

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

TRẦN LÊ BA

NGHIÊN CỨU TẬN DỤNG NƯỚC NHIỄM PHÈN
ĐỂ TỔNG HỢP VẬT LIỆU
LƯỠNG CHỨC NĂNG HẤP PHỤ - TRAO ĐỔI ION
PHỤC VỤ XỬ LÝ NƯỚC

Ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số ngành: 9520320

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

TP. HỒ CHÍ MINH - NĂM 2024

Công trình được hoàn thành tại **Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM**

Người hướng dẫn 1: PGS. TS. Nguyễn Trung Thành

Người hướng dẫn 2: PGS. TS. Nguyễn Nhật Huy

Phản biện độc lập 1:

Phản biện độc lập 2:

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án họp tại

.....
.....
vào lúc giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM
- Thư viện Đại học Quốc gia Tp.HCM

Thư viện Khoa học Tổng hợp Tp.HCM

CHƯƠNG 1 MỞ ĐẦU

1.1 Đặt vấn đề

Ngày nay, nguồn nước phèn trong tự nhiên vẫn còn tồn tại nhiều nơi ở nước ta nói chung và khu vực thuộc tỉnh An Giang nói riêng. Theo Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh An Giang thì diện tích đất nhiễm phèn trên địa bàn tỉnh khoảng 30.146 ha. Trong đó, sắt là một trong hai kim loại có hàm lượng lớn nhất trong nước nhiễm phèn. Các nghiên cứu trước đó đã chỉ ra rằng sắt, nhôm, canxi và magiê có thể được sử dụng để tổng hợp vật liệu có khả năng hấp phụ photphát. Vì vậy, nếu có thể tận dụng nguồn sắt và các kim loại trong nước nhiễm phèn mà các nghiên cứu trước đó đã thực hiện [1] để tổng hợp nên vật liệu có khả năng hấp phụ photphát trong nước là điều rất cần thiết để tránh lãng phí nguồn tài nguyên trong tự nhiên và giảm độc chất trong nguồn nước.

Mặt khác, các nghiên cứu trước đó đã tổng hợp thành công vật liệu ở dạng hydroxit sắt trên nền hạt nhựa trao đổi anion [2, 3], kết quả cho thấy hoạt tính và độ bền vật liệu tương đối ổn định. Điều này cho thấy đây là một hướng đi mới, vì hạt nhựa có cơ tính tương đối cao, kích thước hạt nhựa không quá nhỏ nên việc tách và thu hồi một cách dễ dàng. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chỉ dừng lại ở mức tạo ra được vật liệu đơn chức năng chỉ xử lý được photphát, điều này sẽ gây bất lợi do trong nước thải thường có cả cation và anion nên khi áp dụng vật liệu này sẽ làm tăng chi phí, thể tích bể phản ứng và một số vấn đề khác cho việc xử lý thêm cation trong nước.

Từ các vấn đề trên cho thấy việc thu hồi và tái sử dụng nguồn sắt và các kim loại khác vốn được xem là các độc chất trong nguồn nước nhiễm phèn để tránh lãng phí nguồn kim loại trong tự nhiên là rất cần thiết theo hướng phát triển bền vững. Do đó, nghiên cứu sinh thực hiện luận án “Nghiên cứu tận dụng nước nhiễm phèn để tổng hợp vật liệu lưỡng chức năng hấp phụ - trao đổi ion phục vụ xử lý nước” để có thể giải quyết các vấn đề nêu trên.

1.2 Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu:

- + Kim loại (sắt, nhôm, canxi và magiê) trong nước nhiễm phèn trên địa bàn thuộc huyện Tri Tôn, tỉnh An Giang;
 - + Phốt phát trong nước thải sinh hoạt;
 - + Phốt phát và độ cứng trong nước thải chế biến thủy sản.
- Phạm vi nghiên cứu:
 - + Phạm vi không gian: mẫu nước nhiễm phèn, mẫu nước thải sinh hoạt, mẫu nước thải chế biến thủy sản ở tỉnh An Giang; các thí nghiệm đánh giá vật liệu được thực hiện tại phòng thí nghiệm của Trường Đại học An Giang và tại Trung tâm Quan trắc và Kỹ thuật tài nguyên môi trường của tỉnh An Giang.
 - + Phạm vi thời gian: mẫu nước nhiễm phèn được thu thập số liệu từ tháng 3 đến tháng 6 năm 2021; mẫu nước thải sinh hoạt (tháng 03/2022), mẫu nước thải thủy sản (tháng 01/2023); nghiên cứu vật liệu FeOOH/225H từ tháng 03/2021 đến 03/2022; nghiên cứu vật liệu HIAO/225H từ tháng 03/2022 đến tháng 03/2023.

1.3 Mục tiêu, ý nghĩa và tính mới của luận án

1.3.1 Mục tiêu của luận án

1.3.1.1 Mục tiêu tổng quát

Tổng hợp vật liệu lưỡng chức năng hấp phụ - trao đổi ion mới từ nguồn kim loại được thu hồi trong nước nhiễm phèn để xử lý phốt phát và độ cứng trong điều kiện phòng thí nghiệm và đánh giá khả năng xử lý đối với nước thải sinh hoạt và nước thải chế biến thủy sản.

1.3.1.2 Mục tiêu cụ thể

- Đưa ra quy trình thích hợp cho quá trình chế tạo vật liệu HIAO/225H;
- Xác định được các đặc trưng của vật liệu HIAO/225H với phốt phát;
- Đưa ra các cơ chế hấp phụ và tái sinh của vật liệu HIAO/225H;
- Đánh giá được hiệu quả xử lý phốt phát và độ cứng trong nước giả thải, nước thải sinh hoạt và nước thải chế biến thủy sản của vật liệu

HIAO/225H và các vật liệu trên thị trường (than hoạt tính và hạt nhựa MB6SR).

1.4 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

1.4.1.1 Ý nghĩa khoa học

Nghiên cứu này đã đề xuất thu hồi ion sắt và các ion kim loại khác trong nước nhiễm phen để tổng hợp vật liệu lưỡng chức năng có khả năng hấp phụ phốt phát và độ cứng trong nước. Từ đó có thể thấy rằng nghiên cứu đã có ý nghĩa khoa học to lớn như sau:

- (1) Đưa ra giải pháp tách và thu hồi độc chất phen (gồm các ion sắt, kim loại khác) tránh lãng phí nguồn tài nguyên sẵn có;
- (2) Nghiên cứu này đã đề xuất quy trình tổng hợp vật liệu lưỡng chức năng hấp phụ phốt phát và xử lý độ cứng từ ion sắt và các ion kim loại khác từ nước nhiễm phen tự nhiên, điều này đã mở ra hướng nghiên cứu mới về vật liệu lưỡng chức năng trong xử lý môi trường.

1.4.1.2 Ý nghĩa thực tiễn

Với mục tiêu như trên, nghiên cứu này có ý nghĩa thực tiễn như sau: (1) Tách các độc chất phen để tránh lãng phí nguồn tài nguyên; (2) Tổng hợp vật liệu lưỡng chức năng hấp phụ phốt phát và xử lý độ cứng HIAO/225H trong môi trường nước; (3) Áp dụng vật liệu lưỡng chức năng HIAO/225H cho quá trình xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải chế biến thủy sản.

1.5 Những đóng góp của luận án và khả năng áp dụng

Luận án có những đóng góp như sau:

- (1) Đề xuất được giải pháp tách và thu hồi các ion sắt và ion kim loại khác trong độc tố phen sắt;
- (2) Nghiên cứu đã tìm ra các thông số phù hợp cho quá trình tổng hợp, hấp phụ phốt phát và các đặc trưng của vật liệu HIAO/225H; đưa ra các cơ chế tổng hợp, hấp phụ và tái sinh của vật liệu;

- (3) Nghiên cứu đã đánh giá được khả năng hấp phụ phốt phát và độ cứng trong nước giả thải, nước thải sinh hoạt và nước thải chế biến thủy sản.

Từ những đóng góp của luận án và nội dung nghiên cứu đã cho thấy tính khả thi khi áp dụng nghiên cứu này vào thực tiễn với việc khai thác và sử dụng các độ chất trong nước nhiễm phèn; cũng như ứng dụng vật liệu mới lưỡng chức năng hấp phụ - trao đổi ion để giảm chi phí và thể tích trong thực tiễn.

