinh vật khác, tương tự như quá trình làm sạch nguồn nước mặt. Vi sinh vật sử dụng oxi sinh ra từ rêu tảo trong quá trình quang hợp cũng như oxi từ không khí để oxi hoá các chất hữu cơ, rong tảo lại tiêu thụ CO_2 , photphat và nitrat amôn sinh ra từ sự phân huỷ, oxi hoá các chất hữu cơ bởi vi sinh vật. Để hồ hoạt động bình thường cần phải giữ giá trị pH và nhiệt độ tối ưu. Nhiệt độ không được thấp hơn $6^{\circ}C$.

Theo bản chất quá trình sinh hoá, người ta chia hồ sinh học ra các loại hồ hiếu khí, hồ sinh học tùy tiện (Faculative) và hồ sinh học yếm khí.

Hồ sinh học hiếu khí

Quá trình xử lý nước thải xảy ra trong điều kiện đầy đủ oxi, oxi được cung cấp qua mặt thoáng và nhờ quang hợp của tảo hoặc hồ được làm thoáng cưỡng bức nhờ các hệ thống thiết bị cấp khí. Độ sâu của hồ sinh học hiếu khí không lớn từ 0,5-1,5m.

Hồ sinh học tùy tiện

Có độ sâu từ 1,5 – 2,5m, trong hồ sinh học tùy tiện, theo chiều sâu lớp nước có thể diễn ra hai quá trình: oxi hoá hiếu khí và lên men yếm khí các chất hữu cơ. Trong hồ sinh học tùy tiện vi khuẩn và tảo có quan hệ tương hỗ đóng vai trò cơ bản đối với sự chuyển hoá các chất.

Hồ sinh học yếm khí

Có độ sâu trên 3m, với sự tham gia của hàng trăm chủng loại vi khuẩn kỵ khí bắt buộc và kỵ khí không bắt buộc. Các vi sinh vật này tiến hành hàng chục phản ứng hoá sinh học để phân huỷ và biến đổi các hợp chất hữu cơ phức tạp thành những chất đơn giản dễ xử lý. Hiệu suất giảm BOD trong hồ có thể lên đến 70%. Tuy nhiên nước thải sau khi ra khỏi hồ vẫn có BOD cao nên loại hồ này chỉ chủ yếu áp dụng cho xử lý nước thải công nghiệp rất đậm đặc và dùng làm hồ bậc 1 trong tổ hợp nhiều bậc.

Cánh đồng tưới - Cánh đồng lọc

Cánh đồng tưới là những khoảng đất canh tác, có thể tiếp nhận và xử lý nước thải. Xử lý trong điều kiện này diễn ra dưới tác dụng của vi sinh vật, ánh sáng mặt trời, không khí và dưới ảnh hưởng của các hoạt động sống thực vật, chất thải bị hấp thụ và giữ lại trong đất, sau đó các loại vi khuẩn có sẵn trong đất sẽ phân huỷ chúng thành các chất đơn giản để cây trồng hấp thụ. Nước thải sau khi ngấm vào đất, một phần được cây trồng sử dụng. Phần còn lại chảy vào hệ thống tiêu nước ra sông hoặc bổ sung cho nước nguồn .

b. Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học trong điều kiện nhân tạo

Bể lọc sinh học

Bể lọc sinh học là công trình nhân tạo, trong đó nước thải được lọc qua vật liệu rắn có bao bọc một lớp màng vi sinh vật. Bể lọc sinh học gồm các phần chính như sau: phần chứa vật liệu lọc, hệ thống phân phối nước đảm bảo tưới đều lên toàn bộ bề mặt bể, hệ thống thu và dẫn nước sau khi lọc, hệ thống phân phối khí cho bể lọc.

Quá trình oxi hoá chất thải trong bể lọc sinh học diễn ra giống như trên cánh đồng lọc nhưng với cường độ lớn hơn nhiều. Màng vi sinh vật đã sử dụng và xác

vi sinh vật chết theo nước trôi khỏi bể được tách khỏi nước thải ở bể lắng đợt 2. Để đảm bảo quá trình oxi hoá sinh hoá diễn ra ổn định, oxi được cấp cho bể lọc bằng các biện pháp thông gió tự nhiên hoặc thông gió nhân tạo. Vật liệu lọc của bể lọc sinh học có thể là nhựa Plastic, xỉ vòng gốm, đá Granit.....

Bể lọc sinh học nhỏ giọt

Bể có dạng hình vuông, hình chữ nhật hoặc hình tròn trên mặt bằng, bể lọc sinh học nhỏ giọt làm việc theo nguyên tắc sau:

- Nước thải sau bể lắng đợt 1 được đưa về thiết bị phân phối, theo chu kỳ tưới đều nước trên toàn bộ bề mặt bể lọc. Nước thải sau khi lọc chảy vào hệ thống thu nước và được dẫn ra khỏi bể. Oxi cấp cho bể chủ yếu qua hệ thống lỗ xung quanh thành bể .

- Vật liệu lọc của bể sinh học nhỏ giọt thường là các hạt cuội, đá ... đường kính trung bình 20 - 30 mm. Tải trọng nước thải của bể thấp ($0,5 - 1,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ vật liệu lọc /ngđ). Chiều cao lớp vật liệu lọc là 1,5 - 2m. Hiệu quả xử lý nước thải theo tiêu chuẩn BOD đạt 90%. Dùng cho các trạm xử lý nước thải có công suất dưới $1000 \text{ m}^3/\text{ngđ}$

Bể lọc sinh học cao tải

Bể lọc sinh học cao tải có cấu tạo và quản lý khác với bể lọc sinh học nhỏ giọt, nước thải tưới lên mặt bể nhờ hệ thống phân phối phản lực. Bể có tải trọng 10 - 20 m^3 nước thải/ 1 m^2 bề mặt bể/ngđ. Nếu trường hợp BOD của nước thải quá lớn người ta tiến hành pha loãng chúng bằng nước thải đã làm sạch. Bể được thiết kế cho các trạm xử lý dưới $5000 \text{ m}^3/\text{ngđ}$

Bể hiếu khí có bùn hoạt tính - Bể Aerotank

Là bể chứa hỗn hợp nước thải và bùn hoạt tính, khí được cấp liên tục vào bể để trộn đều và giữ cho bùn ở trạng thái lơ lửng trong nước thải và cấp đủ oxi cho vi sinh vật oxi hoá các chất hữu cơ có trong nước thải. Khi ở trong bể, các chất lơ lửng đóng vai trò là các hạt nhân để cho các vi khuẩn cư trú, sinh sản và phát triển dần lên thành các bông cặn gọi là bùn hoạt tính. Vi khuẩn và các vi sinh vật sống dùng chất nền (BOD) và chất dinh dưỡng (N, P) làm thức ăn để chuyển hoá

chúng thành các chất lơ lửng không hoà tan và thành các tế bào mới. Số lượng bùn hoạt tính sinh ra trong thời gian lưu lại trong bể Aerotank của lượng nước thải ban đầu đi vào trong bể không đủ làm giảm nhanh các chất hữu cơ do đó phải sử dụng lại một phần bùn hoạt tính đã lắng xuống đáy ở bể lắng đợt 2, bằng cách tuần hoàn bùn về bể Aerotank để đảm bảo nồng độ vi sinh vật trong bể. Phần bùn hoạt tính dư được đưa về bể nén bùn hoặc các công trình xử lý bùn cặn khác để xử lý. Bể Aerotank hoạt động phải có hệ thống cung cấp khí đầy đủ và liên tục.

Quá trình xử lý sinh học kỵ khí - Bể UASB

Quá trình xử lý sinh học kỵ khí là quá trình sử dụng các vi sinh vật trong điều kiện không có oxi để chuyển hoá các hợp chất hữu cơ thành Metan và các sản phẩm hữu cơ khác.

Quá trình này thường được ứng dụng để xử lý ổn định cặn và xử lý nước thải công nghiệp có nồng độ BOD, COD cao.

Quá trình chuyển hoá chất hữu cơ trong nước thải bằng vi sinh yếm khí xảy ra theo 3 giai đoạn:

- Một nhóm vi sinh tự nhiên có trong nước thải thủy phân các hợp chất hữu cơ phức tạp và lytít thành các chất hữu cơ đơn giản có trọng lượng nhẹ như Monosacarit, amino axit để tạo ra nguồn thức ăn và năng lượng cho vi sinh hoạt động
- Nhóm vi khuẩn tạo men axit biến đổi các hợp chất hữu cơ đơn giản thành các axit hữu cơ thường là axit acetic, nhóm vi khuẩn yếm khí tạo axit gọi là nhóm axit focmic
- Nhóm vi khuẩn tạo metan chuyển hoá hydro và axit acetic thành khí metan và cacbonic. Nhóm vi khuẩn này gọi là metan, chúng có rất nhiều trong dạ dày của động vật nhai lại (trâu, bò...) vai trò quan trọng của nhóm vi khuẩn metan là tiêu thụ hydro và axit acetic, chúng tăng trưởng rất chậm và quá trình xử lý yếm khí chất thải được thực hiện khi khí metan và cacbonic thoát ra khỏi hỗn hợp.

Bể UASB

Nước thải được đưa trực tiếp vào dưới đáy bể và được phân phối đồng đều ở đó, sau đó chảy ngược lên xuyên qua lớp bùn sinh học hạt nhỏ (bông bùn) và các chất rắn hữu cơ được tiêu thụ ở đó.

Các bọt khí mêtan và cacbonic nổi lên trên được thu bằng các chụp khí để dẫn ra khỏi bể.

Nước thải tiếp theo đó sẽ diễn ra sự phân tách 2 pha lỏng và rắn. Pha lỏng được dẫn ra khỏi bể, còn pha rắn thì hoàn lưu lại lớp bông bùn.

Sự tạo thành và duy trì các hạt bùn là vô cùng quan trọng khi vận hành bể UASB.

1.3. PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC HIẾU KHÍ SỬ DỤNG ĐĨA QUAY SINH HỌC TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI GIÀU HỢP CHẤT NITƠ

1.3.1. Khái quát và cấu tạo của đĩa quay sinh học [6,7]

Đĩa quay sinh học RBC (Rotating biological contactors) là thiết bị được gắn rất nhiều đĩa hình tròn trên một trục quay. Vật liệu chế tạo đĩa là polyetylen hoặc polyvinylclorua. Thiết bị đĩa quay sinh học được đặt chìm trong nước (40 - 90% tổng diện tích bề mặt) và quay với tốc độ chậm. Màng vi sinh vật hình thành trên mặt đĩa nhựa với độ dày 1 - 4mm. Khi chuyển động quay, đĩa chứa màng vi sinh được tiếp xúc với chất ô nhiễm trong nước và tiếp xúc với oxi trong không khí để oxi hoá các chất hữu cơ và giải phóng CO₂. Khi khối đĩa quay xuống, vi sinh vật nhận chất nền (chất dinh dưỡng) có trong nước. Quá trình tiếp diễn như vậy cho đến khi hệ vi sinh vật sinh trưởng và phát triển sử dụng hết các hữu cơ có trong nước thải.

