

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP

ĐÀM MINH THỌ

**NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI
CHỨA PHENOL BẰNG CÔNG NGHỆ BÙN HOẠT TÍNH
THEO MẼ - SBR (QUY MÔ PHÒNG THÍ NGHIỆM)**

CHUYÊN NGÀNH: KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

MÃ NGÀNH: 8440301

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

PGS.TS. BÙI XUÂN DŨNG

TS. LÊ NGỌC THUẤN

Hà Nội, 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan, đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, thực hiện theo sự hướng dẫn của PGS. TS. Bùi Xuân Dũng và TS. Lê Ngọc Thuấn.

Mọi số liệu, kết quả được nêu trong luận văn đều trung thực và chưa được ai công bố trong bất cứ công trình nghiên cứu nào khác.

Nếu nội dung nghiên cứu của tôi trùng lặp với bất kỳ công trình nghiên cứu nào đã được công bố, tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm và tuân thủ kết luận đánh giá luận văn của hội đồng khoa học./.

Lạng Sơn, ngày 25 tháng 10 năm 2019

Người cam đoan

Đàm Minh Thọ



LỜI CẢM ƠN

Sau quá trình học tập tại trường Đại học Lâm Nghiệp và thời gian nghiên cứu hoàn thành luận văn thạc sĩ với đề tài: **“Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải chứa phenol bằng công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ -SBR (quy mô phòng thí nghiệm)”**. Tôi đã học hỏi được rất nhiều kiến thức mới trong thực tế và trau dồi nền tảng kiến thức đại học; thúc đẩy bản thân quá trình tự tìm tòi nghiên cứu tài liệu, tự hoàn thiện và thay đổi tư duy bản thân, rèn luyện tinh thần tự giác trong tra cứu học liệu và tiếp cận các vấn đề mới phát sinh trong thực tế xoay quanh công việc của bản thân, góp phần cải thiện các kỹ năng nghề nghiệp cho bản thân.

Để có được những kết quả nghiên cứu này, tôi xin được gửi lời cảm ơn chân thành đến các thầy cô giáo phòng Đào tạo Sau đại học, Khoa quản lý Tài nguyên rừng và Môi trường trường Đại học Lâm nghiệp và các thầy cô đã lên lớp giảng dạy tôi trong suốt quá trình tôi học tập tại trường Đại học Lâm nghiệp.

Tôi cũng xin cảm ơn các thầy cô ở phòng thí nghiệm khoa Môi Trường, trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội và các thầy cô khác trong Khoa đã giúp đỡ, cung cấp thông tin, thiết bị, máy móc,... tạo điều kiện để tôi có thể hoàn thành đề tài nghiên cứu của mình.

Đặc biệt, tôi xin được gửi lời cảm ơn tới TS. Lê Ngọc Thuấn giảng viên khoa Môi Trường, trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội - người tận tình hướng dẫn, cung cấp thông tin, tài liệu tham khảo để tôi có hướng đi đúng đắn, hoàn thành luận văn một cách tốt nhất và PGS.TS Bùi Xuân Dũng giảng viên Khoa quản lý Tài nguyên rừng và Môi trường trường Đại học Lâm nghiệp - người đã giúp đỡ tôi rất nhiều trong quá trình sắp xếp nội dung nghiên cứu và hoàn thiện luận văn chính chu nhất.

Sau cùng, tôi xin kính chúc quý thầy cô trong trường Đại học Lâm Nghiệp, trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội nói chung, thầy Bùi Xuân

Dũng, thầy Lê Ngọc Thuấn nói riêng dồi dào sức khỏe, luôn công tác tốt và gặt hái được nhiều thành tựu trong sự nghiệp giáo dục – đào tạo.

Mặc dù đã cố gắng hết mình, nhưng do khả năng và thời gian có hạn nên không thể tránh được những sai sót trong quá trình thực hiện đề án này. Tôi kính mong quý thầy cô chỉ dẫn, giúp đỡ tôi để luận văn của tôi được hoàn thiện hơn.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Lạng Sơn, ngày 25 tháng 10 năm 2019

Người cam đoan

Đàm Minh Thọ



MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iv
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC BẢNG BIỂU	vi
DANH MỤC HÌNH VẼ	vii
ĐẶT VẤN ĐỀ	1
Chương 1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	3
1.1. Giới thiệu về phenol.....	3
1.2. Tổng quan về nước thải chứa phenol và phương pháp xử lý phenol	7
1.3. Công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - SBR.....	18
Chương 2. MỤC TIÊU, ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	27
2.1. Mục tiêu nghiên cứu	27
2.2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	27
2.3. Nội dung và phương pháp nghiên cứu.....	28
Chương 3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	42
3.1. Tính toán, thiết kế, lắp đặt bể SBR và đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính.....	42
3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian lưu nước và thời gian lưu bùn tới hiệu quả xử lý của bể SBR.....	56
3.3. Nghiên cứu hiệu quả xử lý của bể SBR.....	61
KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KIẾN NGHỊ	67
TÀI LIỆU THAM KHẢO	69
PHỤ LỤC	74

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

BOD	Biochemical Oxygen Demand_ Nhu cầu oxy hóa sinh học
COD	Chemical Oxygen Demand _ Nhu cầu oxy hóa hóa học
DO	Dissolved Oxygen _ Hàm lượng oxy hòa tan
EPA	Environmental Protection Agency_ Tổ chức bảo vệ môi trường Hoa Kỳ
MBR	Membrane Bio - Reactor _ Công nghệ màng sinh học
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solids_ Tổng chất rắn lơ lửng trong dịch lỏng/ Nồng độ bùn hoạt tính trong bể phản ứng
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
SBR	Sequencing batch reactor_ Bùn hoạt tính theo mẻ
SVI	Sludge Volume Index_ Chỉ số thể tích bùn
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam



DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Nồng độ phenol trong nước thải một số ngành công nghiệp	8
Bảng 1.2. Các nhóm vi khuẩn có trong bùn hoạt tính.....	19
Bảng 2.1. Thông số vận hành bể SBR thực hiện đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính.....	31
Bảng 2.2. Thông số vận hành bể SBR thực hiện đánh giá ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý của bể SBR.....	32
Bảng 2.3. Quy trình vận hành bể SBR theo các thời gian lưu nước khác nhau	33
Bảng 2.4. Thông số vận hành bể SBR thực hiện đánh giá ảnh hưởng của nồng độ Phenol đầu vào tới hiệu quả xử lý của bể SBR.....	35
Bảng 2.5. Bảng tổng hợp các dụng cụ thí nghiệm phân tích Phenol	36
Bảng 2.6. Bảng dụng cụ thí nghiệm phân tích MLSS	39
Bảng 3.1. Các thông số kỹ thuật của mô hình bể SBR	44
Bảng 3.2. Bảng thống kê các thông số của bể SBR	47
và công trình phụ trợ.....	47
Bảng 3.3. Bảng thống kê hàm lượng các chất	48
có trong nước thải giả định	48
Bảng 3.4. Kết quả xác định nhiệt độ, pH, DO trong bể SBR.....	52
Bảng 3.5. Kết quả chỉ tiêu MLSS và SVI giai đoạn thích nghi của bùn hoạt tính	55
Bảng 3.4. Kết quả hiệu suất xử lý của bể SBR	57
theo các thời gian lưu nước	57
Bảng 3. 5. Kết quả hiệu suất xử lý của bể SBR theo thời gian lưu bùn	59
Bảng 3.6. Bảng kết quả phân tích khả năng lắng của bùn hoạt tính ở giai đoạn đánh giá ảnh hưởng thời gian lưu bùn	60
Bảng 3.7. Kết quả hiệu suất xử lý Phenol của bể SBR.....	62
Bảng 3.8. Hiệu suất xử lý của bể SBR theo	64
các tải lượng Phenol đầu vào.....	64

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1. Các dạng tạo gốc tự do trong quá trình Fenton.....	11
Hình 1. 2. Con đường oxi hóa của Ozone.....	14
Hình 1. 3. Chu kỳ hoạt động của bể SBR.....	20
Hình 2. 1. Sơ đồ quy trình thực hiện luận văn.....	28
Hình 2. 2. Quy trình thực hiện đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính.	30
Hình 2. 3. Quy trình vận hành đánh giá ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý của bể SBR.....	32
Hình 2. 4. Quy trình vận hành đánh giá ảnh hưởng của thời gian lưu bùn tvoid hiệu quả xử lý của bể SBR.....	33
Hình 2. 5. Quy trình vận hành đánh giá hiệu quả xử lý của bể SBR theo mẻ đặc trưng.....	34
Hình 2. 6. Quy trình vận hành đánh giá ảnh hưởng của nồng độ Phenol đầu vào tới hiệu quả xử lý của bể SBR.....	35
Hình 3. 1. Vật liệu làm bể SBR.....	44
Hình 3. 2. Van xả nước đầu ra.....	45
Hình 3. 3. Bơm nước thải đầu vào.....	45
Hình 3. 4. Mô hình cấu tạo của bể SBR.....	46
Hình 3. 5. Khung giá đỡ của bể SBR.....	46
Hình 3. 6. Công ty Cổ phần thương mại sản xuất da Nguyên Hồng.....	50
Hình 3. 7. Bể Aerotank nhà máy XLNT Công ty CP TMSX da Nguyên Hồng.	51
Hình 3.8. Biểu đồ thể hiện hiệu suất xử lý của bể SBR.....	63
Hình 3. 9. Biểu đồ hiệu suất xử lý của bể SBR theo các tải lượng Phenol.....	65

ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, ô nhiễm môi trường đang là vấn đề rất được quan tâm ở nhiều quốc gia trên thế giới, nhất là những nước đang phát triển như Việt Nam. Với sự phát triển của quá trình công nghiệp hóa - hiện đại hóa thì việc thải các chất độc hại vào môi trường ngày càng gia tăng và gây ảnh hưởng đến chất lượng môi trường sống. Bài toán giải quyết các vấn đề ô nhiễm môi trường luôn được đặt ra trong mọi khía cạnh cuộc sống, từ các việc nhỏ, diễn ra hàng ngày tại mỗi gia đình cho đến các quy trình sản xuất tại nhà máy, xí nghiệp, các điểm dịch vụ, giải trí... tất cả đều quan tâm chú trọng đến việc làm thế nào để giảm thiểu việc phát sinh ra các chất gây ô nhiễm môi trường. Trong đó đặc biệt là sự ô nhiễm của các hợp chất hữu cơ khó phân huỷ có trong nước thải của một số ngành công nghiệp. Các chất độc này nếu không được xử lý trước khi thải ra môi trường sẽ gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường và sức khỏe con người.

Phenol là một loại chất ô nhiễm độc hại và được liệt kê vào 129 chất ô nhiễm cần được ưu tiên xử lý theo hướng dẫn của Cục bảo vệ Môi trường Mỹ. Phenol thường phát sinh ra trong các dòng thải của các ngành công nghiệp như lọc, hoá dầu, sản xuất nhựa, ngành công nghiệp thép, dệt nhuộm, giấy và bột giấy, thuốc trừ sâu, dược phẩm, tổng hợp nhựa, nước thải của quá trình luyện cốc. Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam đã đưa ra giới hạn cho phép của Tổng phenol trong nước mặt dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt là nhỏ hơn 0,005 mg/L ^[4-tr.5] do mức độ độc hại của nó với con người và môi trường. Phenol có thể gây ung thư, đột biến gen, quái thai và là một hoá chất ít bị phân huỷ sinh học tự nhiên. Phenol làm nhiễm độc nguồn nước, gây nguy hại cho con người và sinh vật sống khác. Nguồn phát sinh phenol chủ yếu trong nguồn thải của nhiều loại hình công

nghiệp do đó giải quyết phenol trong nước thải đang rất được quan tâm nghiên cứu ở nhiều quốc gia, trong đó có Việt Nam.

Hiện nay, trên thế giới đã có các biện pháp xử lý nước thải có chứa phenol như: hấp phụ, xử lý bằng các tác nhân oxy hóa mạnh, tác nhân quang hóa... nhưng vẫn còn hạn chế nhất định về mặt kinh tế. Với sự phát triển không ngừng của ngành công nghệ sinh học, các phương pháp ứng dụng công nghệ sinh học để xử lý nước thải ngày càng được áp dụng rộng rãi và tỏ rõ những ưu điểm vượt trội. Trong đó, công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ (SBR), đã và đang được ứng dụng cho nhiều loại hình nước thải khác nhau có biên động lớn. Công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ (SBR) thực chất là vận hành dựa vào các hệ vi sinh vật khác nhau ở dưới dạng bông bùn bao gồm các vi sinh vật sống và chất rắn. Ở Việt Nam và trên thế giới đã có nhiều đề tài nghiên cứu về việc ứng dụng công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ (SBR) đối với nhiều loại nước thải khác nhau. Hầu hết, các kết quả nghiên cứu đều cho thấy khả năng xử lý nước thải bằng công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ là hiệu quả cao, hiệu suất lớn và có giá trị kinh tế cho nhà sản xuất.

Vì vậy, để thực hiện luận văn tốt nghiệp cao học, tác giả đã cùng một số em sinh viên của trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội thực hiện đề tài ***“Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải chứa phenol bằng công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - SBR trong quy mô phòng thí nghiệm”*** dưới sự hướng dẫn khoa học của TS. Lê Ngọc Thuần. Kết quả nghiên cứu đề tài sẽ cho thấy khả năng xử lý nước thải có chứa phenol bằng công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - SBR và qua đó bổ sung luận cứ khoa học cho các đề tài nghiên cứu xoay quanh nội dung xử lý phenol bằng biện pháp sinh học bùn hoạt tính.

Chương 1

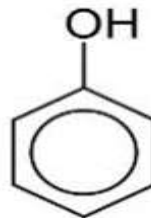
TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Giới thiệu về phenol

Phenol là một loại hợp chất hữu cơ mà trong phân tử có chứa nhóm hydroxyl ($-OH$) liên kết trực tiếp vào nhân benzene (nhân thơm). Phenol đơn chức, chứa một nhân thơm, gốc hydrocacbon liên kết vào nhân thơm không có hay nếu có là gốc no mạch hở $C_nH_{2n-7}OH$ ($n \geq 6$).

Công thức phân tử: C_6H_5OH .

Công thức cấu tạo:



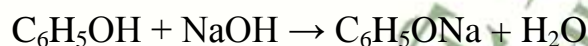
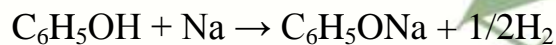
1.1.1. Tính chất vật lý, hóa học

Phenol đơn giản nhất là C_6H_5-OH , còn có các tên: Hidroxi benzen; Axit phenic; Axit cacbolic. Chất này là chất rắn, tinh thể không màu, có mùi đặc trưng, nóng chảy ở $43^\circ C$, sôi ở $182^\circ C$. Để lâu trong không khí phenol tự chảy rữa (vì nó hút ẩm tạo thành hydrat, nóng chảy ở $18^\circ C$) và nhuộm màu hồng (vì bị oxi hóa một phần bởi oxi). Mặc dù có khả năng tạo liên kết hidro với nước, nhưng phenol tan ít trong nước lạnh (9,5 gam/100 gam nước ở $25^\circ C$), do gốc hydrocacbon phenyl (C_6H_5-) khá lớn nên kỵ nước. Tuy nhiên phenol tan vô hạn trong nước nóng có nhiệt độ $\geq 70^\circ C$. Phenol bay hơi chậm hơn nước, hòa tan trong nước không nhiều và có thể bắt cháy. Các dung môi hòa tan được phenol: etanol, ete, chloroform,...

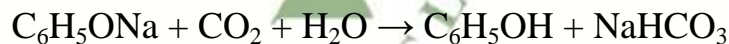
Phenol có tỉ khối 1,072 (khối lượng riêng 1,072g/ml). Phenol có tính axit yếu $K_a = 1.10^{-10}$ ($pK_a = 10$). Phenol làm bỏng da và các niêm

mặc với dung dịch nồng độ 2-3%. Nồng độ cho phép của Phenol trong không khí là $\leq 0,005\text{mg/lit}$ không khí. Ngưỡng mùi phát hiện là 0,04 ppm (mùi hơi cay, ngọt).

Phenol tác dụng với dung dịch kiềm tạo phenolat. Ngoài ra, phenol còn tác dụng với kim loại kiềm như Na để tạo muối phenolat. Nhưng khác với rượu, các phenolat không bị nước thủy phân:

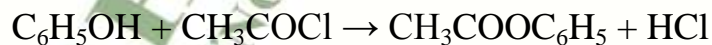


Tuy nhiên, tính axit của phenol rất yếu $K_a=10^{-9,75}$ nên không làm đổi màu quỳ tím. Vì vậy, muối phenolat bị axit cacbonic tác dụng tạo lại phenol:



Phản ứng này được dùng để tái tạo phenol trong công nghiệp.

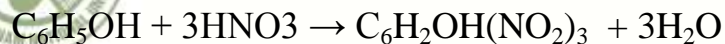
Phenol tác dụng với axit (clorua axit hoặc anhidric axit) tạo thành este gọi là phản ứng este hóa. Tốc độ phản ứng tăng nhanh khi có mặt axit vô cơ.



Phenol phản ứng với dung dịch brom tạo kết tủa trắng và khi Brom dư cũng tạo kết tủa:



Phenol phản ứng với HNO_3 tạo kết tủa vàng:



1.1.2. Nguồn gốc phát sinh

Phenol được sinh ra qua 2 con đường: tự nhiên và nhân tạo. Trong tự nhiên, phenol có trong một số loại thực phẩm, chất thải của động vật, con người và trong sản phẩm phân hủy của các chất hữu cơ hoặc phenol còn được tạo ra bên trong cơ thể sinh vật do quá trình trao đổi chất chuyển hóa

từ axit amin. Phenol có thể phát sinh ra trong quá trình đốt cháy gỗ, khí thải nhiên liệu và thuốc lá. Trong tự nhiên Phenol được hình thành từ quá trình phân hủy benzen. Phenol được phát hiện lần đầu tiên vào năm 1834, khi thực hiện chưng cất than đá và đó là nguồn chính sản xuất phenol cho đến khi ngành công nghiệp hóa dầu phát triển. [3, tr.214-215]

Ngày nay, phenol được sản xuất và sử dụng rộng rãi trong rất nhiều loại hình sản xuất công nghiệp như: sản xuất nhựa phenolic, gỗ dán, chất kết dính, xây dựng, ô tô và thiết bị vật tư cho các ngành công nghiệp, phenol cũng được tạo ra từ các quá trình sản xuất tổng hợp như nilon, nhựa epoxy... Phương pháp chủ yếu tạo ra phenol tổng hợp là từ quá trình oxy hóa cumene, chiếm tới hơn 95% lượng phenol tổng hợp nhân tạo, phần còn lại phenol được sản xuất bằng phương pháp oxy hóa toluene thông qua axit benzoic. Các quá trình khác được sử dụng để sản xuất phenol bao gồm sử dụng các nguyên liệu đầu vào như benzen thông qua cyclohexane, benzene sulfonation.... [6, tr.2]

1.1.3. Độc tính và ảnh hưởng của phenol

Phenol là một chất rắn không màu, hoặc màu trắng, hoặc có thể ở dạng dung dịch (dùng trong thương mại) được tổng hợp hoặc tạo thành trong tự nhiên. Phenol có trong nước, không khí, chất thải công nghiệp, nguồn nước ngầm. Ngay trong môi trường làm việc, nhất là môi trường sản xuất nhựa, nilon. Đối với thực phẩm, phenol tìm thấy trong xúc xích, thịt hun khói, ba chỉ rán, thịt gà rán, chè đen lên men. Trong tự nhiên, phenol và hợp chất phenol có trong các loại thực phẩm như táo, củ lạc, chuối, cam, cacao, nho đỏ, dâu, sữa... là phenol tự nhiên. Một số loại như cà chua, táo, lạc, chuối có hàm lượng phenol khá cao.

Các con đường xâm nhập vào cơ thể con người: Thâm nhập vào cơ thể con người qua hô hấp, tiếp xúc với da, mắt, màng nhầy. Hàm lượng

phenol cao sẽ dẫn đến hiện tượng chết người với những triệu chứng như: co giật, không có khả năng kiểm soát, hôn mê dẫn tới rối loạn hô hấp, máu trong cơ thể thay đổi dẫn đến tụt huyết áp, ảnh hưởng tới tim, gan và thận. Tiếp xúc với phenol lâu ngày gây các triệu chứng: Đau bắp thịt, sưng gan. Phenol còn làm bỏng da. Liều lượng tham khảo của phenol là 0,6mg/kg trọng lượng cơ thể (theo cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ - U.S.Environmental Protection Agency – USEPA).

Phenol và các dẫn xuất phenol có trong nước thải công nghiệp. Sự xuất hiện của các hợp chất phenol trong nước là một trong các nguyên nhân làm cho nước có mùi, đồng thời gây tác hại cho hệ sinh thái và sức khỏe con người. Theo quy định của tổ chức Y tế Thế giới (WHO), hàm lượng 2,4-triclophenol và pentaclophenol trong nước uống không quá 1.

Hiện nay, chưa có nghiên cứu nào về sự ảnh hưởng của phenol ở nồng độ thấp đối với sự phát triển của cơ thể, tuy nhiên nhiều nhà khoa học cho rằng tiếp xúc thường xuyên với phenol có thể dẫn đến sự phát triển chậm trễ, gây ra sự biến đổi dị thường ở thế hệ sau, tăng tỉ lệ đẻ non ở người mang thai.

Khả năng gây ung thư của phenol: hiện nay, chưa có một nghiên cứu cụ thể nào chỉ ra rằng phenol có khả năng gây ra ung thư ở người. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu khi cho động vật ăn thường xuyên thức ăn có chứa phenol ở hàm lượng cho phép chỉ ra rằng: Ở động vật đó xuất hiện các khối u hoặc các chất gây bệnh ung thư da. EPA đã xếp phenol vào nhóm D, nhóm có khả năng gây bệnh ung thư ở người^[6, tr.2-4].

