

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



ISO 9001 : 2008

KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG

**Sinh viên : Trần Việt Anh
Giảng viên hướng dẫn : ThS. Nguyễn Thị Cẩm Thu**

HẢI PHÒNG - 2012

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

**KHẢO SÁT KHẢ NĂNG HẤP PHỤ AMONI CỦA
VẬT LIỆU ĐÁ ONG BIẾN TÍNH**

**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: KỸ THUẬT MÔI TRƯỜNG**

**Sinh viên : Trần Việt Anh
Giảng viên hướng dẫn : ThS. Nguyễn Thị Cẩm Thu**

HẢI PHÒNG - 2012

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Trần Việt Anh

Mã SV: 121545

Lớp : MT1201

Ngành : Kỹ thuật môi trường

Tên đề tài : “Khảo sát khả năng hấp phụ amoni của vật liệu đá ong biến tính”

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).
 - Khảo sát ảnh hưởng của pH, thời gian, khối lượng vật liệu đến sự hấp phụ NH_4^+ của vật liệu đá ong biến tính
 - Xác định tải trọng hấp phụ cực đại của đá ong biến tính đối với NH_4^+
 - Xác định khả năng giải hấp thu hồi vật liệu
2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán:
 - Các số liệu phân tích NH_4^+
3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp:
 - Phòng thí nghiệm F205, trường Đại Học Dân Lập Hải Phòng

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên: Nguyễn Thị Cẩm Thu

Học hàm, học vị: Thạc sĩ

Cơ quan công tác: Khoa Môi trường – Trường ĐHDL Hải Phòng

Nội dung hướng dẫn: “ Khảo sát khả năng hấp phụ amoni của vật liệu đá ong biến tính “

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên:.....

Học hàm, học vị:.....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

.....

.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2012

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày tháng năm 2012

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Người hướng dẫn

Trần Việt Anh

ThS. Nguyễn Thị Cẩm Thu

Hải Phòng, ngày tháng.....năm 2012

Hiệu trưởng

GS.TS. NGUYỄN *Trần Hữu Nghị*

PHẦN NHẬN XÉT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Đánh giá chất lượng của khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn (ghi bằng cả số và chữ):

.....

.....

.....

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm 2012

Cán bộ hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

ThS. Nguyễn Thị Cẩm Thu

PHIẾU NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA NGƯỜI CHẤM PHẢN BIỆN

1. Đánh giá chất lượng đề tài tốt nghiệp về các mặt thu thập và phân tích số liệu ban đầu, cơ sở lý luận chọn phương án tối ưu, cách tính toán chất lượng thuyết minh và bản vẽ, giá trị lý luận và thực tiễn đề tài.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cho điểm của cán bộ phản biện (ghi cả số và chữ).

.....

.....

.....

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm 2012

Cán bộ phản biện

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến cô giáo _ThS. Nguyễn Thị Cẩm Thu, người đã trực tiếp hướng dẫn em trong quá trình hoàn thành bản khóa luận này.

Em cũng xin gửi lời cảm ơn tới nhà trường và các thầy cô giáo trong Bộ môn Môi trường đã tận tình chỉ bảo, dạy dỗ em trong suốt 4 năm học vừa qua.

Cuối cùng em xin chân thành cảm ơn gia đình bạn bè đã nhiệt tình giúp đỡ, động viên và khích lệ em vượt qua mọi khó khăn trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu.

Do hạn chế về thời gian, điều kiện cũng như trình độ hiểu biết nên đề tài nghiên cứu này chắc không tránh khỏi thiếu sót. Em rất mong nhận được sự chỉ bảo, đóng góp của các thầy, các cô để bản báo cáo được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG I : TỔNG QUAN	2
1.1. Giới thiệu chung	2
1.1.1. Nước và vai trò của nước	2
1.1.2. Một số vấn đề chung về ô nhiễm nước	4
1.1.3. Các loại nước bị ô nhiễm	5
1.1.4. Các thông số môi trường chính xác định nước bị ô nhiễm	10
1.2. Giới thiệu chung về amoni	16
1.2.1. Sự tồn tại của các hợp chất nito trong nước	17
1.2.2 . Ảnh hưởng của amoni đối với sức khỏe con người.....	20
1.3. Một số phương pháp xử lí amoni	21
1.3.1. Phương pháp Clo hóa	21
1.3.2. Phương pháp kiềm hóa và làm thoáng	22
1.3.3. Phương pháp ozon hóa với xúc tác Bromua (Br^-)	23
1.3.4. Phương pháp trao đổi ion	23
1.3.5. Phương pháp sinh học	25
1.4. Phương pháp hấp phụ	27
1.5. Tổng quan về đá ong (laterit).....	29
CHƯƠNG II : THỰC NGHIỆM.....	32
2.1. Mục tiêu và nội dung nghiên cứu của luận văn.....	32
2.1.1. Mục tiêu nghiên cứu	32
2.1.2. Nội dung nghiên cứu	32

2.2. Phương pháp nghiên cứu	32
2.2.1. Phương pháp tổng hợp vật liệu	32
2.2.2. Phương pháp xác định amoni trong nước	34
2.2.2.1. Nguyên tắc xác định.....	34
2.2.2.2. Hóa chất.....	34
2.2.2.3. Xây dựng đường chuẩn amoni.....	35
2.3. Khảo sát các điều kiện tối ưu hấp phụ amoni của vật liệu.....	36
2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng pH	36
2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian	37
2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ amoni đầu vào.....	37
2.3.4. Khảo sát khả năng giải hấp – tái sinh của vật liệu	37
CHƯƠNG III : KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	39
3.1. Kết quả biến tính vật liệu	39
3.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH	40
3.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian	41
3.4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ amoni đầu vào.....	43
3.5. Kết quả khảo sát khả năng giải hấp – thu hồi vật liệu.....	45
KẾT LUẬN.....	46
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	47

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1. Thành phần cấu trúc của laterit tự nhiên.....	31
Bảng 2.1. Bảng thể tích các dung dịch sử dụng để xây dựng đường chuẩn amoni.....	35
Bảng 3.1. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH.....	40
Bảng 3.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian	42
Bảng 3.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ amoni đầu vào.....	43
Bảng 3.4. Kết quả giải hấp vật liệu bằng NaOH 1M.....	45

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Đường hấp phụ đẳng nhiệt langmuir.....	29
Hình 1.2. Sự phụ thuộc của C_f/q và C_f	29
Hình 2.1. Đồ thị biểu diễn đường chuẩn amoni.....	36
Hình 3.1. Hình ảnh bề mặt đá ong nguyên khai.....	39
Hình 3.2. Bề mặt đá ong sau khi biến tính.....	40
Hình 3.3. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của pH.....	41
Hình 3.4. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của thời gian.....	42
Hình 3.5. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của nồng độ NH_4^+ đầu vào.....	44
Hình 3.6. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của C_f/q vào C_f	44

MỞ ĐẦU

Quá trình đô thị hoá tại Việt Nam đang diễn ra rất nhanh. Các đô thị ngày càng phát triển, nhưng cơ sở hạ tầng lại không cân xứng, đặc biệt là hệ thống xử lý ô nhiễm môi trường hoạt động chưa tốt ở Việt Nam

Quá trình công nghiệp hoá và hiện đại hoá khiến luồng di cư đổ về các đô thị. Song việc thu gom, xử lý rác thải và nước thải sinh hoạt lại không được xử lý triệt để. Với tình trạng này, Việt Nam trong vòng 10-15 năm nữa sẽ còn phải hứng chịu các tác động nặng nề do nước thải và chất thải không được xử lý. Đó là một trong những nguyên nhân gây ô nhiễm nguồn nước và là vấn đề nghiêm trọng mà Việt Nam đang đối mặt.

Hiện nay có nhiều phương pháp được áp dụng nhằm loại bỏ những tác nhân gây ô nhiễm trong môi trường nước, mỗi phương pháp có những ưu nhược điểm riêng, trong đó hấp phụ là một trong những phương pháp được ứng dụng rộng rãi bởi một số ưu điểm của phương pháp này mang lại. Do có khả năng loại bỏ được những chất ô nhiễm có độc tính cao, có màu, có mùi khó chịu mà các phương pháp khác không xử lý hoặc xử lý không triệt để. Hơn nữa, phương pháp hấp phụ còn có ưu điểm là quy trình xử lý đơn giản, công nghệ xử lý không đòi hỏi thiết bị phức tạp, chi phí xử lý thấp. Tìm ra một vật liệu hấp phụ mới cũng là xu hướng được các nhà nghiên cứu quan tâm.

Chính vì vậy đề tài em chọn là: **“Khảo sát khả năng hấp phụ amoni của vật liệu đá ong biến tính”**. Nhằm mục đích chế tạo vật liệu hấp phụ và khảo sát một số điều kiện tối ưu cho sự hấp phụ của vật liệu để tìm ra vật liệu có tính ứng dụng cao trong thực tế.

CHƯƠNG I : TỔNG QUAN

1.1. Giới thiệu chung

1.1.1. Nước và vai trò của nước [3]

Nước là một thành phần cơ bản và quan trọng của môi trường sống mà sự có mặt của nó làm nên một quyển trên trái đất đó là thủy quyển. Thủy quyển bao gồm toàn bộ các dạng chứa nước trên hành tinh của chúng ta. Đó là: đại dương, biển, sông, hồ, suối, các tầng băng và nước ngầm .v.v.

Toàn bộ lượng nước trên trái đất có khoảng $1.400 \times 10^9 \text{ km}^3$, trong đó khoảng 97% lượng nước toàn cầu là ở đại dương và biển. Tuy nhiên do hàm lượng muối cao nên nước ở đây không được sử dụng cho nhu cầu của con người. Trong phần nước còn lại thì phần lớn lại nằm đóng băng ở 2 đầu cực và các tầng băng (chiếm khoảng 2% tổng lượng nước - TLN). Lượng nước này che phủ khoảng 10% bề mặt trái đất hiện tại. Như vậy, chỉ còn khoảng 0,6% nước ngọt bao gồm cả nước bề mặt và nước ngầm là có thể sử dụng được. Trong tổng lượng nước đó, con người thực sự chỉ sử dụng khoảng 0,3% dưới dạng nước ngọt phục vụ các mục đích khác nhau của mình. Ngoài ra nước còn được phân bố trong khí quyển dưới dạng hơi nước khoảng 0,001% TLN

Nước mà con người dùng được hầu hết là nước ngọt từ nguồn nước bề mặt và nước ngầm. Nguồn nước này đang bị đe dọa nhiễm bẩn và cạn kiệt do việc xả thải và sử dụng thiếu ý thức của con người, cộng thêm với sự gia tăng nhanh dân số thế giới. Các hoạt động nông nghiệp, công nghiệp đều đòi hỏi một lượng nước rất lớn. Mặt khác mức sống của dân chúng nâng cao cũng đã dẫn đến nước sử dụng cho sinh hoạt tăng lên nhiều lần so với vài ba thập kỷ trước. Cách sử dụng nước ngọt như hiện nay sẽ không thể bền vững nếu dân số toàn Thế giới lên đến 10 tỷ vào năm 2050. Nhiều nơi đã bị thiếu nước trầm trọng. Nói chung tình trạng khan hiếm nước đang dần trở nên hết sức căng thẳng theo thời gian ở những địa điểm nhất định. Trong những vùng khô hạn và các miền duyên hải hiện trạng thiếu nước

cũng như nước bị nhiễm mặn đang là mối lo ngại buộc chúng ta cần sớm tìm ra các giải pháp hợp lý.

Nước tham gia vào mọi quá trình xảy ra trên trái đất như địa mạo, địa hoá, xói mòn làm cho trên bề mặt trái đất hình thành nên các sông, suối, đồng bằng... Nước trong khí quyển được coi là lớp áo giáp bảo vệ quả đất khỏi bị giá lạnh và điều hoà khí hậu, bởi vì nước có khả năng lưu giữ và ổn nhiệt tốt hơn mặt đất và không khí.

Nước có ý nghĩa đặc biệt đối với mọi quá trình sinh học, nó là thành phần chính của mọi vật thể sống. Trung bình trong một cơ thể sống, nước chiếm 80%. Trong các động vật bậc cao, nước chiếm 60-70% trọng lượng cơ thể; các sinh vật biển như sứa và một số loài tảo, nước chiếm một tỷ lệ rất cao khoảng 98% trọng lượng cơ thể. Nhưng vì khuôn ở trạng thái bào tử hoặc sinh khí lơ lửng mà bền vững thì hàm lượng nước chỉ là 50%.

Đối với con người, nước chiếm khoảng 70% trọng lượng cơ thể. Trong cơ thể sinh vật, nước đóng vai trò như một dung môi để thực hiện quá trình trao đổi chất và năng lượng. Ngoài thiên nhiên, thủy sinh vật sống trong nước coi nước như là giá thể để cư trú, di chuyển và tìm kiếm thức ăn. Nước là tấm vỏ bọc bảo vệ rất an toàn cho thủy sinh vật tránh các thay đổi đột ngột của thời tiết khắc nghiệt trên cạn hoặc các tia bức xạ nguy hiểm từ vũ trụ và mặt trời.

Tóm lại, nước có mặt ở tất cả các quyển của trái đất như khí quyển, thủy quyển, địa quyển, sinh quyển và nó đóng vai trò vô cùng quan trọng trong sự phát triển của tự nhiên và đời sống trên hành tinh chúng ta. Vì vậy sự hiểu biết về nước, về tính chất lý, hoá học cũng như sự tồn tại và vận chuyển của nước trong môi trường là cơ sở để giải quyết những tác động xấu do nước gây ra.

1.1.2. Một số vấn đề chung về ô nhiễm nước

- **Khái niệm ô nhiễm môi trường nước**

Ô nhiễm môi trường nước là sự biến đổi của các thành phần môi trường không phù hợp với tiêu chuẩn môi trường, gây ảnh hưởng xấu đến con người, sinh vật.