Bố cục của luận án: Luận án bao gồm 5 chương: (1) Mở đầu, (2) Tổng quan tình hình nghiên cứu, (3) Nội dung và phương pháp nghiên cứu, (4) Kết quả nghiên cứu, phân tích và bàn luận, (5) Kết luận và kiến nghị kèm theo danh mục các công trình đã công bố, tài liệu tham khảo và phụ lục. Nội dung của luận án được trình bày trong 150 trang, trong đó bao gồm 51 hình, 20 bảng và 187 tài liệu tham khảo. Phần phụ lục có 58 trang bao gồm 4 phụ lục: (I) Bảng số liệu và hình chương 2; (II) Xây dựng bảng màu xác định nồng độ ion sắt tổng trong nước nhiễm phèn; (III) Phương pháp tối ưu hoá các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình thu hồi; (IV) Bảng số liệu và hình chương 4. Tổng số các công trình đã công bố có liên quan đến nội dung luận án là 4 bài báo, trong đó bao gồm: 3 bài quốc tế (2 ISI và 1 Scopus) và 1 bài báo trong nước; 2 hội nghị quốc tế và 1 đề tài khoa học và công nghệ cấp đại học Quốc gia (loại A) đã nghiệm thu (2023).

CHƯƠNG 2 TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

2.1 Tổng quan về nước nhiễm phèn và các phương pháp xử lý nước phèn

2.1.1 Sơ lược về nước nhiễm phèn

Hàm lượng phèn bị rửa trôi từ đất phèn và trong nước, mang theo nhiều sắt, nhôm sunfat và axit mùn hữu cơ tạo thành nước phèn. Nước nhiễm phèn có đặc trưng là chứa nhiều ion H^+ và các muối thủy phân như: $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$.

2.1.2 Thực trạng và sự ảnh hưởng của nguồn nước nhiễm phèn ở các khu vực thuộc tỉnh An Giang

2.1.2.1 Thực trạng nước nhiễm phèn

Lượng phèn tập trung chủ yếu ở khu vực huyện Tri Tôn và các vùng lân cận, chiếm đến gần 67%. Từ kết quả phân tích sơ bộ đã cho thấy hàm lượng sắt tại các địa điểm lựa chọn lấy mẫu tại thời điểm lấy mẫu thì các mẫu đều vượt quá chỉ tiêu cho phép của hàm lượng sắt trong nước về chất lượng nước mặt, khi dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt là 0,5 mg/L theo QCVN 08:2023/BTNMT, có những khu vực hàm lượng sắt lên đến hơn 50 mg/L.

2.1.2.2 Ảnh hưởng của nước nhiễm phèn đến người dân địa phương

Nghiên cứu đã thực hiện 100 khảo sát trực tiếp với người dân ở 2 xã Vĩnh Tuyên và Vĩnh Phước cho thấy: 19% hộ gia đình cho biết nước phèn sắt làm ố vàng đồ dùng, 39% hộ gia đình cho rằng nó gây ngứa, khô bong da và 5% trong số đó gây bệnh đường ruột. Khi được hỏi về phương pháp xử lý nước nhiễm phèn có đến 79% không biết cách xử lý và có 16% biết sử dụng tro bếp để xử lý phèn, sử dụng bể lọc cát chiếm 1%, xử lý bằng cột lọc chiếm 2% và sử dụng vôi chiếm 2%. Từ kết quả khảo sát có thể thấy hầu hết người dân hiểu rõ những ảnh hưởng của nước nhiễm phèn nhưng vẫn đang phải sử dụng nguồn nước này cho mục đích sinh hoạt.

Vì vậy, khi tách các kim loại trong nước nhiễm phèn sẽ giúp cải thiện chất lượng nước nhiễm phèn và giảm thiểu những ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường. Bên cạnh đó, quá trình thu hồi các ion kim loại trong nước nhiễm phèn cũng tránh lãng phí nguồn tài nguyên thiên nhiên chưa được khai thác hiệu quả.

2.1.3 Các phương pháp xử lý nước phèn

Phương pháp xử lý dân gian: sử dụng tro bếp, bã thom, rửa phèn bằng nước mặn. Nhìn chung, các phương pháp này còn tồn tại nhiều nhược điểm nên chưa thể áp dụng rộng rãi. Phương pháp keo tụ: sử dụng BaSO_4 , Na_2CO_3 , hoá chất tổng hợp gồm FeCl_3 , Na_2CO_3 , PAC. Các phương pháp khử sắt cơ bản: làm thoáng, hoá chất (Cl_2 , KMnO_4 , O_3 , vôi,...), nhựa trao đổi ion,...

Trong các phương pháp xử lý trên thì phương pháp xử lý nước nhiễm phen bằng hạt nhựa trao đổi ion đem lại một số ưu điểm vượt trội, trong đó bao gồm: có hiệu quả thu hồi cao các kim loại trong nước nhiễm phen, không đưa thêm hóa chất vào nguồn nước để tránh ảnh hưởng đến chất lượng nước đầu ra, có thể thu hồi các ion kim loại trong nước.

2.1.4 Ứng dụng của nước phen trong xử lý môi trường

Trong nghiên cứu trước đó đã cho thấy, nước phen có thể sử dụng để xử lý chất hữu cơ (COD, độ màu) trong nước thải dệt nhuộm. Nghiên cứu này đã sử dụng nguồn nước phen để tổng hợp vật liệu cho quá trình fenton dị thể.

2.2 Tổng quan về độ cứng

Nhìn chung, nguồn nước có tổng độ cứng lớn hơn 200 mg/L vẫn có thể chấp nhận được nhưng được coi là nguồn nước kém chất lượng và khi độ cứng của nguồn nước vượt qua 500 mg/L thì được coi là nguồn nước không thể sử dụng cho nhu cầu sinh hoạt. Tuy nhiên, khi nguồn nước có mặt của độ cứng sẽ gây ra một số vấn đề về thiết bị, dụng cụ và sức khỏe con người. Hiện tại, quá trình trao đổi ion được coi là phương pháp phù hợp nhất và được sử dụng là vật liệu thương mại.

2.3 Ô nhiễm phát phát trong nước và phương pháp xử lý

2.3.1 Ô nhiễm phát phát ảnh hưởng đến con người và môi trường

Các hợp chất dinh dưỡng trong nước như phot phat thường làm tăng sự phát triển của tảo và thực vật thủy sinh phát triển. Nồng độ phot phat cao trong nước ảnh hưởng đến sức khỏe con người như gây hại cho thận và bệnh loãng xương. Giá trị khuyến cáo của phot pho (phot phat) trong nước theo EPA là 5 mg/L và nước thải sinh hoạt (QCVN 14:2008/BTNMT) là 6 mg/L.

2.3.2 Các phương pháp xử lý ô nhiễm phot phat

Trong các phương pháp xử lý phot pho thì phương pháp sinh học thường được sử dụng phổ biến, tuy nhiên phương pháp này không thể xử lý triệt để hàm lượng phot pho trong nước thải nên cần có phương pháp xử lý tăng cường để làm giảm đến mức thấp nhất hàm lượng phot pho trong nước trước khi thải vào

nguồn tiếp nhận. Trong đó, phương pháp xử lý tăng cường bằng hấp phụ hiện đang được quan tâm nghiên cứu, bởi vì ưu điểm của phương pháp này có thể xử lý được phốt pho trong nước thải ở hàm lượng thấp và ở dạng vết.

2.3.3 Các vật liệu xử lý phốt phát được ứng dụng trong xử lý nước thải

Phương pháp loại bỏ phốt phát là một vấn đề đáng quan tâm trong những năm gần đây. Các phương pháp đang được ứng dụng bao gồm: hóa học, sinh học, vật lý [1, 48]. Trong những năm gần đây các phương pháp xử lý ngày càng phát triển với rất nhiều phương pháp đem lại hiệu quả cao. Tuy nhiên, khi phốt phát tồn tại ở dạng vết thì các phương pháp sinh học không cho thấy hiệu quả (lượng dinh dưỡng không đủ để giúp vi sinh vật phát triển). Phương pháp hóa học phát sinh bùn thải và quá trình trung hòa nước là một nhược điểm. Phương pháp vật lý thường kém hiệu quả hoặc có chi phí cho quá trình xử lý rất đắt đỏ.

So với các phương pháp nói trên thì quá trình hấp phụ cho thấy nhiều ưu điểm khi phốt phát ở nồng độ thấp và có thể làm giảm nồng độ phốt phát nhỏ hơn so với phương pháp hóa học. Một vài vật liệu cơ bản có khả năng hấp phụ như: tro bay [49], bùn đỏ [50], zeolite [51], than hoạt tính [52], nhôm hoạt tính [53], các oxit (sắt, titani, zirconi) [54-57], vật liệu từ chất thải [58],...