Khi ăn, uống phải một lượng phenol có thể gây kích ứng, bỏng phía bên trong cơ thể và gây tử vong ở hàm lượng cao. Tình trạng kích ứng và ảnh hưởng cũng xảy ra tương tự đối với các loài động vật khi tiếp xúc với phenol. Phenol cũng rất độc với các loài cá và sinh vật khác, trong môi

trường nước có nồng độ phenol 0,1 - 1,0 ppm, nó có tác động xấu đến môi trường sống của các loài cá và đe dọa môi trường nước. Phenol và các dẫn xuất của phenol có thể khiến cho các loài cá mất phương hướng trong chuyển động, làm mất phản xạ trong điều chỉnh cơ thể và cuối cùng làm mất tính năng bơi trong nước, cá ngừng hô hấp và chết. Giá trị LD₅₀ của pentaclorophenol là 27mg/kg đối với chuột [7, tr.28].

Hàm lượng phenol trong môi trường phụ thuộc vào nguồn phát sinh ra nó. Thời gian tồn tại phenol trong đất rất ngắn (2 – 5 ngày), tuy nhiên ở trong nước phenol có thời gian tồn tại lâu hơn, có thể hàng tuần. Nếu nồng độ phenol càng lớn, thời gian tồn tại của nó càng lâu. Với nồng độ lớn hơn 50 ppb, phenol đã gây độc với sinh vật thủy sinh. Thêm vào đó, các hợp chất phenol có nhu cầu oxi cao, tiêu tốn 24 mgO₂ cho 1 mg phenol. Ngoài ra phenol còn kết hợp với clo trong nước uống tạo clorophenol, là hợp chất rất độc và khó phân hủy.

Phenol trong nước thải của quá trình sản xuất có sử dụng phenolic như các sản phẩm keo dán, xây dựng, công nghiệp ô tô,... từ quá trình sản xuất có sử dụng Bisphenol A như sản xuất nhựa polycarbonat, sơn epoxy và phụ gia trong polymer tổng hợp. Các nhà máy sản xuất dược phẩm có các mặt hàng thuốc giảm đau aspirin, axit salicylic,... nước thải vệ sinh thiết bị dụng cụ thải ra phenol. Tại các cơ sở sản xuất hạt điều, nước thải có chứa nhiều dẫn xuất của phenol.

1.2. Tổng quan về nước thải chứa phenol và phương pháp xử lý phenol

1.2.1. Tình hình nước thải chứa Phenol

Hiện nay, nước ta đang đối mặt tình trạng ô nhiễm, suy giảm nguồn nước, nhất là tại các khu vực sản xuất công nghiệp và đô thị. Các nguồn phát sinh nước thải ngày càng đa dạng với lượng nước thải phát sinh ngày càng nhiều đang đặt ra những thách thức to lớn cho công tác quản lý nước thải. Trong đó, một số loại hình nước thải chính phải kể đến là nước thải

sinh hoạt, nước thải công nghiệp, nước thải y tế và một số loại hình nước thải khác như nước thải làng nghề, nước thải nông nghiệp...

Theo một số báo cáo chuyên đề, nguồn nước thải chứa Phenol chủ yếu của Việt Nam được xác định là thuộc các ngành công nghiệp có sử dụng phenol và dẫn xuất trong quá trình sản xuất hoặc tạo ra trong quy trình khai thác, sản xuất như: nước thải đập cốc trong công nghiệp gang thép, nước thải trong ngành hóa dầu, nước thải ngành dược phẩm, nước thải ngành tinh chế dầu, nước thải ngành sản xuất benzen, sản xuất nhựa phenolformaldehyde, nước thải ngành khai khoáng,.... Hiện nay, Việt Nam chưa có số liệu cụ thể về tổng lượng nước thải có chứa phenol hàng năm. Tuy nhiên qua báo cáo thường niên của một số ngành công nghiệp có chứa phenol cho thấy tổng lượng nước thải có chứa phenol hàng năm là rất cao. Hầu hết các báo cáo đều chỉ ra rằng quá trình thu gom, xử lý các nguồn nước này đều hiệu quả hay nói cách khác là nồng độ phenol đều được đưa về đạt giới hạn xả thải theo tiêu chuẩn nguồn tiếp nhận.

Bảng 1.1. Nồng độ phenol trong nước thải một số ngành công nghiệp

Ngành công nghiệp	Nồng độ phenol (mg/l)
Khai thác than	1000 – 2000
Chuyển đổi than non	10000 – 15000
Sản xuất khí đốt	4000
Lò cao	4000
Hóa dầu	50 – 70
Nhà máy sản xuất benzen	50
Dược phẩm	1000
Tinh chế dầu	2000 – 20000
Sản xuất nhựa phenol-formaldehyde	100 – 200

[Nguồn: Trích dẫn từ tài liệu tham khảo số 18, trang 7]

1.2.2. Một số phương pháp xử lý Phenol trong nước thải

a. Dùng CO₂ tới hạn để chiết Phenol ra khỏi nước thải

Nước thải chứa Phenol của ngành công nghiệp thép thường nằm trong khoảng 6.8%. Trước khi nước thải được xả thải ra môi trường thì nồng độ Phenol có trong nước thải phải được giảm xuống 39 phần tỉ lần. Dùng CO₂ tới hạn là một trong những phương pháp để chiết xuất phenol có trong nước thải. Phương pháp này tốn ít kinh phí hơn so với những phương pháp khác như: đốt cháy, oxy hóa không khí ẩm (oxy hóa nước tới hạn) và phương pháp sinh học^[13, tr25-26].

Cụ thể: Nước thải chứa Phenol sẽ được dẫn vào một hệ thống thiết bị tách chiết gồm 03 giai đoạn. Giai đoạn thứ nhất, nước thải chứa Phenol được làm lạnh nước bằng khí CO₂ để dễ dàng tách một phần dịch lỏng có nồng độ Phenol cao ra khỏi nước thải (lợi dụng tính chất Phenol ít tan trong nước lạnh). Phần nước thải sau tách Phenol được khử khí CO₂ bằng cách nâng nhiệt độ lên. Sau đó nước sạch sẽ được làm mát và nén về áp suất khí quyển đưa ra ngoài. Phần dịch lỏng có nồng độ Phenol cao sẽ được làm nóng lên đẩy khí CO₂ bay đi, phần còn lại sẽ được chiết tách lần thứ hai và thu được nồng độ Phenol cao. Phần nước sau tách được tái sử dụng để dập khí thoát ra trong quá trình gia nhiệt. Nước thải từ phần dập khí sẽ được tuần hoàn trở lại chu trình ban đầu.

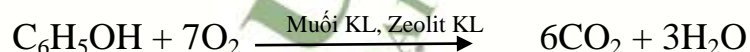
b. Oxy hóa chất xúc tác ở nhiệt độ thấp

Ở nhiệt độ thấp, oxy hóa chất xúc tác không đồng nhất ở dạng lỏng của những hợp chất hữu cơ đã phân hủy có ý nghĩa lớn đối với việc xử lý nước trên bề mặt và nước ngầm bị ô nhiễm, nước thải công nghiệp và những nguồn nước thải khác. Khả năng cho việc xử lý ở điều kiện không khí và áp suất thích hợp so với phương pháp oxy hóa nước tới hạn và không khí ẩm đã thành công thông qua việc sử dụng một chất xúc tác thuộc

dòng lưỡng kim hoạt động cực mạnh. Chất xúc tác thường dùng là muối kim loại (Cu, Fe, Ti...) hoặc Zeolit kim loại ^[13, tr.26].

Nguồn nước thải chứa Phenol được đưa vào một hệ thống thiết bị xử lý đặc biệt gồm 2 giai đoạn chính: Giai đoạn thứ nhất, nước thải chứa Phenol được làm nóng bởi máy hơi nước bằng cách áp suất tới điều kiện cần thiết và bơm vào dòng lỏng 1 của giai đoạn thứ hai. Dòng khí vào giai đoạn thứ hai thường chứa 200% khí O₂ và được tạo do thiết bị nén không khí. Tại giai đoạn hai – giai đoạn phản ứng, nước thải sẽ liên tục được tiếp xúc với oxy để tạo điều kiện cho quá trình oxy hóa Phenol diễn ra liên tục. Trong giai đoạn thứ hai, một nguồn muối kim loại hoặc Zeolit kim loại sẽ được bổ sung để xúc tác quá trình oxy hóa diễn ra mạnh mẽ và hoàn toàn. Dòng lỏng sau khi ra khỏi giai đoạn thứ 2 chỉ gồm CO₂, nước và không còn chứa Phenol.

Phương trình phản ứng tổng quát:

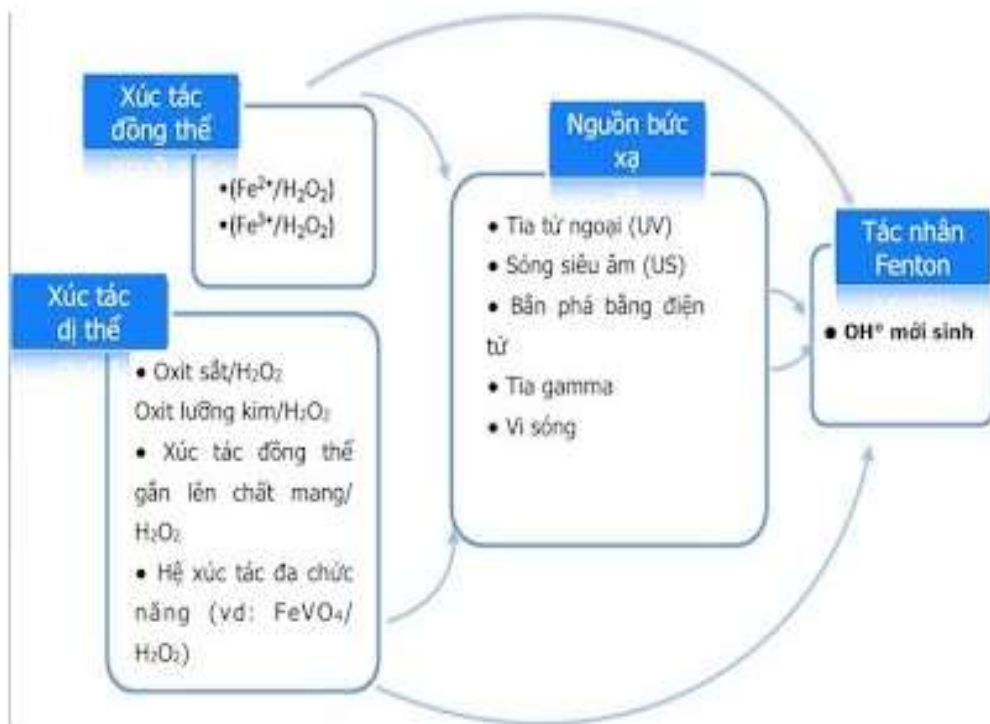
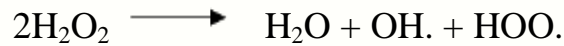
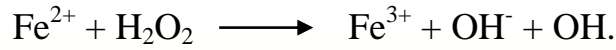


Tuy nhiên phương pháp này có nhược điểm là kim loại bị tan ra trong quá trình phản ứng gây hiệu ứng ô nhiễm thứ cấp. Sử dụng Zeolit kim loại khắc phục được nhược điểm trên nhưng khi xử lý chất hữu cơ có kích thước phân tử lớn các xúc tác này lại kém hiệu quả.

c. *Bằng quá trình Fenton* ^[26, tr74-75]

Sử dụng phản ứng oxy hóa để phá hủy các chất độc hại là một phương pháp xử lý ô nhiễm có hiệu quả. Từ đầu những năm 70 người ta đã đưa ra một quy trình áp dụng nguyên tắc phản ứng Fenton để xử lý ô nhiễm nước thải mà theo đó hydro peroxyt phản ứng với sắt (II) sunfat sẽ tạo ra gốc tự do hydroxyl có khả năng phá hủy các chất hữu cơ. Trong một số trường hợp nếu phản ứng xảy ra hoàn toàn, một số chất hữu cơ sẽ chuyển hóa thành CO₂ và nước.

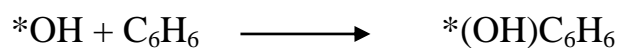
Dùng cho phản ứng Fenton cần có xúc tác và chất oxy hóa. Chất xúc tác có thể là muối sắt hai hoặc sắt ba còn chất oxy hóa là hydro peroxit. Phản ứng tạo ra gốc tự do hydroxyl diễn ra như sau:



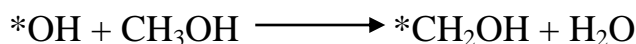
Hình 1.1. Các dạng tạo gốc tự do trong quá trình Fenton

Phản ứng của gốc hydroxyl :Gốc hydroxyl là chất oxy hóa mạnh, chỉ sau Fluorine. Phản ứng hóa học của gốc hydroxyl trong nước có 4 dạng :

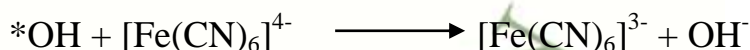
(1) Dạng cộng thêm: Gốc hydroxyl thêm vào một hợp chất chưa bão hòa, aliphatic (béo) hay aromatic (thơm) để tạo nên một sản phẩm có gốc tự do:



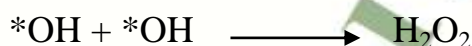
(2) Dạng loại hydro: Phản ứng tạo ra một gốc hữu cơ tự do và nước:



(3) Dạng chuyển đổi electron: Tạo ra những ion ở trạng thái hóa trị cao hơn (hoặc một nguyên tử, một gốc tự do nếu ion mang điện tích 1- bị oxy hóa):



(4) Dạng tương tác giữa các gốc: 2 gốc hydroxyl phản ứng với nhau hay 1 gốc hydroxyl phản ứng với một gốc khác để tạo nên một sản phẩm bền vững hơn:



Trong việc ứng dụng phản ứng Fenton xử lý nước thải, những điều kiện của phản ứng được điều chỉnh để ưu tiên xảy ra theo 2 cơ chế đầu.

Ngoài ra, phản ứng oxy hóa còn được xúc tác bởi một lượng nhỏ mangan dưới dạng muối sulfate. Các nghiên cứu trước đây cho thấy, sự hiện diện của mangan làm tăng hiệu quả phản ứng nhưng chỉ với một tỉ lệ mangan rất thấp (nếu dư mangan quá không tốt). Mangan làm tăng tác dụng hấp phụ của bông hydroxit và vai trò của mangan chủ yếu thể hiện khi pH được nâng lên khoảng 7-8.

Quá trình phân hủy phenol được diễn ra như sau:



d. Sử dụng xúc tác quang bằng vật liệu TiO_2

Nguyễn Việt Cường cùng cộng sự năm 2009 đã nghiên cứu chế tạo xúc tác quang trên cơ sở vật liệu $TiO_2 - SiO_2$ và ứng dụng trong xử lý nước nhiễm phenol^[13, tr.16-17]. Nhóm tác giả đã tiến hành đánh giá cấu trúc tinh thể của sản phẩm (được tổng hợp từ $TiO_2 - SiO_2$ và N- TiO_2-SiO_2 bằng phương pháp sol-gel) và hoạt tính xúc tác quang thông qua hiệu suất xử lý phenol trong điều kiện sử dụng ánh sáng UV-A và ánh sáng mặt trời. Kết quả cho

thấy việc bổ sung SiO_2 và N đều làm tăng diện tích bề mặt riêng của vật liệu so với sản phẩm TiO_2 ban đầu. Hoạt tính xúc tác quang của các sản phẩm trong điều kiện sử dụng ánh sáng UV-A đạt tốt nhất ở tỷ lệ khối lượng $\text{TiO}_2:\text{SiO}_2$ là 90:10. Trong điều kiện sử dụng ánh sáng mặt trời tự nhiên tại thành phố Hồ Chí Minh, vật liệu pha tạp N- TiO_2 - SiO_2 thể hiện hiệu quả xử lý phenol đạt khoảng 90%, vượt trội so với các vật liệu TiO_2 - SiO_2 và TiO_2 (lần lượt là 62 và 60%). Hiệu quả xử lý phenol của các hợp chất pha tạp N- TiO_2 - SiO_2 trong điều kiện ánh sáng mặt trời tự nhiên vượt trội (đạt xấp xỉ 90%), gấp 1,5 lần so với hợp chất không pha tạp N.

Phan Vũ An năm 2008 đã nghiên cứu xử lý nước nhiễm phenol bằng màng mỏng TiO_2 [20, tr.41-42]. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi tác nhân quang hóa là ánh sáng UV-A, hạt aluminosilicate được phủ lớp phim xúc tác N- TiO_2 - SiO_2 có hiệu quả cao nhất (31,2%) do quá trình nhúng giúp tạo lớp phủ ổn định, đồng đều và bền vững trên bề mặt chất mang. Khi tác nhân quang hóa là ánh sáng mặt trời tự nhiên, sợi thủy tinh được phủ lớp phim xúc tác N- TiO_2 - SiO_2 cho hiệu quả xử lý phenol cao nhất (85,32%) do diện tích bề mặt tiếp xúc với ánh sáng mặt trời tự nhiên lớn nên đã giúp cải thiện rõ hiệu quả xử lý. Trong thí nghiệm, sau 3 lần chạy, độ hao hụt là 0,19% (tương đương 0,001g) cho mỗi lần thí nghiệm. Điều này chứng tỏ sợi thủy tinh có tiềm năng ứng dụng trong thực tế.

e. Hấp thụ bằng than hoạt tính

Than hoạt tính có cấu trúc lỗ xốp với diện tích bề mặt riêng rất lớn, trên $1000\text{m}^2/\text{g}$. Do đó, than hoạt tính có khả năng hấp thụ nhiều chất hữu cơ, vô cơ và được ứng dụng rộng rãi trong xử lý môi trường. Nước thải có chứa phenol được cho chảy trực tiếp qua bể lọc với vật liệu than hoạt tính. Tại đây, than hoạt tính sẽ giữ lại phenol và các hợp chất hữu cơ khác. Sau

một thời gian hoạt động, than hoạt tính sẽ suy giảm và mất khả năng hấp thụ, tiến hành tái sinh để khôi phục hoạt tính của than.

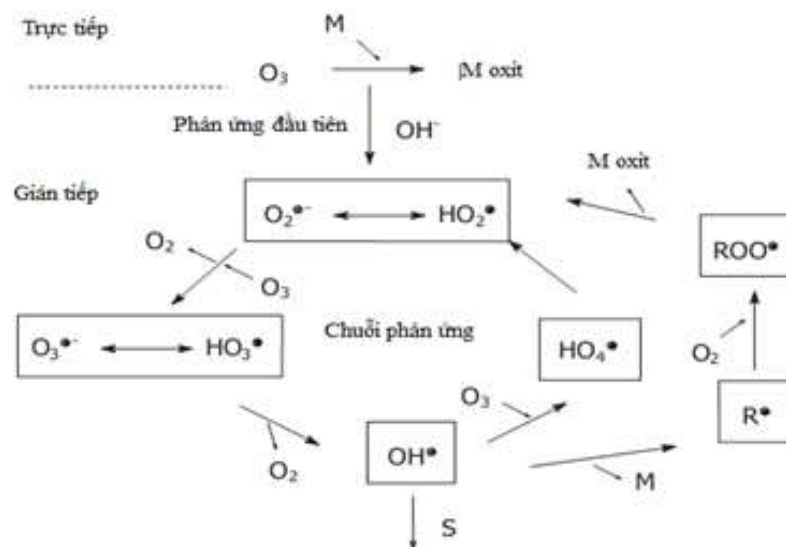
Tuy nhiên, quá trình hấp thụ bằng than hoạt tính cũng có một số nhược điểm như chịu ảnh hưởng lớn của các yếu tố pH, nhiệt độ, sự có mặt của các ion Ca^{2+} , Mg^{2+} hay quá trình giải hấp thụ tương đối phức tạp và tốn kém, tuổi thọ của than hoạt tính có hạn^[8, tr.10-11].

f. Dùng ozone xử lý

Ozon (O_3) là một tác nhân oxi hoá mạnh với thế oxi hoá là 2,07V, ozon có thể xảy ra phản ứng oxi hoá với nhiều chất hữu cơ, các chất vô cơ trong nước, có thể làm sạch nước thải khỏi phenol^[21].

Ozon có thể oxi hóa các hợp chất hữu cơ trong nước theo hai con đường:

- Oxi hóa trực tiếp bằng phân tử ozon hòa tan trong nước.
- Oxi hóa gián tiếp qua gốc hydroxyl khi phân hủy O_3 trong nước.



(S: chất cản trở, M: chất ô nhiễm có nồng độ thấp khác, R: sản phẩm phản ứng)

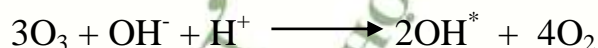
Hình 1. 1. Con đường oxi hóa của Ozone

Quá trình oxi hoá trực tiếp bằng phân tử O_3 xảy ra tương đối chậm so với oxi hoá gián tiếp qua gốc hydroxyl (OH^*) do sự phân huỷ ozon tạo ra.

Trong môi trường axit, con đường oxi hoá trực tiếp bằng phân tử O_3 là chủ yếu. O_3 phản ứng với các hợp chất hữu cơ chứa liên kết đôi $C=C$ hoặc các liên kết vòng thơm và phân huỷ chúng thành axit cacboxylic và andehit. Phân tử O_3 phản ứng dễ dàng với các chất hữu cơ như amin, phenol và các hợp chất vòng thơm nhưng phản ứng chậm với axit cacboxylic, andehit và rượu.