- **Nguồn ô nhiễm nước**

Nguồn ô nhiễm nước có thể là tự nhiên hay nhân tạo

- Sự ô nhiễm nước có nguồn gốc tự nhiên do mưa, tuyết tan, sự sỏi mòn, quá trình thẩm dầu. Các quá trình phân huỷ các chất hữu cơ tự nhiên trong nước.

- Sự ô nhiễm nước có nguồn gốc nhân tạo gây ra bởi con người là thay đổi chất lượng và khả năng sử dụng nước. Những quy định và tiêu chuẩn để kiểm soát ô nhiễm thường chia làm 2 nguồn:

Nguồn ô nhiễm điểm (point source): Do các chất ô nhiễm được phát thải tại một vùng xác định: các nhà máy, các trạm xử lý nước thải, khai thác khoáng sản dưới đất, các giếng dầu. Những nguồn này dễ xác định và quản lý.

Nguồn ô nhiễm toàn diện (nonpoint source): Các chất ô nhiễm rải rác và phân tán, không xác định được vùng và làm ô nhiễm một vùng nước bất kỳ: tại các vùng nông nghiệp, các vùng xây dựng. Quá trình lắng đọng các chất ô nhiễm từ không khí như lắng đọng axit từ khí quyển vào các sông, hồ

Các thuỷ vực thường bị nhiễm bẩn do những nguyên nhân khác nhau. Những nguyên nhân đó có thể là tự nhiên hay do tác động của con người, nhưng tác động của con người là chủ yếu. Các nguyên nhân gây ô nhiễm thuỷ vực có thể phân chia như sau:

- Các nguồn thải mang nhiều chất hữu cơ có nguồn gốc sinh học.

- Các nguồn thải mang nhiều chất hữu cơ tổng hợp như phân bón, thuốc trừ sâu, các chất tẩy rửa, dầu mỡ v.v...

- Các nguồn thải mang nhiều chất vô cơ, các kim loại nặng, các chất phóng xạ, các chất ăn mòn v.v...

- Nước thải có nhiệt độ cao.

- Các chất lắng đọng, các vật liệu rắn gây bồi lấp dòng chảy.

Nguồn nước bị ô nhiễm có các dấu hiệu đặc trưng sau đây:

- Xuất hiện các chất nổi trên bề mặt nước và các cặn lắng chìm xuống đáy nguồn

- Thay đổi tính chất lý học (độ trong, màu, mùi, nhiệt độ...)

- Thay đổi thành phần hóa học (pH, hàm lượng của các chất hữu cơ và vô cơ, xuất hiện các chất độc hại...)

- Lượng oxy hòa tan (DO) trong nước giảm do các quá trình sinh hoá để oxy hóa các chất hữu cơ vừa mới thải vào

- Các vi sinh vật thay đổi về loài và về số lượng. Có xuất hiện các vi trùng gây bệnh.

Nguồn nước bị ô nhiễm có ảnh hưởng rất lớn đến hệ thủy sinh vật, việc sử dụng nguồn nước vào mục đích cấp nước hoặc mỹ quan của thành phố.

1.1.3. Các loại nước bị ô nhiễm

Các loại nước bị ô nhiễm chính được sử dụng để phân tích và đánh giá chất lượng nước là:

a) Ô nhiễm vật lý

Các chỉ tiêu vật lý bao gồm nhiệt độ, độ trong, màu sắc, mùi vị của nước v.v.v...

Các chất rắn không tan khi được thải vào nước làm tăng lượng chất lơ lửng, tức làm tăng độ đục của nước. Các chất này có thể là gốc vô cơ hay hữu cơ, có thể

được vi khuẩn ăn. Sự phát triển của vi khuẩn và các vi sinh vật khác lại càng làm tăng độ đục của nước và làm giảm độ xuyên thấu của ánh sáng.

Nhiều chất thải công nghiệp có chứa các chất có màu, hầu hết là màu hữu cơ, làm giảm giá trị sử dụng của nước về mặt y tế cũng như thẩm mỹ.

Ngoài ra các chất thải công nghiệp còn chứa nhiều hợp chất hoá học như muối sắt, mangan, clo tự do, hydro sulfur, phenol... làm cho nước có vị không bình thường. Các chất amoniac, sulfur, cyanua, dầu làm nước có mùi lạ. Thanh tảo làm nước có mùi bùn, một số sinh vật đơn bào làm nước có mùi tanh của cá.

b) Ô nhiễm hoá học

Các thông số hoá học là các giá trị pH, DO, BOD, COD, các muối dinh dưỡng, các kim loại nặng, các khí hoà tan v...v...

Các chất hòa tan trong nước ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp lên sinh vật.

- Lân (P) thường là nhân tố hạn chế hàng đầu trong môi trường nước ngọt. Nguồn gốc của P do sự rửa trôi và nguồn nhân tạo (nông nghiệp và sinh hoạt).

- Nitơ (N) dưới dạng NO_3 được sử dụng bởi thủy sinh vật. NH_3 dồi dào khi nước thiếu O_2 hoặc quá nhiều chất thải chứa N. NO_2 tỏ ra độc đối với thủy sinh vật.

- Lưu huỳnh (S) dưới dạng SO_4^{2-} có thể đáp ứng nhu cầu của thực vật. SH_2 là chất độc đối với cá và một số thủy sinh động vật.

- Ô nhiễm hoá học do chất vô cơ

+ *Các loại muối*

Nhiều loại nước thải sản xuất chứa hàm lượng muối khá cao. Hàm lượng muối cao sẽ làm cho nguồn nước không còn hữu dụng cho mục đích cấp nước hay tưới tiêu, làm hoa màu bị thiệt hại và đất bị ô nhiễm.

Các loại muối khoáng Ca, Mg còn làm cho nguồn nước bị "cứng", đóng cặn trong các đường ống gây thất thoát áp lực trên đường ống. Nước cứng làm ảnh hưởng đến việc nhuộm vải sợi, sản xuất bia và chất lượng của các sản phẩm đóng hộp. Nước cứng còn gây đóng vảy trong các đường ống của lò hơi làm giảm khả năng truyền nhiệt.

Các loại muối có chứa Nitrogen và phosphorus làm cho tảo phát triển nhanh gây hiện tượng tảo nở hoa, làm ảnh hưởng đến hệ thủy sinh vật và mất mỹ quan.

+ *Các kim loại nặng*

Nước chảy tràn ở khu vực sản xuất nông nghiệp có chứa dư lượng thuốc trừ sâu và thuốc trừ cỏ, trong khi nước chảy tràn ở các khu đô thị chứa chì và kẽm (chì từ khói xe ô tô, kẽm từ việc bào mòn các lớp xe). Nhiều ngành công nghiệp thải ra các loại kim loại và chất hữu cơ độc khác. Các chất này có khả năng tích tụ và khuếch đại trong chuỗi thức ăn, do đó cần phải được quản lý tốt.

- Ô nhiễm do các chất hữu cơ tổng hợp

+ *Hydrocarbons (C_xH_y)*

Hydrocarbons là các hợp chất của các nguyên tố của cacbon và hydrogen. Một số dạng C_xH_y có trọng lượng phân tử nhỏ (methan, ethan và ethylen) ở dạng khí trong nhiệt độ và áp suất bình thường. Tuy nhiên, đa số C_xH_y ở dạng lỏng và rắn. Chúng ít tan trong nước nhưng tan nhiều trong dầu và các dung môi hữu cơ. Sự ô nhiễm hydrocarbon là do các hiện tượng khai thác mỏ dầu, vận chuyển ở biển và các chất thải bị nhiễm xăng dầu. Ước tính khoảng 1 tỷ tấn dầu được chở bằng đường biển mỗi năm. Một phần của khối lượng này, khoảng 0,1 - 0,3% được thải ra biển do qua trình rửa các tàu dầu bằng nước biển. Các tai nạn đắm tàu chở dầu xảy ra tương đối thường xuyên. Một tấn dầu loang rộng 12 km² trên mặt biển.

Các vực nước ở đất liền cũng bị nhiễm bẩn bởi hydrocarbon. Tốc độ thấm của xăng dầu lớn gấp 7 lần của nước, dễ ngấm xuống các lớp nước ngầm. Theo

ước tính, có khoảng 1,6 triệu tấn hydrocarbon do các con sông của các quốc gia kỹ nghệ hóa thải ra vùng bờ biển.

+ *Chất tẩy rửa: bột giặt tổng hợp và xà bông*

Bột giặt tổng hợp là các chất hữu cơ có cực (polar) và không có cực (non-polar). Có 3 loại bột giặt: anionic, cationic và non-ionic. Bột giặt anionic được sử dụng nhiều nhất, chứa TBS (tetrazopylène benzen sulfonate), khó bị phân hủy sinh học.

Xà bông là tên gọi chung của muối kim loại với axit béo. Ngoài các xà bông Natri và Kali tan được trong nước, thường dùng trong sinh hoạt, còn các xà bông không tan, chứa canxi, sắt, nhôm ... sử dụng trong kỹ thuật (các chất bôi trơn, sơn, verni).

+ *Hoá chất BVTV*

Các hoá chất BVTV hiện đại đa số là các chất hữu cơ tổng hợp. Người ta phân biệt:

- Thuốc sát trùng (insecticides).
- Thuốc diệt nấm (fungicides).
- Thuốc diệt cỏ (herbicides).
- Thuốc diệt chuột (diệt gặm nhấm = rodenticides).
- Thuốc diệt tuyến trùng (nematocides).

Nguyên nhân gây ô nhiễm hoá chất BVTV là do các nhà máy thải các chất cặn bã ra sông, do quá trình sử dụng các hoá chất BVTV trong nông nghiệp, gây ô nhiễm nước mặt, nước ngầm và các vùng cửa sông, bờ biển. Sử dụng hoá chất BVTV mang lại nhiều hiệu quả trong nông nghiệp, nhưng cũng gây ra nhiều hậu quả xấu cho môi trường và đời sống sinh vật.

c) *Ô nhiễm sinh học của nước*

Nước là phương tiện lan truyền các nguồn bệnh và trong thực tế, bệnh lây lan bằng đường nước là nguyên nhân chính gây ra ốm đau và tử vong ở các nước đang phát triển. Theo thống kê của các nhà chuyên môn thì những bệnh lan truyền từ nguồn nước đã làm tổn thất 35% tiềm năng sức lao động. Các tác nhân gây bệnh thường là các nhóm vi sinh vật có nguồn gốc từ phân người bệnh, phân gia súc như: Các vi khuẩn, virus, động vật đơn bào, giun ký sinh. Ba bệnh do các vi khuẩn của nguồn nước thường gặp nhất là sốt thương hàn(*Typhoid fever*) do *Salmonella typhosa* gây ra, bệnh tả châu á(*Asiatic cholera*) do *Vibrio comma* gây ra và lỵ khuẩn que(*Bacillary dysentery*) do *Shigelle dysenteriae* gây ra.

Ô nhiễm nước sinh học do các nguồn thải đô thị hay kỹ nghệ có các chất thải sinh hoạt, phân, nước rửa của các nhà máy đường, giấy... Sự ô nhiễm về mặt sinh học chủ yếu là do sự thải các chất hữu cơ có thể lên men được: sự thải sinh hoạt hoặc kỹ nghệ có chứa chất cặn bã sinh hoạt, phân tiêu, nước rửa của các nhà máy đường, giấy, lò sát sinh... Sự ô nhiễm sinh học thể hiện bằng sự nhiễm bẩn do vi khuẩn rất nặng, đặt thành vấn đề lớn cho vệ sinh công cộng chủ yếu các nước đang phát triển. Các bệnh cầu trùng, viêm gan do siêu vi khuẩn tăng lên liên tục ở nhiều quốc gia chưa kể đến các trận dịch tả. Các sự nhiễm bệnh được tăng cường do ô nhiễm sinh học nguồn nước. Thí dụ thương hàn, viêm ruột siêu khuẩn. Các nước thải từ lò sát sinh chứa một lượng lớn mầm bệnh.

Các nhà máy giấy thải ra nước có chứa nhiều glucid dễ dẫy men. Một nhà máy trung bình làm nhiễm bẩn nước tương đương với một thành phố 500.000 dân.

Các nhà máy chế biến thực phẩm, sản xuất đồ hộp, thuộc da, lò mổ, đều có nước thải chứa protein. Khi được thải ra dòng chảy, protein nhanh chóng bị phân hủy cho ra acid amin, acid béo, acid thơm, H_2S , nhiều chất chứa S và P, có tính độc và mùi khó chịu. Mùi hôi của phân và nước cống chủ yếu là do indol và dẫn xuất chứa methyl của nó là skatol. Ô nhiễm hữu cơ được đánh giá bằng BOD_5

1.1.4. Các thông số môi trường chính xác định nước bị ô nhiễm**– Nhiệt độ**

Nhiệt độ của nước có vai trò quan trọng đối với các quá trình sinh hoá diễn ra trong thủy vực. Nhiệt độ nước quá cao sẽ làm ảnh hưởng tới tốc độ phân huỷ vật chất, tới độ oxy hoà tan v.v... do đó sẽ làm ảnh hưởng tới chất lượng nước và ảnh hưởng tới đời sống của thủy sinh vật.

Các nước thải từ nhà máy nhiệt điện và lò hơi của một số ngành công nghiệp có nhiệt độ rất cao. Khi thải ra môi trường, nó làm tăng nhiệt độ của các thủy vực ảnh hưởng đến một số thủy sinh vật và làm suy giảm oxy hòa tan trong nguồn nước (do khả năng bão hòa oxy trong nước nóng thấp hơn và vi khuẩn phân huỷ chất hữu cơ sẽ hoạt động mạnh hơn).