2.4 Tổng quan về quá trình hấp phụ và vật liệu hấp phụ

Hấp phụ được coi là phương pháp có nhiều ưu điểm hơn so với các phương pháp khác trong xử lý phốt phát, bởi vì: diện tích mặt bằng sử dụng nhỏ, vận hành và bảo trì thiết bị dễ dàng, chi phí cho quá trình xử lý ở mức trung bình. Nhiều vật liệu hấp phụ có tính chọn lọc cao, giúp định hướng mục đích xử lý một cách dễ dàng và hơn nữa phương pháp này đang được tập trung nghiên cứu trong những năm gần đây để phát triển các chất hấp phụ có hiệu quả cao, chi phí thấp hơn và mang tính chọn lọc đặc trưng theo từng vật liệu.

2.4.1 Vật liệu hấp phụ phốt phát

Hấp phụ là phương pháp phù hợp nhất để loại bỏ phốt phát ở nồng độ thấp [64]. Các nghiên cứu gần đây về hấp phụ phốt phát với một số loại chất như: nhôm/oxit-hydroxit sắt [65], chất hấp phụ vô cơ [66], nhựa trao đổi anion, tro

bay, than hoạt tính [67] và vật liệu tổng hợp chitosan từ tính [68]. Ngoài ra, trong các báo cáo gần đây đã cho thấy rằng các kim loại chuyển tiếp như: Zr(IV) [69], Fe (III) [70] và Cu (II) [71] có tính axit lewis mạnh [71] được cố định và phân tán trên hạt nhựa trao đổi ion [72, 73] đã cho thấy sự ưu tiên hấp phụ photphat trong dung dịch. Trong đó, vật liệu tổng hợp từ sắt (HFO) là vật liệu rẻ tiền, sẵn có, bền hóa học, dải hoạt động pH rộng, tồn tại ở dạng vô định hình và không nguy hại [76].

2.4.2 Các phương pháp tổng hợp vật liệu oxi/hydroxit sắt

Nhìn chung, các phương pháp tổng hợp vật liệu oxit sắt hay hydroxit sắt cơ bản thường được áp dụng như: kết tủa, thủy nhiệt, nhũ tương, dung môi nhiệt, sol gel. Trong đó, kết tủa được coi là con đường đơn giản và hiệu quả nhất để thu được các hạt oxit sắt (FeOOH , Fe_3O_4 hoặc $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), với ưu điểm là tổng hợp được số lượng lớn, thời gian tổng hợp nhanh và phương pháp không quá phức tạp [81].

Các nghiên cứu trước đó đã chỉ ra rằng các kim loại sắt, nhôm có thể tổng hợp thành dạng oxit và hydroxit sắt, nhôm có khả năng hấp phụ photphat [74, 75] [65] [89]. Vì vậy, nghiên cứu này đã sử dụng hạt nhựa (thường được dùng trong quá trình xử lý độ cứng) để tách lấy sắt, nhôm và các kim loại khác để tổng hợp vật liệu có khả năng xử lý photphat. Trong đó, khi sử dụng hạt nhựa để tổng hợp vật liệu oxit và hydroxit kim loại sẽ làm cho vật liệu phục hồi khả năng trao đổi ion và được ứng dụng xử lý độ cứng (Ca, Mg) trong nước. Từ đó có thể thấy rằng ba thành phần: photphat, nước nhiễm phen và độ cứng có mối liên hệ với nhau. Trong đó, thành phần này có thể tham gia vào quá trình làm nên vật liệu để xử lý các thành phần khác trong nước.

Nên trong nghiên cứu này đã thực hiện việc tổng hợp vật liệu (hydro)oxit sắt bằng việc kết hợp giữa FeCl_3 với dung dịch NH_3 theo một tỷ lệ xác định trên nền hạt nhựa trao đổi cation, với mong muốn tạo ra được một vật liệu lưỡng chức năng xử lý được cả cation và anion, bên cạnh việc tăng khả năng cơ tính và dễ dàng thu hồi vật liệu.

2.4.3 Đặc điểm của nước thải sinh hoạt và nước thải chế biến thủy sản

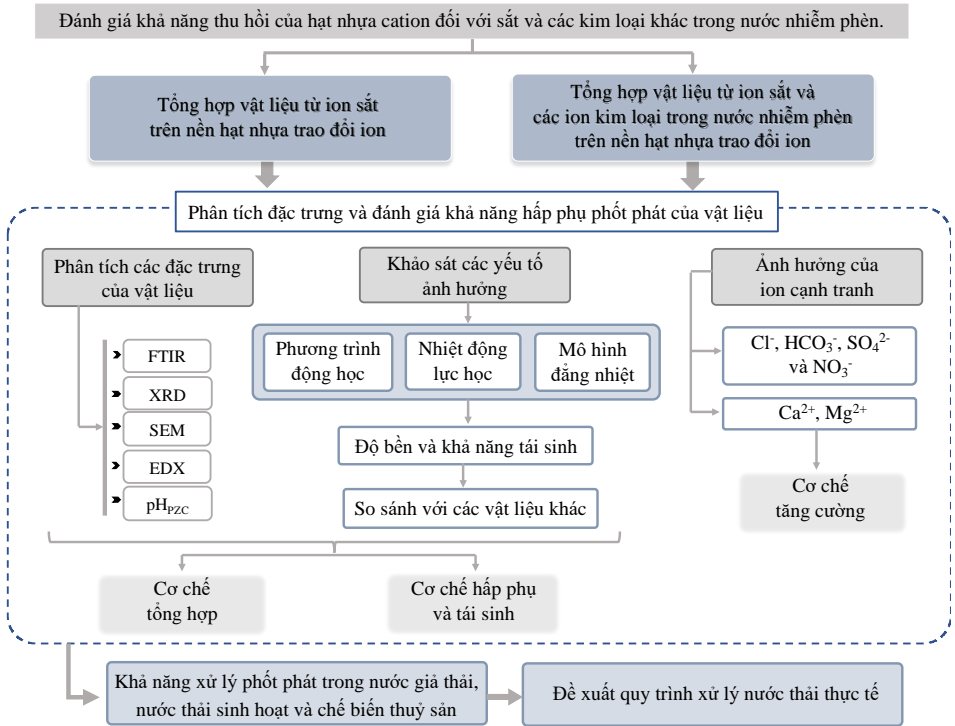
Nước thải sinh hoạt phát sinh từ các hoạt động sinh hoạt thông thường. Trong các chất gây ô nhiễm thì photpho là chất dinh dưỡng cần thiết cho tế bào sống, thường tồn tại ở dạng photphat, trong nước thải đô thị thì photpho chủ yếu có nguồn gốc từ các chất tẩy rửa, thường ở mức từ 10 - 20 mg/L [88]. Hàm lượng photpho của một số nhà máy trước và sau quá trình xử lý sinh học ở Việt Nam được thể hiện trong Phụ lục bảng I.6. Nhìn chung, hàm lượng photpho trong nước sau quá trình xử lý sinh học vẫn còn tồn tại, có một vài nhà máy vượt quá quy chuẩn xả thải của photpho (6 mg/L, cột A-QCVN 14-2008/BTNMT). Vì vậy, việc tạo ra vật liệu có khả năng xử lý được photpho còn lại trong nước để tránh ảnh hưởng đến môi trường.

Chế biến thủy sản và đặc biệt là cá tra là lĩnh vực phát triển mạnh ở Đồng bằng Sông Cửu Long. Tuy nhiên, lượng nước thải phát sinh từ chế biến thủy sản gây ra nhiều vấn đề về môi trường. Nước thải từ quy trình chế biến thủy sản phát sinh chủ yếu từ công đoạn rửa sạch, sơ chế nguyên liệu, chế biến sản phẩm, vệ sinh dụng cụ và thiết bị máy móc, vệ sinh nhà xưởng sản xuất,... Thành phần nước thải có hàm lượng hữu cơ rất cao, dễ gây ra hiện tượng phú dưỡng hóa trong nước [88, 89]. Trong đó, hàm lượng tổng photpho (tính theo P) khoảng 20 – 50 mg/L [90]. Tuy nhiên, quá trình xử lý photpho bằng phương pháp bùn hoạt tính sinh học thông thường đạt hiệu suất không quá cao (10 - 20%) [91]. Vì vậy, việc áp dụng phương pháp hấp phụ sau quá trình xử lý đối với nước thải chế biến thủy sản chứa photpho còn lại trong nước trước khi đưa vào nguồn tiếp nhận là rất cần thiết.