Trong môi trường kiềm, với sự có mặt của ion OH^- , O_3 bị phân huỷ nhanh và hình thành gốc và gốc này oxi hóa các chất hữu cơ trong nước thải. Phản ứng của phân tử O_3 ($E_0 = 2,07V$) chậm và hạn chế trong khi gốc ($E_0 = 2,80V$) phản ứng với hầu hết các chất hữu cơ trong nước thải.

Phản ứng của ba phân tử O_3 hình thành hai gốc:



Do đó, thay vì sử dụng Ozon, nhiều công trình nghiên cứu đã phát triển theo hướng tìm kiếm các tác nhân phối hợp với ozon hoặc chất xúc tác nhằm tạo ra gốc để nâng cao hiệu quả oxi hoá của ozon khi cần xử lý những hợp chất bền vững, khó phân huỷ trong nước và nước thải. Những tác nhân đưa thêm vào được nghiên cứu nhiều nhất là H_2O_2 , chất xúc tác là các muối Ni(II), Co(II), oxit kim loại TiO_2 , MnO_2 ...

Quá trình ozon hóa nước thải đồng thời diễn ra oxi hóa các tạp chất mang màu, khử trùng, hủy độc, làm bão hòa nước bằng oxy. Oxi hóa các hợp chất hữu cơ bằng ozon có thể tạo thành các sản phẩm trung gian: rượu, andehit, xeton, axit và do khả năng oxi hóa mạnh nên có thể oxi hóa sâu hơn để tạo ra CO_2 và H_2O .

g. Sử dụng chủng vi khuẩn DX3

Vũ Thị Thanh và cộng sự đã nghiên cứu khả năng phân huỷ phenol của chủng vi khuẩn DX3^[22]. Chủng vi khuẩn DX3 được phân lập từ bề

chứa nước thải kho xăng dầu Đỗ Xá, Thường Tín, Hà Nội. Sau 3 lần làm giàu liên tiếp trên môi trường muối khoáng Gost có bổ sung 50 mg/l phenol. Nhóm nghiên cứu lựa chọn các nồng độ phenol ban đầu lần lượt là 50, 100 và 150 mg/l để bổ sung vào môi trường nuôi cấy của chủng vi khuẩn *Bacillus sp DX3* và nuôi ở 30⁰C. Kết quả cho thấy, sau 7 ngày nuôi cấy trên môi trường khoáng dịch với nồng độ phenol ban đầu 150 mg/l thì hàm lượng phenol đã giảm xuống còn 0,067 mg/l, đạt hiệu quả xử lý 99,9%.

h. Bằng công nghệ bùn hoạt tính

Các hóa chất độc hại cho môi trường như phenol, thải ra với nước thải công nghiệp từ quá trình tinh chế cuộn dây, tinh chế dầu, sản xuất hóa dầu, dệt may và nhựa phenolic,... Phenol có hại cho hầu hết các vi sinh vật, ngay cả ở nồng độ thấp, và có khả năng gây ung thư cho người.

Các hạt bùn hiếu khí có hiệu quả sinh học với cấu trúc nhỏ gọn, các loài vi khuẩn khác nhau và khả năng lắng đọng tuyệt vời trong ngăn phản ứng. Các nhà khoa học đã chứng minh, các hạt aerobic làm suy giảm phenol, 1 hạt nhỏ như vậy làm giảm 1,900 mg/l phenol với tốc độ 22 mg phenol/g chất rắn lơ lửng dễ bay hơi (VSS)/h. Adav et al. (2007b) đã phát hiện các hạt hiếu khí làm suy giảm 1.000 mg/l phenol với tốc độ không đổi là 49 mg phenol/gVSS /h.

Sự suy giảm hiệu quả nồng độ phenol cao trong nước thải là cần thiết. Hạt aerobic cung cấp một tấm chắn chuyển khối lượng của các tế bào nhúng chống lại độc tính của nồng độ cao của phenol. Các nước thải tổng hợp chứa 500-5000 mg/l phenol được xử lý bởi bùn hoạt tính hiếu khí hoặc bùn dạng hạt^[27].

Đối với loại bùn hoạt tính theo phương pháp hiếu khí: Vazquez và cộng sự năm 2006 đã nghiên cứu loại bỏ phenol, amoni, thiocyanua trong

nước thải cốc hóa bằng bùn hoạt tính trong điều kiện hiếu khí với các thông số đầu vào phenol (110 - 350mg/l); N-NH₄⁺ (504 - 2340mg/l); SCN⁻ (185 - 370mg/l), COD (807-3275 mg/L)^[32]. Khi bổ sung nguồn cacbon (2,8kg NaHCO₃/m³) sẽ tạo điều kiện cho các vi sinh vật tự dưỡng phát triển để đẩy mạnh quá trình khử nitơ trong dòng thải. Hiệu quả xử lý NH₄⁺ đạt 71% khi thời gian lưu nước là 54,3h. Hiệu quả loại bỏ COD, phenol lần lượt là 65,6 và 97%. Hiệu quả loại bỏ phenol trong điều kiện không bổ sung carbon tương đương với điều kiện bổ sung nguồn carbon. Tuy nhiên khả năng loại bỏ phenol tăng khi pH tăng. Hiệu quả loại bỏ cao nhất đạt 96% khi pH = 8 trong 15 h phản ứng.

Đối với loại bùn hoạt tính theo phương pháp hệ phản ứng màng sinh học yếm khí - thiếu khí - hiếu khí (A₁/A₂/O - MBR): Wen-tao Zhao và cộng sự năm 2009^[33] đã nghiên cứu xử lý nước thải nhà máy cốc bằng hệ phản ứng màng sinh học yếm khí - thiếu khí - hiếu khí (A₁/A₂/O-MBR). Bể yếm khí với vật liệu đệm, độ xốp 95%. Bể hiếu khí được cung cấp oxy bằng bơm không khí, với DO được duy trì 5mg/l và sử dụng màng sợi polythene, Mitsubishi, Nhật với diện tích 0,2m². Tại bể này nước thải được bổ sung Na₂CO₃ để tạo môi trường kiềm cho quá trình loại bỏ các chất dinh dưỡng và duy trì pH trong khoảng 7-7,2. Nước thải ở các bể được duy trì ở nhiệt độ 35⁰C ± 1 bằng nhiệt kế để đảm bảo nước nghiên cứu có cùng nhiệt độ với nguồn nước thải. Hệ thống A₁/A₂/O-CAS (sử dụng bùn hoạt tính) cũng hoạt động song song, cùng điều kiện để so sánh hiệu quả xử lý giữa hai hệ thống. Kết quả cho thấy hiệu quả loại bỏ COD và phenol của hệ A₁/A₂/O - MBR cao hơn hẳn hệ sử dụng bùn hoạt tính đặc biệt khi hệ thống hoạt động với tải lượng chất ô nhiễm lớn như nước thải cốc hóa. Hiệu quả xử lý COD đạt 89,8 ± 1,2% tương đương 264 ± 36mg/l. Hiệu quả xử lý phenol đạt 99,9% với nồng độ phenol sau xử lý là 0,2 ± 0,1mg/l. Công

nghe tích hợp $A_1/A_2/O$ - MBR là công nghệ hiện đại nhất hiện nay cho hiệu quả xử lý chất hữu cơ cao. Tuy nhiên giá thành xử lý đắt do chi phí màng cao. Do đó ở các nước đang phát triển chưa được ứng dụng nhiều.

1.3. Công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - SBR

1.3.1. Tổng quan về công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ

Xử lý nước thải bằng bùn hoạt tính là phương pháp mà các vi sinh vật trong nước thải bám vào các chất lơ lửng trong đó để cư trú, sinh sản, phát triển và các vi sinh vật này sử dụng nguồn chất hữu cơ trong nước làm thức ăn đồng thời phân hủy chất hữu cơ làm tăng sinh khối và dần dần tạo thành các hạt bông. Những bông này khi ngừng thổi khí hoặc khi các cơ chất cạn kiệt, chúng sẽ lắng xuống tạo ra bùn hoạt tính. Khi bùn lắng xuống là “bùn già”, hoạt tính bùn giảm. Hoạt tính bùn có thể được hoạt hóa trở lại bằng cách cung cấp đầy đủ dinh dưỡng và cơ chất hữu cơ.^[11, tr3-5]

Tác nhân sinh học trong quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp bùn hoạt tính chính là các nhóm vi sinh vật có mặt trong bùn hoạt tính. Bùn hoạt tính là một hệ sinh vật phức tạp bao gồm: vi khuẩn đơn bào hoặc đa bào, nấm men, nấm mốc, xạ khuẩn, các động vật nguyên sinh và động vật hạ đẳng, dòi, giun, đôi khi là ấu trùng sâu bọ có trong nước thải. Trong đó, các vi khuẩn đóng vai trò quan trọng nhất trong việc phân huỷ chất hữu cơ và là thành phần cấu tạo chủ yếu của bùn hoạt tính. Thành phần bùn hoạt tính gồm: Vi khuẩn trong bể bùn hoạt tính thuộc các giống *Pseudomonas*, *Zoogloea*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Nocardia*, *Bdellovibrio*, *Mycobacterium* và hai loại vi khuẩn nitrat hóa là *Nitrosomonas* và *Nitrobacter*. Ngoài ra còn các loại hình sợi như *Sphaerotilus*, *Beggiatoa*, *Thiothrix*, *Lecicothrix* và *Geotrichum*. Thành phần vi khuẩn có trong bùn hoạt tính thay đổi theo nhiệt độ và thành phần nước thải. Ngoài các vi khuẩn các vi sinh khác cũng đóng vai trò quan trọng trong các bể bùn hoạt

tính. Trong đó, một số loài có khả năng phân giải phenol một cách độc lập như chủng *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas paucimobilis*, *Rhodococcus*, *Bacillus*, *Cyanobacterium*, *Phormidium valderianum* BDU30501 hoặc có thể sự phân giải phenol được diễn ra đồng thời dưới sự tổ hợp của một quần xã vi sinh vật trong khu hệ đó.

Bảng 1.2. Các nhóm vi khuẩn có trong bùn hoạt tính

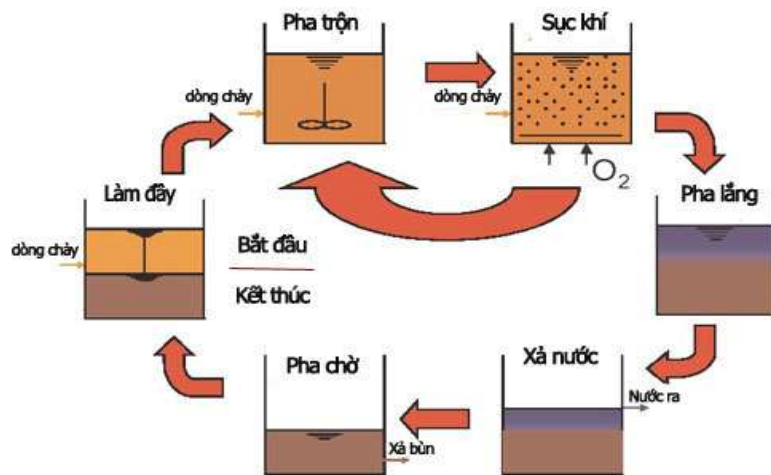
Vi khuẩn	Chức năng
<i>Pseudomonas</i>	Phân hủy hydratcacbon, các hợp chất hữu cơ khác và phản nitrat hóa
<i>Arthrobacter</i>	Phân hủy hydratcacbon
<i>Bacillus</i>	Phân hủy hydratcacbon, protein...
<i>Cytophaga</i>	Phân hủy các polyme
<i>Zooglea</i>	Tạo thành chất nhầy (polysacarit), hình thành chất keo tụ
<i>Acinetobacter</i>	Tích lũy polyphospat, phản nitrat
<i>Nitrosomonas</i>	Nitrit hóa
<i>Nitrobacter</i>	
<i>Sphaerotilus</i>	Sinh nhiều tiên mao
<i>Alcaligenes</i>	Phân hủy protein, phản nitrat hóa
<i>Flavobacterium</i>	Phân hủy protein
<i>Nitrococcus denitrificans</i>	Phản nitrat hóa (khử nitrat thành N ₂)
<i>Thiobacillus denitrificans</i>	
<i>Acinetobacter</i>	
<i>Hyphomicrobium</i>	
<i>Desulfovibrio</i>	Khử sulfat, khử nitrat

[Nguồn: Báo cáo chuyên đề Công nghệ Môi trường, năm 2009-Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam]

Bể SBR hay còn gọi là bể bùn hoạt tính theo mẻ (Sequencing Batch Reactor) là bể xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học theo quy trình phản ứng từng mẻ liên tục. Bể SBR vừa có chức năng giống bể Aeroten là

loại bỏ các chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh học nhờ các quần xã vi sinh vật hiếu khí, vừa có chức năng là lắng bùn để thu nước trong ra ngoài. Công nghệ xử lý nước thải theo mẻ là một quy trình xử lý tăng trưởng bùn lơ lửng. Công nghệ SBR là một cải tiến của quy trình xử lý bùn hoạt tính và được mô tả đơn giản chỉ là một bể chứa tiếp nhận xử lý từng mẻ. Trong hình thức cơ bản nhất, hệ thống SBR chỉ đơn giản là tập hợp các bể chứa hoạt động trên một cơ sở làm đầy và rút nước.

Mỗi chu kỳ hoạt động của bể SBR bao gồm năm giai đoạn (pha) riêng biệt, được gọi là: làm đầy (Fill); phản ứng, thổi khí (React); lắng



(Settle); rút nước (Draw) và giai đoạn chờ (Idle). Cụ thể:

Hình 1.3. Chu kỳ hoạt động của bể SBR

Bể SBR có thể xử lý nước thải trong một phạm vi rất lớn từ nước thải dân dụng cho đến nước thải của các ngành công nghiệp. Công suất của hệ thống có thể từ vài trăm mét khối cho đến hàng ngàn mét khối trong ngày đêm.

Bể SBR đã được nghiên cứu từ những năm 1920 và được sử dụng ngày càng rộng rãi trên toàn thế giới. Ở Châu Âu và Trung Quốc, Hòa Kỳ, họ đang áp dụng công nghệ này để xử lý nước thải đô thị và nước thải công

nghiệp, đặc biệt là trong những khu vực đặc trưng có lưu lượng nước thải thấp và biến động.

Ở Việt Nam, việc xử lý nước thải bằng công nghệ truyền thống được áp dụng rộng rãi vì các nguyên nhân chủ yếu là hệ thống vận hành đơn giản, chi phí đầu tư thấp và tâm lý ngại tiếp cận với công nghệ mới. Tuy nhiên, hiện nay đã có rất nhiều công nghệ mới được ứng dụng hơn trong các hệ thống xử lý trong sản xuất, sinh hoạt và các hoạt động khác. Hiệu quả của chúng mang lại đã được chứng minh qua các công trình thực tế chứ không chỉ trên lý thuyết. Một trong những công nghệ tiên tiến thường được áp dụng trong các hệ thống xử lý nước thải đó là công nghệ xử lý nước thải theo mẻ SBR. Bể SBR được áp dụng trong cả xử lý nước thải sinh hoạt, nước thải tập trung và nước thải công nghiệp.

1.3.2. Một số yếu tố ảnh hưởng quá trình sinh trưởng của bùn hoạt tính

Sự phát triển của vi sinh vật trong các thủy vực chịu ảnh hưởng của nhiều nhân tố vật lý và hoá học; những nhân tố này tác dụng cùng nhau và tương hỗ theo nhiều kiểu. Chúng ảnh hưởng đến độ lớn, thành phần loài của các quần thể, đến hình thái và sinh lý của vi sinh vật. Đó là các nhân tố: pH, nhiệt độ, nồng độ oxy hòa tan trong nước, hàm lượng muối, các chất hữu cơ, các chất vô cơ, các khí hoà tan.

a. Một số yếu tố môi trường (Nhiệt độ, pH, DO)

❖ Ảnh hưởng của nhiệt độ:

Nhiệt độ nước thải ảnh hưởng rất lớn tới chức năng hoạt động của vi sinh vật. Khi nhiệt độ tăng thì tốc độ oxy hoá của sinh vật tăng, nhưng độ hoà tan oxy trong nước giảm. Nhiệt độ đa số vi sinh vật có thể hoạt động được là từ 6 - 40⁰C. Khi nhiệt độ tăng hoặc giảm quá ngưỡng sẽ ảnh hưởng đến khả năng hoạt hoá của các enzym. Vì vậy, vi khuẩn sẽ ngừng hoạt

động, cuối cùng dẫn đến tử vong, nhiệt độ quá thấp thì tốc độ làm sạch sẽ bị giảm, quá trình thích nghi của vi sinh vật với môi trường mới sẽ chậm lại.

Ngoài ra, nhiệt độ cũng ảnh hưởng trực tiếp đến sự xử lý phenol trong nước thải. Cụ thể, trong một nghiên cứu của B. Marrot, A. Barrios-Martinez, P. Moulin, N. Roche (2006) nhắc đến một số ảnh hưởng của nhiệt độ tới sự suy thoái phenol. Các tác giả gần như đồng nhất và tìm ra hiệu quả loại bỏ phenol tối ưu ở gần 30°C. Vì có thể ở nhiệt độ này quá trình sản sinh các chất chuyển hóa diễn ra cao hơn. Khi nhiệt độ nước thải thay đổi khoảng 5°C có thể làm giảm tỷ lệ xử lý phenol trong khoảng 50% - 100%. Nghiên cứu của Chung và cộng sự cũng tìm thấy nhiệt độ tối ưu là 30°C [21].

❖ *Ảnh hưởng của pH:*

pH là thông số ảnh hưởng rất lớn đến các quá trình sinh học xảy ra trong nước. pH cũng ảnh hưởng đến các quá trình vật lý và các phản ứng hoá học xảy ra trong môi trường nước. Đối với đa số vi sinh vật, thường sinh trưởng và phát triển ở pH 6,5 - 8. Khi pH nằm ngoài khoảng trên sẽ làm giảm hoạt lực của bùn hoạt tính, do đó làm giảm hiệu suất của quá trình xử lý.

Việc đo pH môi trường nước thải trong pha xử lý là rất cần thiết để điều khiển các quá trình sinh - lý - hóa đạt ngưỡng hoạt động tối ưu của hệ vi sinh vật.

Ngoài ra, yếu tố pH cũng tác động đến quá trình suy thoái phenol trong nước thải. Theo Marrot, A. Barrios-Martinez, P. Moulin, N. Roche (2006), một sự giảm nhẹ nồng độ phenol được quan sát thấy khi sinh khối tăng lên và độ pH tăng lên khi nồng độ phenol đầu vào tăng. Sự giảm pH cho thấy quá trình xử lý sinh học phenol trong nước thải đang xảy ra và với độ pH ổn định khoảng 7 (nguồn cung cấp oxy đầy đủ) phenol đã bị xử lý

thành công. Tóm lại, những nghiên cứu này chỉ ra một phạm vi pH tốt nhất 6,5 - 7.5 cho quá trình xử lý phenol trong nước thải ^[21].

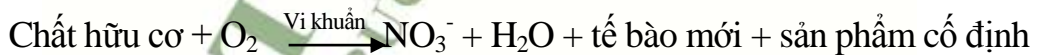
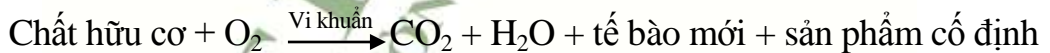
❖ *Ảnh hưởng của DO- oxy hòa tan trong nước:*

Nồng độ oxy hòa tan trong nước là điều kiện đầu tiên đảm bảo cho vi sinh vật hiếu khí có khả năng oxy hoá các chất hữu cơ. Do đó, trong quá trình xử lý phải đảm bảo cung cấp đủ lượng oxy mà chủ yếu dưới dạng hoà tan trong môi trường lỏng bằng giải pháp khuấy trộn cơ học hoặc sục khí. Điều này làm tăng sự tiếp xúc giữa bùn hoạt tính và các chất thải trong nước, làm tăng khả năng làm sạch nước thải của vi sinh vật. Khi nồng độ oxy hoà tan dưới 0,5 mg/l thì quá trình xử lý nước thải bằng vi sinh vật hiếu khí hầu như ngưng trệ. Lượng oxy hoà tan tốt nhất trong khoảng 1,5 - 4,0 mg/l.

b. *Chất lượng nước đầu vào*

❖ *Nhu cầu oxy sinh hóa BOD*

BOD được định nghĩa là lượng oxy cần thiết mà các vi sinh vật cần sử dụng để oxy hoá cacbon hữu cơ thành CO₂ và nitơ hữu cơ thành NO₃⁻. Phương trình tổng quát như sau:



Như vậy, chỉ số BOD chỉ ra lượng oxy mà vi khuẩn tiêu thụ trong phản ứng oxy hoá các chất hữu cơ trong nước ô nhiễm, chỉ số BOD càng cao chứng tỏ lượng chất hữu cơ có khả năng phân huỷ sinh học trong nước càng lớn.

Trong thực tế, người ta không thể xác định lượng oxy cần thiết để phân huỷ hoàn toàn chất hữu cơ vì tốn quá nhiều thời gian mà người ta thường chỉ xác định lượng oxy cần thiết trong 5 ngày đầu ở nhiệt độ 20⁰C, kí hiệu BOD₅. Tại thời điểm này đã có 70 – 80% các chất hữu cơ bị oxy hoá.

❖ *Nhu cầu oxy hoá hoá học COD*

COD được định nghĩa là lượng oxy cần thiết cho quá trình oxy hoá hoá học các chất hữu cơ trong mẫu nước thải thành CO_2 và H_2O . Chỉ số COD biểu thị cả lượng các chất hữu cơ có thể và không thể bị oxy hoá bằng vi sinh vật. Do đó, nó có giá trị cao hơn BOD. Phép phân tích COD có ưu điểm là cho kết quả nhanh nên đã khắc phục được nhược điểm của phép đo BOD. Đối với nhiều loại nước thải, giữa chỉ số COD và BOD có mối tương quan nhất định.