Khi đĩa quay, tạo cho màng có khả năng thay đổi liên tục trạng thái tiếp xúc. Tiếp xúc với các tạp chất hữu cơ, khi chuyển động trong nước thải và sau đó lại tiếp xúc với oxi không khí ra khỏi nước thải. Đĩa quay được chuyển động nhờ motor hoặc sức gió. Nhờ quay liên tục mà màng sinh học vừa tiếp xúc được với không khí, vừa tiếp xúc được với chất hữu cơ trong nước thải. Vì vậy chất hữu cơ phân huỷ nhanh.

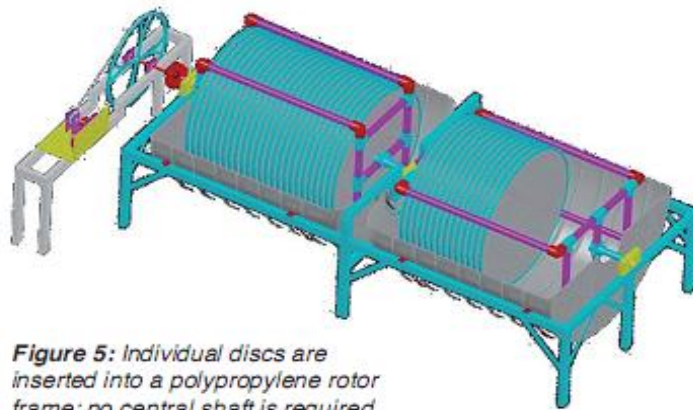


Figure 5: Individual discs are inserted into a polypropylene rotor frame; no central shaft is required according to concept 3.

Hình 1.1. Sơ đồ hệ thống đĩa quay sinh học [10]

Màng vi sinh bám trên đĩa có dạng thô nhám, chứa ít vi sinh vật dạng sợi. Quá trình phân huỷ chất hữu cơ và hợp chất chứa nitơ trên thiết bị đĩa quay sinh học chính là quá trình phân huỷ sinh học hiếu khí. Đĩa quay được nhờ motor hoặc sức gió. Nhờ quay liên tục mà màng sinh học vừa tiếp xúc được với không khí vừa tiếp xúc được với các chất hữu cơ trong nước thải, vì vậy chất hữu cơ được phân huỷ nhanh.

Yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến hoạt động của RBC là lớp màng sinh học. Khi bắt đầu vận hành các vi sinh vật trong nước bám vào vật liệu và phát triển ở đó cho đến khi tất cả vật liệu được bao bởi lớp màng nhầy.

Vi sinh vật trong màng bám trên đĩa quay gồm các vi khuẩn kỵ khí tùy tiện như *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, các vi sinh vật hiếu khí như *Bacillus* thì thường có ở lớp ngoài của màng. Khi kém khí thì tạo thành lớp màng vi sinh vật mỏng và gồm các chủng vi sinh vật yếm khí như *Desulfovibrio* và một số vi khuẩn sunfua. Trong điều kiện yếm khí, vi sinh vật thường tạo mùi khó chịu. Nấm và các vi sinh vật hiếu khí phát triển ở lớp ngoài màng và cùng tham gia vào việc phân huỷ các hợp chất hữu cơ. Sự đóng góp của nấm chỉ quan trọng trong trường hợp pH của nước thải thấp, hoặc các loại nước thải công nghiệp đặc biệt bởi vì nấm không thể cạnh tranh với các loại vi khuẩn về thức ăn trong điều kiện bình thường. Tảo mọc trên bề mặt lớp màng vi sinh vật làm tăng

cường sức chịu đựng CO₂ của lớp màng sinh học. Nói chung pH tối ưu cho RBC là từ 6,5 - 7,8, khi để oxy hóa các hydratcarbon thì pH thích hợp là 8,2 - 8,6. Để nitrat hóa nitrat hóa thì pH tối ưu khoảng 7,2 - 7,8. Quá trình nitrat hóa có thể đưa tới việc kiềm hóa môi trường vì vậy thêm các chất kiềm như vôi là điều cần thiết. Nhiệt độ nước thải ở mức 13 - 32⁰C không ảnh hưởng nhiều đến quá trình hoạt động. Tuy nhiên khi nhiệt độ giảm dưới 13⁰C thì hiệu quả xử lý giảm. Để đạt được hiệu suất xử lý cao, nước thải phải được giữ ở điều kiện thoáng khí trong toàn bộ hệ thống để đảm bảo quá trình oxy hóa hydratcarbon và nitrat hóa.

Ưu điểm của RBC trong xử lý nước thải:

- Thiết bị làm việc đạt hiệu quả xử lý chất hữu cơ (BOD) trên 90%; chất dinh dưỡng (N, P) đạt trên 35%;
- Không yêu cầu tuần hoàn bùn.
- Không yêu cầu cấp khí cưỡng bức.
- Hoạt động ổn định, ít nhạy cảm với sự biến đổi lưu lượng đột ngột và tác nhân độc với vi sinh;
- Tự động vận hành. Không yêu cầu lao động có trình độ cao;
- Không gây mùi, độ ồn thấp, tính thẩm mỹ cao;
- Thiết kế theo đơn nguyên, dễ dàng thi công theo từng bậc, tiết kiệm sử dụng mặt bằng.

Để thiết kế đĩa tiếp xúc sinh học cần lưu ý các thông số sau: cách sắp xếp các đĩa tiếp xúc sinh học, lưu lượng nạp, chất lượng nước thải đầu ra và nhu cầu của bể lắng thứ cấp.

Cách sắp xếp các đĩa tiếp xúc sinh học: người ta dùng các vách ngăn để chia bể xử lý thành nhiều ngăn, mỗi ngăn có một đĩa sinh học hoạt động độc lập, hoặc sử dụng nhiều bể chứa các đĩa sinh học nối tiếp nhau. Người ta thường sử dụng các hệ thống xử lý từ ba giai đoạn đĩa sinh học trở lên, việc sử dụng nhiều giai đoạn đĩa sinh học nhằm nitrat hóa nước thải.

Lưu lượng nạp: lưu lượng nạp rất quan trọng đối với hiệu suất của đĩa sinh học, nạp quá tải sẽ làm thiếu DO cần thiết cho quá trình, sinh mùi thối do khí H₂S, sinh ra nhiều vi sinh vật hình sợi làm giảm diện tích tiếp xúc bề mặt.

Các thiết bị cơ khí cho đĩa sinh học

Trục quay: trục quay dùng để gắn kết các đĩa sinh học bằng plastic và quay chúng quanh trục. Chiều dài tối đa của trục quay là 8,23 m trong đó 7,62 m dùng để gắn các đĩa sinh học. Các trục quay ngắn hơn biến thiên từ 1,52 - 7,62 m. Cấu trúc, đặc điểm của trục quay và cách gắn các đĩa sinh học vào trục phụ thuộc vào cơ sở sản xuất.

Đĩa sinh học: được sản xuất từ PE có nhiều nếp gấp để tăng diện tích bề mặt. Tùy theo diện tích bề mặt người ta chia làm 3 loại: loại có diện tích bề mặt thấp ($9290\text{m}^2/8,23\text{m}$ trục), loại có diện tích bề mặt trung bình và loại có diện tích bề mặt cao ($11.149 - 16.723\text{m}^2/8,23\text{m}$ trục). Như vậy, sử dụng đĩa quay sinh học có diện tích bề mặt lớn sẽ có hiệu quả cao. Vật liệu dạng lưới nói chung là tốt hơn dạng đĩa vì bề mặt dạng lưới lớn hơn. Nhưng dùng dạng này ở giai đoạn đầu dễ bị tắc nghẽn dẫn đến việc đưa chất thải vào chậm làm giảm hiệu lực của thiết bị.

Thiết bị truyền động: để quay các đĩa sinh học người ta có thể dùng motor truyền động gắn trực tiếp với trục hoặc dùng bơm nén khí. Trong trường hợp dùng bơm nén khí các đầu phân phối khí đặt ngầm trong bể, thổi khí vào các chiếc tách hứng khí tạo thành lực đẩy làm quay đĩa sinh học. Bơm nén khí vừa quay đĩa vừa cung cấp thêm oxi cho quá trình. Cả hai loại này đều có độ tin cậy cao.

Bể chứa đĩa sinh học: có thể tích $45,42\text{ m}^3$ cho 9290 m^2 đĩa sinh học, lưu lượng nạp $0,08\text{ m}^3/\text{m}^2$.d thông thường độ sâu của nước là 1,52 m và 40% diện tích đĩa sinh học ngập trong nước thải.

Mái che: mái che có thể làm bằng tấm sợi thủy tinh, có nhiệm vụ bảo vệ đĩa sinh học khỏi bị hư hại bởi tia UV và các tác nhân vật lý khác, giữ nhiệt cần thiết cho quá trình, không chế sự phát triển của tảo.

Các sự cố trong vận hành bao gồm: trục quay bị hỏng do thiết kế kém, sự mài kim loại, quá nhiều vi sinh vật bám trên đĩa. Đĩa sinh học bị hư do tiếp xúc với

nhiệt, các dung môi hữu cơ, tia UV. Ô bi bị kẹt do thiếu mỡ bò. Mùi hôi do lưu lượng nạp chất hữu cơ quá cao. Để giải quyết các vấn đề trên hiện nay người ta có khuynh hướng đặt các đĩa sinh học sâu hơn trong nước thải để làm giảm tải trọng của trục và ô bi.

1.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới hoạt động của RBC [8,10]

a. Lớp màng sinh học

Lựa chọn loại vật liệu làm bằng màng của thiết bị RBC là hết sức quan trọng, nó có ý nghĩa quyết định lớn đến hiệu quả xử lý nước. Khi bắt đầu vận hành các vi sinh vật trong nước bám vào vật liệu làm màng sinh học và phát triển ở đó cho tới khi tất cả lớp vật liệu được bao phủ một lớp màng nhầy (vi sinh vật) dày chừng 0,16-0,32cm sinh khối bám chắc vào lớp vật liệu được coi như màng lọc sinh học. Tùy vào điều kiện làm việc của RBC và đặc thù của nơi cần xử lý mà chọn loại màng cho phù hợp.

b. Hàm lượng oxi hòa tan

DO trong nước thải cần giữ được ở mức lớn hơn 1 - 2mg/l trong bồn xử lý nước thải để đảm bảo đủ oxi cho quá trình hoạt động của vi sinh vật hiếu khí.

c. Vi sinh vật trên màng

Trên bề mặt đĩa gồm một số loại vi khuẩn tùy nghi như: Pseudomonas, Flavobacterium, nhưng chủ yếu là hoạt động của vi khuẩn hiếu khí như: E.coli, Bacillus, thì thường có ở lớp trên của màng. Trong điều kiện kỵ khí thì tạo thành lớp màng vi sinh mỏng và tạo ra mùi khó chịu. Nấm và các vi sinh vật hiếu khí phát triển ở lớp màng ngoài, tham gia vào việc phân hủy các chất hữu cơ. Một số loại nấm, tảo có thể xử lý được chất ô nhiễm hữu cơ ở nhiệt độ tương đối thấp.

d. Ảnh hưởng của pH

Nói chung pH tối ưu cho RBC hoạt động là từ 6.5 - 7.8 nhưng tùy vào loại nước thải ta có khoảng pH riêng biệt. Khi để oxi hóa các chất hidrat cacbon thì pH thích hợp là 8,2 - 8,6. Để nitrat hóa các hợp chất nitơ trong nước thải thì pH tối ưu khoảng 7,2 - 7,8.

e. Các chất dinh dưỡng bổ sung vào nước thải

Điều kiện thích hợp về mặt dinh dưỡng để vi sinh vật hoạt động để phân hủy chất hữu cơ phải theo tỉ lệ $BOD_5:N:P = 100:5:1$.

f. Thời gian lưu và tải lượng ô nhiễm

Tải lượng của đĩa khoảng 0,5 - 1 kgBOD/ngày.m² vì vậy hàm lượng chất hữu cơ đầu vào phải phù hợp để đảm bảo hiệu quả xử lý.