CHƯƠNG 3 NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Nội dung nghiên cứu của luận án

Nội dung nghiên cứu bao gồm: (1) Tổng hợp vật liệu từ ion sắt trên nền hạt nhựa trao đổi ion; (2) Tổng hợp vật liệu từ ion sắt và các ion kim loại trong nước phèn trên nền hạt nhựa trao đổi ion. Các nội dung nghiên cứu của luận án được trình bày chi tiết trong Hình 3.1.



Hình 3.1 Sơ đồ nghiên cứu

3.2 Phương pháp nghiên cứu

3.2.1 Thu mẫu và bảo quản mẫu

3.2.1.1 Nước nhiễm phèn

Nước phèn được lấy trực tiếp từ các khu vực nhiễm phèn đặc trưng có hàm lượng sắt cao trên địa bàn tỉnh An Giang.

3.2.1.2 Hạt nhựa sử dụng

Nhựa trao đổi cation, gồm 3 loại: Indion 220Na, Indion 225H, Indion MB6SR.

3.2.1.3 Nước thải

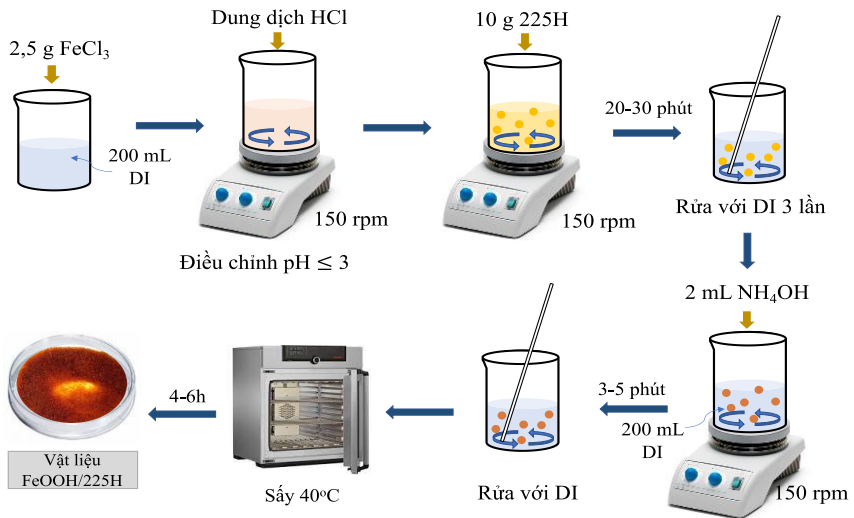
Mẫu nước thải (1) là mẫu nước thải sinh hoạt được lấy tại nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt thuộc phường Bình Đức, thành phố Long Xuyên, tỉnh An Giang;

mẫu nước thải (2) là mẫu nước thải chế biến thủy sản được lấy từ nhà máy Agifish thuộc phường Bình Đức, thành phố Long Xuyên, tỉnh An Giang.

Bên cạnh đó mẫu nước giả thải được pha từ hóa chất KH_2PO_4 trong nước khử ion với nồng độ 20 mg/L (tính theo P). Đối với mẫu giả thải có hàm lượng Ca^{2+} và Mg^{2+} đã được pha từ muối CaCl_2 và MgCl_2 trong nước khử ion.

3.2.2 Quy trình tổng hợp các loại vật liệu hấp phụ

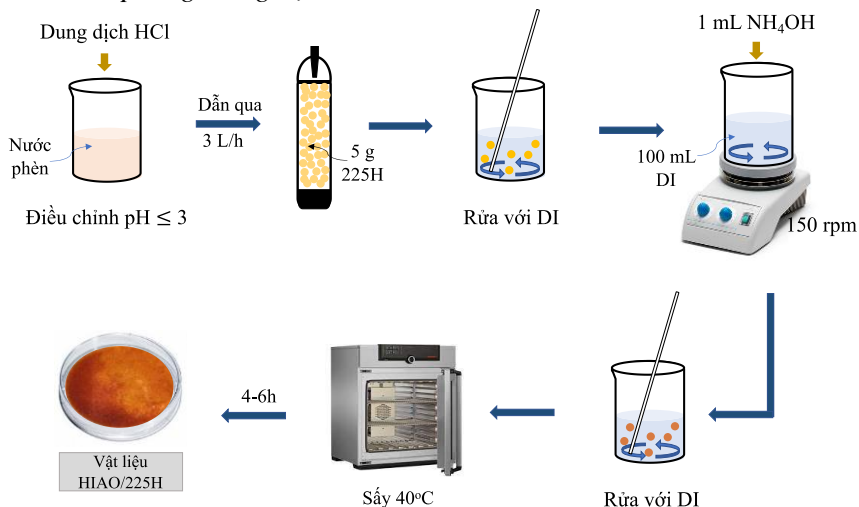
3.2.2.1 Tổng hợp vật liệu $\text{FeOOH}/225\text{H}$ sắt trên nền hạt nhựa trao đổi cation quy mô phòng thí nghiệm



Hình 3.2 Minh họa quy trình tổng hợp vật liệu $\text{FeOOH}/225\text{H}$

Quy trình tổng hợp vật liệu $\text{FeOOH}/225\text{H}$ trên nền hạt nhựa trao đổi cation quy mô phòng thí nghiệm được mô tả như Hình 3.2.

3.2.2.2 Tổng hợp vật liệu HIAO/225H trên nền hạt nhựa trao đổi cation quy mô phòng thí nghiệm



Hình 3.3 Minh họa quy trình tổng hợp vật liệu HIAO/225H

Quy trình tổng hợp vật liệu HIAO/225H trên nền hạt nhựa trao đổi cation quy mô phòng thí nghiệm được mô tả như Hình 3.3.

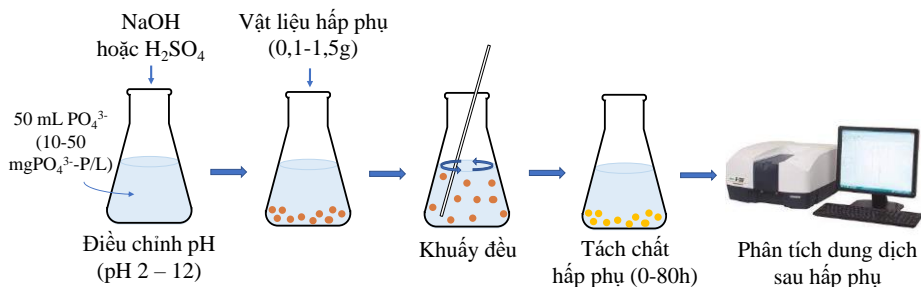
3.2.3 Xác định các đặc trưng của các vật liệu

Sau quá trình tổng hợp thì nghiên cứu này tiến hành phân tích các đặc trưng cơ bản để đánh giá vật liệu hấp phụ được tổng hợp từ sắt và phèn sắt bằng việc áp dụng các phương pháp phân tích: phương pháp quang phổ hồng ngoại biến đổi (FTIR), nhiễu xạ tia X (XRD), phân tích hình thái học của vật liệu qua kính hiển vi điện tử (SEM), tán sắc năng lượng tia X (EDX), xác định pH_{pzc} của vật liệu bằng phương pháp chuẩn độ axit – bazơ.

3.2.4 Đánh giá khả năng hấp phụ phot phát của vật liệu được tổng hợp từ ion sắt và các ion kim loại khác trên nền hạt nhựa trao đổi cation

Các thí nghiệm khảo sát khả năng hấp phụ của các vật liệu được thực hiện theo dạng mẻ trong điều kiện phòng thí nghiệm và mỗi thí nghiệm được lặp lại 03 lần. Các thông số từ quy trình thực nghiệm được thực hiện thông qua tham khảo

các nghiên cứu trước đó [2, 86, 87, 94] và các thử nghiệm sơ bộ để tìm ra khoảng khảo sát thích hợp. Quy trình thực hiện như trong Hình 3.4.



Hình 3.4 Thí nghiệm khảo sát khả năng hấp phụ photphat của các vật liệu

Điều kiện để tiến hành các thí nghiệm khảo sát khả năng hấp phụ photphat của cả 2 loại vật liệu được tóm tắt như trong bảng dưới đây.