Theo Eiroa et al. (2005b) nghiên cứu sự phân hủy sinh học phenol nhưng trong điều kiện thiếu oxy bằng cách sử dụng bể phản ứng dòng ngược bùn hoạt tính, với tải lượng hữu cơ được áp dụng từ 30 đến 1300 mgCOD/l. Hiệu quả loại bỏ phenol đạt trên 90,6% thu được khi nồng độ phenol đầu vào từ 27 - 755mg/l. Tuy nhiên, khi nồng độ phenol tăng lên 1010mg/l, hiệu quả loại bỏ của nó giảm đi. Do đó, tỷ lệ loại bỏ cụ thể cao hơn đã đạt được trong điều kiện hiếu khí hơn trong điều kiện thiếu oxy. Tuy nồng độ phenol đã được xử lý nhưng trong bể phản ứng bùn hoạt tính nồng độ COD trong nước thải vẫn còn. Nồng độ COD trong nước thải đầu ra thay đổi từ 53 đến 223mg/l, giá trị trung bình 122mg/l. Nồng độ COD này có thể là do các sản phẩm sinh học trở được thải ra từ bùn hoạt tính ^[27].

c. Nguồn dinh dưỡng

Chất dinh dưỡng đối vi sinh vật là bất kỳ chất nào được vi sinh vật hấp thụ từ môi trường xung quanh và được chúng sử dụng làm nguyên liệu để cung cấp cho các quá trình sinh tổng hợp tạo ra các thành phần của tế bào hoặc để cung cấp cho các quá trình trao đổi năng lượng. Như vậy, chất dinh dưỡng phải là những hợp chất có tham gia vào quá trình trao đổi chất nội bào.

Thành phần nước thải có vai trò quyết định tới sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật. Mỗi loài sinh vật chỉ sinh trưởng và phát triển trong một dải thức ăn nhất định, nếu lớn hơn dải nồng độ đó sẽ ảnh hưởng

tới sự phát triển của chúng. Mỗi một loài sinh vật có thể sử dụng một số thức ăn nhất định, chúng sẽ đồng hoá những loại thức ăn dễ đồng hoá trước, thức ăn khó đồng hoá sau.

❖ *Nguồn Cacbon:*

Tùy từng nhóm vi sinh vật mà nguồn cacbon được cung cấp dưới dạng cacbon vô cơ (CO_2, \dots) hoặc cacbon hữu cơ và nguồn năng lượng là ánh sáng mặt trời hay nguồn năng lượng là sản phẩm của trao đổi chất (ATP). Trên thế giới hầu như không có hợp chất cacbon hữu cơ nào mà không bị vi sinh vật phân giải. Không ít những vi sinh vật có thể đồng hoá được cả các hợp chất cacbon rất bền vững như cao su, chất dẻo, dầu mỡ, ... Đối với những chất hữu cơ không tan trong nước hoặc có khối lượng phân tử lớn, để hấp thụ được các chất này thì vi sinh vật phải tiết ra các enzym ngoại bào thuỷ phân để chuyển hoá chúng thành những hợp chất dễ hấp thụ (đường, axit amin, ...).

❖ *Nguồn Nito:*

Nitơ là nguyên tố rất cần thiết cho quá trình tổng hợp các chất hữu cơ chứa nitơ trong cơ thể vi sinh vật. Để tiến hành quá trình đồng hoá được các hợp chất chứa nitơ có trong môi trường nước, vi sinh vật phải tổng hợp được các enzym ngoại bào sẽ phân giải protein thành các amino axit và các thành phần khác. Chính vì thế mà trong môi trường nước thường tồn tại các dạng nitơ sau: nitơ amin, nitơ amoniac, nitơ nitrit, nitơ nitrat, nitơ tự do. Nguồn nitơ dễ hấp thụ nhất đối với vi sinh vật là NH_3 và NH_4^+ . Đối với nguồn thức ăn nitơ hữu cơ, vi sinh vật có khả năng đồng hoá rất tốt. Các thức ăn này sẽ vừa làm nguồn cacbon vừa là nguồn cung cấp nitơ cho vi sinh vật.

❖ *Nguồn Photpho:*

Trong môi trường nước, photpho tồn tại ở dạng: H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} dạng polyphosphat $\text{Na}(\text{PO}_3)^{6-}$ và photpho hữu cơ. Photpho là nguyên

tổ rất quan trọng, có mặt trong thành phần của ATP, ADP, AMP, photpholipit... Thông số photpho giúp ta đánh giá mức độ dinh dưỡng có trong nước. Thiếu photpho sẽ dẫn đến sự phát triển của vi khuẩn dạng sợi sẽ làm bùn hoạt tính trương lên, khó lắng và bị cuốn ra khỏi hệ thống xử lý do đó làm giảm nồng độ của bùn hoạt tính trong bể xử lý. Để khắc phục điều này người ta đề xuất một tỷ lệ các chất dinh dưỡng cho xử lý nước thải bằng phương pháp hiếu khí như sau BOD : N : P = 100 : 5 : 1 (đối với 3 ngày đầu) còn đối với thời gian xử lý dài hơn thì tỷ lệ trên là 200 : 5 : 1.

❖ *Hàm lượng kim loại nặng:*

Khi trong nước chứa các kim loại nặng như: chì (Pb), thủy ngân (Hg), Crom (Cr), Cadimi (Cd), Asen (As) thì ngoài việc gây hại cho con người, động thực vật sử dụng nguồn nước, các kim loại nặng này còn có ảnh hưởng nhiều đến hoạt động của các vi sinh vật trong nước.

Các kim loại nặng ở hàm lượng nhất định nào đó có thể làm cho quá trình trao đổi chất của cơ thể vi sinh vật bị rối loạn do sự kìm hãm hoạt động của các enzym khi có mặt một số kim loại. Tuy nhiên đối với một vài kim loại nặng ở dạng vết thì lại có tác dụng tốt nhất định đối với sự phát triển sinh vật.

❖ *Nguồn khoáng:*

Nhu cầu của vi sinh vật đối với các nguyên tố khoáng là không giống nhau tùy thuộc vào từng loài, từng giai đoạn phát triển.

Các nguyên tố khoáng chia làm 2 loại:

- Nguyên tố đa lượng: là các nguyên tố mà vi sinh vật sử dụng với lượng lớn. Đó là các nguyên tố: P, K, S, Mg, Na, Cl, Ca, Fe,...
- Nguyên tố vi lượng : là các nguyên tố mà vi sinh vật chỉ đòi hỏi một lượng rất nhỏ: B, Mo, Cu, Zn, Mn,...

Hàm lượng các nguyên tố khoáng có trong nguyên sinh chất của các vi sinh vật khác nhau là khác nhau, tùy loài, tùy giai đoạn, tùy điều kiện nuôi cấy nên nhu cầu môi trường cũng khác nhau.

Chương 2

MỤC TIÊU, ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mục tiêu nghiên cứu

Mục tiêu tổng quát: Hoàn thiện công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ (SBR) trong xử lý nước thải chứa phenol góp phần bảo vệ bền vững tài nguyên nước và môi trường.

Mục tiêu cụ thể:

- Đánh giá khả năng xử lý phenol bằng mô hình công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - bể SBR đã xây dựng.
- Đánh giá một số yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả xử lý phenol bằng mô hình công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - bể SBR đã xây dựng.

2.2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: Phương pháp xử lý phenol có trong nước thải giả lập bằng công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - bể SBR quy mô phòng thí nghiệm.

Phạm vi nghiên cứu:

- Nghiên cứu tập trung vào việc tính toán, thiết kế bể bùn hoạt tính theo mẻ quy mô phòng thí nghiệm và xây dựng các quy trình thực nghiệm để đánh giá các ảnh hưởng của quá trình xử lý Phenol bằng bể bùn hoạt tính theo mẻ và hiệu quả xử lý trên các mẫu nước thải giả định.
- Thời gian nghiên cứu được thực hiện trong khoảng thời gian là 3 tháng (từ tháng 8 năm 2019 đến tháng 10 năm 2019) với bảng số liệu thống kê kết quả thực nghiệm từng ngày.
- Địa điểm thực hiện công tác thiết kế, lắp đặt mô hình bể bùn hoạt tính theo mẻ và các phân tích mẫu được tập trung tiến hành tại khu vực phòng thí nghiệm tầng 5, Khoa Môi trường - trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội.

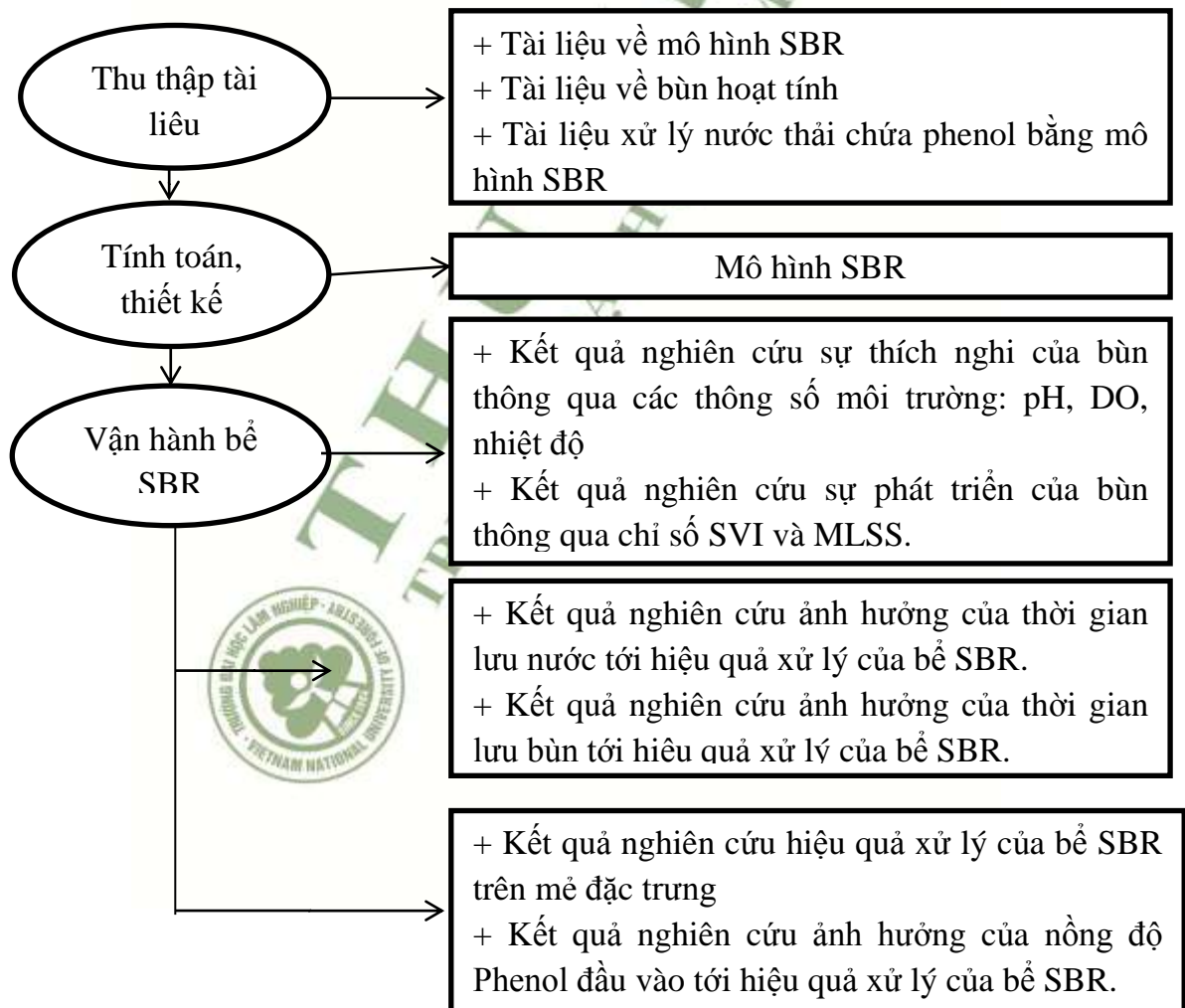
2.3. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Nội dung nghiên cứu

- Tính toán, xây dựng mô hình bể SBR phòng thí nghiệm và đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính trong mô hình trên với nguồn nước thải có chứa Phenol.
- Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian lưu nước, thời gian lưu bùn của công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ tới hiệu quả xử lý Phenol bằng mô hình trên.
- Nghiên cứu, đánh giá hiệu quả xử lý Phenol bằng mô hình trên.

2.3.2. Phương pháp nghiên cứu:

Quy trình thực hiện luận văn:



Hình 2.1. Sơ đồ quy trình thực hiện luận văn

a. Phương pháp thu thập tài liệu, số liệu

Các tài liệu, số liệu tiến hành thu thập nhằm phục vụ viết luận văn chủ yếu là các báo cáo về tình hình thu gom, quản lý, xử lý nước thải của một số ngành công nghiệp có phát thải phenol; các báo cáo khoa học nghiên cứu liên quan đến nội dung đề tài: tổng quan công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ, quá trình tạo bông bùn hoạt tính của bể SBR, độc học phenol với con người và môi trường xung quanh, các hệ vi sinh phù hợp để xử lý phenol, ...

Các tài liệu, số liệu được tìm kiếm, thu thập từ nhiều nguồn khác nhau: thư viện các trường đại học có lĩnh vực nghiên cứu về xử lý nước thải, công nghệ môi trường, công nghệ sinh học; thư viện số của các tạp chí khoa học trong nước và quốc tế; một số trang mạng uy tín khác.

b. Phương pháp mô hình hóa

Phương pháp mô hình hóa là phương pháp sử dụng các phần mềm, thuật toán có sẵn để tính toán, xây dựng các mô hình cụ thể phục vụ mục tiêu thử nghiệm. Cụ thể với nội dung nghiên cứu tính toán, xây dựng mô hình bể SBR, tác giả sử dụng các tài liệu: "Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải" - Trịnh Xuân Lai, "Lý thuyết và mô hình hóa quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học" - Nguyễn Xuân Nguyên và tài liệu khác để thực hiện.

Bể SBR được tính toán vận hành dựa trên các thông số đầu vào gồm: thể tích nước thải xử lý theo mẻ: 20 - 25 lit, nồng độ bùn hoạt tính MLSS: ~ 2500 – 3500 mg/l. Vật liệu lắp ghép sử dụng là kính trong suốt dày 5mm, gắn kết bằng keo nhựa chống thấm nước (keo A500) và các phụ kiện đường ống công nghệ: ống dẫn nước, van nhựa, máy bơm, máy thổi khí, ống thổi, hệ thống hẹn giờ, ... Bể được tăng cứng bởi hệ thống khung đỡ bằng inox.

Quy trình vận hành mỗi mẻ gồm 5 pha là pha nạp đầy, pha xử lý, pha lắng, pha rút nước và pha chờ. Tùy thuộc vào các loại thí nghiệm để đánh

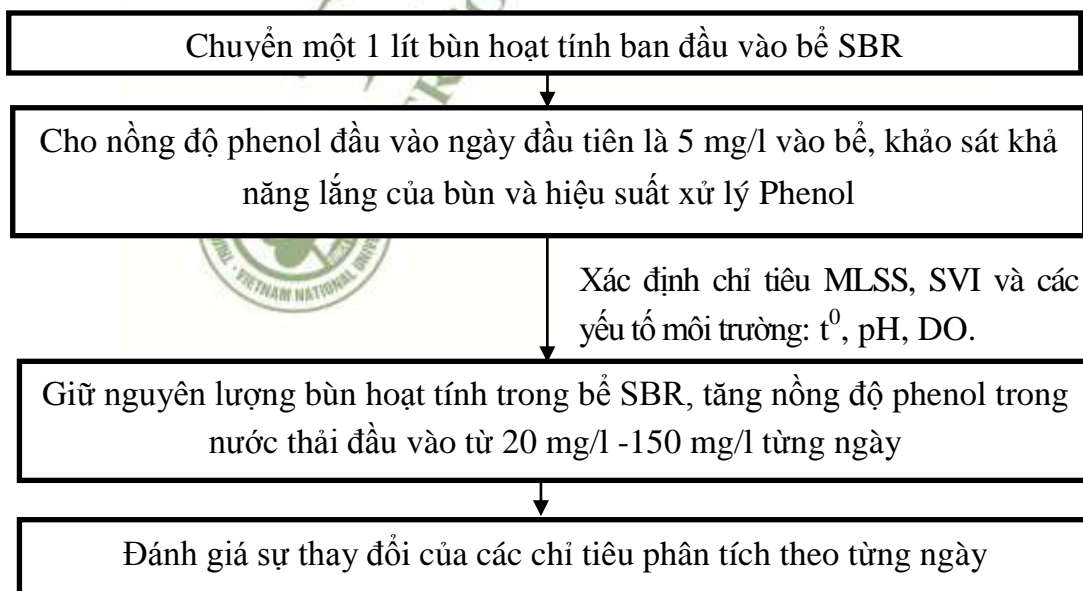
giá các nội dung khác nhau sẽ được bố trí thời gian của từng pha khác nhau theo phương pháp thực nghiệm.

c. Phương pháp thực nghiệm

Phương pháp thực nghiệm là phương pháp thực hành các thí nghiệm với mô hình đã được chế tạo nêu trên để thu thập hệ thống số liệu kết quả theo định hướng yêu cầu nhằm mục đích đánh giá hoặc thảo luận. Đối với đề tài này, phương pháp thực nghiệm được hiểu là quá trình thực hiện các thí nghiệm đối với mô hình bể SBR theo các quy trình vận hành được xây dựng cụ thể từng nội dung nghiên cứu.

* Thí nghiệm 1: Nghiên cứu khả năng thích nghi của bùn hoạt tính với nước thải có chứa Phenol.

Đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính với nước thải chứa Phenol trong mô hình bể đã xây dựng, đề tài lựa chọn thích nghi 1 lít bùn hoạt tính ban đầu và cho mô hình xử lý nguồn nước thải giả định có hàm lượng Phenol đầu vào từ 5 mg/l đến 150 mg/l. Ghi chép các kết quả môi trường trong pha xử lý mỗi mẻ thử nghiệm và xem xét diễn biến yếu tố môi trường (t^0 , pH, DO). Tiến hành phân tích giá trị MLSS và chỉ số SVI của mỗi mẻ thử nghiệm để xem xét quá trình sinh trưởng và khả năng lắng của bùn hoạt tính. Các bước thực hiện như sau:



Hình 2.2. Quy trình thực hiện đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính

Các thông số chi tiết về hàm lượng bùn, hàm lượng phenol, lưu lượng nước, thời gian xử lý qua từng mẻ được thể hiện chi tiết trong bảng dưới đây:

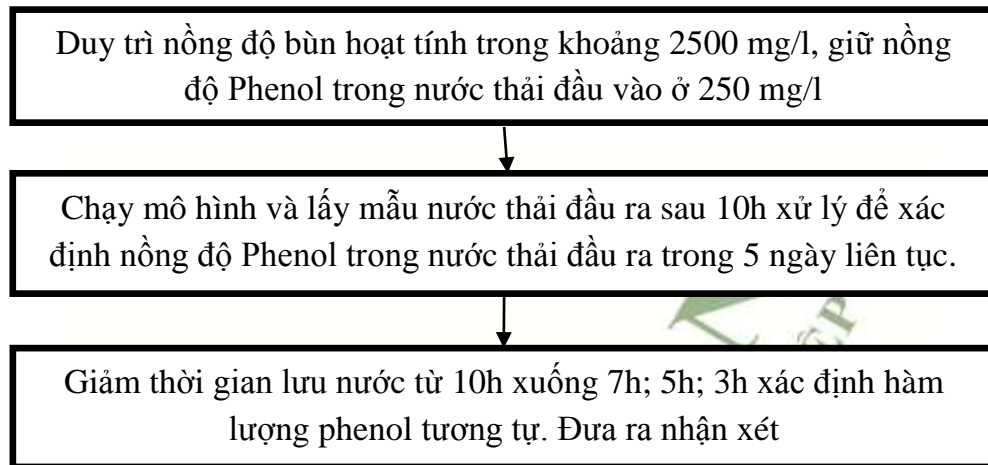
Bảng 2.1. Thông số vận hành bể SBR thực hiện đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính

Ngày	Hàm lượng bùn (mg/l)	Hàm lượng phenol (mg/l)	Lưu lượng nước (lit/mẻ)	Thời gian vận hành
Ban đầu	2508	0	-	-
1	-	5	20	12 h
2	-	10		
3	-	20		
4	-	40		
5	-	60		
6	-	80		
7	-	100		
8	-	150		
9	-	150		9h

* Thí nghiệm 2: Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý của bể SBR.

Để đánh giá ảnh hưởng của thời gian lưu nước trong công nghệ bùn hoạt tính theo tới hiệu quả xử lý phenol của mô hình bể SBR, đề tài duy trì nồng độ bùn hoạt tính trong bể ở mức quanh 2500 mg/l và hàm lượng Phenol đầu vào trong khoảng 250 mg/l trong suốt thời gian thử nghiệm. Tiến hành phân tích nồng độ phenol nước đầu ra để tính toán hiệu suất xử lý qua mỗi mẻ trong thời gian 5 ngày liên tiếp. Nhận xét diễn biến thay đổi hiệu suất xử lý để đánh giá ảnh hưởng thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý.