– Độ đục, màu sắc, mùi vị

Các chất rắn không tan khi được thải vào nước làm tăng lượng chất lơ lửng, làm tăng độ đục của nước. Các chất này có thể là gốc vô cơ hay hữu cơ, có thể được vi khuẩn phân huỷ. Sự phát triển của vi khuẩn và các vi sinh vật khác lại càng làm tăng độ đục của nước và làm giảm độ xuyên của ánh sáng. Nhiều chất thải công nghiệp có chứa các chất có màu, hầu hết là màu hữu cơ, làm giảm giá trị sử dụng của nước cũng như thẩm mỹ. Các nước thải từ nhà máy dệt, giấy, thuộc da, lò mổ... có độ màu rất cao, làm cản trở khả năng khuếch tán của ánh sáng vào nguồn nước, gây ảnh hưởng đến khả năng quang hợp của hệ thủy sinh thực vật.

Màu sắc, mùi vị ... cũng là những chỉ tiêu đánh giá chất lượng nước. Nước sạch là nước không màu, không mùi, không vị. Khi trong nước có quá nhiều các chất hữu cơ bị phân huỷ, gây ô nhiễm thì nó sẽ có những màu sắc, mùi vị khác lạ.

Trong các chất thải công nghiệp còn chứa nhiều hợp chất hoá học như muối sắt, mangan, clo tự do, hydro sulfur, phenol ... làm cho nước có vị khó chịu, tạo làm nước có mùi bùn...

– *Độ cứng*

Độ cứng là đại lượng đo nồng độ các khoáng trong nước thường là do ion Ca^{2+} , Mg^{2+} gây ra. Nước rất cứng khi độ cứng $> 200 \text{ mg/l}$. Độ cứng không gây ra rủi ro với con người và động vật thủy sinh tuy nhiên trong các trạm xử lý nước thường có các trạm khử cứng hay quá trình làm mềm nước tránh hiện tượng lắng đọng trong các trạm bơm và đường ống đồng thời làm cho quá trình sử dụng nước hiệu quả hơn khi dùng các chất tẩy rửa, xà phòng.

– *Tổng chất rắn hoà tan (TDS)*

Tổng chất rắn hoà tan là thông số quan trọng để đo sự hoà tan của các khoáng trong nước. Nước sạch có TDS cực đại 2.000 mg/l ($0,2\%$ các chất hoà tan) so với nước biển khoảng 35.000 mg/l TDS ($3,5\%$ các chất hoà tan). Dựa vào mùi mà TDS được đề nghị trong nước uống thường $< 500 \text{ mg/l}$. Nước sông TDS thích hợp từ $500 - 1000 \text{ mg/l}$ và cao khi TDS từ $1000 - 2000$.

– *Độ kiềm (Alkalinity)*

Độ kiềm được đo bởi các hợp chất hoà tan trong nước dưới dạng là chất đệm hay chống lại sự thay đổi pH của nước khi thêm axit vào. pH ổn định rất quan trọng cho cuộc sống thủy sinh và cá trên các dòng sông. Độ kiềm có tính đệm hiệu quả thường từ $100 - 200 \text{ mg/l}$. Nước sông có độ kiềm từ $0 - 100 \text{ mg/l}$ được coi là nghèo (tính linh động thấp khi pH thay đổi). Độ kiềm thích hợp khi thay đổi từ $100 - 150 \text{ mg/l}$ và rất tốt khi $> 150 \text{ mg/l}$. Với nước sông hồng độ kiềm luôn ổn định và > 150 quanh năm.

– *pH*

pH của nước đặc trưng cho độ axit hay độ kiềm của nước. Khi pH là 7 được gọi là trung tính. Nếu $\text{pH} < 7$ nước là môi trường axit, $\text{pH} > 7$ nước là bazơ hay môi trường kiềm. Đời sống các loài cá thường thích hợp với pH từ $6,5 - 8,5$. Nếu pH không ở khoảng giá trị trên đều gây ảnh hưởng có hại cho động vật thủy sinh. pH của nước sông thường ổn định (do tính đệm của $\text{H}_2\text{CO}_3^* - \text{HCO}_3^{2-} - \text{CO}_3^{2-}$).

pH của nước sẽ ảnh hưởng tới các quá trình hoá học như quá trình đông tụ hoá học, sát trùng, ăn mòn v.v... Độ pH còn ảnh hưởng tới sự cân bằng các hệ thống hoá học trong nước, qua đó gây ảnh hưởng tới đời sống thủy sinh vật. Ví dụ, khi nước trong thủy vực có tính axit thì các muối kim loại tăng khả năng hoà tan, gây độc cho thủy sinh vật.

– *Tổng cacbon hữu cơ (TOC)*

Tổng cacbon hữu cơ là đại lượng đặc trưng cho các hợp chất hữu cơ chứa cacbon. Quá trình trong tự nhiên (quá trình phân huỷ của động thực vật) và do con người tạo ra (các hoá chất hữu cơ, sản phẩm dầu). TOC trong nước sông thường là do quá trình tự nhiên tạo ra và trung bình thường 6 mg/l. Hàm lượng chất hữu cơ trong nước cao gây ảnh hưởng độ hại trong quá trình khử trùng bằng clo tại các trạm xử lý nước do phản ứng giữa các chất hữu cơ với clo tạo trihalometan, là sản phẩm phụ gây ra ung thư trong quá trình khử trùng nước. Trong nước TOC tốt nhất trong khoảng 0 – 5 mg/l, và chất lượng nước kém khi $TOC > 7$ mg/l. Nước sông TOC thường từ 8 – 10 mg/l. TOC cần được kiểm soát chặt chẽ để ngăn ngừa việc tạo ra các sản phẩm phụ của quá trình khử trùng.

– *DO (Oxi hòa tan)*

DO là yếu tố quyết định các quá trình phân huỷ sinh học các chất ô nhiễm trong nước diễn ra trong điều kiện yếm khí hay hiếu khí

Số liệu đo đạc DO rất cần thiết để có biện pháp duy trì điều kiện hiếu khí trong nguồn nước tự nhiên tiếp nhận chất ô nhiễm.

Trong kiểm soát ô nhiễm các dòng chảy, đòi hỏi phải duy trì DO trong giới hạn thích hợp cho các loại động vật thủy sinh.

Việc xác định DO được dùng làm cơ sở cho việc xác định BOD để đánh giá mức độ ô nhiễm của nước thải.

DO là yếu tố liên quan để khống chế sự ăn mòn sắt, thép....

- Các yếu tố ảnh hưởng đến giá trị DO:

- + Sự khuếch tán Oxi từ không khí vào nước: Lượng oxi khuếch tán vào nước phụ thuộc vào nhiệt độ của nước, sự có mặt của các khí khác trong nước, nồng độ oxi hoà tan trong nước.

- + Sự tiêu hao oxi do quá trình phân huỷ sinh học chất hữu cơ: Lượng tổn thất oxi do nhu cầu phân huỷ sinh học chất hữu cơ của các vi khuẩn hiếu khí được coi là lượng tiêu hao oxi lớn nhất trong nước. Lượng tiêu hao này phụ thuộc vào bản chất và lượng chất ô nhiễm hữu cơ, lượng và loại vi khuẩn, nhiệt độ, thể tích ao hồ, lưu lượng và lưu tốc dòng chảy.

- + Sự tiêu hao oxi do quá trình phân huỷ các chất hữu cơ ở đáy. Chất hữu cơ lắng đọng xuống đáy thuỷ vực tạo ra quá trình phân huỷ yếm khí thải ra các loại khí độc hại (H_2S , NH_3 , CH_4 , CO_2). Những sản phẩm này tiếp tục phân huỷ khi đi tới lớp nước phía trên, sự phân huỷ này do các vi khuẩn hiếu khí thực hiện vì thế oxi bị tiêu tốn.

- + Sự bổ sung oxi do quang hợp.

- + Sự hao hụt oxi hoà tan do hô hấp của thuỷ sinh vật.

- *BOD, COD*

Giá trị BOD, COD biểu thị lượng oxy cần thiết để oxy hoá các chất hữu cơ trong thuỷ vực theo con đường hoá học hoặc sinh học. Giá trị BOD, COD càng cao có nghĩa là thuỷ vực càng bẩn.

- *Ammonium*

Ammonia được hình thành từ nitơ trong các hợp chất vô cơ và hữu cơ và đây là nguồn dinh dưỡng quan trọng đối với thực vật thuỷ sinh và tảo. Trong nước bề mặt tự nhiên vùng không ô nhiễm, NH_4^+ có dạng vết (khoảng 0,05 mg/l). Nồng độ ammoni trong nước ngầm nhìn chung thường cao hơn ở nước mặt.

Lượng amoni trong nước thải từ khu dân cư và nước thải các nhà máy hoá chất, chế biến thực phẩm, sữa có thể lên tới 10 - 100 mg/l.

Ở nhiệt độ và pH của nước sông, ammoni thường ở mức thấp, chưa gây hại cho thủy sinh vật, tuy nhiên khi pH và nhiệt độ cao, ammoni chuyển thành khí NH_3 độc với cá và động vật thủy sinh. Trong nước sông pH trung tính và nhiệt độ khoảng 25°C vào mùa Hè đủ điều kiện để ammoni chuyển thành khí.

– *Nitrite-Nitrate*

Nitrit và nitrat là các hợp chất có nguồn gốc từ nitơ, đây là nguồn dinh dưỡng quan trọng cho thực vật và tảo. Nếu nồng độ nitrat $> 10 \text{ mg/l}$ sẽ rất thích hợp cho sự phát triển của tảo và quá trình phân huỷ (ảnh hưởng đến hệ sinh thái thủy sinh do làm giảm oxy hoà tan trong nước). Nitrat cao trong nước cấp gây ra bệnh xanh da Methemoglobin ở trẻ em “Blue Baby” (đặc biệt với trẻ dưới 6 tháng tuổi).

– *Photpho (Phosphorus)*

Photpho là nguồn dinh dưỡng quan trọng cho thực vật và tảo. Trong nước các hợp chất photpho tồn tại ở 4 dạng: hợp chất vô cơ không tan, hợp chất hữu cơ không tan, hợp chất hữu cơ tan và hợp chất hữu cơ không tan. Nồng độ cao của photpho trong nước gây ra sự phát triển mạnh của tảo, khi tảo chết đi quá trình phân huỷ kỵ khí làm giảm lượng oxy hoà tan trong nước và điều này gây ảnh hưởng độc hại với đời sống thủy sinh.

Nitơ và photpho là hai nguyên tố cơ bản của sự sống, nó có mặt ở hầu hết mọi hoạt động liên quan đến sự sống và trong rất nhiều ngành công nghiệp, nông nghiệp. Khi thải 1 kg nitơ dưới dạng hợp chất hoá học vào môi trường nước sẽ sinh ra 20 kg COD, cũng như vậy khi thải 1 kg P sẽ sinh ra 138 kg COD. Trong nguồn nước nhận giàu chất dinh dưỡng (N, P) thường xảy ra các hiện tượng: tảo và thực vật phát triển mạnh tạo nên mật độ lớn, vào ban ngày hoặc khi nhiều nắng tảo quang hợp mạnh. Để quang hợp tảo hấp thụ khí CO_2 hoặc bicacbonat (HCO_3^-)

trong nước và nhả oxy. pH của nước tăng nhanh, nhất là khi nguồn nước nhận có pH thấp (tính đệm thấp do cân bằng $\text{H}_2\text{CO}_3 - \text{HCO}_3^- - \text{CO}_3^{2-}$) vào cuối buổi chiều, pH của một số ao, hồ giàu dinh dưỡng có thể đạt giá trị trên 10. Nồng độ oxy tan trong nước thường siêu bão hoà, tới 20 mg/l.

Song song với quá trình quang hợp là quá trình hô hấp (phân huỷ chất hữu cơ để tạo năng lượng, ngược với quá trình quang hợp) xảy ra. Trong khi hô hấp tạo và thực vật thủy sinh tiêu thụ oxy thải ra CO_2 tác nhân làm giảm pH của nước. Trong các nguồn nước nếu hàm lượng $\text{N} > 30\text{-}60 \text{ mg/l}$, $\text{P} > 4\text{-}8 \text{ mg/l}$ sẽ xảy ra hiện tượng phú dưỡng. Vào ban đêm hoặc những ngày ít nắng, quá trình hô hấp diễn ra mạnh mẽ gây ra thiếu oxy và làm giảm pH của nước. Do vậy vào buổi sáng thường oxy trong nước cạn kiệt và pH rất thấp.

Hiện tượng phú dưỡng cũng xảy ra ở hệ sinh thái biển, đặc biệt ở vùng cửa sông hay các vịnh kín hoặc các vùng biển kín. Tảo nở hoa gây ra hiện tượng thủy triều đỏ và phá huỷ hệ sinh thái thủy sinh. Ví dụ trong suốt mùa du lịch có khoảng 200 triệu người cùng với chiếm 85% nước thải không được xử lý từ các thành phố lớn thải ra biển, ô nhiễm biển, các chết và ô nhiễm trầm tích.

– Thủy ngân

Thủy ngân dưới dạng hợp chất rất độc đối với sinh vật và người. Tai nạn ở vịnh Minamata ở Nhật Bản là một ví dụ điển hình, đã gây tử vong cho hàng trăm người và gây nhiễm độc nặng hàng ngàn người khác. Nguyên nhân ở đây là người dân ăn cá và các động vật biển khác đã bị nhiễm thủy ngân do nhà máy ở đó thải ra. Thủy ngân ít bị phân hủy sinh học, bị tích đọng trong cơ thể sinh vật thông qua chuỗi mắt xích thức ăn. Rong biển có thể tích tụ lượng thủy ngân hơn 100 lần trong nước; cá có thể chứa đến 120 ppm Hg/kg. Bệnh Minamata, Nhật, do một xí nghiệp thải ra vịnh Minamata chất CH_3Hg độc cho sinh vật và người. Người và gia súc ăn cá và hải sản đánh bắt ở vùng này trở thành nạn nhân. Có hàng trăm người chết và hàng ngàn người bị thương tật suốt đời (Ramade, 1987).