Thời gian hấp phụ	h	0-80
pH	–	2-12
Liều lượng vật liệu hấp phụ	g/L	2-30
Nồng độ theo nhiệt độ	mg PO ₄ ³⁻ -P/L	10-50
Độ bền và khả năng tái sinh	lần	10
So sánh với vật liệu khác	–	So sánh giữa các vật liệu tổng hợp

Việc khảo sát ảnh hưởng của các ion cùng tồn tại trong dịch đến khả năng hấp phụ photphat của vật liệu FeOOH/225H và HIAO/225H được tiến hành với các thí nghiệm: (1) Ảnh hưởng cạnh tranh hấp phụ giữa ion photphat với một số anion tồn tại phổ biến trong môi trường nước (Cl⁻, HCO₃⁻, SO₄²⁻ và NO₃⁻); (2) Kiểm tra khả năng xử lý photphat trong dung dịch giả thải có mặt Ca²⁺, Mg²⁺. Điều kiện thí nghiệm được chọn từ các thí nghiệm trước đó.

Đối với các thí nghiệm đánh giá khả năng xử lý nước thải của các loại vật liệu nhằm đánh giá khả năng xử lý phốt phát và độ cứng trong các mẫu nước thải của vật liệu HIAO/225H và FeOOH/225H, ngoài ra còn so sánh hiệu quả xử lý của hai loại vật liệu tổng hợp với vật liệu thương mại phổ biến là MB6SR và than hoạt tính. Thí nghiệm thực hiện với 3 loại nước thải bao gồm: nước giả thải, nước thải sinh hoạt và nước thải chế biến thủy sản. Các mẫu nước thải sinh hoạt và chế biến thủy sản được sục khí nhằm chuyển hóa phốt pho thành dạng phốt phát trước khi tiến hành quá trình hấp phụ.

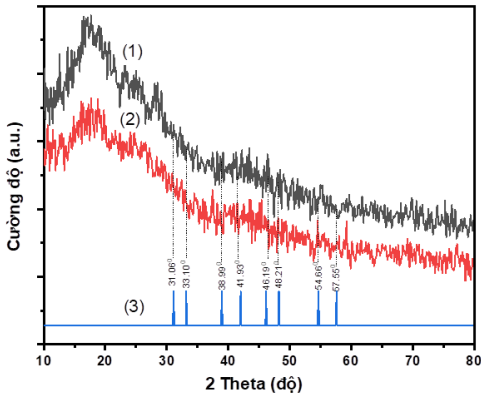
Sử dụng phần mềm tối ưu Design Expert 12; tổng hợp số liệu, xây dựng phương trình hồi quy, tính toán giá trị trung bình bằng phần mềm Microsoft Excel 2010 và vẽ đồ thị bằng phần mềm Origin.

CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU, PHÂN TÍCH VÀ BÀN LUẬN

4.1 Kết quả, đặc điểm và đặc trưng của các loại vật liệu sau khi tổng hợp

4.1.1 Tổng hợp vật liệu từ ion sắt trên nền hạt nhựa trao đổi ion (FeOOH/225H)

4.1.1.1 Các đặc trưng của vật liệu FeOOH/225H



Hình 4.4 Phổ XRD của vật liệu FeOOH/225H

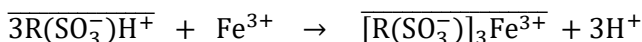
Trong đó (1) FeOOH/225H đã hấp phụ, (2) FeOOH/225H

Các nhóm chức bề mặt của vật liệu thường được xác định bằng FTIR, tất cả các mẫu đều có phổ đặc trưng là 3390 cm^{-1} được gán cho dao động H-O-H là vùng này đặc trưng cho nhóm hydrat. Vùng pic 789 cm^{-1} và 880 cm^{-1} đặc trưng cho Fe-OH-Fe [101-103]. Đối với pic ở các vị trí 466 cm^{-1} và 746 cm^{-1} đặc trưng cho dao động Fe-O-H [102, 103]. Các dải hấp thụ ở 3133 cm^{-1} và 3384 cm^{-1} liên quan đến sự dao động kéo dài của các nhóm OH. Phổ nhiễu xạ tia X (XRD) của vật liệu điển hình trong phạm vi từ 10° đến 70° thể hiện rằng vật liệu tổng hợp được ở dạng oxit-hydroxit sắt. Theo kết quả ảnh chụp SEM và EDX cho thấy sắt được phủ đều trên bề mặt hạt nhựa, thành phần của các nguyên tố trên bề mặt của hạt nhựa bao gồm các thành phần chính như: C, O, Fe, Ca, Mg trên nền hạt nhựa, trong đó sắt chiếm đến 19% so với các nguyên tố còn lại.

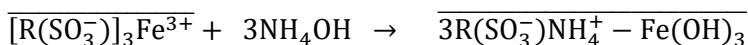
4.1.1.2 Cơ chế tổng hợp vật liệu FeOOH/225H

Quá trình tổng hợp vật liệu có thể được đề xuất tổng quát bằng các phương trình phản ứng sau:

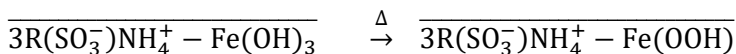
Bước 1. Hấp phụ các ion kim loại lên bề mặt 225H



Bước 2. Tạo hydroxit sắt



Bước 3. Tạo oxit sắt ngâm nước từ quá trình mất nước của hydroxit sắt:



4.1.2 Tổng hợp vật liệu từ ion sắt và các ion kim loại trong nước phèn trên nền hạt nhựa trao đổi ion (HIAO/225H)

4.1.2.1 Đặc trưng của vật liệu của vật liệu HIAO/225H

Kết quả phân tích FTIR cho thấy có sự xuất hiện của các nhóm oxit và hydroxit sắt trên bề mặt của vật liệu, bên cạnh đó phổ XRD cũng cho thấy sự khác biệt rõ ràng hình dạng phổ XRD so với mẫu 225H. Sự trùng khớp các đỉnh pic đặc trưng cho thấy cấu trúc oxit-hydroxit sắt trực thoi của vật liệu HIAO/225H (thẻ JCPDS số 18-0639, dòng 4 trong Hình 4.8) [104]. Tuy nhiên, vì cường độ của

các đỉnh này rất thấp, đôi khi bị nhiễu nền và điều này có thể chỉ ra rằng vật liệu HIAO được tổng hợp bằng phương pháp này có độ kết tinh thấp. Thêm vào đó, phương pháp phân tích SEM và EDX đã cho thấy có sự xuất hiện của các nguyên tố Fe, Al, Ca, Mg được phủ đều trên bề mặt của vật liệu và vật liệu sau quá trình hấp phụ được kiểm tra cũng cho thấy sự xuất hiện của photpho trên bề mặt.

4.2 Đánh giá khả năng hấp phụ photphat của các loại vật liệu

4.2.1 Tính chất hấp phụ của vật liệu FeOOH/225H

Sau quá trình thực nghiệm các khảo sát đã tìm được các thông số phù hợp cho quá trình hấp phụ photphat bao gồm: pH là 6,5; thời gian hấp phụ là 48 giờ; liều lượng chất hấp phụ 5 g/L, C_{photphat} là 20 mg PO_4^{3-} -P/L và nhiệt độ là 30 °C. Quá trình hấp phụ photphat tuân theo mô hình động học bậc 1, quá trình cân bằng hấp phụ theo mô hình đẳng nhiệt Langmuir nên có thể xem đây là quá trình hấp phụ vật lý và là mô hình hấp phụ đơn lớp, các thông số nhiệt động từ quá trình hấp phụ cho thấy đây là quá trình tự diễn ra, thu nhiệt.

Khi có mặt của Ca, Mg trong dung dịch thì dung lượng hấp phụ photphat cao hơn gấp 1,21 lần. Hàm lượng Ca, Mg trong dung dịch ban đầu là 210 mg/L và 202 mg/L, sau quá trình xử lý giảm còn 128 mg/L và 142 mg/L. Điều này có nghĩa, sau quá trình tổng hợp thì một vật liệu lưỡng chức năng được hình thành và có thể xử lý được đồng thời độ cứng (canxi và magiê) và hấp phụ được cả photphat trong môi trường nước.

Việc áp dụng vật liệu FeOOH/225H cho quá trình xử lý nước thải thực tế với nồng độ photphat ban đầu là 14,34 mg PO_4^{3-} -P/L và sau khi hấp phụ thì nồng độ photphat khi đạt trạng thái cân bằng là 2,15 mg PO_4^{3-} -P/L. Từ đó, các kết quả nghiên cứu đã cho thấy đây cơ sở vững chắc để áp dụng phương pháp dùng hạt nhựa cation trong thu hồi sắt (phèn sắt tự nhiên) để thực hiện việc tạo ra được vật liệu lưỡng chức năng có khả năng xử lý được cả cation và anion trong nước.

4.2.2 Tính chất hấp phụ của vật liệu HIAO/225H

Trong nghiên cứu này, sau khi tiến hành thực nghiệm đã tìm ra được các thông số phù hợp cho quá trình hấp phụ phốt phát bao gồm: pH là 6, thời gian hấp phụ là 50 giờ, liều lượng chất hấp phụ là 10 g/L, $C_{\text{phốt phát}}$ là 20 mg PO_4^{3-} -P/L và nhiệt độ là 30 °C. Quá trình hấp phụ tuân theo mô hình động học biểu kiến bậc 2. Mô hình đẳng nhiệt Langmuir được xem là mô hình phù hợp với quá trình hấp phụ giữa vật liệu HIAO/225H và phốt phát. Các thông số nhiệt động từ quá trình hấp phụ đã cho thấy đây là quá trình hấp phụ tự diễn ra và thu nhiệt, bên cạnh đó giá trị (ΔS) cho kết quả lớn hơn 0, điều này tạo điều kiện thuận lợi do có tính ái lực giữa vật liệu hấp phụ và phốt phát.

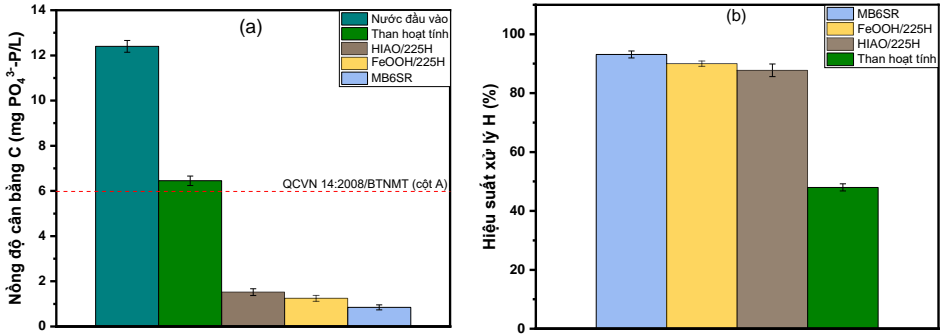
Độ bền của vật liệu đã cho thấy sau 10 lần tái sinh với (HCl và NH_3) vẫn cho hiệu quả lớn hơn 80%, so với chỉ sử dụng dung dịch tái sinh ban đầu là NH_3 . Thực nghiệm khả năng xử lý đồng thời phốt phát và độ cứng trong môi trường nước đã cho thấy. Đồng thời, vật liệu cũng có khả năng loại bỏ canxi từ 224 đến 68 mg/L và magiê từ 185 đến 91 mg/L (Phụ lục bảng IV.19) và khả năng hấp phụ phốt phát được tăng cường 1,2 lần.

4.3 Thử nghiệm khả năng xử lý nước thải thực tế

Nghiên cứu này đánh giá hiệu quả xử lý phốt phát của các vật liệu HIAO/225H, FeOOH/225H, than hoạt tính và vật liệu hạt nhựa trao đổi ion (cation và anion) MB6SR đối với nước thải sinh hoạt. Sau khi tiến hành thực nghiệm thì hàm lượng phốt phát trong nước thải ban đầu từ 12,4 mg/L giảm xuống còn 6,45 mg/L; 1,52 mg/L; 1,24 mg/L và 0,86 mg/L (Phụ lục bảng IV.23), theo thứ tự đối với các vật liệu lần lượt là: than hoạt tính; HIAO/225H; FeOOH/225H và hạt nhựa MB6SR. Kết quả với hiệu quả xử lý của hạt nhựa trao đổi ion (cation và anion) MB6SR (93,06%); HIAO/225H (87,74%); FeOOH/225H (90%) và than hoạt tính (47,98%), điều này được thể hiện rõ trong Hình 4.34. Kết quả này cho thấy hạt nhựa lưỡng chức năng được tổng hợp và hạt nhựa trao đổi ion MB6SR cho hiệu quả xử lý phốt phát đầu ra đều đáp ứng các tiêu chuẩn của QCVN 14:2008/BTNMT (cột A).

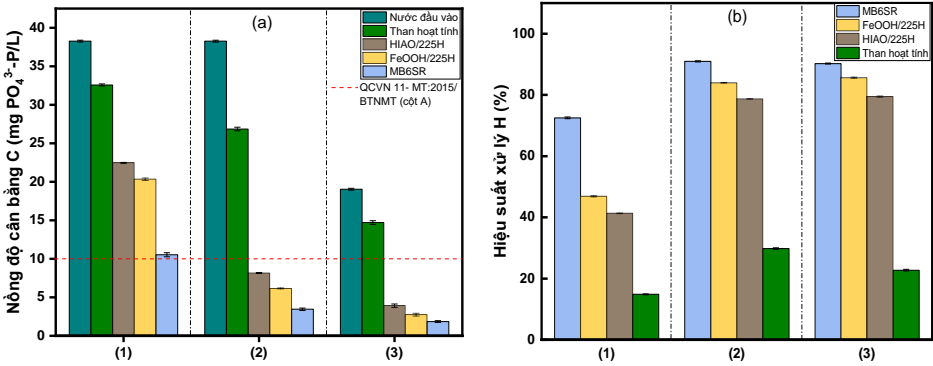
Đối với mẫu nước thải chế biến thủy sản, sau quá trình loại bỏ các cặn bản và sục khí để chuyển hóa phốt pho thành dạng phốt phát thì lúc này hàm lượng phốt phát đầu vào là 38,2 mg/L, hàm lượng này cao gần gấp 2 lần so với hàm lượng thực nghiệm với mẫu giả thải. Vì vậy, trong phần thực nghiệm này, lượng vật liệu hấp phụ được khảo sát với 3 thực nghiệm lần lượt là: (1) liều lượng 10 g/L và nồng độ phốt phát là 38,2 mg/L; (2) liều lượng là 20 g/L và nồng độ phốt phát 38,2 mg/L; (3) với liều lượng là 10 mg/L và nồng độ phốt phát được pha loãng đi 2 lần (19 mg/L). Đối với thực nghiệm (1), hàm lượng phốt phát còn lại trong nước đầu ra của các vật liệu như: than hoạt tính; HIAO/225H; FeOOH/225H và hạt nhựa MB6SR lần lượt là: 32,58 mg/L; 20,46 mg/L; 20,34 mg/L; và 15,54 mg/L. Các hàm lượng còn lại này đều vượt qua quy định xả thải của nước thải thủy sản. Tuy nhiên, khi tiến hành thực nghiệm (2), với hàm lượng vật liệu là 20 g/L (có tỷ lệ gần tương đương với lượng vật liệu khảo sát và nồng độ trong nước giả thải) thì kết quả hàm lượng phốt phát đầu ra đều đạt dưới 10 mg/L tương ứng với các vật liệu FeOOH/225H, HIAO/225H và hạt nhựa MB6SR. Đây là hàm lượng đảm bảo tiêu chuẩn xả thải của nước thải thủy sản (cột A, QCVN 11-MT:2015/BTNMT). Bên cạnh đó, kết quả từ thực nghiệm (3) cũng cho thấy với hàm lượng phốt tương đồng với nước giả thải trong thử nghiệm, điều này làm cho các kết quả hấp phụ ổn định và có sự tương đồng với các kết quả trong thí nghiệm với nước giả thải (Hình 4.35).

Một thực nghiệm để đánh giá khả năng xử lý độ cứng trong nước thải cũng đã cho thấy một ưu điểm lớn của vật liệu HIAO/225H đó là có thể xử lý được cation tốt hơn so với hạt nhựa trao đổi ion (cation và anion) MB6SR, với hiệu quả xử lý canxi và magiê của vật liệu HIAO/225H và FeOOH/225H trên 60%, tuy nhiên khi xem xét hiệu quả xử lý của MB6SR chỉ có khả năng xử lý chưa đạt đến 36%.



Hình 4.34 So sánh hiệu quả xử lý phosphat của các vật liệu đối với nước thải sinh hoạt

(a – Nồng độ phosphat trước và sau hấp phụ; b – Hiệu suất xử lý)



Hình 4.35 So sánh hiệu quả xử lý phosphat của các vật liệu đối với nước thải chế biến thủy sản

(a – Nồng độ phosphat trước và sau hấp phụ; b – Hiệu suất xử lý)

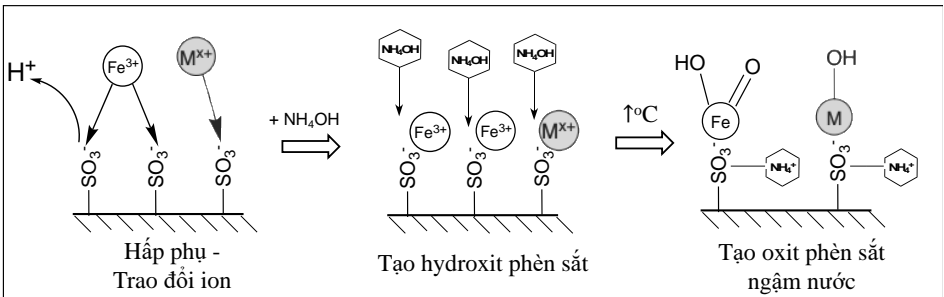
Khi xem xét khả năng xử lý đồng thời phosphat, canxi và magiê trong dung dịch thì đã cho thấy hiệu quả hấp phụ của vật liệu tổng hợp HIAO/225H tốt hơn so với vật liệu FeOOH/225H. Kết quả này tương đồng với kết quả nghiên cứu trước đó đã thực hiện đối với nước giả thải. Từ đó, có thể thấy rằng vật liệu được tổng hợp từ phenol có khả năng hấp phụ và xử lý đồng thời phosphat,

canxi và magiê tốt hơn so với vật liệu được tổng hợp từ muối sắt. Bên cạnh đó, khi so sánh đã cho thấy khả năng hấp phụ phốt phát của vật liệu HIAO/225H tốt hơn so với than hoạt tính và khi đánh giá khả năng xử lý canxi, magiê trong nước thải chế biến thủy sản thì kết quả cho thấy vật liệu HIAO/225H có khả năng xử lý tốt hơn so với hạt nhựa trao đổi ion (cation và anion) MB6SR.

4.4 Cơ chế quá trình tổng hợp, hấp phụ và tái sinh của vật liệu HIAO/225H

4.4.1 Cơ chế tổng hợp vật liệu

Cơ chế đề xuất cho quá trình tổng hợp vật liệu được thể hiện cơ bản qua từng bước trong Hình 4.38.



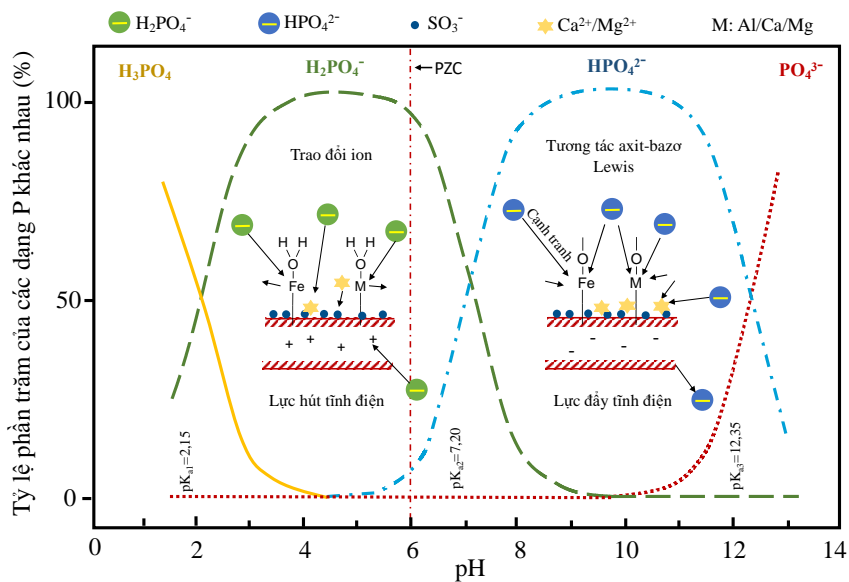
M: Al/Ca/Mg

Hình 4.38 Đề xuất cơ chế tổng hợp vật liệu HIAO/225H

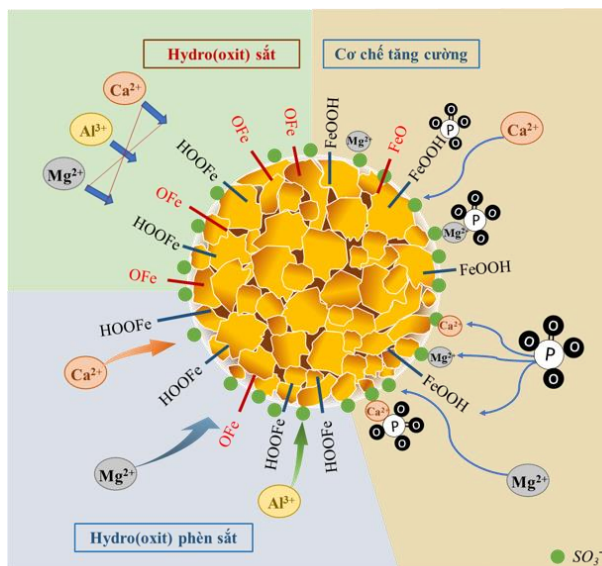
4.4.2 Cơ chế hấp phụ tái sinh của vật liệu

Trong nghiên cứu này, các oxit phen sắt ngậm nước trên nền hạt nhựa (HIAO/225H) thể hiện khả năng hấp phụ đơn lẻ với phốt phát đã cho kết quả dung lượng hấp phụ cao hơn so với sử dụng vật liệu $\text{FeOOH}/225\text{H}$. Điều này là do sự có mặt của các ion kiềm và lưỡng tính có thể làm tăng khả năng hình thành FeOOH nên làm tăng hiệu quả hấp phụ phốt phát.

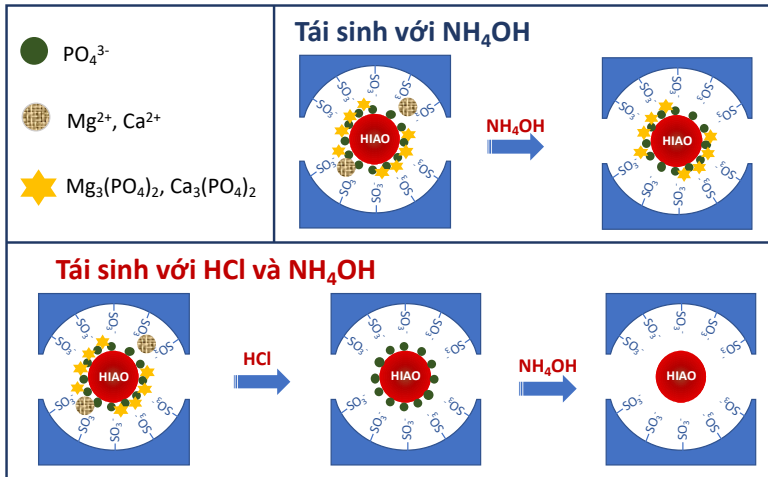
Nhìn chung, nhờ sự tồn tại của các nguyên tố Ca, Mg và Al trong cấu trúc của vật liệu, HIAO/225H đã thể hiện khả năng hấp phụ phốt phát vượt trội so với vật liệu $\text{FeOOH}/225\text{H}$. Đề xuất cơ chế hấp phụ và trao đổi ion với sự ảnh hưởng của pH (Hình 4.41). Đề xuất cơ chế tổng quát cho tăng cường hấp phụ (Hình 4.42), cơ chế tái sinh của vật liệu sau quá trình hấp phụ (Hình 4.43).