Các bước tiến hành như sau:



Hình 2.3. Quy trình vận hành đánh giá ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý của bể SBR

Các thông số chi tiết về hàm lượng bùn, hàm lượng phenol, lưu lượng nước, thời gian vận hành thử nghiệm được thể hiện chi tiết trong bảng dưới đây:

Bảng 2.2. Thông số vận hành bể SBR thực hiện đánh giá ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý của bể SBR

Thời gian thử nghiệm (ngày)	Hàm lượng bùn (mg/l)	Hàm lượng phenol (mg/l)	Lưu lượng nước (lit/m ³)	Thời gian vận hành (giờ)
5	2500	250	20	10
	2500	250	20	7
	2500	250	20	5
	2500	250	20	3

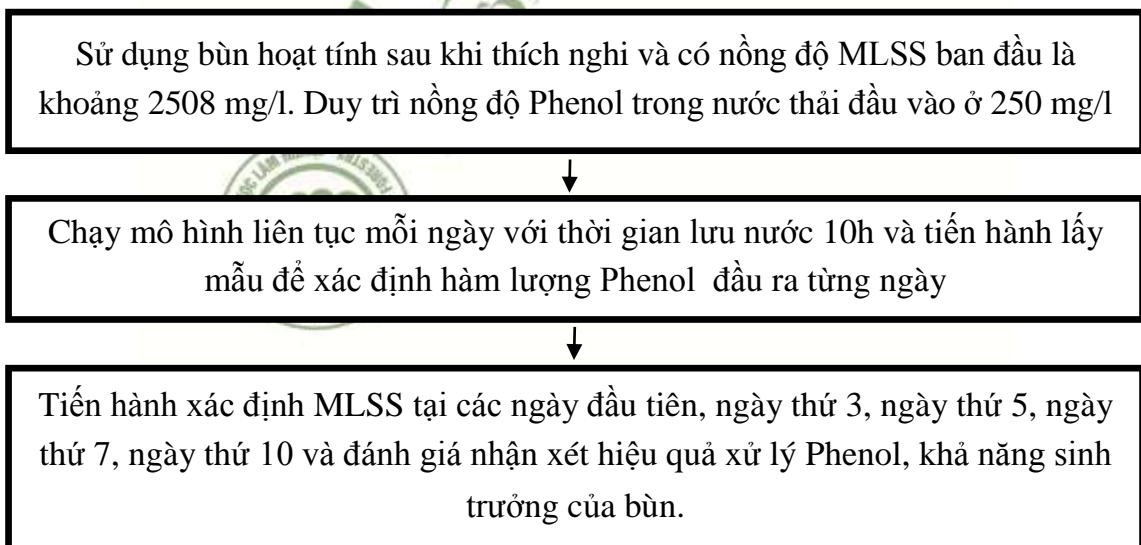
Qua nghiên cứu các tài liệu về công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - SBR, các nghiên cứu trước đây và tham vấn một số chuyên gia về công nghệ sinh học, đề tài quyết định phân bổ thời gian các pha trong quá trình vận hành cụ thể như bảng sau:

Bảng 2.3. Quy trình vận hành bể SBR theo các thời gian lưu nước khác nhau

Thời gian lưu	Pha nạp đầy	Pha xử lý	Pha lắng	Pha xả nước
10h	0,5h	7h	1,5h	1h
7h	0,5h	4h	1,5h	1h
5h	0,5h	3h	1h	0,5h
3h	0,5h	1h	1h	0,5h

* Thí nghiệm 3: Nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian lưu bùn tới hiệu quả xử lý của bể SBR.

Để đánh giá ảnh hưởng của thời gian lưu bùn trong công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ tới hiệu quả xử lý phenol bằng mô hình bể SBR, tác giả duy trì nồng độ bùn hoạt tính và hàm lượng phenol đầu vào trong suốt 10 ngày thử nghiệm. Tiến hành phân tích nồng độ phenol trong nước đầu ra để xác định hiệu suất xử lý qua mỗi mẻ xử lý và đưa ra các đánh giá ảnh hưởng. Tiến hành phân tích MLSS và chỉ số SVI để loại bỏ ảnh hưởng của sự ức chế sinh trưởng bùn tới hiệu quả xử lý. Các bước tiến hành được trình bày như sau:

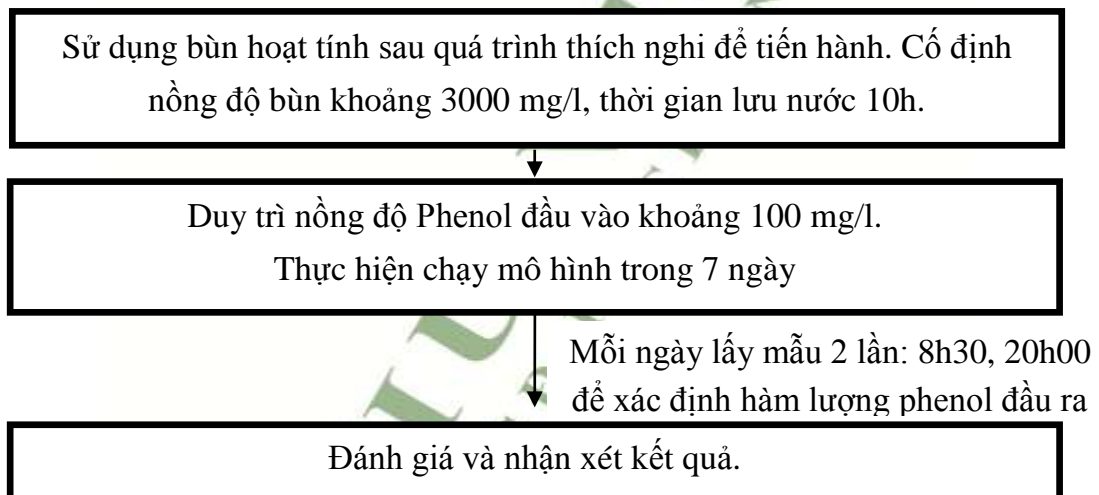


Hình 2.1. Quy trình vận hành đánh giá ảnh hưởng của thời gian lưu bùn tới hiệu quả xử lý của bể SBR

* Thí nghiệm 4: Nghiên cứu hiệu quả xử lý của bể SBR tại mẻ đặc trưng

Để đánh giá hiệu quả xử lý Phenol bằng mô hình bể SBR thông qua mẻ đặc trưng, đề tài lựa chọn thời gian lưu nước cho mỗi mẻ là 10 giờ, nồng độ bùn hoạt tính trong bể duy trì không lớn hơn 3000 mg/l, hàm lượng Phenol đầu vào trong khoảng 100 mg/l và thực hiện 14 lần thử nghiệm trong 7 ngày. Tiến hành phân tích hàm lượng Phenol nước đầu ra để tính toán hiệu suất xử lý với mỗi mẻ thử nghiệm.

Các bước thực hiện cụ thể như sau:

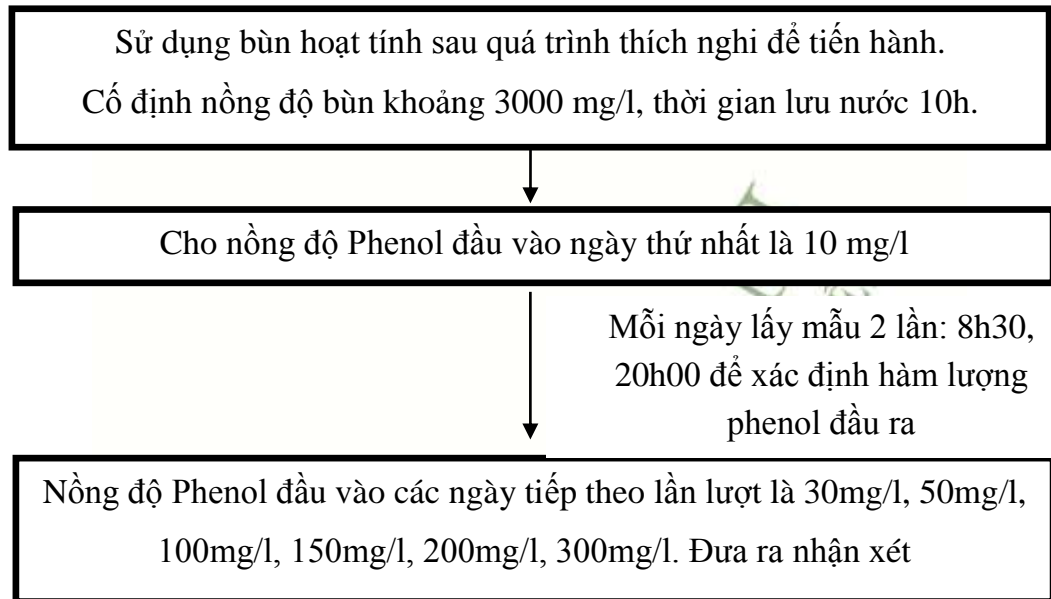


Hình 2.5. Quy trình vận hành đánh giá hiệu quả xử lý của bể SBR theo mẻ đặc trưng

* Thí nghiệm 5: Nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ Phenol đầu vào tới hiệu quả xử lý của bể SBR

Để đánh giá hiệu quả xử lý Phenol bằng mô hình bể SBR tại các hàm lượng Phenol đầu vào khác nhau, đề tài lựa chọn , nồng độ bùn hoạt tính trong bể duy trì không lớn hơn 3000 mg/l, thời gian lưu nước là 10 giờ, hàm lượng Phenol đầu vào biến thiên từ 10mg/l, 30 mg/l, 50mg/l, 100 mg/l, 150mg/l, 200mg/l, 300mg/l và thực hiện thử nghiệm 14 lần trong 7 ngày liên tục. Tiến hành phân tích hàm lượng Phenol của nước đầu ra để xác

định hiệu suất xử lý của mỗi mẻ thử nghiệm. Các bước tiến hành được trình bày như sau:



Hình 2.6. Quy trình vận hành đánh giá ảnh hưởng của nồng độ Phenol đầu vào tới hiệu quả xử lý của bể SBR

Các thông số chi tiết về hàm lượng bùn, hàm lượng phenol, thời gian lưu, lưu lượng nước được thể hiện chi tiết ở bảng dưới đây:

Bảng 2.4. Thông số vận hành bể SBR thực hiện đánh giá ảnh hưởng của nồng độ Phenol đầu vào tới hiệu quả xử lý của bể SBR

Ngày	Hàm lượng phenol (mg/l)	Hàm lượng bùn (mg/l)	Lưu lượng nước (lit/mẻ)	Thời gian lưu nước (giờ)
1	10	3000	20	10
2	20			
3	50			
4	100			
5	150			
6	200			
7	250			

d. Phương pháp phân tích phòng thí nghiệm

Phương pháp phân tích phòng thí nghiệm là phương pháp thực hiện các bước thí nghiệm trên các mẫu cụ thể theo một phương pháp cụ thể, đã được xác định. Đối với đề tài này, tôi thực hiện phân tích các chỉ tiêu Phenol trong nước thải, phân tích chỉ tiêu tổng chất rắn lơ lửng trong dịch lỏng/hàm lượng bùn hoạt tính trong nước thải (MLSS) và phân tích chỉ số thể tích bùn (SVI).

* Phân tích Phenol

Xác định nồng độ tổng Phenol trong mẫu nước thải, tôi sử dụng phương pháp phân tích theo hướng dẫn tại TCVN 6216:1996 (ISO 6439:1990) của Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Tách các hợp chất phenol khỏi tạp chất và chất bảo quản mẫu bằng chung cất. Vì tốc độ bay hơi của các hợp chất phenol chậm nên thể tích phân cất phải bằng thể tích mẫu đem chung cất.

Cho các hợp chất phenol chung cất được phản ứng với 4-aminoantipyrin ở pH $10,0 \pm 0,2$ khi có mặt kali hexaxyanoferrat (III) để tạo phẩm màu antipyrin.

Đo độ hấp thụ của phẩm màu ở 510 nm. Chỉ số phenol được tính bằng miligam phenol (C_6H_5OH) trong lít.

Lượng tối thiểu phát hiện được tương đương với 0,01 mg phenol khi thể tích phân cất là 100 ml và dùng cuvet 50 mm.

- Dụng cụ thí nghiệm

Bảng 2.5. Bảng tổng hợp các dụng cụ thí nghiệm phân tích Phenol

STT	Dụng cụ	Thể tích (ml)	Số lượng
1	Máy trắc quang	-	1
2	Bình định mức	50	3
3	Pipet các loại (1ml, 2ml, 5ml, 10ml)	-	1 (mỗi loại)
4	Giấy quỳ	-	1 cuộn

- Hóa chất

- *4-aminoantipyrin, dung dịch 20 g/l*

Hoà tan 2,0 g 4-aminoantipyrin ($C_{11}H_{13}N_2O$) vào nước và định mức đến 100 ml. Chuẩn bị pha thuốc thử này ngay trước khi dùng. Nếu thấy xuất hiện kết tủa màu đỏ thì phải loại bỏ dung dịch.

- *Amoni clorua dung dịch 20 g/l*

Hoà tan 20 g amoni clorua (NH_4Cl) trong nước và định mức đến 1000 ml.

- *Amoni hidroxit, = 0,90 g/ml*
- *Phenol, dung dịch gốc 1,00 g/l*

Hoà tan 1,00 g phenol vào nước (vừa đun sôi để nguội) trong bình định mức 1000 ml và định mức bằng chính nước đó.

Chú ý: Không được để phenol chảy vào hoặc tiếp xúc với da. Dung dịch này bền trong một tuần.

- *Phenol, dung dịch chuẩn 10 mg/l*

Pha loãng 10,0 ml dung dịch gốc phenol thành 1000 ml bằng nước (vừa đun sôi để nguội) trong bình định mức dung tích 1000 ml.

- *Kali hexaxyanoferrat(III), dung dịch 80 g/l*

Hoà tan 8,0 g Kali hexaxynoferrat (III) ($K_3[Fe(CN)_6]$) trong nước và định mức đến 100 ml. Có thể lọc nếu cần.

Chuẩn bị pha dung dịch này để dùng trong 1 tuần.

- Quy trình tiến hành

- *Xây dựng đường chuẩn:*

Lập dãy dung dịch chuẩn gồm ít nhất 6 điểm, sử dụng bình định mức 50 mL;

Quy trình lập dãy đường chuẩn:

Mẫu	0	1	2	3	4	5	6
Nồng độ Phenol (mg/l)	0	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5
Thể tích phenol (10 mg/l)	0	1	2,5	5	7,5	10	12,5
Định mức tới vạch bằng nước cất							
Dung dịch NH ₄ Cl	5ml						
Dung dịch NH ₄ OH	điều chỉnh pH = 10 ± 0,2						
Dung dịch 4-aminoantipyrin	2ml						
Lắc đều							
Dung dịch Kali hexaxyanoferrat(III)	2ml						

Đề yên 15 phút sau đó đo mật độ quang của mẫu trắng và mẫu ở bước sóng 510 nm.

- *Phân tích mẫu thực*

Lấy phần mẫu thực là 50ml và tiến hành bổ sung các dung dịch tạo phức như xây dựng đường chuẩn. Và tiến hành đo quang ở bước sóng 510nm sau 15 phút.

• *Tính kết quả*

Chỉ số kết quả, tính bằng miligam trên lít, được tính theo công thức:

$$\frac{m}{V_0} \times 1000$$

Trong đó:

- m là khối lượng phenol, tương đương với các hợp chất phenol trong phần mẫu thử, tính bằng miligam.
- V₀ là thể tích của phần mẫu thử, tính bằng mililit.

* *Phân tích chỉ tiêu MLSS của bùn hoạt tính*

MLSS (Mixed Liquor Suspended Solids) có nghĩa là hàm lượng chất rắn lơ lửng trong bùn lỏng hay chính là nồng độ chất rắn có trong bể bùn

hoạt tính. MLSS được xác định là lượng cặn lắng được trong bể ở môi trường tĩnh vào một khoảng thời gian nhất định. Phần MLSS lắng đọng lại này bao gồm cả chất hữu cơ và chất vô cơ.

Phương pháp để phân tích MLSS hay đo hiệu quả lắng của bùn hoạt tính trong bể hiếu khí cũng chính là đo tải lượng bùn hoạt tính. Phương pháp xác định MLSS được xác định theo phương pháp khối lượng.

Bảng 2.6. Bảng dụng cụ thí nghiệm phân tích MLSS

STT	Dụng cụ	Thể tích (ml)	Số lượng (cái)
1	Cốc thủy tinh	100	3
2	Bình tam giác	100	3
3	Giấy lọc	-	3
4	Tủ sấy	-	1
5	Cân phân tích	-	1

- Quy trình phân tích

Bước 1: Sấy giấy lọc ở nhiệt độ 1050C trong khoảng thời gian là 1 đến 2 tiếng (a, gam)

Bước 2: Đem giấy lọc đã sấy đi hấp trong khoảng 30 phút đến 1 tiếng.

Bước 3: Lấy 100ml nước thải trong bể hiếu khí rồi lọc qua giấy lọc để thu bùn có trong nước thải.

Bước 4: Cầm giấy lọc có chứa bùn trong nước thải đi sấy ở nhiệt độ 1050C trong thời gian từ 2 đến 3 tiếng.

Bước 5: Hấp mẫu giấy vừa sấy trong thời gian 30 phút.

Bước 6: Đem mẫu giấy chứa bùn này đi cân sẽ có được hàm lượng bùn hoạt tính lơ lửng hay còn có tên viết tắt là MLSS. (b, gam)

- Tính toán kết quả

$$MLSS = \frac{b-a}{0,1} \times 10^6, \text{ mg/l}$$

* Phân tích chỉ tiêu SVI của bùn hoạt tính

SVI (Sludge Volume index) là chỉ số thể tích bùn. Là chỉ tiêu để đánh giá khả năng lắng của bùn hoạt tính trong bể lắng đợt 2 và là chỉ tiêu phản ánh đặc tính và tính chất của bùn.

Quy trình phân tích:

SVI là thể tích do 1 gram bùn khô choán chỗ tính bằng ml sau khi để dung dịch bùn lắng tĩnh 30 phút trong ống lắng hình trụ khắc độ dung tích 1000ml. Để xác định SVI lấy 1 (l) bùn để lắng 30' được V bùn lắng (V30). Quan sát và đánh dấu mặt phân chia giữa lớp bùn và lớp nước ở trên để tính ra thể tích bùn choán chỗ bằng ml.

$$\text{Chỉ số: } SVI = \frac{V_{30} (ml/l) \times 1000 (mg/g)}{TSS (mg/l)} \quad (\text{ml/g})$$

e. *Phương pháp tham vấn chuyên gia*

Phương pháp này được thực hiện xuyên suốt trong quá trình nghiên cứu và xây dựng luận văn. Các nội dung chủ yếu để phỏng vấn, tham vấn là các nội dung liên quan đến các vấn đề khoa học chuyên ngành như độc học, công nghệ sinh học, mô hình hoá môi trường, kỹ thuật phân tích môi trường, công nghệ môi trường,... Việc trao đổi các thông tin, số liệu, dữ liệu sẽ giúp luận văn được hoàn chỉnh nội dung, khẳng định thêm tính khoa học của công trình nghiên cứu.

Đề tài sẽ tập trung tham vấn ý kiến của một số chuyên gia:

- Trường Đại học Lâm nghiệp: GS.TS. Nguyễn Thế Nhã, TS. Nguyễn Thị Thanh An, TS. Vũ Huy Định,...

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội : TS. Nguyễn Thu Huyền, TS. Lê Thị Thắm, PGS.TS Hoàng Ngọc Khắc,...

f. *Phương pháp xử lý số liệu*

Phân loại và hệ thống hóa dữ liệu: Trên cơ sở các tài liệu, số liệu thu thập được, tiến hành phân loại (phân loại dữ liệu phù hợp với từng

chương, từng kết quả nghiên cứu: Tài liệu cung cấp cơ sở lý thuyết, tài liệu cung cấp cơ sở để phân tích; trên cơ sở tài liệu cho từng chương lại phân loại tài liệu theo mục), đánh giá, tính toán và lựa chọn các nội dung, số liệu để đưa vào nghiên cứu.

Ngoài ra, phương pháp xử lý dữ liệu được sử dụng chủ yếu để hoàn thành các bảng, biểu đồ trình bày các nội dung liên quan đến việc đánh giá khả năng xử lý Phenol của bể SBR.



Chương 3

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính toán, xây dựng mô hình bể SBR và đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính

Để thực hiện các nghiên cứu về khả năng xử lý Phenol bằng công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - SBR quy mô phòng thí nghiệm, tác giả cần xây dựng một mô hình bể SBR. Về phần thiết kế, chế tạo khu của bể SBR tác giả chủ yếu sử dụng các số liệu giả định (theo một số công trình nghiên cứu trước đó) và các phương pháp tính toán thiết kế của tác giả Trịnh Xuân Lai. Về phần xây dựng nước thải giả định, tác giả tham khảo thành phần dinh dưỡng theo tác giả Biền Văn Vinh và tác giả Lương Đức Phẩm về nuôi cấy vi sinh vật; giải nồng độ Phenol lựa chọn được giả định cho nguồn nước thải của nhà máy nhựa formandehyte – phenol. Về nguồn bùn hoạt tính, tác giả lựa chọn loại bùn hoạt tính thông thường đã được sử dụng trong nguồn nước thải có xuất hiện phenol để thuận lợi trong quá trình thích nghi.

3.1.1. Thiết kế, chế tạo khung bể SBR

a. Tính toán thông số kỹ thuật bể SBR

Thiết kế với công suất thực tế của bể: Chọn $Q = 40 \text{ l/ngđ} = 0,04 \text{ m}^3/\text{ngđ}$, $SVI = 120 \text{ mg/l}$.