Thời gian lưu của nước trong bể RBC khoảng 40 - 90 phút để oxi hóa các hợp chất hữu cơ chứa cacbon và 90 - 240 phút đối với các hợp chất hữu cơ chứa nitơ.

g. Tốc độ quay và đường kính đĩa

Tốc độ quay của RBC khoảng 3 - 4rpm. Khi tăng tốc độ quay cũng làm tăng tốc độ trao đổi oxi nhưng đồng thời với việc tăng yêu cầu sử dụng năng lượng. Khi vận hành đĩa quay sinh học, sự sinh trưởng của vi sinh vật được gắn kết vào bề mặt đĩa tạo nên một lớp màng mỏng trên các bề mặt ngập nước của đĩa. Khi quay đĩa có mang theo vi sinh vật gây tác động tới sự vận chuyển oxi, sự vận chuyển này đảm bảo cho sinh khối tồn tại trong điều kiện hiếu khí. Đồng thời đĩa quay cũng là một cơ chế tách chất rắn dư ra khỏi bề mặt đĩa nhờ lực xoáy, lực xoắn do nó tạo ra vì vậy vi sinh vật sau khi chết sẽ tự tách khỏi bề mặt đĩa và lắng xuống. Việc thiết kế RBC dễ dàng về mặt động học màng đối với thiết bị riêng hay đối với hệ thống nhiều màng sinh học. Động học của màng sinh hoạt được kiểm nghiệm dựa trên kinh nghiệm trong các hoạt động thiết kế.

h. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Tốc độ phản ứng oxi hóa sinh hóa tăng khi nhiệt độ tăng. Tuy nhiên, trong thực tế nhiệt độ nước thải trong hệ thống xử lý được duy trì trong khoảng 20 - 30⁰C. Khi nhiệt độ tăng quá ngưỡng trên có thể làm vi sinh vật bị chết, còn ở nhiệt độ quá thấp thì tốc độ làm sạch sẽ bị giảm và quá trình thích nghi của vi sinh vật với môi trường mới bị chậm lại, các quá trình nitrat hóa bị giảm hiệu suất. Còn trong điều kiện nhiệt độ tối ưu, khi nhiệt độ tăng tốc độ phân hủy các chất hữu cơ tăng lên gấp 2 - 3 lần.

1.3.3. Phạm vi ứng dụng [7]

Đĩa tiếp xúc sinh học đầu tiên được lắp đặt ở Tây Đức vào năm 1960, sau đó du nhập sang Mỹ. Ở Mỹ và Canada 70% số đĩa tiếp xúc sinh học được dùng để khử BOD của các hợp chất carbon, 25% dùng để khử BOD của các hợp chất carbon kết hợp với nitrat hóa nước thải, 5% dùng để nitrat hóa nước thải sau quá trình xử lý thứ cấp.

Đĩa quay sinh học là hệ thống xử lý màng được ứng dụng rộng rãi để xử lý thứ cấp đối với nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp. RBC chứa một số lượng đĩa được sắp xếp dọc theo trục của thiết bị. Đĩa sinh học được ngập một phần trong nước thải. Khi đĩa quay liên tục nhờ mô tơ quay, phần diện tích đĩa ngập nước sẽ tiếp xúc với nước thải rồi chuyển động lên trên. Bởi vậy, màng sinh học sẽ tiếp xúc với chất dinh dưỡng trong nước thải và oxi trong không khí để thực hiện quá trình phân hủy. Màng vi sinh sẽ phát triển và dày lên theo thời gian xử lý. RBC được ứng dụng rộng rãi bởi diện tích bề mặt riêng lớn, nồng độ bùn hoạt tính cao, khả năng lắng tốt, tiêu tốn ít điện năng. Benefield và Randall (1980) đã nghiên cứu xử lý nước thải bằng đĩa quay sinh học dưới dạng mô hình sử dụng đĩa nhựa PE được sắp xếp trong 4 cấp để xử lý nước thải tổng hợp chứa 2-nitrophenol or 2-chlorophenol. Opatken and Bond (1991) đã xử lý nước thải chứa nồng độ NH_4^+ cao trong khoảng 20 - 1000 mg/l bằng mô hình đĩa quay sinh học. Năm 1978, lý thuyết mô hình RBC đã được cung cấp để thiết kế mô hình RBC. Ở Việt nam, Công ty Cổ phần Công nghiệp Môi trường (Viện Máy và Dụng cụ Công nghiệp) đã nghiên cứu chế tạo và ứng dụng rất hiệu quả thiết bị này và đưa vào xử lý nước thải tại một số ngành công nghiệp thực phẩm và các khu dân cư sinh thái, các bệnh viện khách sạn ... Thiết bị được đánh giá là một giải pháp tiết kiệm chi phí trong xử lý nước thải hiện nay.

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. MỤC ĐÍCH VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

2.1.1. Mục đích nghiên cứu

Đề tài được thực hiện với các mục đích chính sau:

- Tính toán các thông số cơ bản trong hệ thống đĩa quay sinh học để xử lý nước thải giàu hợp chất hữu cơ và hợp chất nitơ.
- Xây dựng mô hình đĩa quay sinh học dựa trên các thông số cơ bản đã tính toán được.
- Ứng dụng mô hình đĩa quay sinh học để xử lý nước thải sinh hoạt nhằm đánh giá hiệu quả hoạt động của mô hình đã xây dựng được.

2.1.2. Đối tượng nghiên cứu

Trong quá trình nghiên cứu, đề tài đã lựa chọn nước thải sinh hoạt làm đối tượng để ứng dụng trên mô hình đĩa quay sinh học sau khi đã xây dựng, bởi các lý do sau:

- Nước thải sinh hoạt với đặc tính chứa chất hữu cơ dễ phân hủy sinh học và hợp chất nitơ nên phù hợp để xử lý bằng đĩa quay sinh học.
- Nồng độ chất hữu cơ trong nước thải sinh hoạt trong khoảng 400 – 800mg/l nên thích hợp để xử lý 1 giai đoạn sinh học hiếu khí.
- Nước thải sinh hoạt là đối tượng thuận lợi cho quá trình lấy mẫu.
- Hơn nữa, hiện tại nước thải sinh hoạt của nội thành nói riêng và toàn thành phố Hải Phòng nói chung chưa được quan tâm xử lý trước khi thải ra môi trường.

2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.2.1. Phương pháp tính toán xây dựng mô hình RBC

Với mục tiêu xây dựng mô hình RBC để xử lý nước thải với quy mô phòng thí nghiệm, đề tài sử dụng các công thức khác nhau để tính toán các thông số liên quan đến hệ thống RBC, như: số lượng đĩa sinh học, tải trọng xử lý, số vòng quay của đĩa, tỉ lệ của bánh đai truyền động, ...

a. Những tiêu chuẩn chung để thiết kế

Dựa trên các nghiên cứu đã ứng dụng RBC trong xử lý nước thải giàu hợp chất hữu cơ và hàm lượng nitơ, các thông số cơ bản sử dụng trong quá trình thiết kế bao gồm:

- Quá trình phân hủy chất hữu cơ của vi sinh vật hiếu khí nhờ vào hoạt động của hệ thống RBC.
- Sự xáo trộn của không khí vào nước nhờ các đĩa quay với tốc độ nhỏ nhất. Oxi trong nước luôn đủ để đảm bảo cho vi sinh vật hiếu khí hoạt động phân hủy các chất hữu cơ và nitrat hóa các hợp chất nitơ.
- Đĩa được quay với tốc độ khoảng 3 vòng/phút, hai mặt của đĩa được làm bằng xốp mỏng polystyren để tăng diện tích bề mặt cho vi sinh phát triển.
- Diện tích đĩa ngập nước là 50%.
- Trục quay được làm bằng thép.

b. Các chi tiết trong quá trình thiết kế xây dựng mô hình RBC

Các đĩa sinh học

Đĩa sinh học cần có diện tích bề mặt lớn và độ nhám để vi sinh vật có thể bám dính trong quá trình phân hủy chất hữu cơ. Ngoài ra đĩa sinh học phải đảm bảo độ cứng để lắp vào trục. Khi sử dụng vật liệu xốp mỏng polystyren có thể phù hợp với yêu cầu về diện tích bề mặt và độ nhám. Vật liệu đảm bảo tính thấm nước, có sự thông khí bên trong và bên ngoài, độ bền cơ học cao, chịu được sức cản của nước. Với vật liệu được sử dụng để làm đĩa sinh học trên có thể giúp hệ thống hoạt động được vài năm do chúng bền về mặt hóa học và cơ học.



Hình 2.1. Hình ảnh đĩa quay sinh học

Trục quay

Các đĩa được lắp trên trục quay. Trục này được làm bằng thép. Hai đầu của trục được lắp giáp vào ổ đỡ và ổ đỡ được lắp cố định trên khung đỡ bởi các bulông. Một số điểm cần lưu ý trong quá trình làm trục quay:

- Với số lượng lớn đĩa sinh học sẽ tạo ra khối lượng lớn màng sinh học nên phải lựa chọn trục và bệ đỡ có độ bền cơ học cao.
- Momen của động cơ được thay đổi thông qua hệ thống bánh đai truyền động.
- Bulông xiết giữa bệ đỡ và khung đỡ phải ăn khớp để tránh sự bào mòn vượt mức giới hạn và độ mỏi do uốn cong trục.

Bệ đỡ

Để hoạt động được đơn giản bệ đỡ được thiết kế theo kiểu hình cầu, đảm bảo độ chính xác cao của mặt bệ đỡ trên trục.

Bể xử lý

Với yêu cầu xử lý được 400 lít nước thải/ngày, nước thải được xử lý theo mẻ và được đưa vào bể xử lý với tốc độ nhanh nên hệ thống không cần sử dụng máy bơm định lượng mà sử dụng thùng cao vị để tiết kiệm được năng lượng. Nhờ vào thùng cao vị, nước thải được đưa vào bể phản ứng mà không cần sử dụng bơm.

Khung đỡ

Khung đỡ được làm bằng kim loại và phủ sơn bên ngoài để chống sự oxi hóa.

Hệ thống động cơ

Động cơ được sử dụng trong mô hình là động cơ giảm tốc của Nhật Bản. Động cơ giảm tốc này được chế tạo từ loại động cơ thông thường. Tốc độ quay của động cơ sau khi đã giảm tốc là 15 vòng/phút. Hệ thống bánh đai truyền động được sử dụng để giảm giảm tốc độ xuống khoảng 3 vòng/phút (tỉ lệ khoảng 1:5). Bánh đai lớn được lắp giáp với trục chứa đĩa sinh học. Bánh đai nhỏ được lắp giáp trên trục của động cơ, đường kính của bánh đai nhỏ phù hợp với đường kính của bánh đai lớn theo tỉ lệ giảm tốc mong muốn. Những ưu điểm của bánh đai truyền động là:

- Thiết kế đơn giản
- Ít xảy ra sự cố
- Nếu roto hỏng thì dây curoa sẽ chống sự phá hỏng động cơ
- Giá thành rẻ nên thiết kế toàn bộ hệ thống bánh đai truyền động sẽ tiết kiệm hơn nhiều so với chế tạo thêm 1 hộp giảm tốc.



Hình 2.2. Hệ thống động cơ và bánh đai truyền động

2.2.2. Phương pháp thử nghiệm mô hình RBC

Mô hình RBC sau khi đã được tính toán và xây dựng, đề tài thực hiện thử nghiệm mô hình để xử lý nước thải sinh hoạt. Để đánh giá hiệu quả hoạt động của mô

hình RBC, đề tài đã vận hành thử nghiệm 3 lần đối với nước thải sinh hoạt và theo dõi các thông số COD, NH_4^+ và SS theo thời gian.

- Khảo sát ảnh hưởng của thời gian xử lý đến hiệu suất xử lý chất hữu cơ trong nước thải sinh hoạt dựa trên thông số COD.
- Khảo sát ảnh hưởng của thời gian xử lý đến hiệu suất xử lý hàm lượng amoni trong nước thải sinh hoạt.
- Khảo sát ảnh hưởng của thời gian xử lý đến hiệu suất xử lý hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước thải sinh hoạt.

Dựa trên kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý các thông số COD, NH_4^+ , SS, nghiên cứu thực hiện tính toán lưu lượng xử lý tính trên 1m^2 diện tích đĩa (lít/ngày.m^2) ảnh hưởng đến nồng độ các thông số sau quá trình xử lý.



Hình 2.3. Mô hình RBC được tính toán và lắp đặt

2.2.3. Phương pháp phân tích các thông số

a. Phương pháp lấy mẫu và bảo quản mẫu

Nước thải sinh hoạt được lấy tại miệng cống thải chung của khu vực dân cư trước khi thải ra hồ Sen. Trước khi lấy mẫu, dụng cụ chứa mẫu được tráng bằng nước thải 3 lần. Do địa điểm lấy mẫu thuận lợi nên mẫu nước thải sau khi lấy về được

xử lý bằng mô hình RBC ngay nên không cần bảo quản. Tuy nhiên, trong quá trình phân tích các chỉ tiêu trong nước thải sau xử lý, nếu mẫu nào chưa kịp phân tích trong ngày thì được bảo quản ở nhiệt độ 4⁰C. Mẫu bảo quản trong phòng thí nghiệm không quá 5 ngày sau khi lấy mẫu. Trước khi lấy mẫu để phân tích hoặc thí nghiệm cần phải lắc đều mẫu.

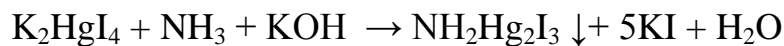
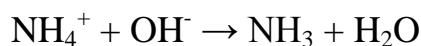
b. Phương pháp phân tích các thông số

Các thông số ô nhiễm trong nước thải được xác định tại phòng thí nghiệm của Khoa Môi trường - Đại học Dân lập Hải Phòng.

- Các thông số pH, SS được xác định bằng các thiết bị đo trong phòng thí nghiệm.

- Xác định hàm lượng NH₄⁺:

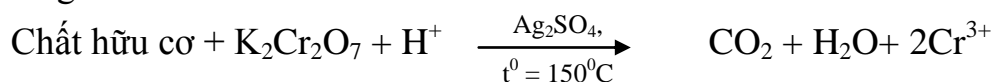
Dựa trên nguyên tắc amoni trong môi trường kiềm phản ứng với thuốc thử Nessler (K₂HgI₄) tạo kết tủa màu vàng (NH₂Hg₂I₃), theo các phản ứng sau:



Cường độ màu phụ thuộc vào nồng độ amoni có trong mẫu nước. Dùng phương pháp trắc quang để xác định nồng độ amoni có trong mẫu nước. Đo mật độ quang ở bước sóng 425nm

- Xác định COD:

Dựa trên nguyên tắc sử dụng chất oxy hóa mạnh để oxy hóa chất hữu cơ trong môi trường axit, chất thường được sử dụng là kalibicromat (K₂Cr₂O₇). Khi đó xảy ra phản ứng:



Lượng Cr³⁺ tạo thành được xác định trên máy đo quang.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. TÍNH TOÁN MÔ HÌNH HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG RBC [10,11]

Đề tài thực hiện tính toán các thông số để xử lý nước thải bằng RBC. Đặc trưng của nước thải cần xử lý như sau:

+ Nước thải cần xử lý là nước thải sinh hoạt, với nồng độ chất hữu cơ tính theo thông số COD là 600mg/l.

+ Lưu lượng nước thải cần xử lý là 0,4m³/ngày

+ Tiêu chuẩn xả thải cho phép đối với COD là 100mg/l

3.1.1. Tính toán tải trọng chất hữu cơ và số lượng đĩa

Hiệu suất cần xử lý đối với COD:

$$E = \frac{\text{COD}_{\text{vào}} - \text{COD}_{\text{TC}}}{\text{COD}_{\text{vào}}} = \frac{600-100}{600} = 83,33\%$$

Giá trị COD cần xử lý là: 600 – 100 = 500(mg/l)

Trong phần này các công thức được sử dụng để tính toán kích thước của bể phản ứng. Tải trọng chất hữu cơ được tính theo công thức sau:

$$\Phi_{\text{HC}} = Q.S_{\text{COD}} = 0,4 \times 500 = 200 \text{ (g/ngày)}$$

Φ_{HC} : tải trọng hữu cơ (g/ngày)

Q: lưu lượng nước thải được xử lý (m³/ngày)

S_{COD} : nồng độ chất hữu cơ cần xử lý (g/m³)

- Diện tích bề mặt riêng:

$$a = A_{\text{đĩa}}/V_{\text{nước thải}} = 1/0,4 = 25 \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

a: diện tích bề mặt riêng (m⁻¹)

$A_{\text{đĩa}}$: diện tích bề mặt đĩa để phát triển màng sinh học (m²)

$V_{\text{nước thải}}$: thể tích nước thải được xử lý (m³)

- Tải trọng chất hữu cơ được xử lý tính trên diện tích đĩa:

$$B_a = B_v/a = 725/25 = 29 \text{ (g/m}^2\text{.ngày)}$$

B_a : tải trọng được xử lý tính trên diện tích đĩa (g/m².ngày)

B_v : tải trọng được xử lý tính trên thể tích nước thải (g/m³.ngày)

Theo nghiên cứu của Windey (2004) đã thực hiện, tải trọng chất hữu cơ được xử lý tính trên một đơn vị thể tích nước thải trong thời gian 1 ngày là:

$$B_v = 725 \text{ mg/l.ngày} = 725 \text{ g/m}^3 \cdot \text{ngày}$$

- Diện tích màng sinh học có thể được tính toán như sau:

$$A_{\text{màng SH}} = \Phi_{\text{HC}}/B_a = 200/29 = 6,897 \text{ (m}^2\text{)}$$

- Giả sử độ nhám của đĩa quay sinh học dẫn đến nhân tố $f_A = 2$. Bởi vậy, diện tích bề mặt để vi sinh vật dính bám gấp 2 lần diện tích của đĩa. Diện tích đĩa quay yêu cầu là:

$$A_D = A_{\text{màng SH}}/f_A = 6,897/2 = 3,4 \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó:

A_D : Tổng diện tích đĩa cần thiết (m²)

f_A : Nhân tố về độ nhám

$A_{\text{màng SH}}$: Diện tích màng sinh học cần thiết (m²)

- Số lượng đĩa được tính như sau:

$$N_{\text{đĩa}} = A_D/(\pi \cdot D^2 \cdot 2)/4 = 3,4/(3,14 \cdot 0,55^2 \cdot 2)/4 = 7,16 \text{ (đĩa)}; \text{ chọn số lượng đĩa là 8 đĩa.}$$

D: đường kính đĩa (m)

A_D : tổng diện tích đĩa cần thiết (m²)

Bảng 3.1. Các thông số tính toán và thiết kế của hệ thống RBC

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Nồng độ chất hữu cơ trong nước thải	600	g/m ³
Lưu lượng nước thải	0,4	m ³ /ngày
Tổng diện tích bề mặt đĩa	3,8	m ²
Đường kính đĩa	0,55	m
Diện tích bề mặt đĩa (tính trên 1 mặt đĩa)	0,237	m ²
Số lượng đĩa	8	đĩa
Bề dày của đĩa	8	mm
Diện tích bề mặt riêng	25	m ⁻¹

3.1.2. Tính toán sức cản

Mục đích của phần tính toán này để xác định lực cản do độ nhớt khi hoạt động. Công thức sử dụng trong phần này đã được ứng dụng rất nhiều. Để tính toán được phải đặt ra các giả thiết sau:

- Tốc độ quay của đĩa chậm nên sự di chuyển của đĩa không tạo sóng, do đó sức cản chỉ do ma sát.
- Do không tạo sóng nên không có sự tương tác giữa sức cản của các đĩa. Tổng lực cản của đĩa có thể được tính toán bằng sức cản của từng đĩa.
- Sức cản của đĩa được tính toán dựa trên công thức động học chất lỏng, được mô tả hoạt động của các đĩa hình thang. Giả thiết rằng sức cản của đĩa xấp xỉ bằng sức cản của đĩa hình thang với diện tích chuyển động trong chất lỏng.

Tính toán sức cản của 1 đĩa

Sức cản của một đĩa có thể được tính toán giống công thức động học chất lỏng. Tốc độ quay của đĩa là rất chậm và không tạo sóng trong quá trình di chuyển nên không có sự tiêu tốn năng lượng tạo sóng. Điều đó có nghĩa là sức cản của đĩa là do ma sát.

- Diện tích đĩa ngập nước là 50%. Diện tích ngập nước tính trên 1 đĩa là:

$$S_d = \pi \cdot D^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,55^2 / 4 = 0,237 \text{ (m}^2\text{)}$$

S_d : diện tích bề mặt của đĩa ngập nước (m²)

D: đường kính của đĩa (m)

- Tính toán sức cản của đĩa dựa trên hình thang tương ứng. Cạnh đáy lớn của hình thang bằng đường kính của đĩa.

$$L = D = 0,55 \text{ (m)}$$

L: độ dài cạnh đáy lớn của hình thang (m)

D: đường kính của đĩa (m)

- Thông số chính để xác định sức cản do độ nhớt, được tính theo Reynolds:

$$R_e = V \cdot L / \nu$$

R_e : Hệ số Reynolds (-)

L: độ dài cạnh đáy lớn của hình thang (m)

V: vận tốc của đĩa tại điểm tiếp xúc của đĩa với nước (m/s)

v : Độ nhớt động học (m^2/s)

+ Vận tốc chuyển động của đĩa:

$$V = c / t = 2\pi \cdot r / 20 = 3,14 \cdot 0,55 / 20 = 0,086 \text{ (m/s)}$$

c : chu vi của đĩa (m)

t : thời gian quay (s) ($t = 60 / \text{RPM} = 60/3 = 20\text{s}$)

RPM = Tốc độ quay tính trên 1 phút

+ Độ nhớt động học: $v = \mu / \rho = 1,002 \cdot 10^{-3} / 998,5 = 1,004 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3 \cdot \text{Pa} \cdot \text{s/kg)}$

Ở 20°C : tỉ trọng của chất lỏng: $\rho = 998,5 \text{ (kg/m}^3)$

Độ nhớt của chất lỏng: $\mu = 1.002 \text{ (mPa} \cdot \text{s)} = 1,002 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

Suy ra, $R_e = \frac{V \cdot 0,55}{1,004 \cdot 10^{-6}} = 47,111 \cdot 10^3$

Kết quả này rất thấp so với hệ số Reynolds tính được theo tài liệu động học chất lỏng. Nguyên nhân là độ dài L thấp và quan trọng hơn nữa là tốc độ quay của đĩa rất chậm.

- Hệ số sức cản dựa theo Prandtl and von Karman:

$$c_f = 0,074 \cdot R_e^{-0,2} = 0,074 \cdot (47,111 \cdot 10^3)^{-0,2} = 8,602 \cdot 10^{-3}$$

c_f : Hệ số ma sát

R_e : Chỉ số Reynolds (-)

- Sức cản do độ nhớt của 1 đĩa:

$$F_f = 1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_d \cdot c_f = 1/2 \cdot 998,5 \cdot 0,086^2 \cdot 0,237 \cdot 0,028 = 0,025 \text{ (N)}$$

F_f : Sức cản do độ nhớt của 1 đĩa (N)

Tính toán tổng sức cản do toàn bộ đĩa

Tổng sức cản do độ nhớt của đĩa giả thiết bằng sức cản của từng đĩa.

$$R_d = F_f \cdot n \cdot f_r = 0,025 \cdot 8 \cdot 2 = 0,4 \text{ (N)}$$

R_d = Tổng sức cản của đĩa (N)

F_f = Sức cản do độ nhớt của 1 đĩa (N)

n = Số lượng đĩa (-)

f_r = Nhân tố độ nhám (2) (-)

Bảng 3.2. Các thông số tính toán lực cản do độ nhớt

Thông số	Giá trị	Đơn vị
RPM	3	rpm
Vận tốc quay của đĩa	0,086	m/s
Diện tích ngập nước của 1 đĩa	0,237	m ²
Độ dài của cạnh đáy lớn hình thang	0,55	m
Độ nhớt của nước	1,002.10 ⁻³	Pa.s
Tỉ trọng của nước	998,5	Kg/m ³
Độ nhớt động học của nước	1,004.10 ⁻⁶	m ² /s
Diện tích bề mặt riêng	25	m ⁻¹
Chỉ số Reynolds	47,111.10 ³	-
Lực cản của 1 đĩa	0,025	N
Lực cản của toàn bộ đĩa trên trục	0,4	N

3.1.3. Tính toán momen quán tính

- Lực momen quán tính được tính theo công thức sau:

$$I = \frac{1}{2}.m.r^2 = \frac{1}{2}.10.0,034 = 0,17 \text{ (kg.m)}$$

Trong đó:

I: momen quán tính làm quay trục (kg.m)

m: khối lượng của roto (kg)

r: bán kính của roto (m)

Momen cần thiết để quay roto

Momen cần thiết phụ thuộc vào momen quán tính và gia tốc quay. Do động cơ đã giảm tốc rất nhiều nên tốc độ quay của rôto chậm.

- Để tính toán gia tốc góc, cần thiết phải tính toán vận tốc góc. Vận tốc góc được tính theo công thức sau:

$$\omega = \text{RPM}.2\pi/60 = 3.2.3,14/60 = 0,314 \text{ (rad/s)}$$

Trong đó:

ω : vận tốc góc (rad/s)

RPM: số vòng quay tính trên 1 phút

- Gia tốc góc được tính theo công thức:

$$a = \omega/t = 0,314/2 = 0,107 \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

Trong đó:

a: gia tốc góc (rad/s²)

ω : vận tốc góc (rad/s)

t: thời gian (s), do động cơ giảm tốc nhiều lần và tốc độ quay của roto rất chậm, đường kính của roto rất lớn nên thời gian gia tốc ước tính $t = 2s$

- Do đó, momen cần thiết để quay roto được tính như sau:

$$T_1 = I/a = 0,17/0,107 = 1,08 \text{ (N.m)}$$

T_1 : momen cần thiết để quay roto (N.m)

3.1.4. Những yêu cầu về hệ thống bánh đai truyền động

Tính toán này tập trung vào hệ thống bánh đai truyền động

Tính toán tỉ lệ của bánh đai truyền động

Bánh đai truyền động giữa động cơ và roto được thực hiện bằng dây curoa. Bánh đai nhỏ được lắp giáp cố định với động cơ bằng then, bánh đai lớn được lắp giáp cố định với roto bằng then, dây curoa truyền chuyển động quay từ bánh đai nhỏ đến bánh đai lớn.

- Tính toán tỉ lệ giảm vòng quay bởi bánh đai truyền động:

$$RPM_2 = RPM_1 \cdot \frac{C_1}{C_2} \cdot (1 - \eta_1 - \eta_2)$$

Trong đó:

RPM_1 : số vòng quay tính trên 1 phút của trục động cơ

RPM_2 : số vòng quay tính trên 1 phút của roto

C_1 : chu vi của bánh đai 1 (mm)

C_2 : chu vi của bánh đai 2 (mm)

η_1 : hiệu suất truyền động của bánh đai 1

η_2 : hiệu suất truyền động của bánh đai 2

Do chu vi của 2 bánh đai được tính theo đường kính của chúng, dựa theo công thức: $C = D \cdot \pi$

C: chu vi của bánh đai (mm)

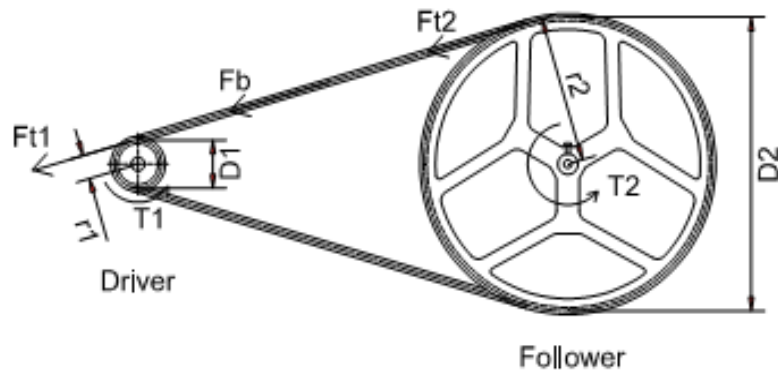
D: đường kính của bánh đai (mm)

Vì vậy, công thức tính giảm vòng quay có thể được viết dưới dạng:

$$RPM_2 = RPM_1 \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot (1 - \eta_1 - \eta_2)$$

D_1 : đường kính của bánh đai 1 (mm)

D_2 : đường kính của bánh đai 2 (mm)



Hình 3.1. Momen (T) và lực F thể hiện trên 2 bánh đai

Tính toán lực tiếp tuyến của các bánh đai, lực kéo trên dây curoa và momen trên bánh đai 2:

Tốc độ quay được giảm nhờ vào hệ thống bánh đai truyền động nên momen trên bánh đai 2 cũng giảm với tỉ lệ tương tự. Khi bánh đai 1 quay nhờ vào momen T_1 dẫn đến xuất hiện lực tiếp tuyến (F_{t1}) tại vành của bánh đai. Nhờ vào dây curoa lực F_{t1} kéo dẫn đến xuất hiện lực F_{t2} . Lực này tạo ra momen T_2 trên trục của bánh đai 2. Momen và lực tiếp tuyến có mối quan hệ như sau:

$$T = r \cdot F_t$$

T: momen (N.m)

r: bán kính của bánh đai (m)

F_t : lực tiếp tuyến của bánh đai (N)

- Lực kéo trên dây curoa được tính như sau:

$$F_b = F_{t1} = T_1 \cdot (1 - \eta_1) / r_1$$

F_b : lực kéo trên dây curoa (N)

F_{t1} : lực tiếp tuyến của bánh đai 1 (N)

T_1 : momen trên bánh đai 1 (Nm)

r_1 : bán kính của bánh đai 1 (m)

η_1 : hiệu suất truyền động của bánh đai 1

- Momen trên trục của bánh đai 2:

$$T_2 = F_{t2} \cdot r_2$$

T_2 : momen của trục bánh đai 2 (N.m)

F_{t2} : lực tiếp tuyến của bánh đai 2 (N)

r_2 : bán kính của bánh đai 2 (m)

Mà $F_{t2} = F_b \cdot (1 - \eta_2)$, nên $T_2 = F_b \cdot (1 - \eta_2) \cdot r_2$

F_b : lực kéo trên dây curoa (N)

η_2 : hệ số của bánh đai 2

Bảng 3.3. Các thông số tính toán về hệ thống bánh đai truyền động

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Số vòng quay vào	15	RPM
Đường kính của bánh đai 1	80	mm
Chu vi của bánh đai 1	251,2	mm
Ước tính tỉ lệ trượt của dây curoa trên bánh đai 1	8	%
Đường kính của bánh đai 2	350	mm
Chu vi của bánh đai 2	1099	mm
Ước tính tỉ lệ trượt của dây curoa trên bánh đai 2	5	%
Số vòng quay ra	2,98	RPM
Lực tiếp tuyến trên vành của bánh đai 1	12,42	N
Lực kéo trên dây curoa	12,42	N
Lực tiếp tuyến trên vành của	11,799	N

Thông số	Giá trị	Đơn vị
bánh đai 2		
Momen trên bánh đai 2	2,065	N.m

3.2. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM MÔ HÌNH RBC TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI

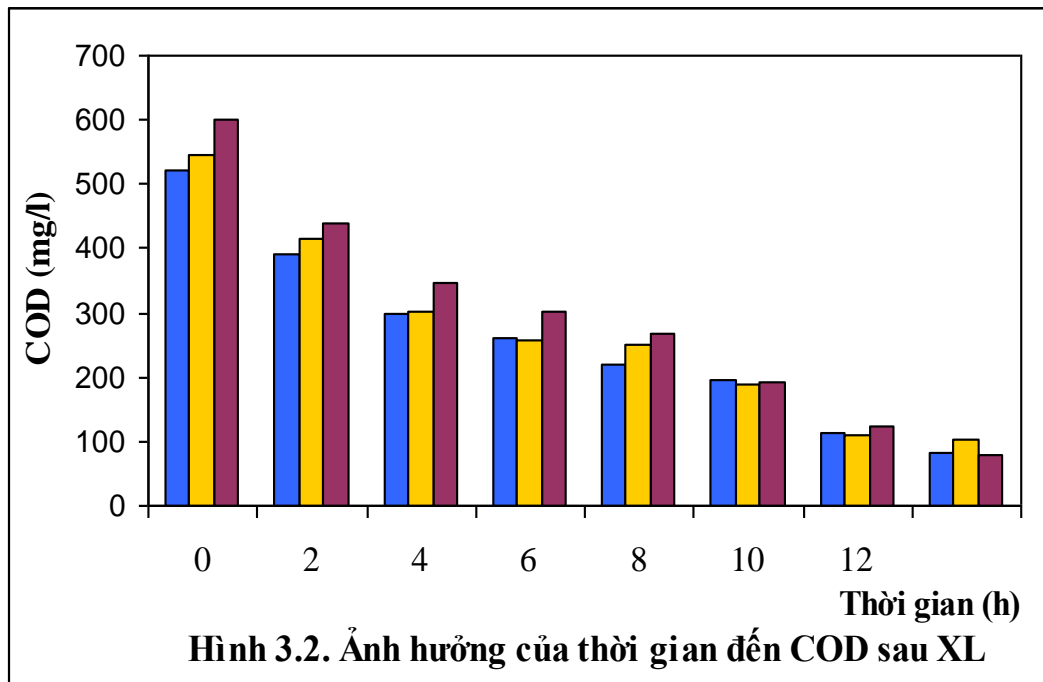
3.2.1. Kết quả xử lý COD bằng thử nghiệm mô hình RBC

a. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý COD

Thời gian xử lý tại bể RBC ảnh hưởng đến quá trình phân hủy chất hữu cơ trong nước thải. Vì vậy, đề tài thực hiện xử lý nước thải sinh hoạt với cùng lưu lượng ở các thời gian xử lý khác nhau, kết quả về sự thay đổi giá trị COD sau xử lý với thời gian khác nhau được thể hiện trong bảng và hình.

Bảng 3.4. Sự phụ thuộc COD vào thời gian xử lý

Thời gian XL (h)	0	2	4	6	8	10	12	15
COD (mg/l)	520	390	300	260	218	194	113	84
	545	414	301	258	249	190	109	102
	600	438	347	301	267	193	125	80



Dựa trên kết quả cho thấy giá trị COD trong nước thải càng giảm khi thời gian xử lý trong bể RBC càng tăng trong tất cả các lần vận hành thử nghiệm mô hình. Khi tăng thời gian xử lý từ 2 – 15h thì COD trong các lần vận hành đều giảm lần lượt từ 520 xuống 84mg/l; 545 xuống 102mg/l và 500 xuống 80mg/l. Khi thời gian xử lý kéo dài thì quá trình phân hủy chất hữu cơ bởi vi sinh vật diễn ra càng mạnh vì vậy giá trị COD giảm dần theo thời gian xử lý.

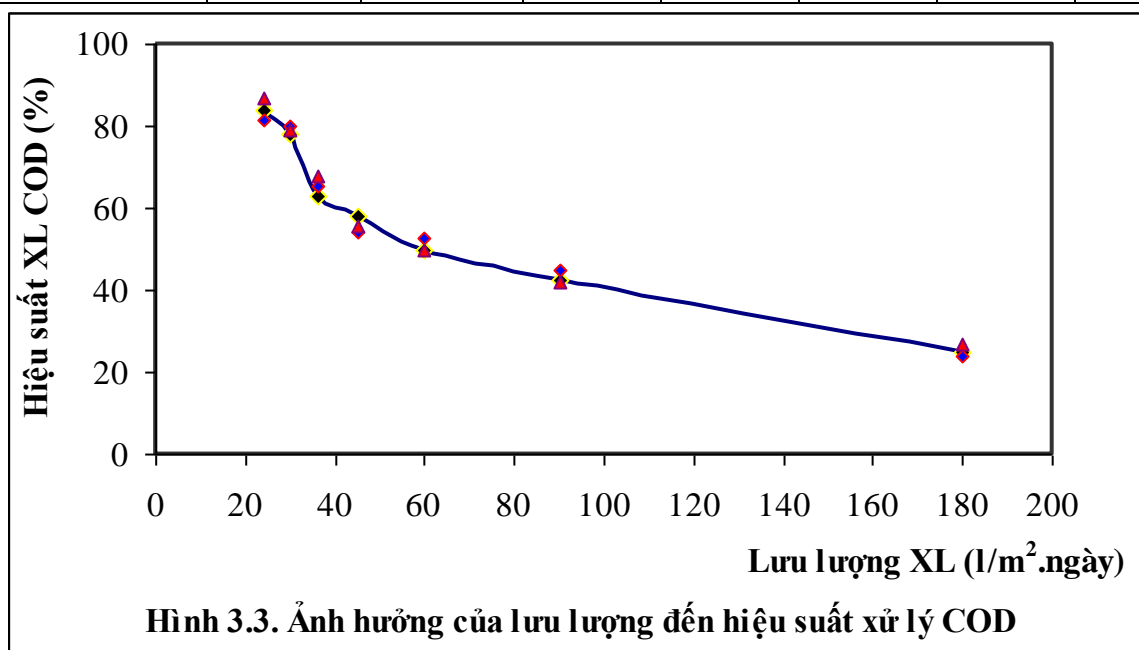
b. Ảnh hưởng của lưu lượng nước thải đến hiệu suất xử lý COD

Lưu lượng nước xử lý của RBC tính trên diện tích đĩa quay sinh học ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất xử lý chất ô nhiễm trong nước thải. Với mục đích tìm ra lưu lượng tối ưu cho quá trình xử lý bằng mô hình RBC, dựa trên kết quả khảo sát ảnh hưởng về thời gian đã nghiên cứu, đề tài đã tính toán lưu lượng xử lý trên 1m^2 diện tích đĩa trong thời gian xử lý 1 ngày và đánh giá hiệu suất xử lý phụ thuộc vào lưu lượng được xử lý. Với lưu lượng xử lý của mô hình là 57 lít/m² (thể tích chứa tối đa của bể là 65 lít) và diện tích toàn bộ bề mặt đĩa là $3,8\text{m}^2$, suy ra thể tích nước thải xử lý tính trên 1m^2 là $15\text{ lít/m}^2.\text{ngày}$. Vì vậy, tùy thuộc vào thời gian xử lý ta tính được lưu lượng tính trên 1m^2 diện tích đĩa ($\text{lít/m}^2.\text{ngày}$).

Kết quả sau chỉ ra hiệu suất xử lý COD (%) phụ thuộc vào lưu lượng nước thải xử lý.

Bảng 3.5. Ảnh hưởng của lưu lượng đến hiệu suất xử lý COD

Lưu lượng (lít/m ² .ngày)	24	30	36	45	60	90	180
Hiệu suất XL COD (%)	83.85	78.27	62.69	58.08	50.0	42.31	25.0
	81.28	80	65.14	54.31	52.66	44.77	24.04
	86.67	79.17	67.83	55.50	49.83	42.17	27.00

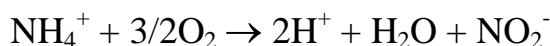


Qua kết quả thử nghiệm trên cho thấy, hiệu suất xử lý COD và lưu lượng nước thải được xử lý tính trên đơn vị diện tích đĩa có mối quan hệ mật thiết với nhau. Khi tăng lưu lượng nước xử lý thì hiệu suất xử lý COD giảm và ngược lại. Hiệu suất xử lý COD trong các lần thử nghiệm đạt cao nhất khi lưu lượng xử lý là 24 lít/m².ngày, tức là khi lưu lượng nước thải là 91,2 lít/ngày đối với mô hình được thiết kế thì hiệu suất xử lý COD đạt trên 80%. Khi tăng lưu lượng xử lý thì hiệu suất xử lý chất hữu cơ giảm, điều này hoàn toàn phù hợp với lí thuyết bởi vì khi tăng lưu lượng thì hàm lượng chất hữu cơ trong nước thải tăng, mà khả năng phân hủy chất hữu cơ của vi sinh vật có giới hạn nhất định.

3.2.2. Kết quả xử lý NH₄⁺ bằng thử nghiệm mô hình RBC

a. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý NH₄⁺

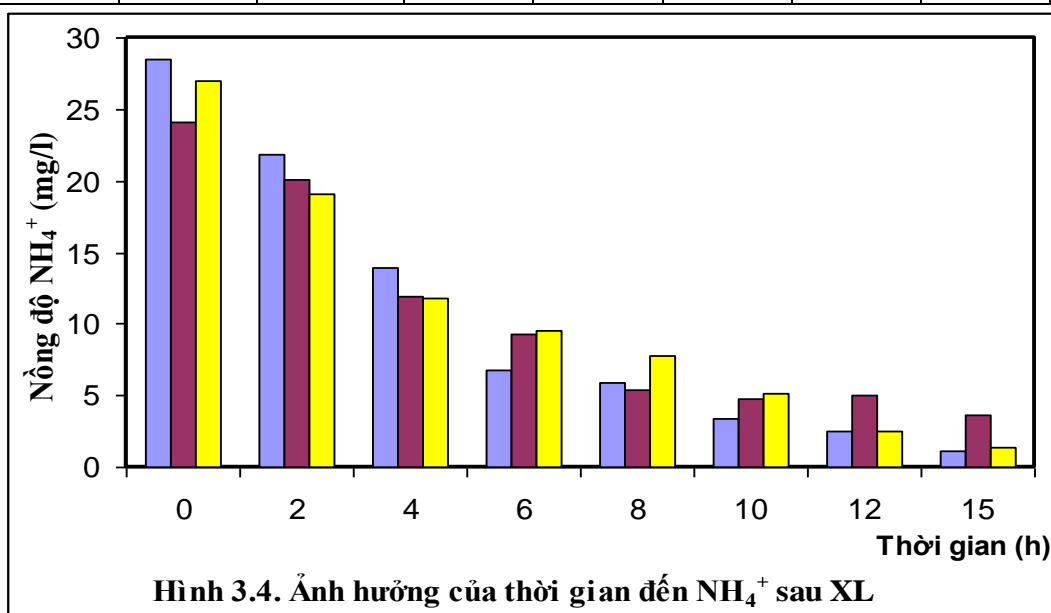
Xử lý amoni trong nước thải bằng RBC nhờ vào sự hoạt động của hai loại vi sinh vật tự dưỡng Nitrosomonas và Nitrobacter. Các vi sinh vật tự dưỡng lấy năng lượng từ các hợp chất vô cơ, ngược lại các vi sinh vật dị dưỡng lấy năng lượng từ các hợp chất hữu cơ. Quá trình xử lý amoni trong nước thải bao gồm 2 giai đoạn: giai đoạn chuyển hóa amoni thành nitrit nhờ vào vi sinh vật Nitrosomonas, sau đó nitrit chuyển hóa thành nitrat nhờ vào vi sinh vật Nitrobacter.



Khảo sát ảnh hưởng của thời gian xử lý đến hiệu suất xử lý NH_4^+ nhờ vào hoạt động của vi sinh vật trong bể RBC được thực hiện. Kết quả được chỉ ra trong bảng và hình

Bảng 3.6. Ảnh hưởng của thời gian đến nồng độ NH_4^+ sau xử lý

Thời gian XL (h)	0	2	4	6	8	10	12	15
NH_4^+ (mg/l)	28.50	21.88	13.93	6.78	5.89	3.39	2.53	1.18
	24.08	20.05	11.95	9.3	5.4	4.78	4.97	3.65
	26.94	19.11	11.81	9.48	7.76	5.12	2.46	1.43



Theo số liệu của bảng và hình cho thấy, thời gian xử lý kéo dài sẽ đem lại hiệu quả xử lý amoni cao, được thể hiện qua hàm lượng amoni giảm rất nhiều khi thời gian xử lý tăng dần. Với thời gian xử lý 6h trong các lần vận hành thử nghiệm mô hình thì nước thải sinh hoạt đã đạt chỉ tiêu amoni loại B đối với nước thải sinh

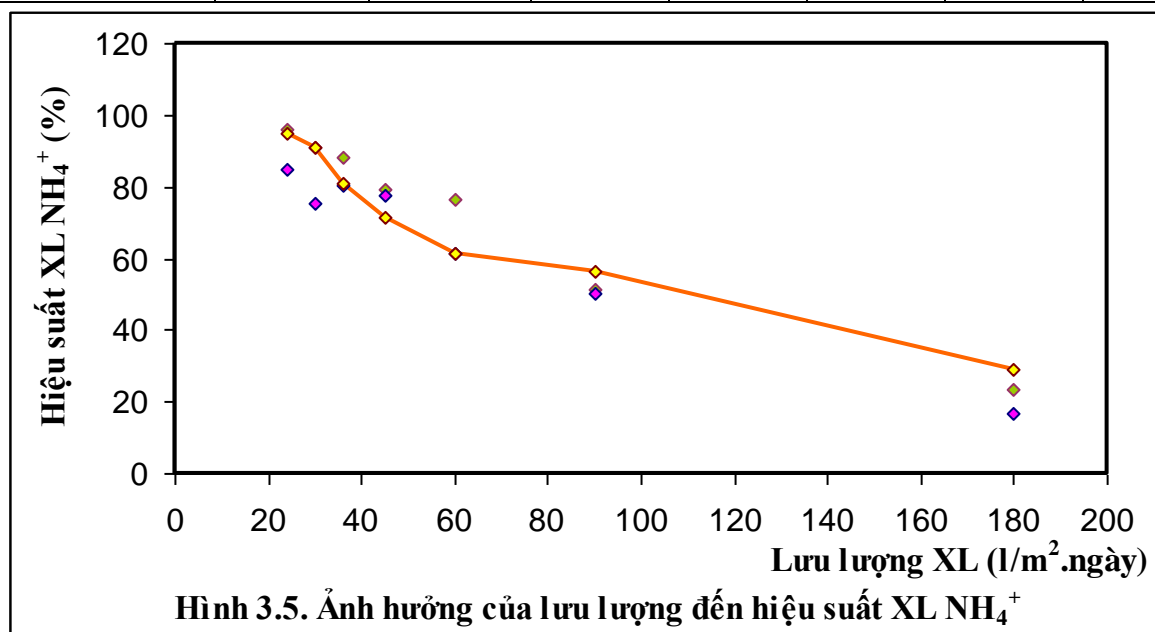
hoạt. Khi thời gian xử lý tăng thì hàm lượng oxi cung cấp cho nước thải càng nhiều nên vi sinh vật sẽ hoạt động mạnh để chuyển hóa các hợp chất amoni trong nước thải thành các hợp chất nitrat.

b. Ảnh hưởng của lưu lượng nước thải đến hiệu suất xử lý NH_4^+

Với kết quả về sự phụ thuộc của nồng độ NH_4^+ sau xử lý vào thời gian, đề tài thực hiện tính toán lưu lượng xử lý trên 1m^2 diện tích bề mặt đĩa ảnh hưởng đến hiệu suất xử lý NH_4^+ trong các lần thử nghiệm trên mô hình RBC. Kết quả được thể hiện trong bảng và hình

Bảng 3.7. Sự phụ thuộc hiệu suất xử lý NH_4^+ vào lưu lượng

Lưu lượng (lít/ m^2 .ngày)	24	30	36	45	60	90	180
Hiệu suất XL	95.9	91.12	88.11	79.33	76.21	51.12	23.23
NH_4^+ (%)	84.8	75.21	80.15	77.57	61.38	50.37	16.74
	95	90.87	80.99	71.2	61.25	56.16	29.06



Dựa trên đồ thị nhận thấy lưu lượng xử lý tính trên 1m^2 diện tích đĩa ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất xử lý NH_4^+ , lưu lượng xử lý tính trên 1m^2 diện tích đĩa tăng đồng nghĩa với diện tích màng sinh học tính trên lưu lượng xử lý sẽ giảm nên hiệu suất xử lý NH_4^+ giảm. Bởi vì diện tích màng sinh học càng nhỏ thì số lượng

vi sinh vật tham gia vào quá trình nitrat và nitrit càng ít nên hàm lượng NH_4^+ được xử lý sẽ giảm dần.

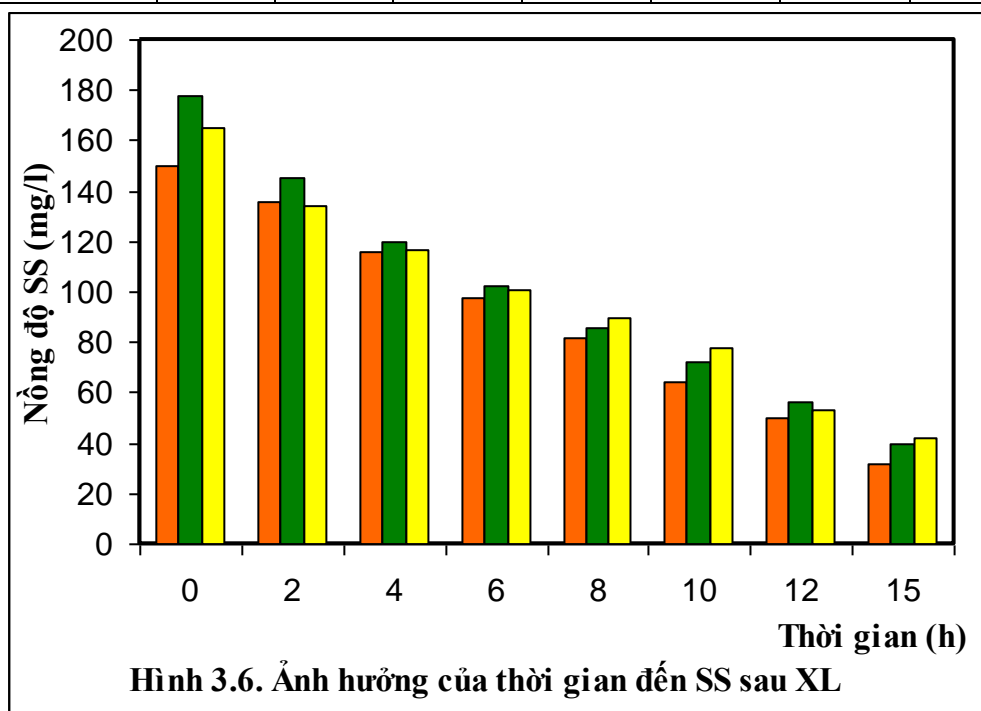
3.2.3. Kết quả xử lý hàm lượng chất rắn lơ lửng bằng thử nghiệm mô hình RBC

a. Ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý SS

Để đánh giá ảnh hưởng của thời gian đến hiệu suất xử lý SS trong nước thải, đề tài thực hiện thử nghiệm mô hình RBC với 3 lần khác nhau trong khoảng thời gian từ 0 – 15h vận hành. Kết quả về sự thay đổi hàm lượng SS theo thời gian xử lý được chỉ ra trong bảng và hình.

Bảng 3.8. Sự biến thiên nồng độ SS theo thời gian xử lý

Thời gian XL (h)	0	2	4	6	8	10	12	15
SS (mg/l)	150	136	116	98	82	64	50	32
	178	145	120	102	86	72	56	40
	165	134	117	101	90	78	53	42



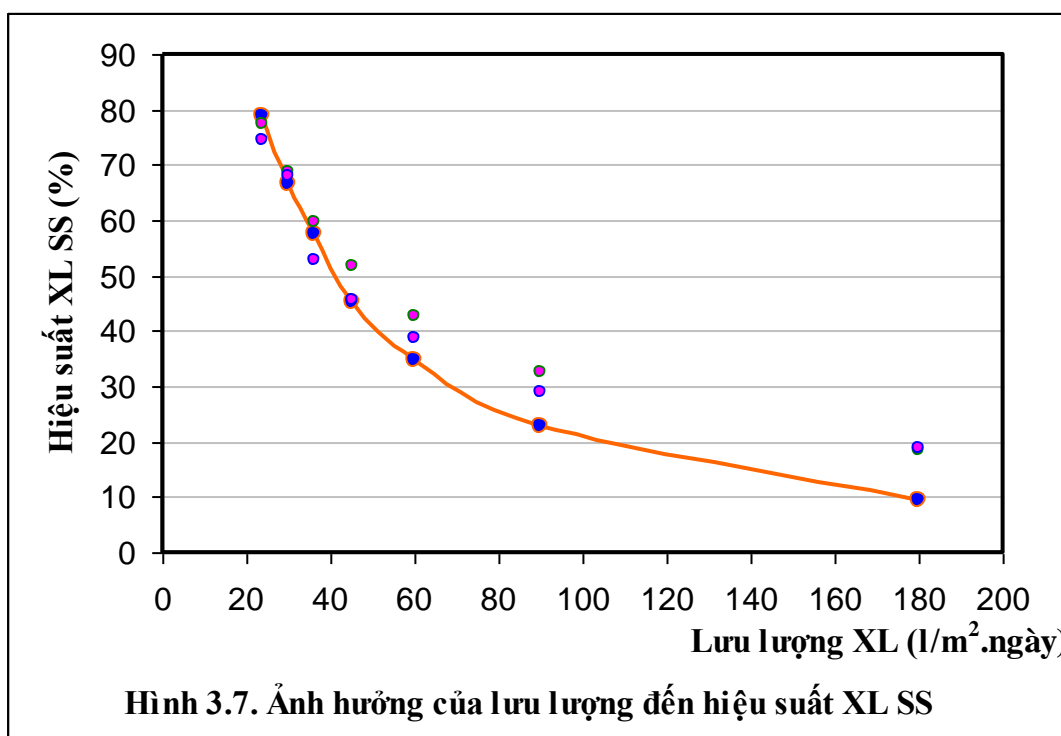
Với kết quả trên đồ thị, nhận thấy trong 3 lần thử nghiệm mô hình RBC thì hàm lượng SS đều giảm dần khi tăng thời gian xử lý trong khoảng 0 – 15h. Hàm lượng SS trong nước thải sinh hoạt không cao (chỉ đạt trên 100mg/l) nên xử lý sau 8h bằng hệ thống RBC thì nước thải trong cả 3 lần vận hành đều đã đạt tiêu chuẩn cho phép loại B (theo QCVN 14/2008/BTNMT).

b. Ảnh hưởng của lưu lượng nước thải đến hiệu suất xử lý SS

Dựa trên kết quả về sự phụ thuộc hàm lượng SS sau xử lý vào thời gian đã được nghiên cứu ở trên. Tương tự, như đối với tính toán về sự phụ thuộc của hiệu suất xử lý COD và NH₄⁺ vào lưu lượng nước thải được xử lý tính trên 1m² diện tích đĩa, ta có được kết quả về sự phụ thuộc của SS vào lưu lượng theo bảng và hình sau.

Bảng 3.9. Ảnh hưởng của lưu lượng đến hiệu suất XL SS

Lưu lượng (lít/m ² .ngày)	24	30	36	45	60	90	180
Hiệu suất XL SS (%)	83.85	78.27	62.69	58.08	50.0	42.31	25.0
	81.28	80	65.14	54.31	52.66	44.77	24.04
	86.67	79.17	67.83	55.50	49.83	42.17	27.00



Theo kết quả tính toán được thể hiện trên đồ thị, cho thấy lưu lượng xử lý tính trên đơn vị diện tích đĩa có ảnh hưởng rất lớn đến hiệu suất xử lý hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước. Hiệu suất xử lý giảm dần khi tăng lưu lượng nước thải xử lý trên 1m² diện tích đĩa. Hiệu suất xử lý SS đạt cao nhất trên 80% trong 3 lần thử nghiệm mô hình RBC, với lưu lượng xử lý là 24 lít/m².ngày, tương ứng với thời gian xử lý bằng mô hình là 15h.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu đề tài, nhóm nghiên cứu rút ra một số kết luận như sau:

- Xử lý nước thải giàu hữu cơ bằng sinh học hiếu khí sử dụng RBC đem lại hiệu suất xử lý cao và không tiêu tốn điện năng trong quá trình vận hành. Tuy nhiên, sử dụng RBC chỉ phù hợp đối với nước thải giàu hữu cơ với nồng độ thấp.
- Với mục tiêu quan trọng của đề tài là xây dựng mô hình RBC để xử lý nước thải. Đề tài đã thực hiện tính toán các thông số cơ bản của mô hình và đã xây dựng thành công mô hình RBC với quy mô phòng thí nghiệm.
- Vận hành thử nghiệm mô hình sau khi được xây dựng để xử lý nước thải sinh hoạt. Kết quả trong các lần thử nghiệm đem lại hiệu suất cao đối với các thông số khảo sát là COD, NH_4^+ , SS.
- Các kết quả nghiên cứu của đề tài này đã góp phần quan trọng trong quá trình học tập và nghiên cứu khoa học của sinh viên và giáo viên Khoa Môi trường.

2. Đề xuất nghiên cứu tiếp theo

- Do điều kiện hạn hẹp nên nghiên cứu mới thử nghiệm mô hình RBC để xử lý nước thải sinh hoạt. Vì vậy, đề xuất các nghiên cứu tiếp theo nên mở rộng phạm vi ứng dụng mô hình RBC đối với các loại nước thải giàu chất hữu cơ và giàu hợp chất nitơ khác để tìm ra tải trọng tối ưu cho quá trình hoạt động.
- Với kết quả thử nghiệm mô hình RBC quy mô phòng thí nghiệm đem lại kết quả rất khả quan. Vì vậy, mô hình RBC có thể triển khai với quy mô rộng trong thực tế để xử lý nước thải giàu hợp chất nitơ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Lê Văn Cát (2007), “*Xử lý nước thải giàu hợp chất nitơ và photpho*”, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
2. Trần Văn Nhân, Ngô Thị Ngọc (2002), “*Giáo trình công nghệ xử lý nước thải*”, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
3. Nguyễn Xuân Nguyên (2003), “*Nước thải và công nghệ xử lý nước thải*”, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
4. Trần Hiếu Nhuệ (1990), “*Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học*”, NXB Đại Học Xây Dựng Hà Nội.
5. PGS.TS Lương Đức Phẩm (2001), “*Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học*”, NXB Giáo Dục, Hà Nội.

Tiếng Anh

6. Abdel Kader, Amr M. (2011), “*Studying the efficiency of grey water treatment by using rotating biological contactors system*”, Fifteenth International Water Technology Conference, IWTC-15 2011, Alexandria, Egypt.
7. A.H.Ghawi, J.Kriš (2009), “*Use of a rotating biological contactor fo appropriate technology wastewater treatment*”, Slovak Journal of Civil Engineering, pp. 1-8.
8. Baban A., Murat H., Atasoy E., Gunes K., Ayaz S. and Regelsberger M. (2009), “*Grey watertreatment and using RBC – a kinetic approach*” Proceeding of the 11th International Conference on Environmental Sci. and Tech., Greece, pp 48-55.
9. Brian L. Brazil (2006), “*Performance and operation of a rotating biological contactor in a tilapia recirculating aquaculture system*”, Aquacultural Engineering, No 34, pp. 261–274.
10. Roman Meyer, Marijn Zandee, Bastian Etter, Kai Udert (2011), “*Low - cost Rotating Biological Contactor - Operation Manual*”, Eawag - Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.
11. Suntud Sirianuntapiboon and Tusanee Tondee (2000), “*Application of packed cage RBC System for treating waste water contaminated with nitrogenous compounds*”, Thammasat Int.J.Sc.Tech., Vol.5, No.1.

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN	2
1.1. TỔNG QUAN VỀ NƯỚC THẢI GIÀU HỢP CHẤT NITƠ [4,5]	2
1.1.1. Nước thải giàu hợp chất nitơ phát sinh từ nguồn gốc sinh hoạt [1]	2
1.1.2. Nước thải giàu hợp chất nitơ phát sinh từ nguồn gốc công nghiệp [1]	3
1.1.3. Nước thải giàu hợp chất nitơ phát sinh từ nguồn gốc nông nghiệp [1]	5
1.2. CÁC BIỆN PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI	5
1.2.1. Xử lý nước thải bằng phương pháp cơ học [1,2]	5
1.2.2. Phương pháp hóa lý [2,3]	6
1.2.3. Phương pháp hóa học [2]	6
1.2.4. Phương pháp sinh học [4,5]	7
1.3. PHƯƠNG PHÁP SINH HỌC HIỆU KHÍ SỬ DỤNG ĐĨA QUAY SINH HỌC TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI GIÀU HỢP CHẤT NITƠ	11
1.3.1. Khái quát và cấu tạo của đĩa quay sinh học [6,7]	11
1.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới hoạt động của RBC [8,10]	15
1.3.3. Phạm vi ứng dụng [7]	16
CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	18
2.1. MỤC ĐÍCH VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU	18
2.1.1. Mục đích nghiên cứu	18
2.1.2. Đối tượng nghiên cứu	18
2.2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	18
2.2.1. Phương pháp tính toán xây dựng mô hình RBC	18
2.2.2. Phương pháp thử nghiệm mô hình RBC	21
2.2.3. Phương pháp phân tích các thông số	22
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	24
3.1. TÍNH TOÁN MÔ HÌNH HỆ THỐNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI BẰNG RBC [10,11]	24
3.1.1. Tính toán tải trọng chất hữu cơ và số lượng đĩa	24
3.1.2. Tính toán sức cản	25
3.1.3. Tính toán momen quán tính	28
3.1.4. Những yêu cầu về hệ thống bán đại truyền động	29
3.2. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM MÔ HÌNH RBC TRONG XỬ LÝ NƯỚC THẢI	32
3.2.1. Kết quả xử lý COD bằng thử nghiệm mô hình RBC	32

3.2.2. Kết quả xử lý NH_4^+ bằng thử nghiệm mô hình RBC.....	34
3.2.3. Kết quả xử lý hàm lượng chất rắn lơ lửng bằng thử nghiệm mô hình RBC	37
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	39
TÀI LIỆU THAM KHẢO	40

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Đặc trưng ô nhiễm nước thải sinh hoạt	3
Bảng 1.2. Nồng độ nitơ tổng trong nước thải công nghiệp	4
Bảng 3.1. Các thông số tính toán và thiết kế của hệ thống RBC	24
Bảng 3.2. Các thông số tính toán lực cản do độ nhớt	27
Bảng 3.3. Các thông số tính toán về hệ thống bánh đai truyền động	30
Bảng 3.4. Sự phụ thuộc COD vào thời gian xử lý	31
Bảng 3.5. Ảnh hưởng của lưu lượng đến hiệu suất xử lý COD	33
Bảng 3.6. Ảnh hưởng của thời gian đến nồng độ NH_4^+ sau xử lý	34
Bảng 3.7. Sự phụ thuộc hiệu suất xử lý NH_4^+ vào lưu lượng	35
Bảng 3.8. Sự biến thiên nồng độ SS theo thời gian xử lý	36
Bảng 3.9. Ảnh hưởng của lưu lượng đến hiệu suất XL SS	37

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Sơ đồ hệ thống đĩa quay sinh học	10
Hình 2.1. Hình ảnh đĩa quay sinh học	18
Hình 2.2. Hệ thống động cơ và bánh đai truyền động	20
Hình 2.3. Mô hình RBC được tính toán và lắp đặt	20
Hình 3.1. Momen (T) và lực F thể hiện trên 2 bánh đai	29
Hình 3.2. Ảnh hưởng của thời gian đến COD sau XL	32
Hình 3.3. Ảnh hưởng của lưu lượng đến hiệu suất XL COD	33
Hình 3.4. Ảnh hưởng của thời gian đến NH_4^+ sau XL	34
Hình 3.4. Ảnh hưởng của lưu lượng đến hiệu suất XL NH_4^+	35
Hình 3.5. Ảnh hưởng của thời gian đến SS sau XL	36
Hình 3.6. Ảnh hưởng của lưu lượng đến hiệu suất XL SS	37