Hình 4.41 Cơ chế hấp phụ và trao đổi ion của vật liệu dưới sự ảnh hưởng của giá trị pH



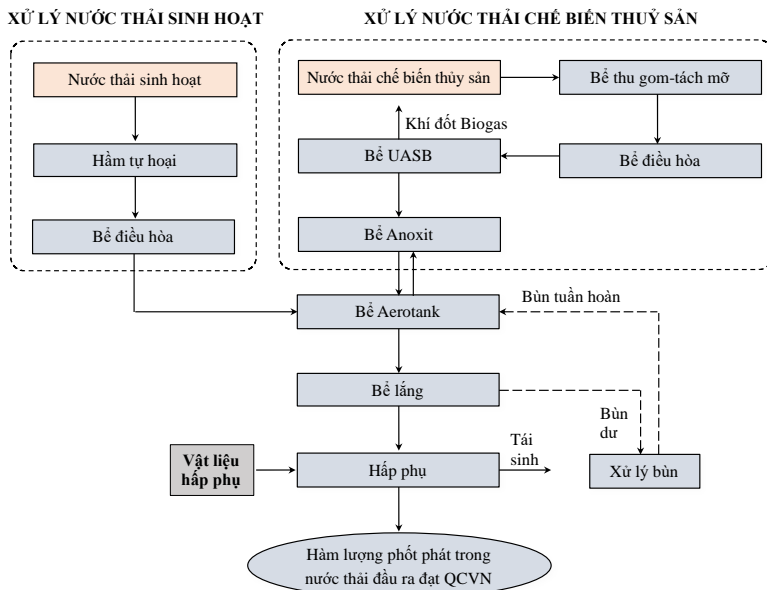
Hình 4.42 Đề xuất cơ chế tổng quát tăng cường hấp phụ và trao đổi ion đối với vật liệu HIAO/225H



Hình 4.43 Đề xuất cơ chế tái sinh bên trong hạt nhựa khi xử lý đồng thời photphát và độ cứng

4.5 Đề xuất quy trình công nghệ cho quá trình hấp phụ xử lý nước thải thực tế

Từ kết quả nghiên cứu của quá trình thực nghiệm đã cho thấy rằng có thể tận dụng các kim loại trong nước nhiễm phen để làm vật liệu hấp phụ có khả năng xử lý tốt photphát trong nước thải. Từ đó, quy trình công nghệ xử lý nước thải bằng vật liệu hấp phụ được đề xuất cho quá trình xử lý photphát trong nước thải sinh hoạt và chế biến thủy sản được đề xuất trong Hình 4.46.



Hình 4.46 Quy trình xử lý nước thải sinh hoạt và nước thải chế biến thủy sản được đề xuất

CHƯƠNG 5 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

5.1 Kết luận

Nghiên cứu đã hoàn thành các mục tiêu đề ra của luận án như:

Nghiên cứu tổng hợp thành công nên vật liệu lưỡng chức năng hấp phụ - trao đổi ion từ các ion kim loại trong nước nhiễm phen với tên gọi là HIAO/225H. Các đặc trưng của vật liệu (FTIR, XRD và SEM) đã cho thấy có sự hình thành dạng FeOOH trên bề mặt của hạt nhựa, bên cạnh đó cũng có sự xuất hiện của Al, Ca và Mg trong vật liệu. Điều kiện hấp phụ phù hợp là 50 giờ, pH 6, liều lượng 10 g/L và ion HCO_3^- ảnh hưởng nhiều nhất đến khả năng hấp phụ của vật liệu. Mặc khác, sự có mặt của các cation Ca và Mg trong dung dịch làm tăng khả năng hấp phụ photphat lên 1,2 lần, dung lượng xử lý của vật liệu HIAO/225H là 26,83 mg $\text{PO}_4^{3-}\text{-P/g}$ cao hơn 2 lần so với vật liệu hạt nhựa trao

đổi ion (cation và anion). Trong cả nước giả thải và nước thải sinh hoạt, nước thải chế biến thủy sản HIAO/225H cho thấy hiệu quả loại bỏ phốt phát và đáp ứng các tiêu chuẩn xả thải. Thêm vào đó, khả năng tái sinh sau 10 lần cho thấy vật liệu còn khoảng 80% hiệu quả so với ban đầu, điều đó cho thấy đây là vật liệu có độ bền tương đối tốt. Bên cạnh đó, quá trình hấp phụ rút ngắn thời gian hấp phụ từ 50 giờ xuống 3,5 giờ khi áp dụng khuấy 150 vòng/phút. Thực nghiệm so sánh hiệu quả hấp phụ trong nước thải đã cho thấy HIAO/225H hấp phụ phốt phát tốt hơn vật liệu phổ biến trên thị trường là than hoạt tính và khả năng xử lý độ cứng (trao đổi ion) tốt hơn vật liệu hạt nhựa trao đổi ion trên thị trường (MB6SR).

Từ đó cho thấy, nghiên cứu đã tạo ra được vật liệu lưỡng chức năng có khả năng xử lý được đồng thời anion và cation trong nước. Vật liệu cũng cho thấy được hiệu quả xử lý phốt phát đối với các loại nước thải thực tế. Nghiên cứu cũng cho thấy có thể tận dụng được các kim loại trong nước nhiễm phen để tổng hợp nên vật liệu có khả năng xử lý môi trường.

5.2 Kiến nghị

Trong nghiên cứu này, các vật liệu được tổng hợp chỉ đang xem xét xử lý được các ion như phốt phát, canxi và magiê. Dung lượng hấp phụ trên bề mặt hạt nhựa chưa được quá cao; các quá trình xử lý phốt phát, canxi và magiê từ quá trình tái sinh chưa được nghiên cứu.

Từ đó có thể thực hiện các vấn đề nghiên cứu tiếp theo như: nâng cao hiệu quả hấp phụ của vật liệu; biến tính tăng cường các nhóm chức khác lên bề mặt vật liệu như là amin để có thể hấp phụ thêm các dạng hợp chất nitơ [3, 144], để xử lý đa dạng chất ô nhiễm; thực hiện kết hợp giữa hạt nhựa trao đổi anion và cation trong thu hồi nước nhiễm phen để có thể xử lý được đa thành phần các chất ô nhiễm giúp cải thiện chất lượng nước sau quá trình thu hồi tốt hơn. Vật liệu hấp phụ này có thể được đề xuất nghiên cứu đối với các quá trình xử lý nước thải có hàm lượng phốt phát và độ cứng trong nước như: nước thải chế biến thủy sản, nước thải thuộc da, nước thải từ nhà máy sản xuất giấy.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

Tạp chí quốc tế

1. **Le Ba Tran**, Trung Thanh Nguyen, Surapol Padungthon, Nhat Huy Nguyen, "Development of facile field-test paper for rapid determination of iron contamination in natural water of acid sulfate soils". *Water Practice & Technology* (2023): wpt2023213. (ISI, IF 0,236)
2. **Le Ba Tran**, Trung Thanh Nguyen, Surapol Padungthon, Tri Thich Le, Quynh Anh Nguyen Thi & Nhat Huy Nguyen. "Advanced natural hydrated iron-alum oxides cation exchange resin for simultaneous phosphate and hardness removal". *npj Clean Water* 5.1 (2022): 43 (ISI, IF 12,19)
3. **Le Ba Tran**, Trung Thanh Nguyen, Tri Thich Le, Quynh Anh Nguyen Thi, Phuoc Toan Phan, Surapol Padungthon and Nhat Huy Nguyen. "Synthesis of hydrated ferric oxide on cation exchange resin for phosphate and hardness removal in water". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 964. No. 1. IOP Publishing, 2022. (Scopus)

Tạp chí trong nước

1. Nguyễn Trung Thành, Nguyễn Hồng Nhật, Nguyễn Thị Quỳnh Anh, Phan Phước Toàn, Trần Ngọc Thạch, **Trần Lê Ba**, Tạ Công Khiêm, Nguyễn Nhật Huy. "Surveying the public perception of the current situation of alum-iron water in Tri Tôn District", An Giang Province, Vietnam Environment Administration, no .1, pp. 40-43, 2020.

Hội nghị quốc tế:

1. **Le Ba Tran**, Tri Thich Le, Nguyen Nhat Huy, Surapol Padungthon and Trung Thanh Nguyen. "Removal of iron in natural iron-alum water using cation exchange method: An optimization study". In: The 8th

international workshop on nanotechnology and application (IWNA 2023). IWNA Publishing, 2023. p 266-269.

2. **Le Ba Tran**, Trung Thanh Nguyen, Tri Thich Le, Quynh Anh Nguyen Thi, Phuoc Toan Phan, Surapol Padungthon and Nhat Huy Nguyen. "Synthesis of hydrated ferric oxide on cation exchange resin for phosphate and hardness removal in water". The 2nd International Conference on Environment, Resources and Earth Sciences (ICERES 2021) October 2021, Ho Chi Minh City, Viet Nam.

Đề tài nghiên cứu khoa học:

1. Đề tài khoa học và công nghệ cấp Đại học Quốc gia (loại A): “Nghiên cứu tổng hợp vật liệu hấp phụ từ nước nhiễm phèn và tro trấu để ứng dụng trong hệ thống thủy canh xử lý nước thải ao nuôi cá tra thâm canh ở Đồng bằng sông Cửu Long” (mã số A2020-16-01), chủ nhiệm: PGS.TS Nguyễn Trung Thành, thực hiện từ tháng 01/2020 (thời gian 36 tháng), vai trò tham gia: thành viên chủ chốt, đã được nhiệm thu và xếp loại tốt - 2023.