Cân bằng chất rắn :

Khối lượng chất rắn khi đầy bể = Khối lượng chất rắn lắng

$$V_t \times X = V_s \times X_s$$

Trong đó : V_t : tổng thể tích , m^3

X : nồng độ MLSS khi đầy bể , g/m^3

V_s : thể lắng sau khi rút nước , m^3

X_s : nồng độ MLSS trong thể tích lắng, g/m^3

Ta có:

$$X_s = \frac{1}{\text{SVI}} = \frac{1}{120} = 6,66 \times 10^{-3} \text{ (g/ml)} = 8333,33 \text{ (g/m}^3\text{)}$$

Xác định tỉ số làm đầy

$$\frac{V_s}{V_t} = \frac{X}{X_s} = \frac{3500}{8333,33} = 0,42$$

Xác định tỉ số lắng và dự phòng khoảng 20% chất lỏng trên bùn để mà chất rắn không bị rút ra ngoài.

$$\frac{V_s}{V_t} = 0,42 \times 1,2 = 0,5$$

Số chu kì hoạt động 1 ngày: $n = \frac{24}{10} = 2,4$. Chọn 1 ngày có 2 chu kì

Thể tích phần lấp đầy trong 1 ngày hoạt động:

$$V_f = \frac{Q}{n} = \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_t = V_f + V_s$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_f}{V_t} + \frac{V_s}{V_t} = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_f}{V_t} = 1 - 0,5 = 0,5$$

$$\Leftrightarrow V_t = 0,04 \text{ (m}^3\text{)}$$

- Chọn chiều sâu hoạt động của bể: $H = 0,5\text{m}$
- Chiều cao bảo vệ: $H_{bv} = 0,1\text{m}$
- Chiều cao thiết kế: $H_{xd} = H + H_{bv} = 0,6\text{m}$
- Diện tích mặt bằng: $F = \frac{V}{H \times d} = \frac{0,04}{0,5} = 0,08 \text{ m}^2$
- Chọn chiều dài và chiều rộng của bể $B \times L = 0,3\text{m} \times 0,3\text{m}$
- Chiều sâu đặt van rút nước ra ; $h_F = 50\% H = 0,25\text{m}$
- Chiều cao bùn chứa trong bể: $h_b = 40\% H = 0,2\text{m}$

- Chiều cao an toàn của lớp bùn: $h = 8\% h_b = 0,016\text{m}$
- Thể tích chứa bùn : $V_s = 0,2 \times V_t = 0,2 \times 0,04 = 0,008 \text{ m}^3$

Vậy thông số kỹ thuật của mô hình bể SBR là:

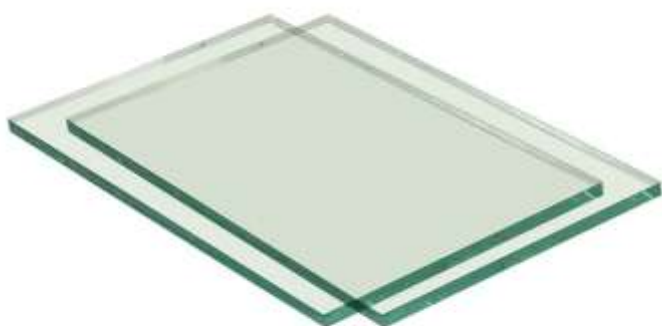
Bảng 3.1. Các thông số kỹ thuật của mô hình bể SBR

TT	Thông số	Giá trị	Đơn vị	Số lượng
1	Bể SBR (L x B x H)	31 x 31 x 60	cm	1
2	Máy bơm Air Compressor	135	W	1
3	Khóa	-	chiếc	1
4	Quả sục tròn	-	quả	3
5	Thanh phân phối khí	-	thanh	3

b. Lắp đặt mô hình bể SBR

B₁: Cắt kính thành 4 tấm, kích thước mỗi tấm LxB = 60cm x 31cm và 1 tấm đáy LxB = 31cm x 31cm. Tấm cạnh 1 khoan 1 lỗ $d = 16\text{mm}$ cách đáy 25cm để thu nước đầu ra của bể. Tấm cạnh 2 khoan 1 lỗ $d = 16\text{mm}$ cách đáy 55cm để dẫn nước đầu vào của bể. Tấm đáy khoan 1 lỗ $d = 21\text{mm}$ để xả bùn khi cần thiết.

B₂: Gắn bằng keo gắn kính Apollo A500 dạng trong.



Hình 3.1. Vật liệu làm bể SBR

B₃: Gắn van điện vào lỗ khoan thu nước đầu ra và điều chỉnh lưu lượng nước ra bằng 0,5 l/p. Sau đó gắn ống thu nước ra với $d = 8\text{mm}$, chiều dài ống thu nước ra $L = 0,2\text{ m}$



Hình 3.2. Van xả nước đầu ra

B₄: Dùng bơm, bơm nước thải từ bể chứa vào bể SBR và điều chỉnh lưu lượng vào đạt 0,71 l/p. Bơm chạy với điện áp 12V- 7A/12A , lưu lượng bơm max = 4,2 l/p, vì thế sử dụng thêm 1 bộ chuyển nguồn từ 220V sang 12V – 10 A.

B₅: Ống nối từ bể chứa nước thải trước xử lý vào bơm có $d = 8\text{mm}$, chiều dài $L = 0,85\text{m}$. Ống nối từ bơm sang bể SBR có $d = 8\text{mm}$, chiều dài $L = 1\text{m}$. Ống nối từ bơm sang bể SBR có lắp thêm van để điều chỉnh lưu lượng vào của bơm sao cho phù hợp.



Hình 3.3. Bơm nước thải đầu vào

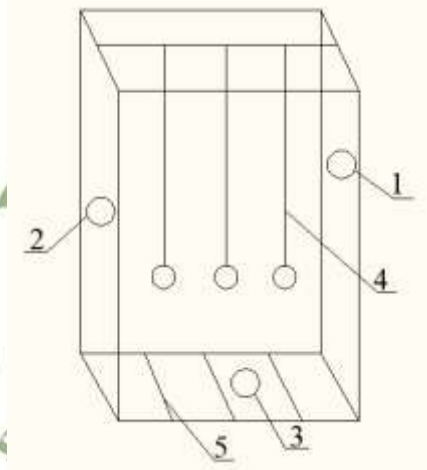
B₆: Gắn ống uPVC D21 mm và van khóa tay ở đáy bể để kiểm soát lượng bùn trong bể theo yêu cầu.

Thiết kế hệ thống sục khí với máy sục khí sử dụng điện áp 220V-35W, lưu lượng khí đầu ra khoảng 70 L/phút cấp cho 3 thanh sủi khí với chiều dài mỗi thanh $L = 20\text{cm}$ và 3 quả sục tròn. Sử dụng ống ti-ô làm ống dẫn khí với $d = 4\text{mm}$. 3 thanh sủi khí được đặt cách đều dưới đáy bể SBR. 3 quả sục được để lơ lửng bên trong bể.

Để bể có thể vận hành liên tục không gián đoạn kể cả khi chạy chu kỳ ban đêm thiết kế 03 ổ cắm hẹn giờ tự động cho máy thổi khí; van xả; bơm.

Chú thích:

- 1 – Nước đầu vào
- 2 – Nước đầu ra
- 3 – Ống xả cặn
- 4 – Quả sục khí tròn
- 5 – Thanh sục khí dài



Hình 3.4. Mô hình cấu tạo của bể SBR

Để thực hiện tăng cứng cho mô hình bể SBR, gia công 01 hệ khung giá đỡ inox cho bể SBR gồm: đai bảo vệ miệng bể $L \times B = 35\text{cm} \times 35\text{cm}$, chân đế kê bể $L \times B \times H = 35\text{cm} \times 35\text{cm} \times 30\text{cm}$.



Hình 3.5. Khung giá đỡ của bể SBR

Để thuận tiện trong quá trình lấy mẫu và cho mẫu đầu vào, tôi bố trí 02 thùng nước nhựa để chứa nước đầu ra và nước đầu vào của bể SBR.

**Bảng 3.2. Bảng thống kê các thông số của bể SBR
và công trình phụ trợ**

STT	Tên	Số lượng	Dài (m)	Rộng (m)	Cao (m)	Đường kính (mm)
1	Bể SBR	1	0.31	0.31	0.6	
2	Ông cấp nước vào	1	0.05			16
3	Ông thu nước ra	1	0.05			16
4	Van xả bùn	1				18
5	Thanh phân phối khí	4	0.2	0.015	0.015	
6	Đai inox bảo vệ miệng bể	1	0.35	0.35		
7	Đai inox bảo vệ đáy bể	1	0.35	0.35	0.3	
8	Bể chứa nước thải đầu vào	1			0.42	0.39
9	Bể chứa nước sau xử lý	1			0.45	0.42
Thông số các thiết bị phụ trợ						
STT	Tên	Số lượng	Lưu lượng g (l/p)	Công suất (W)	Điện áp (V)	Tốc độ (v/p)
10	Bơm	1	0.71		12	
11	Bộ chuyển nguồn từ 12V sang 220V	1			220	
12	Van điện	1	0.5		220	
13	Mô tơ khuấy	1		35	9	170
14	Bộ điều chỉnh tốc độ quay của mô tơ khuấy	1			220	
15	Máy sục khí	1	70		220	
16	Ổ cắm hẹn giờ	3			220	

3.1.2. Tính toán nước thải giả định

Qua sự nghiên cứu cách pha chế một số môi trường nuôi cấy vi sinh của tác giả Biên Văn Vinh đăng Tạp chí thiết bị giáo dục năm 2010, sách *Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học* của tác giả Lương Đức Phẩm xuất bản năm 2002 và tham khảo các nghiên cứu tương tự, tôi đã tổng hợp được thành phần của nước thải giả định như sau:

Bảng 3.3. Bảng thống kê hàm lượng các chất có trong nước thải giả định

Thành phần nước thải	Nồng độ làm việc (mg/l)
C₆H₅OH	
Nguyên tố đa lượng	
NH ₄ Cl	14.300
KH ₂ PO ₄	4.821
CaCl ₂	1.310
NaCl	21.693
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.700
FeSO ₄ .7H ₂ O	3.574
Nguyên tố vi lượng	
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0.120
MnCl ₂ .4H ₂ O	0.011
H ₃ BO ₃	0.150
CuSO ₄ .5H ₂ O	0.030
Ni(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	0.015
MoO ₃	0.030
Al	0.666

Trong quá trình thực hiện đồ án, để tiết kiệm thời gian, hóa chất và công sức, tiến hành pha một số dung dịch gốc có nồng độ cao. Sau đó, sử dụng những dung dịch gốc đó để pha 50l nước thải giả định.

Các thành phần của nước thải giả định được pha trong bốn lọ khác nhau: lọ 1 (dung dịch phenol 50g/l), lọ 2 (các chất dinh dưỡng nitơ và photpho), lọ 3 (các nguyên tố đa lượng), lọ 4 (các nguyên tố vi lượng).

❖ Lọ 1: Dung dịch phenol 50 g/l

Ta có $d_{\text{phenol}} = 1,07 \text{ g/cm}^3 = 1,07 \text{ g/ml}$, thể tích phenol đậm đặc cần dùng để pha dung dịch phenol 50 g/l là:

$$V_{\text{dd}} = m/d = 50/1,07 = 46,73 \text{ ml}$$

Trong đó:

V_{dd} : Thể tích dung dịch phenol đậm đặc (ml)

d: Khối lượng riêng của phenol (g/ml)

m: Khối lượng phenol cần cân (g)

Đun cách thủy phenol, trong khi đun xoay lọ để tránh bị vỡ bình hóa chất. Sau khi phenol chảy thành dung dịch thì dùng ống 50ml, đong 46,73 ml. Chuẩn bị bình định mức 1000ml, trong bình có sẵn khoảng 300ml nước cất, sau đó chuyển toàn bộ dung dịch ở ống đong vào bình định mức, tráng rửa ống đong bằng nước cất chuyển vào bình định mức, lắc đều. Định mức bằng nước cất tới vạch. Ghi nhãn dán và ngày pha.

❖ Lọ 2: Các dinh dưỡng cần thiết (Nitơ và Photpho)

Cân 35.75g NH_4Cl ; 12.05g KH_2PO_4 hòa tan bằng nước cất sau đó chuyển vào bình định mức 1000 ml, cho nước cất đến 1/3 bình sau đó lắc đều, cho nước cất đến 2/3 bình lắc đều sau đó định mức đến vạch. Ghi nhãn dán và ngày pha.

❖ Lọ 3: Các nguyên tố đa lượng (CaCl_2 ; NaHCO_3 ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

Cân 1.31g CaCl_2 ; 31.15g NaHCO_3 ; 0.7g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 3.574g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ hòa tan bằng nước cất sau đó chuyển vào bình định mức

1000 ml , cho nước cất đến 1/3 bình sau đó lắc đều, cho nước cất đến 2/3 bình lắc đều sau đó định mức đến vạch. Ghi nhãn dán và ngày pha.

❖ Lọ 4: Các nguyên tố vi lượng ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$; $MnCl_2 \cdot 4H_2O$; H_3BO_3 ; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$; MoO_3 ; $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$)

Cân 0.12g $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$; 0.011g $MnCl_2 \cdot 4H_2O$; 0.15g H_3BO_3 ; 0.03g $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; 0.015g $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, 0.03g MoO_3 , 0.666g $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ hòa tan bằng nước cất sau đó chuyển vào bình định mức 1000 ml, cho nước cất đến 1/3 bình sau đó lắc đều, cho nước cất đến 2/3 bình lắc đều sau đó định mức đến vạch. Ghi nhãn dán và ngày pha.

Chuẩn bị nước thải giả định:

Chuẩn bị 50 l nước máy. Sau đó, Sục khí trong 15 phút để đuổi bớt Cl^- có trong nước máy rồi vừa khuấy vừa thêm lần lượt V ml dung dịch ở lọ 1; 20 ml dung dịch ở lọ 2; 50ml dung dịch ở lọ 3 và 50 ml dung dịch ở lọ 4.

Chú ý: V _ thể tích dung dịch lọ 1 sẽ được xác định theo dải nồng độ yêu cầu.

3.1.3. Lựa chọn bùn hoạt tính

Bùn hoạt tính ban đầu được lấy ở bể aerotank tại hệ thống xử lý nước thải sản xuất thuộc da của Công ty Cổ phần thương mại và sản xuất da Nguyên Hồng (Thôn Nà Loong, xã Tân Mỹ, huyện Văn Lãng, tỉnh Lạng Sơn).



Hình 3.6. Công ty Cổ phần thương mại sản xuất da Nguyên Hồng

Những đặc điểm cơ bản của bùn hoạt tính tại thời điểm lấy:

- SVI: 118 (ml/g)
- MLSS: 2508 (mg/l)
- pH: 8,69
- Nhiệt độ: 26⁰C

Bùn hoạt tính ban đầu có màu vàng nâu, có khả năng kết bông nhanh khi để lắng và sau khi lắc mạnh chai chứa mẫu bùn. Bùn không có mùi hôi thối, không có chứa các hạt nhỏ, lắng nhanh và sinh khối của bùn đảm bảo đủ để chạy mô hình SBR quy mô phòng thí nghiệm.



**Hình 3.7. Bể Aerotank nhà máy XLNT Công ty CP TMSX
địa Nguyễn Hồng**

Trước khi đưa vào bể SBR để thực hiện các nghiên cứu, lượng bùn này sẽ được nuôi cấy, thích nghi và làm giàu các hệ sinh vật ưa xử lý phenol trong một thời gian. Quá trình làm giàu bùn hoạt tính xử lý phenol được tiến hành trong bể nuôi cấy riêng biệt có hệ thống sục khí dẫn khí vào bể liên tục 24/24 giờ. Nguồn dinh dưỡng cung cấp: N, P, Ca, Fe, Mg, các khoáng chất: Vi lượng và đa lượng, để vi sinh vật duy trì sự sống (được lấy tương tự nước thải giả đđinhnhuwng không bổ sung Phenol). Trước khi vận hành mỗi đợt thí nghiệm sẽ tiến hành bơm bùn hoạt tính đã làm giàu hệ vi sinh xử lý phenol vào bể SBR với độ dày bùn là 0,2m.

Duy trì sinh khối bùn dự trữ:

Sau khi đã thực hiện quá trình nghiên cứu thích nghi bùn hoạt tính, tôi tiến hành duy trì sinh khối bùn này để dự trữ thực hiện các nghiên cứu tiếp theo. Bên cạnh bùn hoạt tính vận hành trong hệ thống, bùn hoạt tính được nuôi cấy riêng trong bể khác để có thể cung cấp, bổ sung kịp thời trong trường hợp hệ thống gặp sự cố. Bể nuôi cấy có hệ thống cấp khí vào bể tương tự như bể SBR, thời gian sục liên tục 24/24 giờ. Nguồn dinh dưỡng cung cấp tương tự nước thải giả định với nồng độ Phenol đầu vào ở khoảng 10 mg/l.

3.1.4. Đánh giá khả năng thích nghi của bùn hoạt tính

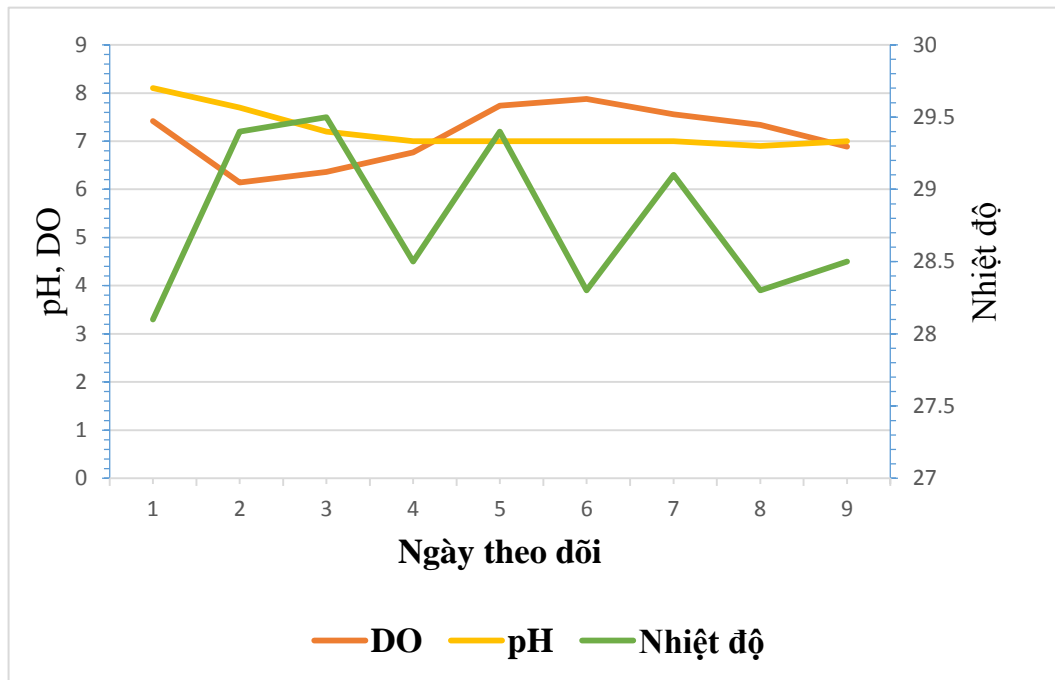
a. Diễn biến môi trường nước trong quá trình xử lý

Các kết quả của các chỉ tiêu môi trường trong quá trình thích nghi đều đặn được thực hiện vào lúc 09h00' đến 10h00' hàng ngày.

Bảng 3.4. Kết quả xác định nhiệt độ, pH, DO trong bể SBR

Ngày	DO (mgO ₂ /l)	pH	Nhiệt độ (°C)
1	7.42	.8,1	28.1
2	6.14	7.7	29.4
3	6.36	7.2	29.5
4	6.77	7	28.5
5	7.74	7	29.4
6	7.88	7	28.3
7	7.56	7	29.1
8	7.34	6.9	28,3
9	6.89	7	28,5

Từ bảng 3.4, ta xây dựng biểu đồ miêu tả diễn biến của các yếu tố môi trường trong giai đoạn thích nghi:



Hình 3.8. Biểu đồ diễn biến môi trường pha xử lý của mô hình bể SBR ở giai đoạn thích nghi bùn hoạt tính

❖ **Nhận xét:**

• *Kết quả đo DO:*

Từ bảng 3.4, ta thấy hàm lượng oxy hòa tan (DO) trong nước thải của quá trình thích nghi bùn nằm trong khoảng 6,14 mgO₂/l đến 7,88 mgO₂/l. Sự chênh lệch hàm lượng oxy hòa tan trong nước thải giữa các ngày không quá lớn. Hay hàm lượng oxy hòa tan trong nước thải tương đối ổn định trong quá trình thích nghi bùn hoạt tính.

• *Kết quả đo pH:*

Qua ghi nhận kết quả ở bảng 3.4, chỉ số pH của nước trong bể luôn duy trì ở mức trung tính (6.9 - 7) và không thay đổi nhiều qua các ngày

thích nghi. Như vậy, môi trường pH trong bể SBR trong suốt quá trình thích nghi của bùn hoạt tính tương đối ổn định.

Ngày đầu tiên, môi trường nước thải có chỉ số pH trên 8 do chỉ số pH trong bùn hoạt tính cao, độ pha loãng thấp. Nhưng những ngày sau, môi trường pH trong bể SBR đã trung tính dần.

- *Kết quả đo Nhiệt độ:*

Từ bảng 3.4, nhiệt độ của nước thải nằm trong khoảng từ 28,1⁰C đến 29.5⁰C. Sự chênh lệch nhiệt độ ở các ngày chạy thích nghi không đáng kể, từ đó có thể thấy nhiệt độ trong bể khá ổn định.