– *Asen*

Asen là kim loại nặng độc hại, nó gây độc khi vào cơ thể qua con đường ăn uống, hô hấp và tiếp xúc qua da. Tuy nhiên, nó có thể xảy ra khi ăn thức ăn bị nhiễm asen và nước uống. Nguyên nhân của ô nhiễm asen trong nước là do:

+ Quá trình sử dụng thuốc trừ sâu, phân bón có chứa asen trong nông nghiệp và quá trình bảo quản gỗ.

+ Quá trình hoà tan các khoáng chứa asen trong tự nhiên và lắng đọng asen trong khí quyển.

+ Quá trình sản xuất công nghiệp, Các chất sử dụng trong sinh hoạt cũng gây ô nhiễm asen lớn.

As(III) thể hiện tính độc khi nó tấn công vào nhóm hoạt động -SH của enzym làm cản trở hoạt động của enzym. AsO_4^{3-} có tính chất tương tự như PO_4^{3-} gây ức chế enzym, ngăn cản sự tạo ra ATP chất sản ra năng lượng. As(III) làm đông tụ các protein do tấn công vào liên kết sulfua. Asen trong nước uống gây ra: Ung thu da, tăng rủi ro các bệnh tim mạch, phổi....

1.2. Giới thiệu chung về amoni [4]

Amoni bao gồm có 2 dạng: không ion hoá (NH_3) và ion hoá (NH_4^+). Amoni có mặt trong môi trường có nguồn gốc từ các quá trình chuyển hoá, nông nghiệp, công nghiệp và từ sự khử trùng nước bằng cloramin. Lượng Amoni tự nhiên ở trong nước bề mặt và nước ngầm thường thấp hơn 0,2mg/lít. Các nguồn nước hiếm khi có thể có nồng độ Amoni lên đến 3mg/lít.

Việc chăn nuôi gia súc quy mô lớn có thể làm gia tăng lượng Amoni trong nước mặt. Sự nhiễm bẩn Amoni có thể tăng lên do các đoạn nối ống bằng vữa xi măng. Amoni trong nước là một chất ô nhiễm do chất thải động vật, nước cống và khả năng nhiễm khuẩn. Khi hàm lượng Amoni trong nước ăn uống cao hơn tiêu

chuẩn cho phép chứng tỏ nguồn nước đã bị ô nhiễm bởi chất thải động vật, nước cống và có khả năng xuất hiện các loại vi khuẩn, kể cả vi khuẩn gây bệnh.

Lượng Amoni trong môi trường so với sự tổng hợp bên trong cơ thể là không đáng kể. Tác hại của nó chỉ xuất hiện khi tiếp xúc với liều lượng khoảng trên 200mg/kg thể trọng.

Với những lý do trên đây, Amoni được xếp vào nhóm các chỉ tiêu cảm quan (được đánh dấu bằng chữ a trong bảng tiêu chuẩn theo quyết định 1329/2002/BYT-QĐ của Bộ Y tế). Khi Amoni trong nước ăn uống vượt quá tiêu chuẩn cho phép thì chưa ảnh hưởng lắm tới sức khỏe nhưng đó là dấu hiệu cho thấy nguồn nước bị ô nhiễm bởi chất thải có nguồn gốc động vật và có thể chứa các vi khuẩn gây bệnh.

1.2.1. Sự tồn tại của các hợp chất Nitơ trong nước.

Nitơ tồn tại trong hệ thủy sinh ở nhiều dạng hợp chất vô cơ và hữu cơ. Các dạng vô cơ cơ bản với tỷ lệ khác nhau tùy thuộc vào môi trường nước. Nitrat là muối Nitơ vô cơ trong môi trường được sục khí đầy đủ và liên tục. Nitrit (NO_2^-) tồn tại trong điều kiện đặc biệt, còn amoniac (NH_3) tồn tại ở dạng cơ bản trong điều kiện kỵ khí. Amoni hòa tan trong nước tạo thành dạng hydroxit amoni (NH_4OH) và sẽ phân ly thành ion amoni (NH_4^+) và ion hydroxit (OH^-). Quá trình oxi hoá có thể chuyển tất cả các dạng Nitơ vô cơ thành ion nitrat, còn quá trình khử sẽ chuyển hoá chúng thành dạng nitơ.

Quá trình oxi hoá các dạng Nitơ vô cơ thành NO_3^- được gọi là quá trình nitrat hoá (nitrification). Quá trình khử nitrat (denitrification) là quá trình chuyển khí NO_3^- thành khí Nitơ (N_2) hoặc ôxit Nitơ (N_2O). Quá trình cố định Nitơ (nitrogenfixation) là quá trình Nitơ trong không khí được cố định vào hệ sinh học thông qua dạng amoni. Quá trình này đòi hỏi một năng lượng đáng kể để chuyển hoá Nitơ không khí thành dạng Amon. Các prôtêin trong mùn động vật và thực vật sau đó có thể bị phân ly thành các amoni axit rồi tiếp đến phân huỷ thành amoni và các dạng nitơ vô cơ trong nước đi vào hệ sinh vật rồi cuối cùng chuyển hoá về dạng Nitơ vô cơ.

Các ion NO_3^- trong nước thải chảy ra sông và biển ở hàm lượng lớn, chúng sẽ kích thích sự phát triển của động vật thủy sinh. Sau khi chết xát của chúng sẽ gây ô nhiễm nguồn nước. Nitơ và Photpho là hai yếu tố gây ảnh hưởng đến môi trường nước ngọt. Nếu nồng độ NO_3^- tăng lên nhưng Photpho không tăng, hoặc nồng độ Photpho tăng lên nhưng nồng độ Nitơ không tăng thì sẽ không làm cho thực vật phát triển.

❖ Nguồn gốc ô nhiễm amoni trong nước ngầm

Có nhiều nguyên nhân dẫn đến trình trạng nhiễm bản amoni và các chất hữu cơ trong nước ngầm nhưng một trong những nguyên nhân chính là do việc sử dụng quá mức lượng phân bón hữu cơ, thuốc trừ sâu, hoá chất, thực vật đã gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến nguồn nước, hoặc do quá trình phân huỷ các hợp chất hữu cơ và các chất trên càng làm đẩy nhanh quá trình nhiễm amoni trong nước ngầm. Ngoài ra mức độ ô nhiễm còn phụ thuộc vào loại hình canh tác của từng khu vực.

➤ Do cấu tạo địa chất và lịch sử hình thành địa tầng

Kết quả của những hoạt động địa chất (xóa mòn, xâm thực...) đã hình thành lên tầng chứa nước cuội sỏi Đệ Tứ. Đây là nguồn nước chính được khai thác cung cấp nước sinh hoạt cho các hoạt động sống của con người. Tầng Đệ Tứ bao gồm nhiều loại kiến tạo với các loại trầm tích khác nhau về nguồn gốc. Nhưng nhìn chung các tầng này đều có chứa các hạt than bùn, đất có lẫn các hợp chất hữu cơ. Khả năng duy chuyển chất bản vào tầng nước có liên quan chặt chẽ đến thành phần hạt. Hạt càng khô tính lưu thông càng lớn, khả năng hấp thụ nhỏ, các chất bản duy chuyển dễ dàng, hạt mịn thì ngược lại.

Do quá trình khai thác nước ngày càng mở rộng đã kéo theo giải phóng các hợp chất của N được phát sinh ngay trong lớp đất bùn chứa nhiều chất hữu cơ bị phân huỷ, điều này dẫn đến hàm lượng N trong nước ngầm tăng lên.

➤ *Do sự tồn tại của nguồn ô nhiễm nằm ở phía trên mặt đất*

Trong nhiều năm qua cùng với sự phát triển của đời sống xã hội, sự phát triển của công nghiệp và nông nghiệp chúng ta đã thải vào môi trường một lượng lớn chất thải, mà trong đó cả nước thải sản xuất và nước thải sinh hoạt đều có hàm lượng chất hữu cơ gây ô nhiễm sinh học cao.

Trình trạng khoan khai thác nước một cách tùy tiện của tư nhân hiện nay rất phổ biến. Giếng được khoan có độ sâu từ 25 m đến 30 m là nguồn gốc tạo ra các cửa sổ thủy văn đưa chất nhiễm bẩn xuống nước ngầm. Ngoài ra việc khai thác nước ngầm với khối lượng lớn mà lượng nước mới không kịp bổ xung và đã tạo ra các phễu hạ thấp mực nước, điều này cũng góp phần làm cho chất bẩn xâm nhập nhanh hơn. Để bù đắp lượng nước ngầm bị khai thác, quá trình xâm thực tự nhiên được đẩy mạnh, nước ngầm được bổ xung bằng việc thấm từ nguồn nước mặt xuống. Đây chính là nguyên nhân của sự gia tăng nồng độ các chất ô nhiễm trong nước ngầm bởi các chất có nguồn gốc nhân tạo. Do việc phóng thải một lượng lớn các chất thải, nước thải có chứa nhiều hợp chất Nitơ hoà tan trong nước đã dẫn đến sự gia tăng nồng độ các chất Nitơ trong nước bề mặt, ví dụ sản phẩm của quá trình Urê hoá, amoni và muối amon từ phân bón, từ quá trình thối rửa và từ dây chuyền sinh học cũng như từ nước thải sinh hoạt và nước thải công nghiệp... Các chất này theo nước mặt thấm xuyên từ trên xuống hoặc thấm qua sườn các con sông, xâm nhập vào nước ngầm dẫn tới trình trạng tăng nồng độ amoni trong nước ngầm.

➤ *Do chiều dày đới thông khí*

Khi chiều dày đới thông khí (hay chiều dày đường thấm) càng nhỏ khả năng xâm nhập các chất bẩn vào tầng chứa nước càng nhiều. Nhưng riêng đối với hợp chất nitrat và nitrit thì chiều dày đới thông khí lớn, quá trình nitrat hoá diễn ra thuận lợi, còn chiều dày đới thông khí nhỏ quá trình nitrat hoá yếu hơn.

Đối với thực tế trong điều kiện đới thông khí càng dày khi đó hàm lượng oxy xâm nhập từ khí quyển và các nguồn khác trên mặt đất vào đới thông khí sẽ lớn,

thúc đẩy các điều kiện thuận lợi cho sự phát triển của vi khuẩn hiếu khí. Khi đó quá trình nitrat hoá xảy ra và làm tăng hàm lượng NO_2^- và NO_3^- .

➤ *Do độ dốc thủy lực lớn*

Những nơi có cường độ dòng chảy mạnh làm tăng khả năng xâm nhập của các chất ô nhiễm vào nước ngầm. Những khu vực nằm dưới độ dốc cao thường có hàm lượng ô nhiễm nặng hơn những vùng có độ dốc thấp. Điều này phù hợp với qui luật vận động tự nhiên của vật chất.

1.2.2. Ảnh hưởng của amoni đối với sức khỏe con người

Amoni thật ra không gây ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người, nhưng trong quá trình khai thác, lưu trữ và xử lý... Amôni được chuyển hoá thành nitrit (NO_2^-) và nitrat (NO_3^-) là những chất có tính độc hại tới con người, vì nó có thể chuyển hoá thành Nitrosamin có khả năng gây ung thư cho con người. Chính vì vậy qui định nồng độ nitrit cho phép trong nước sinh hoạt là khá thấp.

Như vậy ở trong nước ngầm amoni không thể chuyển hoá được do thiếu oxy, khi khai thác lên vi sinh vật trong nước nhờ oxy trong không khí chuyển amoni thành nitrit (NO_2^-) và nitrat (NO_3^-) tích tụ trong thức ăn. Khi ăn uống nước có chứa nitrit thì cơ thể sẽ hấp thu nitrit vào máu và chất này sẽ tranh oxy của hồng cầu làm hemoglobin mất khả năng lấy oxy, dẫn đến tình trạng thiếu máu, xanh da. Vì vậy, nitrit đặc biệt nguy hiểm đối với trẻ mới sinh dưới sáu tháng tuổi, nó có thể làm chậm sự phát triển, gây bệnh ở đường hô hấp. Đối với người lớn, nitrit kết hợp với các axit amin trong thực phẩm làm thành một họ chất nitrosami. Nitrosamin có thể gây tổn thương duy truyền tế bào, nghiên nhân gây ung thư. Những thí nghiệm cho nitrit vào trong thức ăn, thức uống của chuột, thỏ... với hàm lượng vượt ngưỡng cho phép thì thấy sau một thời gian những khối u sinh ra trong gan, phổi, vòm họng của chúng.

Các hợp chất nitơ trong nước có thể gây nên một số bệnh nguy hiểm cho người sử dụng nước. Nitrat tạo ra chứng thiếu vitamin và có thể kết hợp với các amin để tạo nên những nitrosamin là nghiên nhân gây ung thư ở người cao tuổi. Trẻ

sơ sinh đặc biệt nhạy cảm với nitrat lọt vào sữa mẹ, hoặc qua nước dùng để pha sữa. Sau khi lọt vào cơ thể, nitrat được chuyển hóa nhanh thành nitrit nhờ vi khuẩn đường ruột. Ion nitrit còn nguy hiểm hơn nitrat đối với sức khỏe con người. Khi tác dụng với các amin hay alkyl cacbonat trong cơ thể người chúng có thể tạo thành các hợp chất chứa nitơ gây ung thư.

❖ Bên cạnh đó hàm lượng NH_4^+ trong nước uống cao có thể gây một số hậu quả như sau:

- Nó có thể kết hợp với Clo tạo ra Cloramin là một chất làm cho hiệu quả khử trùng giảm đi rất nhiều so với Clo gốc.

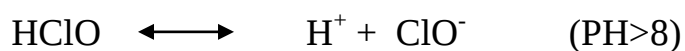
- Nó là nguồn Nitơ thứ cấp sinh ra nitrit trong nước, một chất có tiềm năng gây ung thư.

- NH_4^+ là nguồn dinh dưỡng để rêu tảo phát triển, vi sinh vật phát triển trong đường ống gây ăn mòn, rò rỉ và mất mỹ quan.

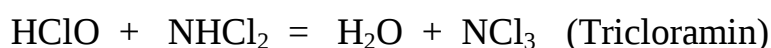
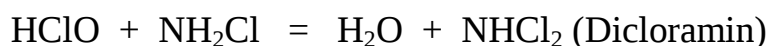
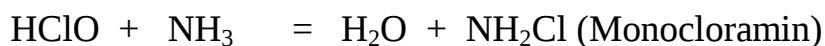
1.3. Một số phương pháp xử lý amoni

1.3.1. Phương pháp Clo hoá

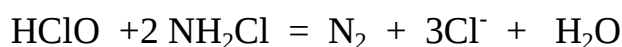
Clo gần như là chất oxi hóa mạnh có khả năng oxi hoá amoni/amoniac ở nhiệt độ phòng thành N_2 . Khi hoà tan Clo trong nước tùy theo pH của nước mà Clo có thể nằm dạng HClO hay ion ClO^- do có phản ứng theo phương trình:



Khi trong nước có NH_4^+ sẽ xảy ra các phản ứng sau:



Nếu có Clo dư sẽ xảy ra phản ứng phân huỷ các Cloramin



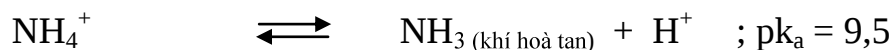
Lúc này lượng Clo dư trong nước sẽ giảm tới số lượng nhỏ nhất vì xảy ra phản ứng phân huỷ Cloramin.

Những nghiên cứu trước đây cho thấy, tốc độ phản ứng của Clo với các hợp chất hữu cơ bằng một nửa so với phản ứng với amoni. Khi amoni phản ứng gần hết, Clo dư sẽ phản ứng với các hợp chất hữu cơ có trong nước để hình thành nhiều hợp chất Clo có mùi đặc trưng khó chịu. Trong đó khoảng 15% là các hợp chất nhóm THM-trihalometan và HAA-axit axetic halogen đều là các chất có khả năng gây ung thư và bị hạn chế nồng độ nghiêm ngặt.

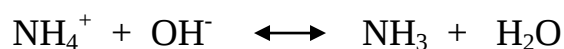
Ngoài ra với lượng Clo cần dùng rất lớn, vấn đề an toàn trở nên khó giải quyết đối với các nhà máy lớn. Đây là những lý do khiến phương pháp Clo hoá mặc dù đơn giản về mặt thiết bị, rẻ về mặt kinh tế và xây dựng cơ bản nhưng rất khó áp dụng.

1.3.2. Phương pháp kiểm hóa và làm thoáng:

Amoni ở trong nước tồn tại dưới dạng cân bằng:



Như vậy, ở pH gần 7 chỉ có một lượng rất nhỏ khí NH_3 so với ion amoni. Nếu ta nâng pH tới 9.5 tỷ lệ $[\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+] = 1$, và càng tăng pH cân bằng càng chuyển về phía tạo thành NH_3 . Khi đó nếu áp dụng các kỹ thuật sục khí hoặc thổi khí thì NH_3 sẽ bay hơi theo định luật Henry, làm chuyển cân bằng về phía phải:

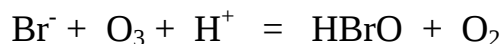


Trong thực tế PH phải nâng lên xấp xỉ 11, lượng khí cần để đuổi NH_3 ở mức 1600 m^3 không khí/ m^3 nước và quá trình phụ thuộc vào nhiệt độ của môi trường. Phương pháp này áp dụng được cho nước thải, khó có thể đưa được nồng độ NH_4^+ xuống dưới $1,5 \text{ mg/l}$ nên rất hiếm khi được áp dụng để xử lý nước cấp.

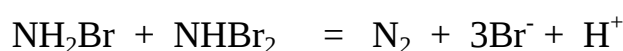
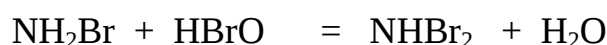
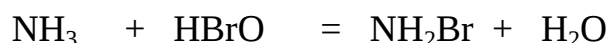
1.3.3. Phương pháp Ozon hoá với xúc tác Bromua(Br^-)

Để khắc phục nhược điểm của phương pháp Clo hoá điểm đột biến người ta có thể thay thế một số tác nhân oxi hoá khác là ozon với sự có mặt của Br^- . Về cơ

bản xử lý NH_4^+ bằng O_3 với sự có mặt của Br^- cũng diễn ra theo cơ chế giống như phương pháp xử lý dùng Clo. Dưới tác dụng của O_3 , Br^- bị oxi hoá thành BrO^- theo phản ứng sau đây:



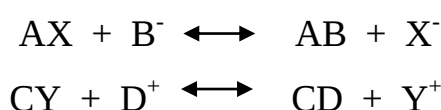
Phản ứng oxy hoá NH_4^+ được thực hiện bởi ion BrO^- giống như của ion ClO^- :



Đây chính là điểm tương đồng của hai phương pháp Clo hoá và Ozon hoá xúc tác Br^- .

1.3.4. Phương pháp trao đổi ion

Quá trình trao đổi ion là một quá trình hoá lý thuận nghịch trong đó xảy ra phản ứng trao đổi giữa các ion trong dung dịch điện ly với các ion trên bề mặt hoặc bên trong của pha rắn tiếp xúc với nó. Quá trình trao đổi ion tuân theo định luật bảo toàn điện tích, phương trình trao đổi ion được mô tả một cách tổng quát như sau:

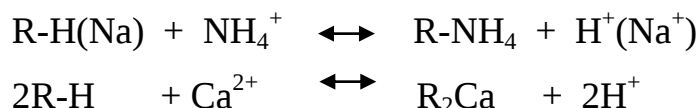


Trong đó AX là chất trao đổi anion, CY là chất trao đổi cation.

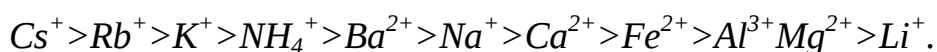
Phản ứng trao đổi là phản ứng thuận nghịch, chiều thuận được gọi là chiều trao đổi, chiều nghịch được gọi là chiều phản ứng tái sinh. Mức độ trao đổi ion phụ thuộc vào:

- Kích thước hoá trị của ion.
- Nồng độ ion có trong dung dịch.
- Bản chất của chất trao đổi ion.
- Nhiệt độ.

Nhựa trao đổi ion dạng rắn được dùng để thu những ion nhất định trong dung dịch và giải phóng vào dung dịch một lượng tương đương các ion khác có cùng dấu điện tích. Nhựa trao đổi cation (Cationit) là những hợp chất cao phân tử hữu cơ có chứa các nhóm chức có khả năng trao đổi với công thức chung là RX . Trong đó R là gốc hữu cơ phức tạp, có thể là: COOH^- , Cl^- , ... Phản ứng trao đổi cation giữa chất trao đổi và cation có trong dung dịch.



Chất trao đổi ion có thể có sẵn trong tự nhiên như các loại khoáng sét, trong đó quan trọng nhất là zeolit, các loại sợi, ... cũng có thể là chất vô cơ tổng hợp (aluminosilicat, aluminophotphat, ...) hoặc hữu cơ (nhựa trao đổi ion). Trong thực tế nhựa trao đổi ion được sản xuất và ứng dụng rộng rãi nhất. Trong nước ngầm ngoài ion amoni (thường chiếm tỉ lệ thấp so với các cation khác) còn tồn tại các cation hoá trị I và hoá trị II như Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , ... phần lớn các nhựa cation có độ chọn lọc thấp đối với ion amoni. Để ứng dụng thực tiễn cần tìm được chất trao đổi ion có độ chọn lọc cao đối với ion amoni. Trong khi đó, Zeolit đặc biệt là loại Clinoptilolit tự nhiên có thể đáp ứng được đòi hỏi trên. Clinoptilolit là loại Zeolit tự nhiên có công thức hoá học là $(\text{Na}_4\text{K}_4)\text{Al}_{20}\text{O}_{40} \cdot 20\text{H}_2\text{O}$, độ lớn mao quản nằm trong khoảng $3-8\text{\AA}$, độ xốp khoảng 34%. Độ chọn lọc của Clinoptilolit đối với ion amoni tuân theo thứ tự:



Từ dãy chọn lọc này cho thấy hầu hết các cation có mặt trong nước tự nhiên như: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ đều có tính chọn lọc kém hơn so với amoni và tính chọn lọc của amoni gần ngang với Kali.

1.3.5. Phương pháp sinh học

Ở phương pháp sinh học bao gồm hai quá trình nối tiếp nhau là nitrat hoá và khử nitrat hoá như sau:

a) Quá trình nitrat hoá:

Quá trình chuyển hoá về mặt hoá học được viết như sau:



Phương trình tổng:



Đầu tiên, amoni được oxy hóa thành các nitrit nhờ các vi khuẩn *Nitrosomonas*, *Nitrosospire*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus*. Sau đó các ion nitrit bị oxy hóa thành nitrat nhờ các vi khuẩn *Nitrobacter*, *Nitrospina*, *Nitrococcus*. Các vi khuẩn nitrat hóa *Nitrosomonas* và *Nitrobacter* thuộc loại vi khuẩn tự dưỡng hóa năng. Năng lượng sinh ra từ phản ứng nitrat hóa (Nitơ amoni là chất nhường điện tử) được vi khuẩn sử dụng trong quá trình tổng hợp tế bào. Nguồn cacbon để sinh tổng hợp ra các tế bào vi khuẩn mới là cacbon vô cơ (HCO_3^- là chính). Ngoài ra chúng tiêu thụ mạnh O_2

Quá trình trên thường được thực hiện trong bể phản ứng sinh học với lớp bùn dính bám trên các vật liệu mang - giá thể vi sinh. Vận tốc quá trình oxy hóa nitơ amoni phụ thuộc vào tuổi thọ bùn (màng vi sinh vật), nhiệt độ, pH của môi trường, nồng độ vi sinh vật, hàm lượng nitơ amoni, oxy hòa tan, vật liệu lọc... Các vi khuẩn nitrat hóa có khả năng kết hợp thấp, do vậy việc lựa chọn vật liệu lọc nơi các màng vi sinh vật dính bám cũng có ảnh hưởng quan trọng đến hiệu suất làm sạch và sự tương quan sản phẩm của phản ứng sinh hóa. Sử dụng vật liệu mang phù hợp làm giá thể cố định vi sinh cho phép giữ được sinh khối trên giá thể, tăng

tuổi thọ bùn, nâng cao và ổn định hiệu suất xử lý trong cùng một khối tích công trình cũng như tránh được những sốc do thay đổi điều kiện môi trường.

b) Quá trình khử nitrat hoá:

Để loại bỏ nitrat trong nước, sau công đoạn nitrat hóa amoni là khâu khử nitrat sinh hóa nhờ các vi sinh vật dị dưỡng trong điều kiện thiếu khí (anoxic). Nitrit và nitrat sẽ chuyển thành dạng khí N_2 .

Quá trình khử nitrat hoá là tổng hợp của bốn phản ứng nối tiếp nhau:



Quá trình này đòi hỏi nguồn cơ chất (chất cho điện tử) chúng có thể là chất hữu cơ (phổ biến là axit axetic), H_2 và S. Khi có mặt đồng thời NO_3^- và các chất cho điện tử, chất cho điện tử bị oxi hoá, đồng thời NO_3^- nhận điện tử và khử về N_2 .

Vi khuẩn khử tham gia vào quá trình khử nitrat bao gồm: *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Methanomonas*, *Paracoccus*, *Spirillum*, *Thiobacillus*, ...

Để thực hiện phương pháp này, người ta cho nước qua bể lọc kỵ khí với vật liệu lọc, nơi dính bám và sinh trưởng của vi sinh vật khử nitrat. Quá trình này đòi hỏi nguồn cơ chất - chất cho điện tử. Chúng có thể là chất hữu cơ, H_2S , vv... Nếu trong nước không có oxy nhưng có mặt các hợp chất hữu cơ mà vi sinh hấp thụ được, trong môi trường anoxic, khi đó vi khuẩn dị dưỡng sẽ sử dụng NO_3^- như nguồn oxy để oxy hóa chất hữu cơ (chất nhường điện tử), còn NO_3^- (chất nhận điện tử) bị khử thành khí nitơ.

Vi khuẩn thu năng lượng để tăng trưởng từ quá trình chuyển hoá NO_3^- thành khí N_2 và cần có nguồn cacbon để tổng hợp tế bào. Do đó khi khử NO_3^- sau quá trình nitrat hóa mà thiếu các hợp chất hữu cơ chứa cacbon thì phải đưa thêm các chất này vào nước. Hiện nay, người ta thường sử dụng khí tự nhiên (chứa metan), rượu, đường, cồn, dấm, axetat natri, vv... Axetat natri là một trong những hoá chất thích hợp nhất.

Đây là phương pháp xử lý amoni được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu và cũng cho được nhiều kết quả khả quan. Mặc dù xử lý sinh học cũng được thực hiện bằng nhiều quá trình vật lý, hoá học và hoá lý nhưng phương pháp sinh học lại mang một ý nghĩa hoàn toàn khác và ngày càng trở nên quan trọng. Phương pháp vi sinh xuất phát từ những tính năng của nó như xử lý dễ dàng các sản phẩm trong nước, không gây ô nhiễm thứ cấp đồng thời cho ra sản phẩm nước với một chất lượng hoàn toàn bảo đảm sạch về mặt hoá chất độc hại và ổn định về hoạt tính sinh học, chất lượng cao (cả về mùi, vị và tính ăn mòn) .

1.4. Phương pháp hấp phụ

Hấp phụ là phương pháp tách các chất, trong đó các cấu tử từ hỗn hợp lỏng hoặc khí hấp phụ trên bề mặt xốp, rắn.

Chất hấp phụ là các vật liệu có bề mặt xốp, trên đó xảy ra sự hấp phụ.

Chất bị hấp phụ là các chất bị hút, được tích lũy trên bề mặt chất hấp phụ.

Pha mang là hỗn hợp tiếp xúc với chất hấp phụ.

Quá trình giải hấp là quá trình đẩy chất bị hấp phụ ra khỏi bề mặt chất hấp phụ. Khi quá trình hấp phụ đạt trạng thái cân bằng thì tốc độ hấp phụ bằng tốc độ giải hấp.

Tải trọng hấp phụ cân bằng biểu thị khối lượng chất bị hấp phụ trên một đơn vị khối lượng chất hấp phụ tại trạng thái cân bằng, dưới các điều kiện nồng độ và nhiệt độ cho trước

$$q = \frac{(C_i - C_f) \cdot V}{m} \quad (1.1)$$

V : Thể tích dung dịch

m : Khối lượng chất hấp phụ

C_i : Nồng độ dung dịch đầu

C_f : Nồng độ dung dịch khi đạt cân bằng hấp phụ

➤ **Mô hình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir**

Mô tả quá trình hấp phụ một lớp đơn phân tử trên bề mặt của vật rắn. Phương trình Langmuir được thiết lập với giả thiết sau:

Các phân tử được hấp phụ đơn lớp phân tử trên bề mặt chất hấp phụ (tiểu phân bị hấp phụ liên kết với bề mặt tại mỗi trung tâm xác định).

Sự hấp phụ chọn lọc (mỗi trung tâm chỉ hấp phụ một tiểu phân).

Giữa các phân tử chất hấp phụ không có tương tác qua lại với nhau.

Bề mặt chất hấp phụ đồng nhất về mặt năng lượng, tức sự hấp phụ xảy ra trên bất kỳ chỗ nào thì nhiệt hấp phụ vẫn là giá trị không đổi hay trên bề mặt chất hấp phụ không có trung tâm hoạt động.

Phương trình đẳng nhiệt Langmuir:

$$q = q_{\max} \cdot \frac{bC_1}{1 + bC_1}$$

Trong đó:

q : Tải trọng hấp phụ tại thời điểm cân bằng (mg/g)

$q_{\max}$: Tải trọng hấp phụ cực đại (mg/g)

b : Hằng số chỉ ái lực của vị trí liên kết trên bề mặt chất hấp phụ

Khi $b.C_1 \ll 1$ thì $q = q_{\max} \cdot b.C_1$ mô tả vùng hấp phụ tuyến tính

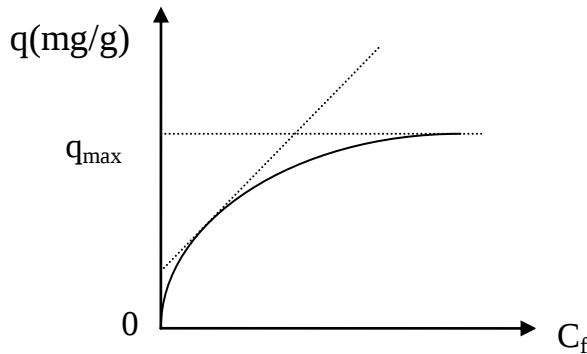
Khi $b.C_1 \gg 1$ thì $q = q_{\max}$ mô tả vùng hấp phụ bão hòa

Khi nồng độ chất hấp phụ nằm giữa 2 giới hạn trên thì đường đẳng nhiệt biểu diễn là một đoạn cong.

Để xác định các hằng số trong quá trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir, ta có thể sử dụng phương pháp đồ thị bằng cách đưa phương trình trên về phương trình đường thẳng:

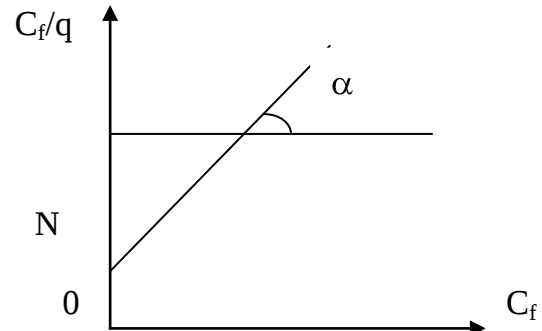
$$\frac{C_1}{q} = \frac{1}{b \cdot q_{\max}} + \frac{C_1}{q_{\max}}$$

Xây dựng đồ thị sự phụ thuộc của C_f/q vào C_1 sẽ xác định được hằng số trong phương trình của Langmuir.



Hình 1.1. Đường hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir

$$\operatorname{tg} \alpha = 1/q_{\max}$$



Hình 1.2. Sự phụ thuộc của C_f/q và C_f

$$ON = 1/b \cdot q_{\max}$$

1.5. Tổng quan về đá ong (laterit) [2]

Laterit là sản phẩm cuối cùng trong quá trình phong hóa hóa học ở vùng nhiệt đới ẩm như ở nước ta với sự tích tụ nhiều oxit và hidroxit Fe và Al (và một phần Mn, Ti). Quá trình laterit hóa thường phát triển ở các địa hình gò đồi , nơi có lớp phủ thực vật kém phát triển và kết quả thường làm cho đất thoái hóa không thể canh tác được.

Vỏ phong hóa laterit có nhiều kiểu mặt cắt khác nhau, tùy thuộc vào địa hình, đá gốc... , nhưng đặc điểm chung nhất là trong mặt cắt có đới laterit rất giàu sắt, biểu hiện của các kết vón và đá ong. Nếu vỏ phong hóa có các kết vón ở trên cùng, gọi là laterit kết vón ; còn nếu chỉ chứa đới đá ong dạng cấu trúc khung xương, gọi là laterit đá ong



Đá ong

Cấu tạo của đá ong gồm 2 bộ phận chính là khung xương và sét loang lỗ nằm trong khung. Khung có kết cấu vững chắc, dạng định hướng hoặc tổ ong, thường có màu nâu đỏ, nâu đen, đen hoặc màu rỉ sắt. Theo chiều thẳng đứng, màu sắc thay đổi từ nâu vàng, nâu đỏ ở phần dưới chuyển lên nâu đen ở mặt cắt. Độ cứng của khung cũng tăng dần theo hướng đó. Phần không gian bên trong khung là sét loang lỗ, sẫm màu. Tỷ lệ giữa phần khung và phần sét dao động từ 1 đến 1,5 và tỉ lệ này tăng từ dưới lên mặt cắt. Trong thực tế, ít khi quan sát được đầy đủ mặt cắt laterit đá ong, các vết lộ tự nhiên và nhân tạo thường chỉ đạt tới đới sét loang lỗ. Laterit dạng đá ong được hình thành trên các đá gốc khác nhau phân bố ở vùng địa hình có độ dốc nhỏ 3° - 10° nơi có lớp phủ thực vật kém phát triển

Các kết quả phân tích mẫu cho thấy các thành tạo laterit đều được đặc trưng bởi sự giàu lên của sắt và nghèo đi của silic cùng với các nguyên tố kiềm, kiềm thổ hòa tan. Nhưng ngoài xu thế đặc trưng đó thì thành phần và tính chất của các laterit có những điểm khác biệt nhau và được quyết định bởi đặc tính hóa học và lý học từ đá mẹ. Có thể phát hiện sự phụ thuộc rõ nét giữa hàm lượng Al_2O_3 với thành phần đá gốc. Các laterit hình thành trên đá mafic có hàm lượng Al_2O_3 cao nhất (20-30%), thấp nhất là trên trầm tích lục nguyên (12-15%); trên đá phiến kết tinh, Al_2O_3 từ 14-25%. Hàm lượng Fe_2O_3 khác nhau tùy thuộc vào điều kiện địa

hình và dao động trong khoảng 25-50%. SiO_2 chiếm tỷ lệ thấp trong laterit của đá mafic (4-7%). Trong đá phiến kết tinh và trầm tích lục nguyên hàm lượng SiO_2 dao động trong khoảng rộng, từ 26- 55 %.

Thành phần hóa học nêu trên đặc trưng chung cho cả đới laterit. Tuy nhiên, đối với laterit đá ong, thành phần của vỏ khung và nhân sét khác xa nhau, đặc biệt là Fe_2O_3 , còn Al_2O_3 khá ổn định. Trong vỏ khung, hàm lượng Fe_2O_3 thường cao hơn trong phần ruột sét 5-10 lần, kéo theo sự chênh lệch của các hợp phần khác, đặc biệt là SiO_2 . Hàm lượng Al_2O_3 giữa vỏ khung và nhân sét gần như tương đương.



Bảng 1.1: Thành phần cấu trúc của laterit tự nhiên

TP	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O
%	40.69	32.14	14.83	0.14	0.18	0.33

CHƯƠNG II : THỰC NGHIỆM

2.1. Mục tiêu và nội dung nghiên cứu của luận văn

2.1.1. Mục tiêu nghiên cứu

Biến tính đá ong để chế tạo vật liệu hấp phụ.

Tìm được điều kiện tối ưu của các quá trình, từ đó chứng tỏ khả năng tách loại amoni trong nước bằng đá ong biến tính.

2.1.2. Nội dung nghiên cứu

Biến tính đá ong bằng phương pháp nhiệt và ngâm tẩm vật liệu.

Khảo sát các điều kiện tối ưu cho sự hấp phụ amoni trong nước bằng đá ong biến tính :

- Khảo sát ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu.
- Khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu.
- Xác định tải trọng hấp phụ của vật liệu đá ong biến tính.
- Khảo sát khả năng giải hấp và tái sử dụng của vật liệu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Từ phân tích so sánh các kết quả nghiên cứu được tìm ra điều kiện tối ưu cho sự hấp phụ amoni trong nước.

2.2.1. Phương pháp tổng hợp vật liệu

Điều chế Mangan đioxit kích cỡ nanomet, sử dụng phương pháp tạo keo trên cơ sở nguyên lý bottom - up (từ dưới lên trên) nghĩa là lắp ghép những hạt cỡ phân tử hay nguyên tử lại để thu được hạt có kích thước nano. Sau đó phủ lên đá ong (Laterit) bằng phương pháp ngâm tẩm .

➤ **Chuẩn bị vật liệu :**

a, Chuẩn bị đá ong (Laterit)

Bước 1: Biến tính Laterit:

Laterit tự nhiên được nung ở 900°C để thành phần sét trong đó được thiêu kết hết, đảm bảo là chất hấp phụ có độ bền cơ học cao. Sau đó đem nghiền nhỏ, rây lấy cỡ hạt có kích thước 0,5 -1 mm rồi rửa sạch và sấy khô ở nhiệt độ 105°C trong 8h ta thu được laterit biến tính nhiệt.

Bước 2: Hoạt hóa Laterit biến tính nhiệt:

Cân 150g Laterit đã biến tính nhiệt ở trên ngâm trong dung dịch axit HCl 2M trong thời gian 2 giờ. Sau đó chất bỏ lượng axit dư rồi ngâm tiếp trong dung dịch NaOH 2M trong thời gian 1 giờ. Rửa sạch vật liệu bằng nước cất trung tính cho hết kiềm rồi đem sấy khô.

b, Tổng hợp Mangan đioxit kích cỡ nanomet phủ trên Laterit:

Lấy 50ml nước và 50ml cồn tuyệt đối ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) cho vào cốc 250 ml, khuấy đều trên máy khuấy từ. Sau đó cho tiếp vào cốc 8ml dung dịch KMnO_4 0,1 M, khuấy đều. Nhỏ rất từ từ dung dịch H_2O_2 5% vào cốc cho đến khi toàn bộ dung dịch chuyển sang màu nâu đen trong suốt thì dừng lại (hết khoảng 6ml dung dịch H_2O_2 5%).

Cân 100 gam Laterit biến tính nhiệt đã được hoạt hóa ở trên cho vào ngâm trong dung dịch vừa điều chế được. Tiến hành ngâm tẩm vật liệu 3 lần, và phơi khô tự nhiên. Sau đó tiến hành rửa sạch muối trên bề mặt vật liệu (sử dụng phễu lọc và bơm hút chân không). Cuối cùng đem sấy khô vật liệu ở 105°C trong 2 giờ,

2.2.2. Phương pháp xác định amoni trong nước

2.2.2.1. Nguyên tắc xác định

Năm 1856, J.Nessler đã lần đầu tiên đề xuất phương pháp xác định amoni bằng phương pháp so màu với dung dịch kiềm thủy ngân (II) iotidit. Khi thuốc thử nessler được thêm vào dung dịch amoni thì amoni tự do trong dung dịch sẽ phản ứng rất nhanh với tác nhân này, tuy nhiên không phải toàn bộ lượng amoni tự do đều đã phản ứng ngay lập tức do vậy cần có một thời gian để các hạt keo màu vàng được tạo thành hoàn toàn.

Ion sắt, mangan... trong mẫu cũng tạo phức màu vàng với thuốc thử nessler do vậy cần phải cho dung dịch NatriKalitactrat vào để che các ion này.

Phản ứng với thuốc thử Nessler, dung dịch kiềm của kali tetraiodo thủy ngân, với amoni :



2.2.2.2. Hóa chất

+ Dung dịch chuẩn :

Hòa tan 0,2965g NH_4Cl tinh khiết hóa học đã sấy khô đến khối lượng không đổi ở $105-110^\circ\text{C}$ trong 2 giờ bằng nước cất 2 lần trong bình định mức dung tích 100ml thêm nước cất đến vạch mức và thêm 1ml clorofoc (để bảo vệ) cho vào bình định mức 100ml, thêm 1 ml clorofoc để bảo vệ, được dung dịch có $C_{\text{NH}_4^+} = 1000\text{mg/l}$.

Từ bình định mức trên lấy 1ml cho vào bình định mức 100ml, được dung dịch chuẩn có $C = 10\text{mg/l}$.

+ Dung dịch đệm:

Dung dịch xenhet: hòa tan 50g KaliNatritactrat ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) trong nước cất và định mức đến 100ml (đun nóng để hòa tan). Dung dịch cần lọc, sau đó thêm 5ml dung dịch NaOH 10% và đun nóng một thời gian để đuổi hết NH_3 , thể tích dung dịch sau khi đun còn 100ml.

+ Thuốc thử :

Thuốc thử nessler:

- Dung dịch A: Cân chính xác 3,6 g KI hòa tan bằng nước cất sau đó chuyển vào bình định mức dung tích 100ml. Cân tiếp 1,355g HgCl_2 cho vào bình trên lắc kỹ, thêm nước cất vừa đủ 100ml.

- Dung dịch B: hòa tan 50g NaOH vào 100ml nước cất.

Trộn hỗn hợp A và B theo tỉ lệ A:B là 100ml dung dịch A và 30ml dung dịch B, lắc đều gạn lấy phần trong.

2.2.2.3. Xây dựng đường chuẩn Amoni:

Để dựng đường chuẩn amoni ta tiến hành như sau:

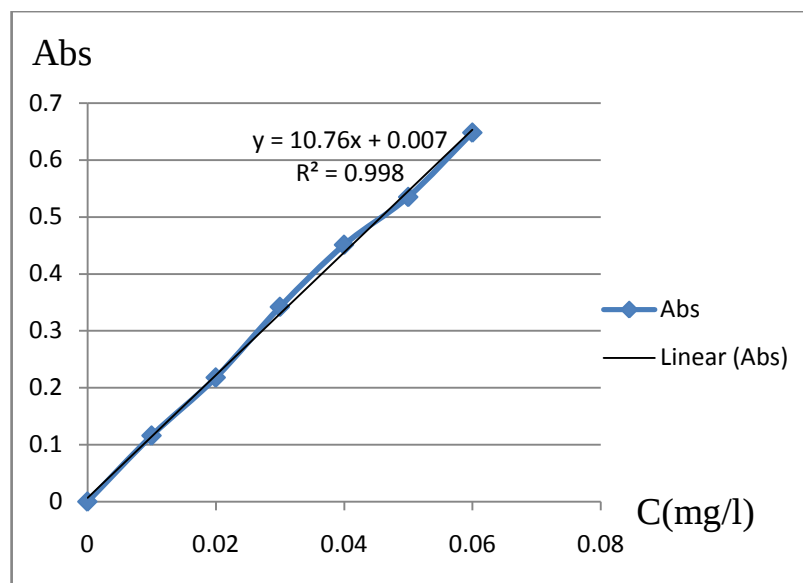
Lấy vào các cốc 100ml lượng dung dịch chuẩn NH_4^+ (10mg/l), nước cất, xenhet, nessler như bảng 2:

Bảng 2.1 : Bảng thể tích các dung dịch sử dụng để xây dựng đường chuẩn amoni

STT	1	2	3	4	5	6	7
NH_4^+ (ml)	0	1	2	3	4	5	6
Nước cất (ml)	30	29	28	27	26	25	24
0,5ml Xenhet , 1ml Nessler							
Hàm lượng NH_4^+ (mg)	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
ABS	0	0,116	0,218	0,342	0,451	0,535	0,648

Sau khi cho vào cốc với hàm lượng dung dịch như trên , khuấy đều , để yên 10 phút rồi đem đo quang ở bước sóng 425nm.

Hình 2.1: Đồ thị biểu diễn đường chuẩn Amoni



2.3. Khảo sát các điều kiện tối ưu hấp phụ amoni của vật liệu:

2.3.1. Khảo sát ảnh hưởng pH đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu:

Để khảo sát ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ của vật liệu tiến hành thí nghiệm như sau:

Bước 1: Chuẩn bị 7 bình tam giác thủy tinh loại 100ml. Cân chính xác 1g vật liệu vào mỗi bình.

Bước 2: Dùng pipet hút 50ml dung dịch amoni chuẩn (10mg/l) cho vào mỗi bình. Tiến hành điều chỉnh pH từ 3 ÷ 9.

Bước 3 : Sau đó đặt các bình tam giác vào máy lắc, đem lắc trong thời gian 4 giờ.

Bước 4 : Lọc lấy dung dịch sau khi lắc, xác định lại nồng độ amoni trong dung dịch. Tiến hành đo Abs. Dựa vào đường chuẩn ta xác định được khối lượng còn lại của Amoni sau khi hấp phụ.

2.3.2. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu

Tiếp tục tìm các điều kiện tối ưu cho quá trình hấp phụ của vật liệu. Tiến hành khảo sát thời gian cân bằng hấp phụ như sau:

Bước 1: Chuẩn bị 6 bình tam giác 100ml, cân 1g vật liệu cho vào mỗi bình.

Bước 2: Hút 50ml dung dịch amoni chuẩn (10mg/l) cho vào mỗi bình tam giác ở trên, điều chỉnh về giá trị pH tối ưu đã khảo sát ở trên.

Bước 3: Tiến hành lắc, sau các khoảng thời gian 15 , 30, 45, 60, 75, 90 phút lấy ra đem lọc và xác định nồng độ amoni còn lại.

2.3.3. Khảo sát ảnh hưởng của nồng độ amoni đầu vào đến khả năng hấp phụ của vật liệu

Bước 1: Chuẩn bị 10 bình tam giác 100ml thêm vào đó 50ml dung dịch NH_4^+ với các nồng độ khác nhau, điều chỉnh pH ở điều kiện tối ưu.

Bước 2: Cho vào mỗi bình 1g vật liệu và tiến hành lắc trong thời gian 1 giờ.

Bước 3: Tiến hành xác định nồng độ còn lại của NH_4^+ sau khi hấp phụ.

2.3.4. Khảo sát khả năng giải hấp – tái sinh của vật liệu

Bước 1: Cho vào bình tam giác 50ml dung dịch amoni chuẩn (10mg/l) , cân 1g vật liệu cho vào bình, đem lắc trong thời gian 1 giờ.

Bước 2: Xác định nồng độ NH_4^+ còn lại trong dung dịch sau khi hấp phụ. Từ đó tính được lượng amoni đã bị hấp phụ.

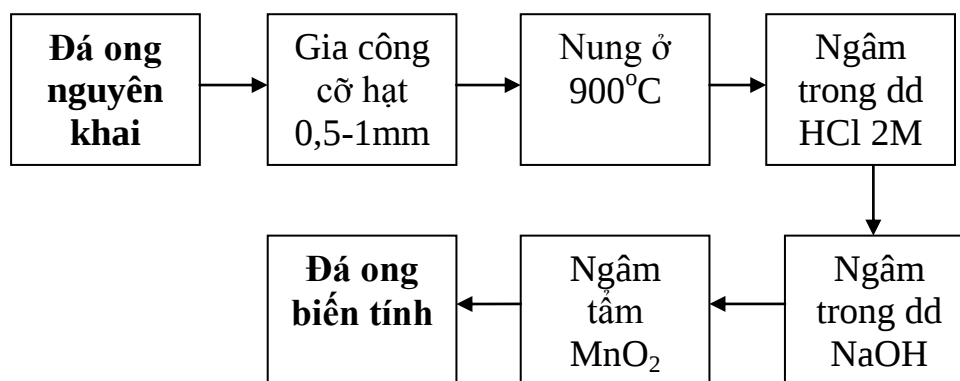
Bước 3: Tiến hành giải hấp bằng dung dịch NaOH 1M. Cho 50ml dung dịch NaOH 1M vào bình chứa 1g vật liệu vừa hấp phụ, đem lắc trong 1 giờ. Sau đó đem đo lượng amoni đã bị giải hấp trong dung dịch. Tiếp tục tiến hành như trên cho đến khi lượng amoni được giải hấp hết. Ghi lại kết quả và tính được hiệu suất của quá trình giải hấp.

Bước 4: Tiến hành khảo sát khả năng tái sinh của vật liệu. Dem vật liệu vừa giải hấp cho vào bình tam giác chứa 50ml dung dịch amoni có nồng độ 10mg/l. Lắc trong 1 giờ, xác định lượng amoni còn lại trong dung dịch.

CHƯƠNG III : KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

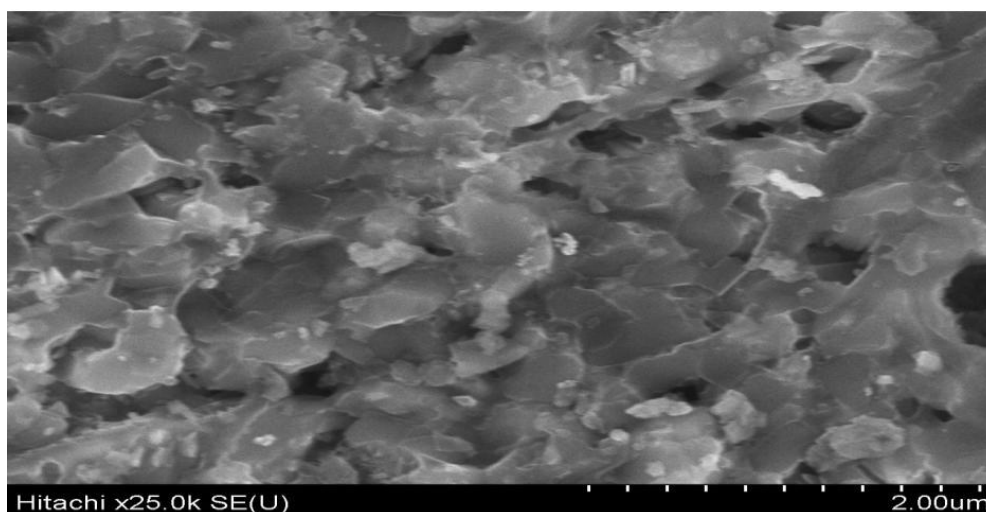
3.1. Kết quả biến tính vật liệu

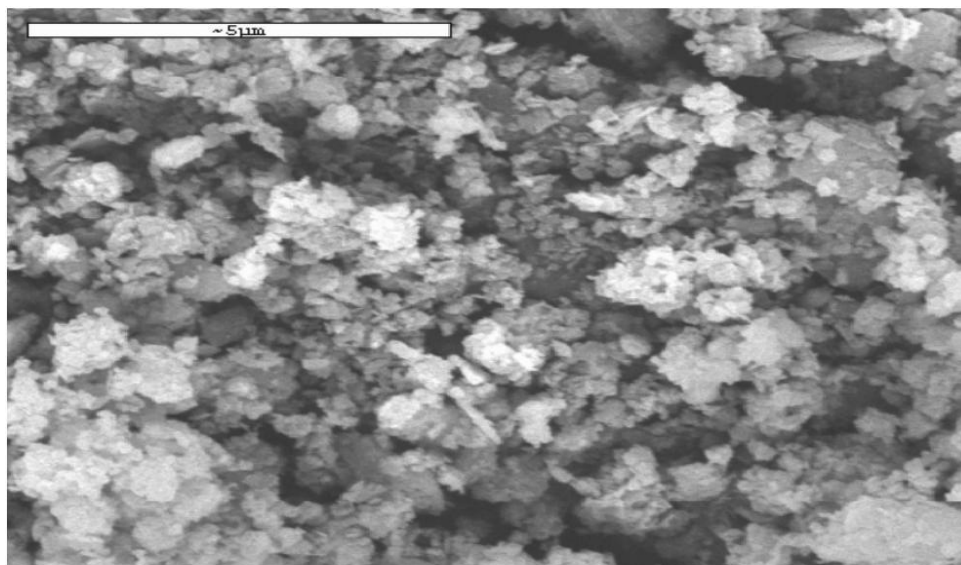
Quy trình biến tính chế tạo vật liệu hấp phụ



Vật liệu sau khi biến tính được chụp bề mặt trên kính hiển vi điện tử quét SEM, thu được kết quả: bề mặt vật liệu đá ong biến tính có rất nhiều khe hổng và lỗ xốp, bề mặt xốp hơn rất nhiều so với bề mặt đá ong nguyên khai. Trên bề mặt vật liệu biến tính còn xuất hiện các hạt MnO₂ có kích thước rất nhỏ được cố định trên các khe, lỗ của vật liệu, các hạt này sẽ đóng vai trò làm tâm hấp phụ, làm tăng hoạt tính hấp phụ amoni của vật liệu.

Hình 3.1 : Hình ảnh bề mặt đá ong nguyên khai



Hình 3.2 : Bề mặt đá ong sau khi biến tính

3.2. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu

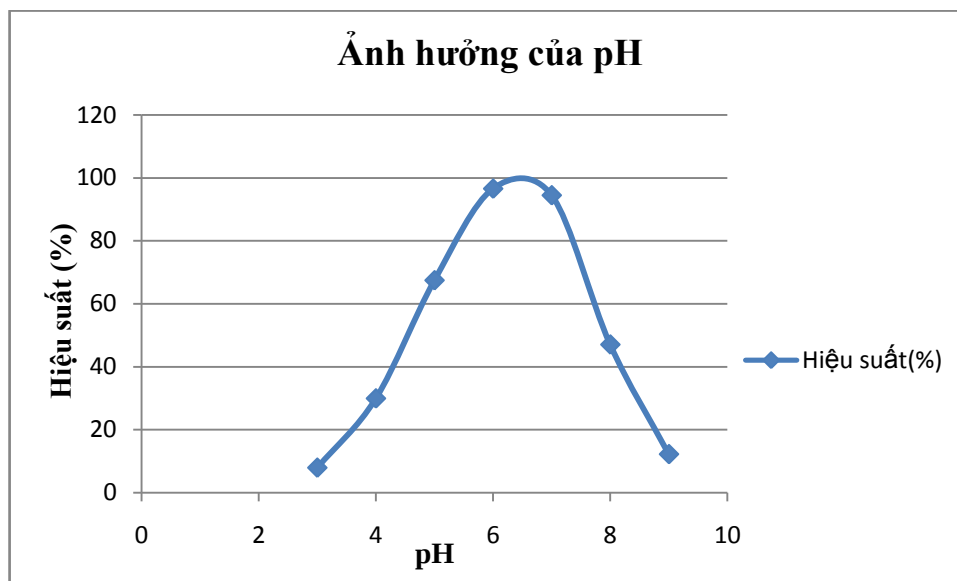
Nước thải thường có pH rất khác nhau tùy theo đặc trưng của nguồn thải. Vật liệu khi ứng dụng để xử lý nước thải, pH là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hấp phụ của vật liệu. Để sử dụng vật liệu đạt hiệu suất cao cần tiến hành khảo sát ảnh hưởng của pH để tìm pH tối ưu cho việc sử dụng vật liệu.

Kết quả thực nghiệm nghiên cứu sự ảnh hưởng của pH đến khả năng hấp phụ amoni của vật liệu hấp phụ được trình bày ở bảng 3.1:

Bảng 3.1: Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của pH

STT	pH	Nồng độ NH_4^+ ban đầu (mg/l)	Nồng độ NH_4^+ sau hấp phụ (mg/l)	Hiệu suất (%)
1	3	10	9,20	8
2	4	10	7,00	30
3	5	10	3,25	67,5
4	6	10	0,40	96
5	7	10	0,55	94,5
6	8	10	5,29	47,1
7	9	10	8,77	12,3

Hình 3.3: Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của pH



Nhận xét: Từ kết quả trên ta thấy: tại giá trị pH = 6 vật liệu đá ong biến tính hấp phụ amoni tốt nhất.

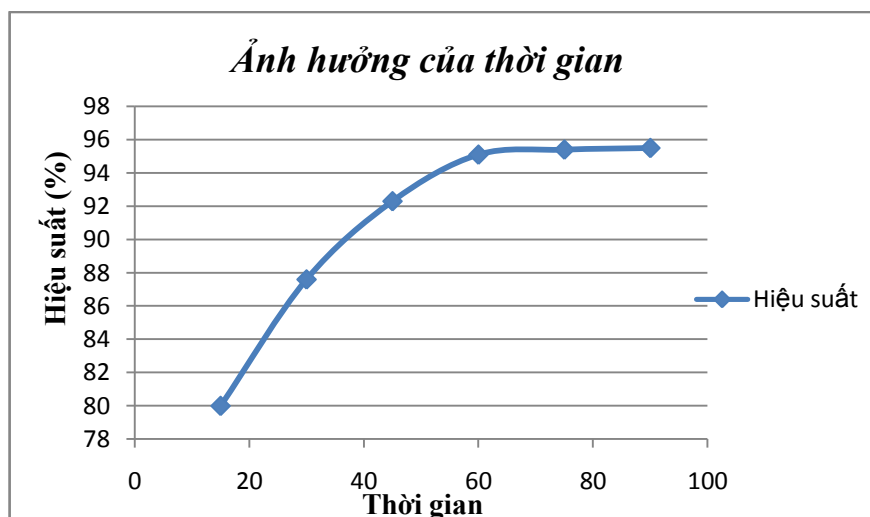
3.3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của thời gian đến quá trình hấp phụ NH_4^+ của vật liệu

Kết quả thực nghiệm nghiên cứu sự ảnh hưởng của thời gian đến quá trình hấp phụ NH_4^+ của vật liệu được trình bày ở bảng 3.2:

Bảng 3.2 : Kết quả nghiên cứu sự ảnh hưởng của thời gian

STT	Thời gian (phút)	Nồng độ NH_4^+ ban đầu (mg/l)	Nồng độ NH_4^+ sau hấp phụ (mg/l)	Hiệu suất (%)
1	15	10	2	80
2	30	10	1,24	87,6
3	45	10	0,77	92,3
4	60	10	0,49	95,1
5	75	10	0,46	95,4
6	90	10	0,45	95,5

Hình 3.4: Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của thời gian



Từ kết quả của bảng 3.2 cho thấy: quá trình hấp phụ NH_4^+ bằng vật liệu đá ong biến tính đạt hiệu suất khá cao (95,1%) sau khoảng thời gian là 60 phút. Sau 75 phút hiệu suất tăng không đáng kể nên chọn thời gian hấp phụ tối ưu cho các thí nghiệm tiếp theo là 60 phút.

3.4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ amoni đầu vào đến khả năng hấp phụ của vật liệu

Sau khi đã khảo sát ảnh hưởng của pH và ảnh hưởng của thời gian tiếp tục tiến hành khảo sát ảnh hưởng của nồng độ NH_4^+ đến khả năng hấp phụ của vật liệu ở pH = 6, trong thời gian 1 giờ.

Kết quả thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của nồng độ NH_4^+ đến khả năng hấp phụ của vật liệu hấp phụ đá ong biến tính được trình bày ở bảng 3.3.

Kết quả biểu diễn dựa trên phương trình hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir được trình bày trên đồ thị hình 3.5. Từ đồ thị xác định được giá trị tải trọng hấp phụ cực đại $q_{\max}$ của vật liệu hấp phụ đối với NH_4^+ .

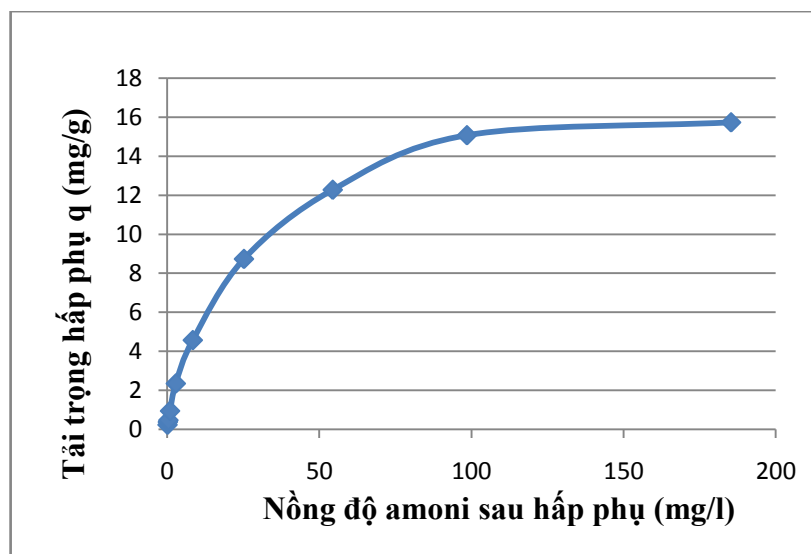
Bảng 3.3: Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ đầu vào NH_4^+

STT	C_0 (mg/l)	C_f (mg/l)	q (mg/g)	C_f/q
1	5	0,12	0,244	0,492
2	8	0,23	0,388	0,592
3	10	0,42	0,479	0,877
4	20	0,95	0,952	0,997
5	50	2,85	2,357	1,208
6	100	8,45	4,578	1,841
7	200	25,25	8,737	2,889
8	300	54,56	12,279	4,431
9	400	98,54	15,073	6,537
10	500	185,55	15,732	11,781

(C_0 : nồng độ NH_4^+ đầu vào; C_f : nồng độ NH_4^+ sau hấp phụ)

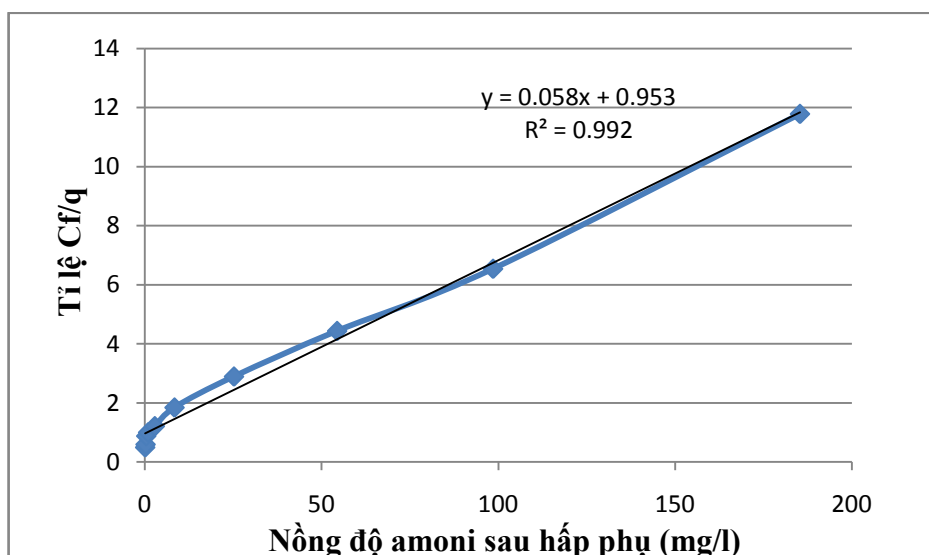
Từ kết quả bảng ta vẽ đồ thị biểu diễn được kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ NH_4^+ đầu vào đến khả năng hấp phụ của vật liệu.

Hình 3.5: Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của nồng độ NH_4^+ đầu vào



Kết quả thực nghiệm cho thấy khi nồng độ NH_4^+ tăng thì tải trọng hấp phụ của vật liệu cũng tăng dần. Dựa vào số liệu thực nghiệm thu được, vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc C_f/q và C_f theo lý thuyết hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir của vật liệu hấp phụ đá ong biến tính được mô tả như hình 3.6.

Hình 3.6: Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của C_f/q vào C_f



Sự phụ thuộc của C_f/q vào C_f được mô tả như phương trình :

$$y = 0,058x + 0,953$$

Ta có $\text{tg}\alpha = 1/q_{\max} \rightarrow q_{\max} = 1/\text{tg}\alpha = 1/0,058 = 17,24 \text{ (mg/g)}$

Như vậy, tải trọng hấp phụ cực đại của vật liệu đối với NH_4^+ là 17,24 (mg/g).

3.5. Kết quả khảo sát khả năng giải hấp – thu hồi vật liệu

Tiến hành hấp phụ amoni với nồng độ ban đầu là 10mg/l thu được kết quả như sau:

Nồng độ NH_4^+ còn lại : 0,45 (mg/l)

Nồng độ NH_4^+ đã hấp phụ : 9,55 (mg/l)

Sau đó tiến hành giải hấp bằng NaOH 1M như các bước trong mục 2.3.5. Kết quả thu được như bảng 3.4 :

Bảng 3.4: Kết quả giải hấp vật liệu bằng NaOH 1M

STT	Thể tích NaOH 1M (ml)	NH_4^+ còn lại (mg/l)	NH_4^+ đã giải hấp (mg/l)	Hiệu suất giải hấp (%)
1	50	0,34	9,21	96,4
2	100	-	-	-

Tiếp tục tiến hành tái sinh vật liệu. Thu được kết quả như sau:

NH_4^+ ban đầu (mg/l)	NH_4^+ còn lại (mg/l)	Hiệu suất (%)
10	0,65	93,5

Như vậy qua thực nghiệm cho thấy quá trình giải hấp amoni bằng NaOH 1M đạt kết quả khá tốt. Với 50ml NaOH đã có thể giải hấp được amoni đạt hiệu suất 96,4 %. Vật liệu có khả năng tái sinh tốt. Dung lượng hấp phụ sau khi tái sinh đạt hiệu suất khoảng 93,5 %.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu khảo sát khả năng hấp phụ NH_4^+ bằng vật liệu đá ong biến tính thu được một số kết quả như sau:

1. Đã nghiên cứu, xây dựng qui trình chuyển hoá khoáng vật đá ong thành chất hấp phụ bằng phương pháp biến tính hoá - lý: sấy, nung, tăng diện tích lỗ xốp, tăng các trung tâm hấp phụ và kích thích hoạt tính hấp phụ.
2. Khảo sát và xác định pH tối ưu cho sự hấp phụ NH_4^+ của vật liệu hấp phụ: Đối với vật liệu hấp phụ đá ong biến tính giá trị pH thích hợp cho sự hấp phụ NH_4^+ là 6.
3. Khảo sát và xác định được thời gian đạt cân bằng hấp phụ NH_4^+ là 1 giờ.
4. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của nồng độ NH_4^+ đến khả năng hấp phụ của vật liệu hấp phụ đá ong biến tính : tải trọng hấp phụ cực đại của vật liệu đối với NH_4^+ là 17,24mg/g.
5. Khảo sát khả năng giải hấp – tái sinh của vật liệu : với 50ml NaOH 1M đã giải hấp được NH_4^+ đạt hiệu suất 96,4% , vật liệu có khả năng tái sinh cao.

Như vậy, việc sử dụng vật liệu hấp phụ đá ong biến tính trong quá trình xử lý nguồn nước bị ô nhiễm amoni tỏ ra có nhiều ưu điểm. Vật liệu không những rẻ tiền, không độc hại mà còn có khả năng tách loại amoni khá tốt.

Với những thuận lợi trên đây đã mở ra một triển vọng khả quan cho việc nghiên cứu việc sử dụng đá ong - nguồn nguyên liệu có nguồn gốc từ thiên nhiên, dễ khai thác, giá thành rẻ, thân thiện với môi trường, góp phần vào quá trình xử lý nguồn nước bị ô nhiễm nhằm thực hiện mục tiêu phát triển bền vững của nước ta trong giai đoạn “công nghiệp hóa – hiện đại hóa”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thị Kim Dung, Nguyễn Thị Như Ngọc, Đoàn Hà Huyền, (2011), “*Tổng hợp vật liệu mangan dioxit kích cỡ nanomet trên chất mang laterit và nghiên cứu khả năng hấp phụ của vật liệu với asen*”, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, số 25 –1/2011.
2. Nguyễn Văn Phở, Phạm Tích Xuân, Hoàng Thị Tuyết Nga, Vũ Mạnh Long, (2007), “*Một số nét đặc trưng của các thành tạo laterit vùng ven rìa đồng bằng sông Hồng*”, Tạp chí các Khoa học về Trái Đất, 12-2007.
3. Phạm Ngọc Hồ, Đồng Kim Loan, Trịnh Thị Thanh, (2009), “*Giáo trình cơ sở môi trường nước*”, NXB Giáo dục.
4. <http://tailieu.vn/xem-tai-lieu/de-tai-xu-ly-amonit.866119.html>