Sau khi theo dõi, ta nhận thấy các chỉ tiêu môi trường pH, DO và nhiệt độ trong suốt quá trình thích nghi đều nằm trong điều kiện thích hợp với môi trường hoạt động của các vi sinh vật hiếu khí. Theo nghiên cứu của B. Marrot, A. Barrios-Martinez, P. Moulin, N. Roche (2006), các tác giả gần như đồng nhất và tìm ra hiệu quả loại bỏ phenol tối ưu ở gần 30⁰C. Vì có thể ở nhiệt độ này quá trình sản sinh các chất chuyển hóa diễn ra cao hơn. Khi nhiệt độ nước thải thay đổi khoảng 5⁰C có thể làm giảm tỷ lệ xử lý phenol trong khoảng 50% - 100%. Ngoài ra, nghiên cứu của Chung và cộng sự cũng tìm thấy nhiệt độ tối ưu là 30⁰C^[23, tr.182-183].

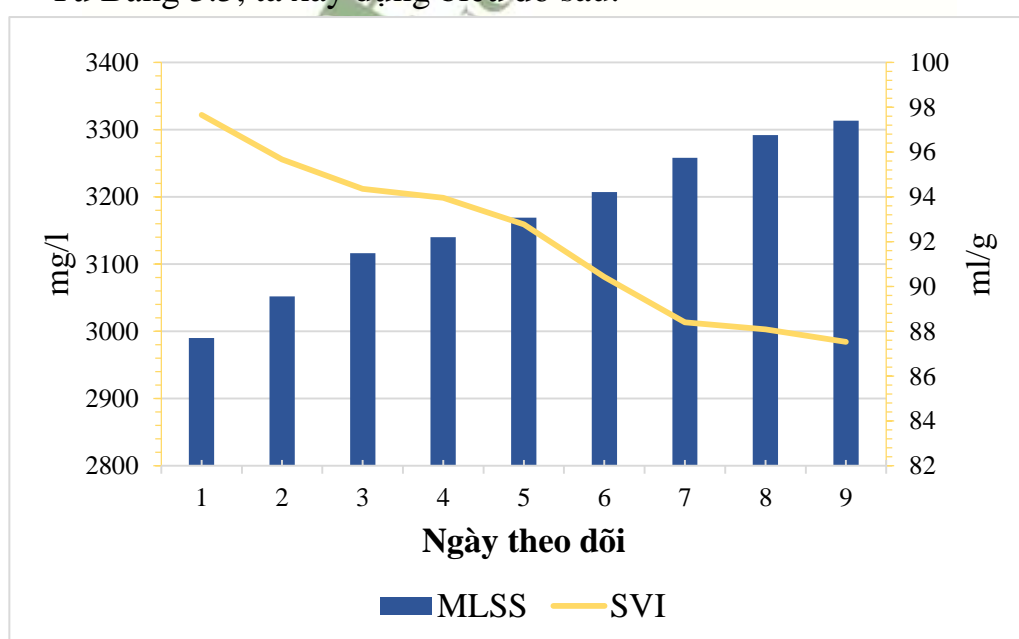
Theo B. Marrot, A. Barrios-Martinez, P. Moulin, N. Roche (2006), một sự giảm nhẹ nồng độ phenol được quan sát thấy khi sinh khối tăng lên và độ pH tăng lên khi nồng độ phenol đầu vào tăng. Sự giảm pH cho thấy quá trình xử lý sinh học phenol trong nước thải đang xảy ra và với độ pH ổn định khoảng 7 (nguồn cung cấp oxy đầy đủ) phenol đã bị xử lý thành công. Tóm lại, những nghiên cứu này chỉ ra một phạm vi pH tốt nhất 6,5 - 7.5 cho quá trình xử lý phenol trong nước thải^[23, tr.182-183].

b. Đánh giá khả năng sinh trưởng và khả năng lắng của bùn hoạt tính

Bảng 3.5. Kết quả chỉ tiêu MLSS và SVI giai đoạn thích nghi của bùn hoạt tính

Ngày	Nồng phenol (mg/l)	MLSS (mg/l)	V ₃₀ (ml/l)	SVI ₃₀ (ml/g)	Đánh giá
0	0	2508	296	118	Bùn lắng tốt
1	5	2990	292	97.66	Bùn lắng rất tốt
2	10	3052	292	95.67	Bùn lắng rất tốt
3	20	3116	294	94.35	Bùn lắng rất tốt
4	40	3140	295	93.95	Bùn lắng rất tốt
5	60	3169	294	92.77	Bùn lắng rất tốt
6	80	3207	290	90.43	Bùn lắng rất tốt
7	100	3258	288	88.40	Bùn lắng rất tốt
8	150	3292	290	88.09	Bùn lắng rất tốt
9	150	3313	290	87.53	Bùn lắng rất tốt

Từ Bảng 3.5, ta xây dựng biểu đồ sau:



Hình 3.9. Biểu đồ thể hiện hàm lượng MLSS và chỉ số SVI qua 9 ngày thích nghi bùn

❖ **Nhận xét:**

Từ bảng 3.5 và hình 3.9, ta thấy hàm lượng chất rắn lơ lửng trong bùn (MLSS) trong 9 ngày theo dõi có giá trị từ 2990 mg/l đến 3313 mg/l. Thể tích bùn lắng trong 30 phút (V_{30}) nằm trong khoảng 288 ml đến 295 ml/l. Từ đó, ta tính được chỉ số thể tích bùn (SVI_{30}) có giá trị từ 87.53 ml/g đến 97.66 ml/g. Chỉ số SVI_{30} trong cả 9 ngày theo dõi đều dưới 100 ml/g nên lắng tốt.

Qua 9 ngày theo dõi, MLSS có xu hướng tăng dần và SVI_{30} có xu hướng giảm dần. Theo Ron Trygar^[30, tr1-2]: Khi hàm lượng bùn hoạt tính tăng sẽ làm thay đổi mật độ hạt flocc (hạt bông cặn) tạo ra hạt bùn nặng hơn, dày đặc hơn. Các hạt càng dày đặc thì càng làm giảm kết quả SVI. Như vậy, bùn hoạt tính trong bể ổn định, lắng tốt, không xảy ra hiện tượng bất thường.

3.2. Ảnh hưởng của thời gian lưu nước và thời gian lưu bùn trong công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ tới hiệu quả xử lý của mô hình bể SBR

3.2.1. Ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý của bể SBR

Để nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian lưu nước tới hiệu quả xử lý của bể SBR, các yếu tố môi trường (nhiệt độ, pH, DO) luôn được duy trì hoàn toàn đáp ứng sự đồng nhất chất lượng nước thải, sự phù hợp phát triển sinh khối của vi sinh vật. Ngoài ra, hàm lượng Phenol đầu vào được cố định khoảng 250mg/l.

Các kết quả phân tích hàm lượng Phenol trong mẫu nước thải đầu vào và đầu ra của bể SBR trong quá trình đánh giá được trình bày trong bảng sau:

**Bảng 3.1. Kết quả hiệu suất xử lý của bể SBR
theo các thời gian lưu nước**

Ngày	Thời gian lưu (giờ)	Nồng độ phenol (mg/l)		Hiệu suất (%)
		Đầu vào	Đầu ra	
1	10	249.4	64.6	74.10
2		249.1	60.1	75.87
3		252.5	55.9	76.67
4		251.7	55.5	77.95
5		246.6	55.1	77.66
6	7	246.3	72.8	70.44
7		248.9	70.8	71.55
8		248.1	71.6	71.14
9		249.1	69.9	71.94
10		248.7	71.6	71.21
11	5	246.1	88.6	64.00
12		245.2	88.8	63.78
13		249.8	86.6	65.33
14		248.5	86.9	65.03
15		248.9	87.6	64.81
16	3	248.1	112.8	54.53
17		249.4	112.1	55.05
18		248.1	111.6	55.02
19		249.1	111.2	55.36
20		248.1	110.8	55.34

❖ **Nhận xét:**

Từ bảng 3.4 ta thấy:

- Hiệu suất xử lý Phenol trong nước thải của bể SBR giảm dần khi giảm thời gian lưu nước trong bể.

- Trong cùng một thời gian lưu nước trong bể SBR, hiệu suất xử lý của bể SBR ở mẻ ngày đầu tiên thường thấp hơn hiệu suất xử lý của bể SBR ở mẻ các ngày sau.

Với thời gian lưu 10 giờ, thì hiệu suất xử lý của bể SBR ở mẻ đầu tiên đạt 74.10% và sau ngày thứ 2 bắt đầu đạt hiệu suất xử lý khoảng 77%. Với thời gian lưu 7 giờ, thì hiệu suất xử lý của bể SBR ở mẻ đầu tiên đạt 70.44% và sau đó đạt giá trị hiệu suất xử lý ổn định khoảng 71%. Với thời gian lưu nước 5 giờ và 3 giờ thì hiệu suất xử lý chỉ đạt lần lượt khoảng 65% và 55%.

- Sau 5 ngày liên tục chạy mô hình tại các thời gian lưu đều cho thấy quá trình thích nghi của bùn hoạt tính trong bể SBR thường khoảng 2 ngày (hay hiệu suất xử lý tối ưu của bể SBR tại mỗi thời gian lưu thường sau 2 ngày chạy).

Đối với các thời gian lưu nước 7 giờ và thời gian lưu nước 10 giờ không có sự khác biệt quá lớn về hiệu suất xử lý (khoảng 7%). Đối với thời gian lưu nước 5 giờ và 3 giờ có sự khác biệt khá lớn về hiệu suất xử lý giữa các khoảng thời gian lưu nước (hiệu suất ở 3 giờ lưu nước khoảng 55%, hiệu suất ở 5 giờ lưu nước khoảng 65%).

Như vậy, trong khoảng thời gian lưu nước xem xét, hiệu quả xử lý Phenol của bể SBR có quan hệ tuyến tính với thời gian lưu nước. Hay hiệu quả xử lý Phenol của bể SBR tăng lên khi thời gian xử lý tại pha xử lý được tăng lên và ngược lại. Theo Vazquez I. và cộng sự^[32]; Khi tăng thời gian sục khí lên sẽ làm tăng sinh khối bùn hoạt tính và qua đó tăng hiệu quả xử lý của bùn hoạt tính đối với các chất ô nhiễm.

Ngoài ra, trong quá trình xử lý Phenol, bể SBR luôn cần một khoảng thời gian thích nghi gọi là pha trễ để hiệu quả xử lý đạt giá trị ổn định. Giai đoạn pha trễ này cũng được L. Amor và cộng sự đề cập đến trong nghiên cứu của mình. Phenol đã được loại bỏ hoàn toàn ở các nồng độ khác nhau. Sự phân hủy sinh học Phenol bắt đầu sau một thời gian thích nghi của bùn. Giai đoạn trễ này dài hơn khi nồng độ Phenol đầu vào cao hơn^[28].

3.2.2. Ảnh hưởng của thời gian lưu bùn tới hiệu quả xử lý của bể SBR

Các yếu tố đồng nhất chất lượng nước thải, sự phù hợp nhiệt độ, pH, độ oxy hòa tan để các vi sinh vật trong bùn hoạt tính phát triển luôn được đảm bảo để xác định ảnh hưởng từ yếu tố thời gian lưu bùn tới hiệu quả xử lý của bể SBR.

Kết quả phân tích hàm lượng Phenol trong mẫu nước thải đầu vào và đầu ra của bể SBR được trình bày trong bảng sau:

Bảng 3. 2. Kết quả hiệu suất xử lý của bể SBR theo thời gian lưu bùn

Ngày	Nồng độ phenol (mg/l)		Hiệu suất xử lý (%)
	Đầu vào	Đầu ra	
1	248.2	60.6	75.58
2	246.8	53.4	77.55
3	249.8	55.1	77.94
4	251.8	58.2	76.89
5	250.2	62.6	74.98
6	249.6	58.8	76.44
7	249.8	65.6	73.74
8	250.2	55.8	77.7
9	248.9	63.2	74.61
10	249.8	55.8	77.66

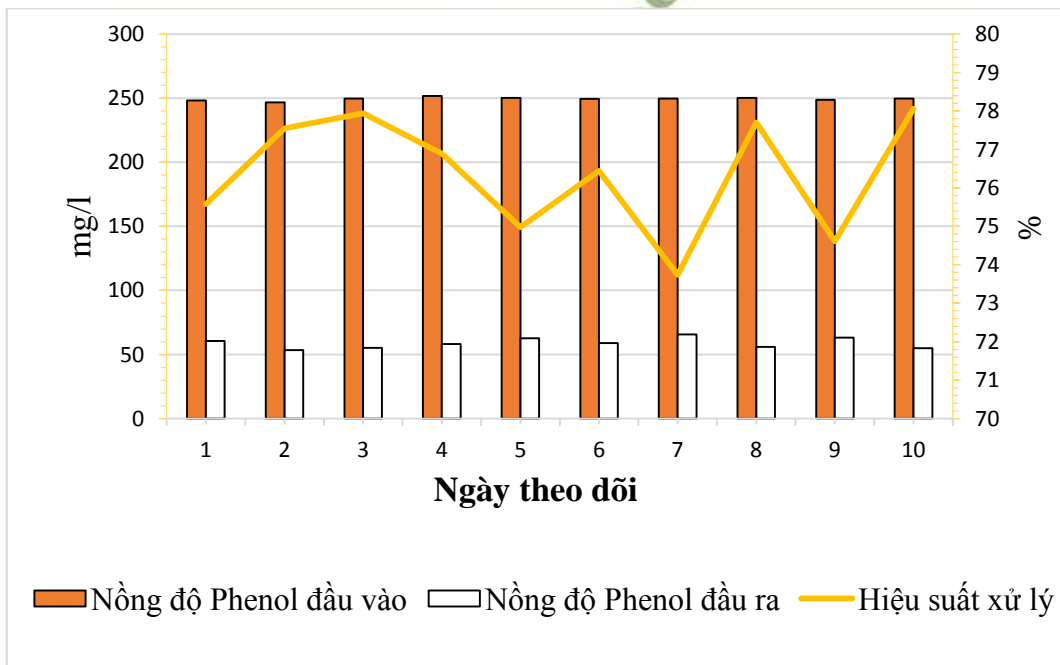
Kết quả phân tích nồng độ bùn và chỉ số thể tích bùn của bùn hoạt tính trong pha xử lý của bể SBR theo các ngày lấy được trình bày trong bảng sau:

Bảng 3.6. Bảng kết quả phân tích khả năng lắng của bùn hoạt tính ở giai đoạn đánh giá ảnh hưởng thời gian lưu bùn

Ngày	MLSS (mg/l)	V ₃₀ (ml/l)	SVI ₃₀ (ml/g)
0	2508	296	118
1	2556	300	117.4
3	2748	310	112.8
5	2922	308	105.4
7	3075	305	99.2
10	3168	325	102.6

❖ **Nhận xét:**

Khi xem xét về hiệu quả xử lý của bể SBR từ bảng 3.7. ta có biểu đồ thể hiện hiệu suất xử lý của bể SBR theo thời gian lưu bùn như sau:



Hình 3.10. Biểu đồ diễn biến hiệu suất xử lý của bể SBR theo thời gian lưu bùn

Từ hình 3.10. ta nhận thấy: Hiệu suất xử lý Phenol của bể SBR không phụ thuộc vào thời gian lưu bùn trong bể SBR hoặc ảnh hưởng của

thời gian lưu bùn đến hiệu quả xử lý Phenol của bể SBR không ở dạng tuyến tính.

Qua 3 ngày đầu tiên cho thấy việc lưu giữ bùn làm tăng hàm lượng bùn là đồng thời tăng hiệu suất xử lý trong bể. Nhưng từ ngày thứ tư cho đến ngày thứ 10, mối quan hệ của thời gian lưu bùn đến hiệu quả xử lý của bể SBR không theo tuyến tính. Ngày thứ 4 và thứ 5 hiệu suất xử lý giảm, ngày thứ 6 hiệu suất xử lý tăng rồi biến thiên lên xuống trong các ngày tiếp theo. Tuy nhiên, hiệu suất xử lý của bể SBR trong suốt quá trình đánh giá đạt giá trị khá cao (trên 74%). Giá trị cao nhất là 77.94% vào ngày thứ 3 và giá trị thấp nhất là 73.74% vào ngày thứ 7 (sự chênh lệch khoảng 4 %).

Pan và cộng sự (2003) đã nghiên cứu vai trò của SRT trong hạt hiếu khí ở bể SBR, thấy rằng tuổi bùn 20 ngày hoặc lâu hơn là thuận lợi cho việc hình thành, duy trì các hạt hiếu khí ổn định với khả năng lắng và hoạt động tốt^[24,tr.3191].

Khi xem xét đến quá trình sinh trưởng của bùn hoạt tính trong bể SBR qua các ngày lấy mẫu cho thấy sự phát triển của bùn hoạt tính diễn ra bình thường, chỉ số thể tích của bùn qua 7 ngày đầu đều có xu hướng giảm. Ngày thứ 10 SVI có xu hướng tăng lên. Tuy nhiên, chỉ số SVI của bùn hoạt tính tại mọi thời điểm lấy mẫu vẫn nằm trong phạm vi bùn lắng tốt và bùn lắng rất tốt. Theo ghi nhận vận hành, không xuất hiện các sự cố ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng của bùn hoạt tính trong bể.

3.3. Nghiên cứu hiệu quả xử lý của bể SBR

3.3.1. Hiệu quả xử lý của bể SBR tại mẻ đặc trưng

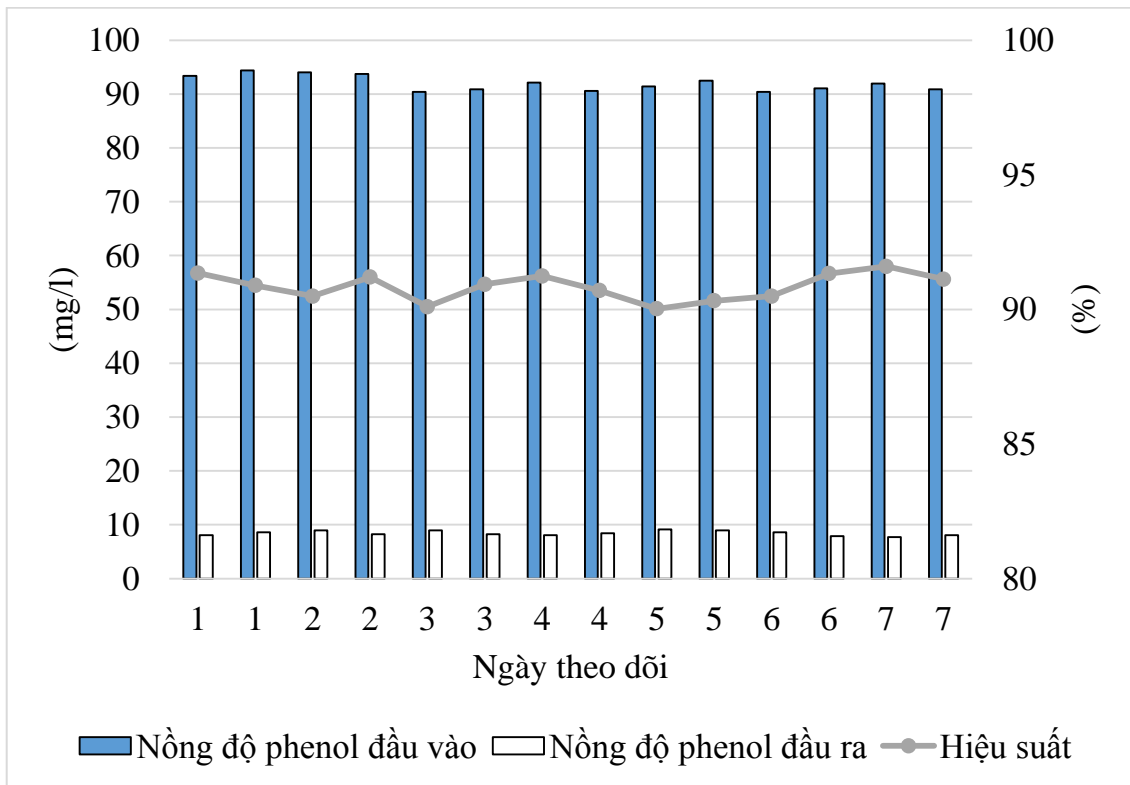
Các kết quả về giá trị nồng độ Phenol đầu vào và đầu ra của mẫu nước thải được tiến hành phân tích đối với các mẫu theo tại thời điểm thực tế bằng phương pháp phân tích như đã trình bày ở trên. Mẫu nước

đầu vào được lấy tại bể chứa nước thải đầu vào; mẫu nước đầu ra được lấy tại bể chứa nước thải đầu ra (thường là sau 1h – 2h kết thúc mẻ phản ứng của bể SBR).

Bảng 3.7. Kết quả hiệu suất xử lý Phenol của bể SBR

Ngày		Nồng phenol (mg/l)		Hiệu suất (%)
		Đầu vào	Đầu ra	
1	Sáng	93.363	8.074	91.35
	Tối	94.413	8.599	90.89
2	Sáng	94.063	8.949	90.49
	Tối	93.713	8.249	91.20
3	Sáng	90.385	8.949	90.10
	Tối	90.911	8.249	90.93
4	Sáng	92.137	8.074	91.24
	Tối	90.560	8.424	90.70
5	Sáng	91.436	9.124	90.02
	Tối	92.487	8.949	90.32
6	Sáng	90.385	8.599	90.49
	Tối	91.086	7.898	91.33
7	Sáng	91.961	7.723	91.60
	Tối	90.911	8.074	91.12

Từ Bảng 3.7. ta có biểu đồ biểu diễn hiệu quả xử lý Phenol của bể SBR như sau:



Hình 3.11. Biểu đồ thể hiện hiệu suất xử lý của bể SBR

❖ **Nhận xét:**

Qua 7 ngày theo dõi liên tục, nhận thấy, hiệu suất xử lý của mô hình bể SBR chỉ đạt khoảng 90 – 91% với nồng độ Phenol đầu vào khoảng 90 – 95 mg/l. Theo nghiên cứu đồ án tốt nghiệp của em Trần Minh Châu – Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội (2019) cho thấy, kết quả hiệu suất xử lý Phenol của bể SBR đạt 91,3% với nồng độ phenol đầu vào là khoảng 90 mg/l.

Theo L. Amor, M. Eiroa, C. Kennes, M.C. Veiga (2005), hiệu suất xử lý Phenol có thể đạt tới 99,9% trong các bể phản ứng hiếu khí ở tất cả tải lượng hữu cơ. Hiệu quả xử lý amoni rất cao, khoảng trên 99,8% cho thấy không có sự ức chế quá trình nitrat hóa bởi Phenol^[28, tr.2920].

Theo TERREROS Jesús, MURO Claudia, ALONSO Ana and SALGADO Alejandra (2017), khả năng phân hủy sinh học phenol ở tải

lượng khoảng 11,2 kgCOD/m³.ngày chỉ từ 30% – 41%, ở tải lượng khoảng 7,97 kgCOD/m³.ngày khả năng phân hủy đạt trong khoảng 37% – 56% và ở tải lượng khoảng 3,3 kgCOD/m³.ngày sự phân hủy sinh học Phenol chỉ đạt khoảng 37%^[32, tr.46-47].

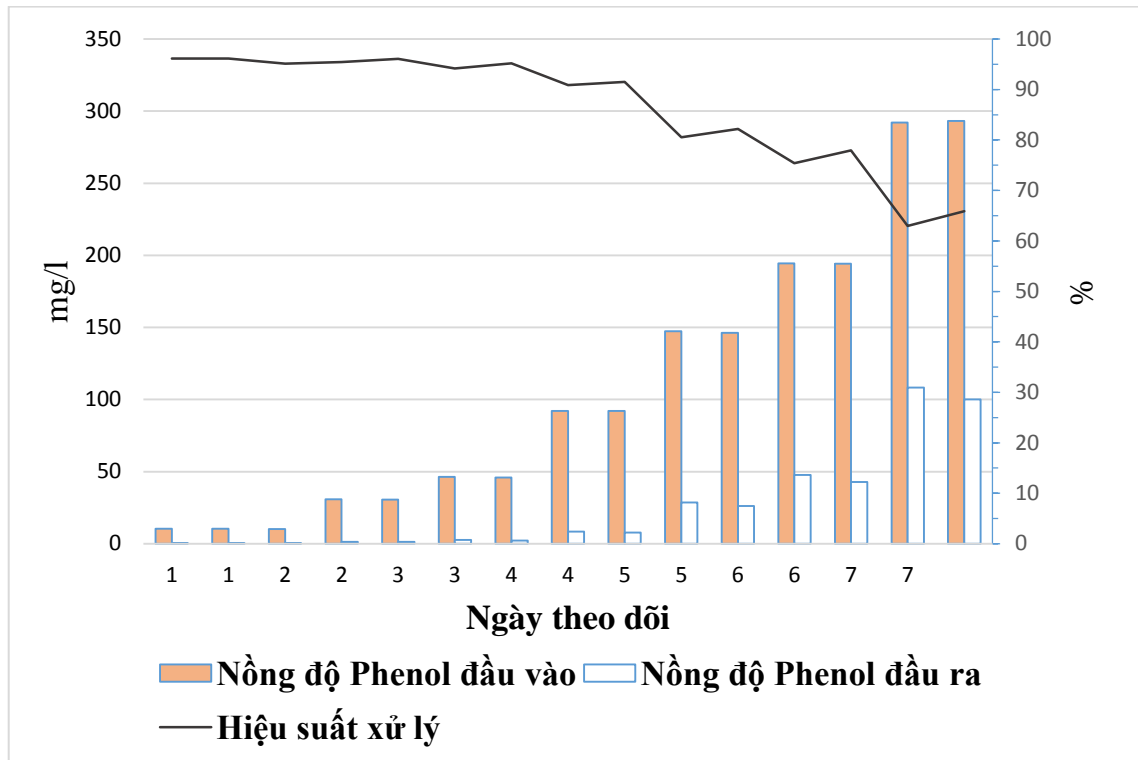
3.3.2. Diễn biến hiệu suất xử lý của bể SBR ở các nồng độ Phenol đầu vào khác nhau

Sau khi lấy mẫu nước thải đầu vào và đầu ra của mỗi mẻ xử lý đem phân tích chỉ tiêu Phenol, ta có bảng kết quả sau:

Bảng 3.8. Hiệu suất xử lý của bể SBR theo các tải lượng Phenol đầu vào

Ngày theo dõi		Nồng độ phenol (mg/l)		Hiệu suất xử lý (%)
		Đầu vào	Đầu ra	
1	Sáng	10.3	0.4	96.12
	Tối	10.2	0.5	95.10
2	Sáng	30.8	1.4	95.45
	Tối	30.5	1.2	96.06
3	Sáng	46.4	2.7	94.18
	Tối	46.0	2.2	95.22
4	Sáng	92.1	8.4	90.88
	Tối	92.2	7.8	91.54
5	Sáng	147.4	28.7	80.53
	Tối	146.3	26.1	82.16
6	Sáng	194.4	47.8	75.41
	Tối	194.3	42.9	77.92
7	Sáng	292.1	108.2	62.96
	Tối	293.3	100.1	65.87

Từ Bảng 3.8. ta xây dựng biểu đồ thể hiện hiệu suất xử lý Phenol của bể SBR tại các tải lượng Phenol đầu vào khác nhau như sau:



Hình 3.12. Biểu đồ hiệu suất xử lý của bể SBR theo các tải lượng Phenol

❖ **Nhận xét:**

Từ bảng 3.10 và hình 3.11, ta thấy hiệu suất xử lý phenol giảm dần từ 96.12% xuống 62.96% khi tăng nồng độ phenol đầu vào. Đặc biệt tại nồng độ phenol đầu vào là 300 mg/l, hiệu suất xử lý giảm rõ rệt (khoảng 62,96% - 65,87%) so với các nồng độ phenol đầu vào khác. Với dải nồng độ 10 mg/l, 30 mg/l, 50 mg/l, 100 mg/l cho thấy hiệu suất xử lý Phenol của bể SBR là khá cao (trên 90%). Khi ở các nồng độ 150 mg/l, 200 mg/l cho thấy bể SBR vẫn có khả năng xử lý Phenol được khá tốt.

Tất cả các kết quả đều phản ánh hiệu quả xử lý của mẻ hai luôn tốt hơn của mẻ một với mọi tải lượng phenol đầu vào. Hay là quá trình xử lý Phenol trong bể SBR khi thay đổi tải lượng Phenol đầu vào, bùn hoạt tính

vấn cần có thời gian thích nghi. Xu thế tăng tại mẻ hai so với mẻ một được thể hiện rõ ràng nhất ở tải lượng Phenol 300 mg/l (từ 62,96% lên 65,87%). Như vậy, khi tăng tải lượng Phenol đầu vào ổn định và từ từ thì hiệu quả xử lý của bể SBR sẽ tốt hơn khi tăng tải lượng Phenol đột ngột.

Hiệu suất xử lý Phenol giảm khi tăng tải lượng Phenol cho thấy nhận định tại quá trình thích nghi của bùn hoạt tính (trong khoảng thời gian đầu vi sinh vật đang phân giải phenol ở hàm lượng thấp, khi đột ngột tăng tải lượng phenol, vi sinh vật bị ức chế phân giải phenol trong một khoảng thời gian) là hoàn toàn chính xác. Và đây là nguyên nhân chính dẫn đến hiệu suất giảm khi tăng tải lượng Phenol đầu vào.



THU
TRƯỜNG ĐẠI HỌC LAM NHIỆP

KẾT LUẬN, TỒN TẠI VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Sau thời gian nghiên cứu, thực hiện luận văn, tôi đạt được một số kết quả như sau:

- Xây dựng được mô hình bể SBR phòng thí nghiệm có công suất hoạt động 20 lit/mẻ.
- Bùn hoạt tính thích nghi tốt với nước thải giả định và phát triển mạnh (nồng độ bùn hoạt tính tăng từ 2508 mg/l lên đến 3313 mg/l). Bùn hoạt tính sau thích nghi có chỉ số SVI luôn trong khoảng bùn lắng rất tốt ($87 < SVI < 97$).
- Sử dụng bể SBR để xử lý Phenol có trong nước thải là hoàn toàn khả thi, hiệu quả xử lý với nồng độ Phenol khoảng 100 mg/l đạt trên 90%. Khi tăng dần nồng độ Phenol đầu vào, hiệu suất xử lý của bể SBR giảm dần. Bùn hoạt tính trong bể SBR chống chịu kém với sự thay đổi đột ngột nồng độ Phenol đầu vào.
- Thời gian lưu nước trong bể SBR (thời gian tại pha xử lý) càng cao thì hiệu quả xử lý Phenol của bể SBR càng tốt.
- Thời gian lưu bùn trong bể SBR (thời gian lưu giữ bùn hoạt tính) có mối quan hệ phức tạp (không phải quan hệ tuyến tính) với hiệu quả xử lý Phenol của bể SBR.

2. Tồn tại

Trong quá trình thực hiện đề tài còn một số tồn tại như sau:

- Mô hình chưa được thực nghiệm với các nguồn nước thải thực tế; chưa nghiên cứu rõ ràng ảnh hưởng của thời gian lưu bùn hoạt tính tới hiệu quả xử lý Phenol của bể SBR.

- Đề tài chưa xác định được biên độ trên của hàm lượng Phenol trong nước thải mà công nghệ bùn hoạt tính theo mẻ - bể SBR khó xử lý (hiệu suất nhỏ hơn 30%) hoặc không thể xử lý.

- Đề tài còn nhiều dữ liệu, số liệu liên quan đến tính toán xây dựng mô hình được lựa chọn, thiếu cơ sở luận khoa học (dựa theo các đề tài thực nghiệm trước đó).

- Một số vấn đề, kết quả nghiên cứu chưa có thể phân tích và thảo luận sâu sắc; thiếu sự so sánh với các công trình nghiên cứu tương tự.

3. Kiến nghị

- Những nghiên cứu tiếp theo có thể sử dụng các nguồn nước thải thực tế để đánh giá hiệu quả xử lý phenol của mô hình bể SBR đã xây dựng.

- Nghiên cứu quá trình thích nghi của bùn hoạt tính trong thời gian dài hơn (xem xét đến vấn đề sử dụng bùn hạt hiếu khí để xử lý).

- Nghiên cứu sâu hơn về ảnh hưởng của thời gian lưu bùn trong bể SBR với hiệu suất xử lý của bể SBR (làm rõ quá trình sinh trưởng bùn và khả năng xử lý của bùn ở các tuổi bùn khác nhau).



TÀI LIỆU THAM KHẢO

TIẾNG VIỆT

1. Biên Văn Vinh (2010), "Cách pha chế một số môi trường nuôi cấy vi sinh vật", *Tạp chí Thiết bị giáo dục*, 60, tr.19-21.
2. Bộ Khoa học và Công nghệ (1996), "*Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6216:1996 (ISO 6439:1990) Chất lượng nước - Xác định chỉ số phenol - Phương pháp trắc phổ dùng 4-Aminoantipyrin sau khi chưng cất*".
3. Bộ Giáo dục và Đào tạo (2018), "*Sách giáo khoa môn Hóa học lớp 11*", NXB Giáo dục, Hà Nội.
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (2015), "*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08-MT:2015/BTNMT*".
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam, 2011, "*Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước thải công nghiệp QCVN 40:2011/BTNMT*".
6. Công ty Môi trường SACOTEC (2014), "*Tổng quan về nước thải công nghiệp*".
7. Đặng Minh Anh (2013), "*Nghiên cứu khả năng hấp phụ phenol bằng tro lục bình*", Viện Môi trường và Tài nguyên - Trường Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, NXB ĐH Quốc gia Hồ Chí Minh.
8. Lê Văn Thủy, Vũ Hoàng Phương (2018), "*Nghiên cứu khả năng hấp phụ của Phenol trong nước bằng than hoạt tính điều chế từ mùn cưa gỗ thông*", Đại học Sao Đỏ, Hải Dương.
9. Lê Ngọc Thuần (2016), "*Giáo trình Công nghệ sinh học Môi trường*", Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Hà Nội.
10. Lương Đức Phẩm, 2002, "*Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học*", NXB Giáo dục, Hà Nội.

11. Nguyễn Trọng Lực, Nguyễn Phước Dân, Trần Tây Nam (2009), "*Nghiên cứu tạo bùn hạt hiếu khí khử COD và Ammonia trên bể phản ứng khí nâng từng mẻ luân phiên (Sequencing batch airlift reactor)*", Sở Khoa học và Công nghệ Phú Yên - Trường Đại Học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Hồ Chí Minh.
12. Nguyễn Văn Phước, 2014, "*Xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học*", Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Viện Môi trường và Tài nguyên.
13. Nguyễn Việt Cường, Nguyễn Thế Vinh (2009), "*Nghiên cứu chế tạo xúc tác quang trên cơ sở vật TiO₂ - SiO₂ và ứng dụng trong xử lý nước nhiễm phenol*", Tạp chí phát triển KH&CN, 12(2), tr 11-17.
14. Nguyễn Xuân Nguyên, 2005, "*Lý thuyết và mô hình hóa quá trình xử lý nước thải bằng phương pháp sinh học*", NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
15. Trần Quang Lộc, Nguyễn Đăng Hải, Trần Thị Tú, Hoàng Ngọc Tường Vân, Nguyễn Quang Hưng, 2015, "*Sự hình thành và phát triển của bùn hạt hiếu khí ở các lưu lượng sục khí khác nhau trên bể phản ứng theo mẻ luân phiên*", Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ - Phần A: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường, 37, 33-41.
16. Trần Quang Lộc, Nguyễn Đăng Hải, Trần Đăng Bảo Thuyên, Nguyễn Thị Cẩm Yến, Lê Thị Diễm Kiều, 2015, "*Nghiên cứu tạo bùn hạt hiếu khí trên bể phản ứng theo mẻ luân phiên*", Tạp chí Khoa học Trường Đại học An Giang - Phần D: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường, 8, 79-88.
17. Trần Linh Thước, 2007, "*Phương pháp phân tích vi sinh vật trong nước, thực phẩm và mỹ phẩm*", NXB Giáo Dục, Hà Nội.
18. Trịnh Anh Nam (2011), "*Nghiên cứu ứng dụng các phương pháp oxy hóa tiên tiến (AOP) trong xử lý nước thải chứa các hợp chất hữu cơ*

khó phân hủy sinh học, Viện Khoa học và Công nghệ Môi trường - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

19. Trịnh Xuân Lai, 2000, "*Tính toán thiết kế các công trình xử lý nước thải*", NXB Xây dựng, Hà Nội.
20. Phan Vũ An (2008), "*Nghiên cứu xử lý nước nhiễm phenol bằng màng mỏng TiO_2* ", Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
21. Văn Hữu Tập (2016), "*Cơ chế oxi hóa các chất hữu cơ của ozone*", *Bài giảng – Giáo trình: Công nghệ môi trường*.
22. Vũ Thị Thanh, Lê Thị Nhi Công, Nghiêm Ngọc Minh, 2013, "*Nghiên cứu khả năng phân hủy phenol của chủng vi khuẩn DX3 phân lập từ nước thải kho xăng dầu Đỗ Xá, Hà Nội*", Viện Công nghệ Sinh học – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội.

TIẾNG ANH

- 23.B. Marrot, A. Barrios-Martinez, P. Moulin, N. Roche (2006), "*Biodegradation of high phenol concentration by activated sludge in an immersed membrane bioreactor*", *Biochemical Engineering Journal*, Vol. 34 (No.2), pp. 174 – 183.
24. E. Morgenroth, T. Sherden I, M. C. M. Vanloosdrecht, J.J. Heijnen 2 and P. A. Wilderer (1997), "*Aerobic granular sludge in a sequencing batch reactor*", *Water Research*, Volume 31, Issue 12, pp. 3191 - 3194.
25. Ebru Acar (2004), "*Oxidation of acid red 151 solution by peroxon (O_3/H_2O_2) process*", *Thesis Mater*, the natural and applied sciences middle east technical university.

26. Miguel Rodríguez (2003), "Fenton and UV-vis based advanced oxidation processes in wastewater treatment: Degradation, mineralization and biodegradability enhancement", Thesis doctor, Barcelona.
27. Kuo-Ling Ho, Yu-You Chen, Bin Lin, Duu-Jong Lee (2009), "Degrading high-strength phenol using aerobic granular sludge", *Heidelberg: Springer-Verlag, Berlin*.
28. L. Amor, M. Eiroa, C. Kennes, M.C. Veiga (2005), "Phenol biodegradation and its effect on the nitrification process", *Water Research*, Vol.39 (No. 13), pp. 2915 - 2920.
29. Maleki A, Mahvi A. H., Naddafi K. (2009), "Bioassay of phenol and its intermediate products using *Daphnia magna*", *Water & Wastewater Magazines & Journals*, Vol.5 (No. 4), pp. 19 - 24.
30. Ron Trygar (2013), "Process control using Sludge Volume Index (SVI)", *Magazine Treatment Plant Operation*,
https://www.tpomag.com/online_exclusives/2013/04/process_control_using_sludge_volume_index_svi.
31. S. Dey and S. Mukherjee (2010), "Kinetic Studies for an Aerobic Packed Bed Biofilm Reactor for Treatment of Organic Wastewater with and without Phenol", *Journal of Water Resource and Protection*, Vol. 2 (No. 8), pp. 731-738.
32. TERREROS, Jesús*†, MURO, Claudia, ALONSO, Ana and SALGADO, Alejandra (2017), "Phenol biodegradation at high organic loads in a complete sludge reactor by activated sludge", *ECORFAN-Bolivia Journal*, Vol.4 (No.7), pp.42 - 57.
33. Vazquez I., Rodriguez J., Maranon E., Castrillon L., Fernandez Y. (2006), "Study of the aerobic biodegradation of coke wastewater in a

two and three-step activated sludge process”, *Journal of Hazardous Materials*, (137), pp. 1681–1688.

34. Zhao Wen-tao, Huang Xia, Lee Duuu-Jong (2009), “Enhance treatment of coke plant wastewater using an anaerobic-anoxic-oxic memberane bioreactor system”, *Separation and purification Technology*, Vol.66, pp. 279-286.

MỘT SỐ LINK

35. <http://sacotec.vn/vi-sinh-vat-trong-qua-trinh-xu-ly-nuoc-thai/>
36. <https://vi.wikipedia.org/wiki/Phenol/>



THU THUAN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC LÂM NGHIỆP
VIỆT NAM

PHỤ LỤC



THƯ VIỆN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP

I. HÌNH ẢNH MINH HỌA



Hình 1: Dụng cụ lắp đặt



Hình 2: Lắp bơm nước thải dầu vào



Hình 3: Bể SBR khi chưa hoạt động



Hình 4: Bể SBR hoạt động



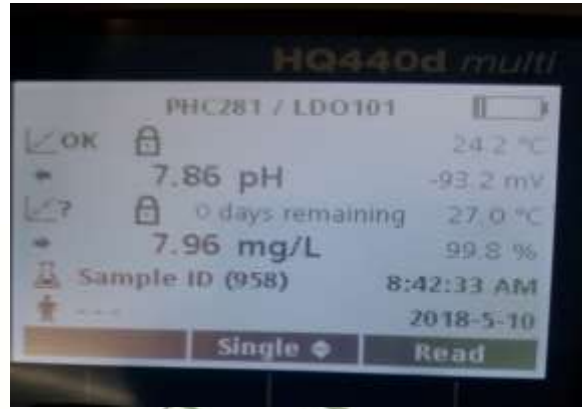
Hình 5: Đường chuẩn phenol



Hình 6: Phân tích chỉ tiêu MLSS



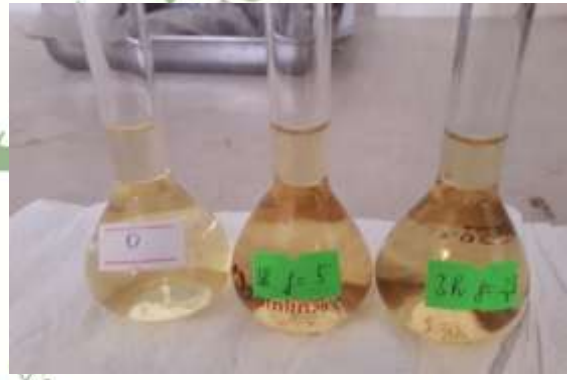
Hình 7: Phân tích chỉ tiêu SVI



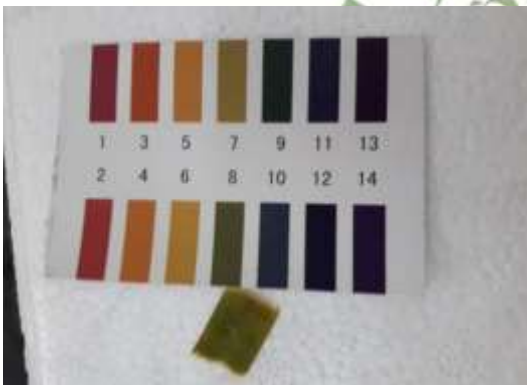
Hình 8: Phân tích chỉ tiêu pH, DO, nhiệt độ



Hình 9: Phân tích hàm lượng phenol đầu vào



Hình 10: Phân tích chỉ tiêu phenol đầu ra



Hình 11: Phân tích chỉ pH bằng quỳ



Hình 12: Phân tích chỉ tiêu phenol trong tủ hút

II. XÂY DỰNG ĐƯỜNG CHUẨN PHÂN TÍCH PHENOL

Bảng kết quả xây dựng đường chuẩn phenol

Mẫu	0	1	2	3	4	5	6
Nồng độ phenol (ppm)	0	0,2	0,5	1	1,5	2	2,5
Abs	0	0,029	0,067	0,145	0,218	0,283	0,343

Phương trình đường chuẩn:

