



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0048694

(51)^{2023.01} B01J 20/18

(13) B

(21) 1-2023-07221

(22) 17/10/2023

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/04/2024 433

(73) Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh (VN)

244 Điện Biên Phủ, Phường Võ Thị Sáu, Quận 3, Thành phố Hồ Chí Minh

(72) Đinh Văn Phúc (VN); Nguyễn Duy Khôi (VN); Nguyễn Ngọc An (VN); Nguyễn Thị Thuý Nhâm (VN); Hoàng Anh Tuấn (VN); Nguyễn Quang Hưng (VN).

(54) CỘT HẤP PHỤ IỐT PHÒNG XẠ ĐỂ XỬ LÝ NƯỚC THẢI Y TẾ NHIỄM IỐT
PHÒNG XẠ

(21) 1-2023-07221

(57) Sáng chế đề xuất cột hấp phụ iốt phóng xạ để xử lý nước thải y tế nhiễm iốt phóng xạ, trong đó zeolit ZSM-5 xốp được tổng hợp và than sinh học xốp được tổng hợp trước khi phối trộn với theo tỷ lệ 2 phần khối lượng vật liệu zeolit ZSM-5 xốp, 6 phần than hoạt tính xốp, 1 phần khối lượng PVA và 1 phần khối lượng bentonit để tạo vật liệu hấp phụ. Vật liệu này được nhồi trong cột phản ứng dạng cột để tạo cột hấp phụ có khả năng hấp phụ iốt phóng xạ. Bằng cách sử dụng vật liệu zeolit ZSM-5 xốp và than sinh học từ vỏ quả bưởi làm vật liệu hấp phụ, cột hấp phụ iốt phóng xạ theo sáng chế có khả năng hấp phụ hiệu quả iốt phóng xạ có trong nước thải của các cơ sở y tế sử dụng xạ trị. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến hệ thống xử lý nước thải y tế chứa iốt phóng xạ có khả năng xử lý trên 80 % lượng iốt phóng xạ có trong nước thải gắn cột hấp phụ này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế thuộc lĩnh vực vật liệu hấp phụ và xử lý môi trường, cụ thể là sáng chế đề cập đến cột hấp phụ để xử lý nước thải y tế nhiễm iốt phóng xạ bằng cách sử dụng vật liệu hấp phụ zeolit ZSM-5 và than sinh học.

Tình trạng kỹ thuật sáng chế

Việc sử dụng cột lọc thông qua phương pháp hấp phụ để xử lý iốt phóng xạ có một số ưu điểm như quy trình thực hiện đơn giản, chi phí đầu tư thấp, khả năng thu hồi và tái sử dụng vật liệu lọc, có thể thiết kế hệ thống xử lý nước với cột lọc đơn giản cũng như điều chỉnh linh hoạt các thông số theo mục đích sử dụng. Vì vậy, việc ứng dụng cột lọc có khả năng hấp phụ iốt phóng xạ vào hệ thống xử lý nước thải từ các cơ sở y tế sử dụng vật liệu hấp phụ là phù hợp.

Trên thế giới, đã có nhiều công nghệ được nghiên cứu để loại bỏ iốt phóng xạ như sử dụng vật liệu hấp phụ, sử dụng vi sinh vật, vi khuẩn để phân huỷ, sử dụng các quá trình mang tính hoá học (khử - oxi hoá), nhiệt phân, màng lọc và tách chiết. Trong đó, việc ứng dụng các vật liệu tiên tiến như than hoạt tính, than sinh học, zeolit, MOF... để xử lý iốt phóng xạ vẫn được đánh giá cao bởi một số ưu điểm so với các phương pháp khác như chi phí thiết kế và tổng hợp thấp, vật liệu ở dạng rắn dễ thu hồi và tái sử dụng, xây dựng quy trình đơn giản. Tài liệu US 20210304912 A1 đề cập đến việc sử dụng cột lọc chứa hạt làm từ zeolit X biến tính với ion Ag^+ để hấp phụ iốt phóng xạ ở dạng hơi (phân tử CH_3I) của nhà máy điện hạt nhân theo đơn sáng chế. Nghiên cứu cho thấy vật liệu zeolit có kích thước lỗ xốp đồng nhất, và phù hợp với kích thước của phân tử iốt phóng xạ do đó có khả năng hấp phụ chọn lọc iốt phóng xạ. Ngoài ra, theo nghiên cứu của tác giả Jiaqi Li et al., vật liệu than sinh học có khả năng hấp phụ chọn lọc iốt không phóng xạ ở dạng anion iốt. Thực tế, thành phần của nước thải bệnh viện trong khu điều trị bệnh nhân ung thư tuyến giáp gồm cả iốt ở dạng anion iốt (I^-) và phân tử

(hơi iốt). Do đó, việc kết hợp được cả hai vật liệu than sinh học và zeolit ZSM-5 để chế tạo vật liệu hấp phụ dạng hạt composit và hấp phụ theo phương pháp cột có khả năng xử lý nước thải phóng xạ chứa đồng thời iốt ở hai dạng anion (I^-) và hơi Iốt (I_2) là một hướng nghiên cứu khả quan. Đặc biệt, trong sáng chế này, hai vật liệu than sinh học và zeolit ZSM-5 được phối trộn đều với nhau để tạo thành hạt composit thay vì từng hạt composit ứng với từng vật liệu riêng rẽ. Điều này, giúp cho iốt ở cả hai dạng anion (I^-) và hơi iốt (I_2) được hấp phụ đồng thời và đồng nhất hơn so với việc sử dụng từng lớp vật liệu riêng rẽ. Mặc dù đã có nghiên cứu về việc phối trộn than sinh học và zeolit, tuy nhiên nghiên cứu đó chỉ dừng lại ở việc phối trộn các vật liệu ở dạng bột, hướng đến xử lý kim loại nặng trong đất. Như vậy, xét trên đối tượng iốt phóng xạ, hiện tại chỉ có 1 nghiên cứu liên quan đến vật liệu zeolit X/ Ag^+ vì tính tương thích giữa cấu trúc, kích thước lỗ xốp với hơi iốt. Với đối tượng iốt không phóng xạ ở dạng anion thì có 1 nghiên cứu liên quan đến vật liệu nanocomposit than sinh học/oxit đồng.

Thực tế zeolit ZSM-5 cũng đã được chứng minh có tiềm năng hấp phụ tốt hơi iốt phóng xạ (CH_3I) từ nhà máy điện hạt nhân thông qua nghiên cứu của S. Park và cộng sự vào năm 2020 được tăng tải trên tạp chí uy tín về vật liệu xốp “Microporous and Mesoporous Materials” với chỉ số ảnh hưởng tốt (ISI, Q1, IF = 5,2).

Mặc dù vậy việc xử lý các nguồn phóng xạ phát thải từ các cơ sở y tế sử dụng trong xạ trị ứng dụng các thuốc phóng xạ trong điều trị bệnh vẫn là vấn đề cần quan tâm. Mặc dù đã có nhiều biện pháp nhằm giảm thiểu ô nhiễm phóng xạ, tuy nhiên, vẫn cần có các công cụ nhằm xử lý iốt phóng xạ từ các cơ sở y tế sử dụng iốt phóng xạ trong điều trị bệnh trước khi thải ra ngoài môi trường. Các công cụ này có khả năng ứng dụng để hấp phụ triệt để iốt phóng xạ nhằm giảm hoặc triệt tiêu nguồn ô nhiễm phóng xạ trước khi thải ra ngoài môi trường. Các vật liệu này cần dễ ứng dụng, dễ tổng hợp và có khả năng tái sử dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên, cụ thể là sáng chế đề xuất cột hấp phụ iốt phóng xạ để xử lý nước thải y tế nhiễm iốt phóng xạ và hệ thống xử lý nước thải y tế chứa iốt phóng xạ sử dụng cột hấp phụ này.

Theo mục đích thứ nhất, sáng chế đề cập đến cột hấp phụ iốt phóng xạ để xử lý nước thải y tế nhiễm iốt phóng xạ, trong đó cột hấp phụ iốt phóng xạ này được sản xuất từ quy trình bao gồm các bước:

a) chuẩn bị zeolit ZSM-5 xốp và than sinh học xốp:

+ tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp bằng cách sấy khô và nghiền mịn đất sét bentonit, sau đó nung ở nhiệt độ 900°C trong khoảng từ 45 đến 60 phút rồi hòa với NaOH 1M theo tỷ lệ bentonit/NaOH là 1/22,125 (w/v) và khuấy ở nhiệt độ phòng trong 60 phút, hỗn hợp được gia nhiệt đến 80°C và khuấy trong 120 phút, sau đó lọc thu phần dịch, và bổ sung lần lượt $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, dung dịch TPA-Br, dịch chiết từ trái bắp và khuấy từ trong 60 phút rồi già hóa mẫu gel ở 80°C trong 12 giờ, tiếp đó hỗn hợp được thủy nhiệt ở 170°C trong 18 giờ. Sau đó lọc thu chất rắn và rửa đến pH trung tính, phần chất rắn được sấy qua đêm ở 100°C và nung ở 500°C trong 5 giờ, cuối cùng được rút chân không ở nhiệt độ phòng trong 12 giờ rồi gia nhiệt đến 150°C trong 12 giờ thu được vật liệu zeolit ZSM-5;

+ tổng hợp than sinh học xốp bằng cách thu gom vỏ quả bưởi, loại bỏ phần cùi ngoài, thu phần cùi xốp rồi sấy khô, cuối cùng nung trong điều kiện yếm khí ở 200°C để than hóa, sau khi để nguội, nghiền mịn thu được than hoạt tính xốp;

b) tạo vật liệu hấp phụ bằng cách phối trộn 2 phần khối lượng vật liệu zeolit ZSM-5 xốp, 6 phần than sinh học xốp thu được ở trên và trộn đều, sau đó bổ sung 1 phần khối lượng PVA và 1 phần khối lượng bentonit, sau khi trộn đều, tạo hạt thu được vật liệu hấp phụ dạng hạt;

c) tạo cột hấp phụ bằng cách nhồi vật liệu hấp phụ dạng hạt thu được ở trên vào ống phản ứng dạng cột, sau đó bọc cố định hai đầu lớp vật liệu hấp phụ này

bằng lớp bông để giữ vật liệu hấp phụ cố định trong ống phản ứng và phần nắp có đường cấp và phân đáy có đường thoát tạo ra cột hấp phụ hoàn chỉnh;

d) hoạt hóa cột hấp phụ bằng cách cấp nước cất vào cột để thấm ướt toàn bộ vật liệu có trong cột hấp phụ, sau đó xả hết nước cất và lặp lại quá trình này từ một đến 3 lần thu được cột để hấp phụ iốt phóng xạ.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó, trong đó zeolit ZSM-5 xốp được tổng hợp trong điều kiện tỷ lệ bentonit/dịch chiết ngô là 1/25 (w/v) và dịch chiết trái bắp thu được bằng cách chiết trái bắp ngọt hai lần với nước cất với tỷ lệ khoảng 200 g/l ở 100°C, mỗi lần từ 30 đến 45 phút, sau đó lọc và cô đến khoảng 20% thể tích.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó lượng $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ được sử dụng để tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp theo tỷ lệ bentonit/ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ là 1/22,1 (w/w).

Theo một phương án ưu tiên, trong đó lượng TPA-Br được sử dụng để tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp theo tỷ lệ bentonit/TPA-Br là 1/1,175 đến 1/0,1469 (w/w).

Theo một phương án ưu tiên, trong đó cột này dạng ống có đường kính từ 10 đến 40 cm và chiều dài từ 20 đến 100 cm.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó vật liệu hấp phụ được tạo thành dạng hạt tròn có đường kính trung bình từ 1mm đến 10mm.

Theo mục đích thứ hai sáng chế đề cập đến hệ thống xử lý nước thải y tế chứa iốt phóng xạ, trong đó hệ thống này bao gồm hệ thống xử lý nước thải mà có có gắn một hoặc nhiều cột hấp phụ iốt phóng xạ theo sáng chế được gắn nối tiếp hoặc song song, trong đó toàn bộ phần nước thải chứa iốt phóng xạ được cho bơm qua ít nhất một cột hấp phụ iốt phóng xạ này để hấp phụ iốt phóng xạ có trong nước trước khi xả ra ngoài môi trường.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó hệ thống này còn có bơm cấp có thể điều chỉnh lưu lượng để cấp nước thải chứa iốt phóng xạ qua cột lọc thô trước khi cho qua cột hấp phụ iốt phóng xạ và được điều khiển thông qua bảng điều khiển.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả cột hấp phụ iốt phóng xạ.

Hình 2 là hình vẽ mô tả cơ chế hấp phụ iốt trên vật liệu lọc.

Hình 3 là hình ảnh màu sắc của phức chất giữa iốt với thuốc thử leuco crystal violet trước và sau khi thử nghiệm hấp phụ iốt trong phòng thí nghiệm.

Hình 4 là hình ảnh hệ thống xử lý nước thải có chứa cột lọc cùng vật liệu hấp phụ dạng hạt

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây sáng chế được mô tả chi tiết với các phương án và các ví dụ thực hiện cụ thể có viện dẫn đến các hình vẽ kèm theo, tuy nhiên các phương án và các ví dụ thực hiện cụ thể này chỉ nhằm mục đích minh họa các phương án của sáng chế mà không nhằm giới hạn phạm vi yêu cầu bảo hộ sáng chế.

Sáng chế đề cập đến cột hấp phụ iốt phóng xạ để xử lý nước thải y tế nhiễm iốt phóng xạ. Cột hấp phụ iốt phóng xạ này được sản xuất từ quy trình bao gồm các bước: a) chuẩn bị zeolit ZSM-5 xốp và than sinh học xốp; b) tạo vật liệu hấp phụ; c) tạo cột hấp phụ; và d) hoạt hóa cột hấp phụ.

Trong bước chuẩn bị zeolit ZSM-5 xốp và than sinh học xốp, bước này bao gồm công đoạn tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp và tổng hợp than sinh học xốp.

Công đoạn tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp, tiến hành sấy khô và nghiền mịn đất sét bentonit, sau đó nung ở nhiệt độ 900°C trong khoảng từ 45 đến 60 phút. Vật liệu sau khi nung được hòa với NaOH 1M theo tỷ lệ bentonit/NaOH là 1/22,125 (w/v) và khuấy ở nhiệt độ phòng trong 60 phút. Hỗn hợp được gia nhiệt đến 80°C và khuấy trong 120 phút, sau đó lọc thu phần dịch. Tiếp đó bổ sung lần lượt $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, dung dịch TPA-Br, dịch chiết từ trái bắp và khuấy từ trong 60 phút rồi già hóa mẫu gel ở 80°C trong 12 giờ.

Dịch chiết ngô thu được bằng cách chiết trái bắp ngọt hai lần với nước cất với tỷ lệ khoảng 200 g/l ở 100°C, mỗi lần từ 30 đến 45 phút, sau đó lọc và cô đến

khoảng 20% thể tích. Theo một phương án thực hiện ưu tiên cụ thể, trong đó tỷ lệ bentonit/dịch chiết ngô là 1/25 (w/v). Ngoài ra, lượng $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ưu tiên được sử dụng để tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp theo tỷ lệ bentonit/ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ là 1/22,1 (w/w). Lượng TPA-Br được sử dụng để tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp theo tỷ lệ bentonit/TPA-Br là 1/1,175 đến 1/0,1469 (w/w).

Hỗn hợp được thủy nhiệt ở 170°C trong 18 giờ, sau đó lọc thu chất rắn và rửa đến pH trung tính. Phần chất rắn được sấy qua đêm ở 100°C và nung ở 500°C trong 5 giờ. Cuối cùng rút chân không ở nhiệt độ phòng trong 12 giờ rồi gia nhiệt đến 150°C trong 12 giờ thu được vật liệu zeolit ZSM-5.

Công đoạn tổng hợp than sinh học xốp bằng cách thu gom vỏ quả bưởi, loại bỏ phần cùi ngoài, thu phần cùi xốp rồi sấy khô. Cuối cùng nung trong điều kiện yếm khí ở 200°C để than hóa, sau khi để nguội, nghiền mịn thu được than sinh học xốp.

Trong bước tạo vật liệu hấp phụ, tiến hành phối trộn 2 phần khối lượng vật liệu zeolit ZSM-5 xốp, 6 phần than sinh học xốp thu được ở trên và trộn đều. Sau đó bổ sung 1 phần khối lượng PVA và 1 phần khối lượng bentonit. Hỗn hợp này sau khi trộn đều, tạo hạt thu được vật liệu hấp phụ dạng hạt. Tốt nhất là vật liệu hấp phụ được tạo thành dạng hạt tròn có đường kính trung bình từ 1mm đến 10mm. Tốt nhất là có đường kính từ 1 đến 5mm.

Trong bước tạo cột hấp phụ bằng cách nhồi vật liệu hấp phụ dạng hạt thu được ở trên vào ống phản ứng dạng cột. Cột hấp phụ tốt nhất là dạng ống có đường kính từ 10 đến 40 cm và chiều dài từ 20 đến 100 cm. Sau đó bọc cố định hai đầu lớp vật liệu hấp phụ này bằng lớp bông để giữ vật liệu hấp phụ cố định trong ống phản ứng. Tốt nhất là cột hấp phụ này có phần đáy và phần nắp tháo lắp được, phần nắp có đường cấp để cấp nước thải chứa iốt phóng xạ thông qua đầu cấp và phần đáy có đường thoát tạo ra cột hấp phụ hoàn chỉnh.

Trước khi sử dụng, cột hấp phụ được hoạt hóa bằng cách cấp nước cất vào cột để thấp ướt toàn bộ vật liệu có trong cột hấp phụ. Sau đó xả hết nước cất và

lặp lại quá trình này từ một đến 3 lần thu được cột hoạt hóa để hấp phụ iốt phóng xạ.

Theo mục đích thứ hai, sáng chế đề cập đến hệ thống xử lý nước thải y tế chứa iốt phóng xạ. Trong đó hệ thống này bao gồm hệ thống xử lý nước thải mà có gắn một hoặc nhiều cột hấp phụ iốt phóng xạ theo sáng chế. Theo các phương án cụ thể, các cột được gắn nối tiếp hoặc song song. Tốt nhất là các cột hấp phụ iốt phóng xạ theo sáng chế được gắn nối tiếp để hấp phụ iốt phóng xạ có tải lượng cao. Trong đó toàn bộ phần nước thải chứa iốt phóng xạ được cho bơm qua ít nhất một cột hấp phụ iốt phóng xạ này để hấp phụ iốt phóng xạ có trong nước trước khi xả ra ngoài môi trường.

Hệ thống xử lý nước thải y tế chứa iốt phóng xạ theo sáng chế còn có bơm cấp có thể điều chỉnh lưu lượng để cấp nước thải chứa iốt phóng xạ qua cột lọc thô trước khi cho qua cột hấp phụ iốt phóng xạ và được điều khiển thông qua bảng điều khiển.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1. Hoạt hóa bentonit và chiết dịch chiết từ bắp ngô

Nghiền mịn đất sét bentonit được mua từ công ty cổ phần Hiệp Phú, Di Linh – Lâm Đồng, Việt Nam trong cối mã nã, sau đó nung ở nhiệt độ 900°C trong khoảng từ 45 đến 60 phút đến khi bentonit từ màu vàng nhạt chuyển sang màu cam rồi nghiền lại bằng cối mã nã một lần nữa để thu được bentonit được hoạt hóa.

Trái bắp ngọt được lột vỏ, loại bỏ râu bắp và rửa sạch bụi bẩn bằng nước máy, sau đó rửa lại bằng nước cất 02 lần. Trái bắp đã rửa sạch được cắt thành từng khoanh nhỏ có kích thước khoảng từ 1 đến 2 cm và được luộc trong nước cất 02 lần trong thời gian từ 30 đến 45 phút với tỉ lệ tương ứng 100g bắp:500 mL nước cất.

Dịch chiết từ trái bắp sau đó được lọc qua phễu lọc chân không để loại bỏ cặn bã và được cô quay chân không đến thể tích khoảng 20%. Phần dịch chiết từ bắp ngô này được bảo quản trong ngăn mát tủ lạnh và sử dụng hết trong 24 giờ thay thế một phần cho thành phần khung TPA-Br tạo cấu trúc lỗ xốp.

Ví dụ 2. Tổng hợp vật liệu zeolit ZSM-5 bổ sung dịch chiết từ trái bắp

Thử nghiệm tổng hợp vật liệu zeolit ZSM-5 từ đất sét bentonit, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (thủy tinh lỏng) với lượng chất tạo cấu trúc TPA-Br 0,5875 gam kết hợp với dịch chiết từ trái bắp.

Cân 1 gam bentonit đã hoạt hóa từ Ví dụ 1, bổ sung từ từ vào 22,125 mL dung dịch NaOH 1 M (0,8850 gam, 0,0222 mmol) và khuấy trên máy khuấy từ trong 60 phút ở nhiệt độ phòng. Sau đó gia nhiệt lên 80 °C trong 120 phút. Hỗn hợp được lọc để tách lấy phần chất rắn, thu được hỗn hợp dung dịch natri aluminat (NaAlO_2) và một lượng nhỏ natri silicat (Na_2SiO_3).

Tiếp theo, cho lần lượt từ từ 22,1 gam dung dịch thủy tinh lỏng ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,1042 mmol); 4,4325 mL dung dịch TPA-Br (0,5875 gam, 0,0022 mmol) và 25 mL dịch chiết từ bắp ngô thu được từ Ví dụ 1 vào hỗn hợp trên và tiếp tục khuấy từ trong 60 phút. Sau đó, hỗn hợp gel aluminosilicat được già hóa ở 80 °C trong 12 giờ bằng lọ thủy tinh đầy kín nắp có dung tích 100 mL và tiến hành thủy nhiệt bằng nồi hấp ở nhiệt độ 170 °C trong 18 giờ. Chất rắn thu được sau khi thủy nhiệt được lọc bằng phễu lọc chân không và được rửa nhiều lần bằng nước cất đến giá trị pH trung tính, sau đó được sấy qua đêm ở nhiệt độ 100 °C trước khi nung ở 500 °C trong 5 giờ để loại bỏ hoàn toàn chất tạo cấu trúc TPA-Br và hợp chất hữu cơ, thu được vật liệu zeolite ZSM-5. Trước khi ứng dụng, vật liệu zeolite ZSM-5 được rút chân không ở nhiệt độ phòng trong 12 giờ, sau đó gia nhiệt lên 150 °C trong 12 giờ và bảo quản trong lọ đầy kín nắp.

Ví dụ 3. Sản xuất cột hấp phụ iốt phóng xạ

Thu gom vỏ quả bưởi, loại bỏ phần cùi ngoài, thu phần cùi xộp rồi sấy khô, sau đó nung trong điều kiện yếm khí ở 200°C để than hóa. Sản phẩm sau khi than hóa được để nguội, nghiền mịn thu được than hoạt tính xộp.

Phối trộn 200g vật liệu zeolit ZSM-5 xộp thu được như mô tả trong Ví dụ 2, 600g than hoạt tính xộp thu được ở trên và trộn đều, sau đó bổ sung 100g PVA và 100g bentonit. Sau khi trộn đều, hỗn hợp được tạo hạt thu được vật liệu hấp phụ dạng hạt cỡ 1mm.

Nhồi hỗn hợp vào các ống phản ứng, hai đầu được tạo cột hấp phụ bằng cách nhồi vật liệu hấp phụ dạng hạt thu được ở trên vào ống phản ứng dạng cột, sau đó bọc cố định hai đầu lớp vật liệu hấp phụ này bằng lớp bông dày khoảng 1 cm để

giữ vật liệu hấp phụ cố định trong ống phản ứng và gắn phần nắp có đường cấp và phân đáy có đường thoát tạo ra cột hấp phụ hoàn chỉnh có kết cấu như nêu trong hình 1.

Hoạt hóa cột hấp phụ bằng cách bơm nước cất vào cột để thấp ướt toàn bộ vật liệu có trong cột hấp phụ, sau đó xả hết nước cất và lặp lại quá trình này từ một đến 3 lần thu được cột để hấp phụ iốt phóng xạ hoàn chỉnh.

Hình 1 là hình vẽ mô tả cột lọc có chứa vật liệu hấp phụ dạng hạt composit. Theo đó, trên cùng là đầu vào nguồn nước (1) tiếp xúc trực tiếp với một lớp bông xốp (2) nhằm tránh xáo trộn các hạt. Tiếp theo là lớp vật liệu lọc là hạt composit giữa than sinh học và zeolite ZSM-5 (3). Phía bên dưới lớp hạt composit là lớp bông xốp (2) để giữ không cho vật liệu bị cuốn theo dòng nước cũng như giữ lại các chất rắn có thể có trong nước thải.

Hình 2 là hình mô tả lớp vật liệu hấp phụ dạng hạt trong cột lọc và cơ chế hấp phụ iốt trên vật liệu lọc. Theo đó, hạt composit vật liệu hấp phụ có dạng hạt hình cầu màu đen xám. Cơ chế hấp phụ, lưu giữ iốt trên các vật liệu hấp phụ cũng được mô tả. Trong đó các tương tác có thể xảy ra giữa iốt phóng xạ và than sinh học như tương tác vật lý, trao đổi ion, tương tác hóa học và khuếch tán vào lỗ xốp. Các tương tác này cũng có thể xảy ra tương tự với iốt phóng xạ và zeolit ZSM-5.

Ví dụ 4. Thử nghiệm khả năng hấp phụ iốt phóng xạ trong phòng

Thiết lập hệ thống thử nghiệm như mô tả trên Hình 4, trong đó hệ thống xử lý nước thải được thiết lập để sử dụng trong đó có chứa cột lọc cùng các vật liệu hấp phụ dạng hạt. Nguyên lý hoạt động như sau: Nước thải bệnh viện được dẫn vào hệ thống 3 cột lọc thô (1), sau đó đi qua cột lọc chứa vật liệu hấp phụ (2) và sau nước thải đã xử lý được thu vào bình chứa (5). Bơm cao áp (3) và bảng điều khiển (4) được trang bị để điều chỉnh lưu lượng nước qua cột để tránh tình trạng không đủ nước hoặc có quá nhiều nước qua cột trong một thời điểm dẫn đến hiệu quả hấp phụ không đạt được như mong muốn.

Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hấp phụ của cột vật liệu trong phòng thí nghiệm gồm hai yếu tố chính: Tỷ lệ khối lượng vật liệu than sinh học/zeolite ZSM-5 và số lần dung dịch chạy qua cột (số vòng lặp). 50 mL dung dịch iốt nồng độ 5 mg/L được cho vào cột với tỉ lệ khối lượng than sinh học và zeolit ZSM-5 khác nhau (tổng khối lượng hạt là 1 gam), sau đó mở khóa để dung dịch chảy xuống với tốc độ dòng chảy cố định là 1 mL/phút. Số vòng lặp được thực hiện lặp lại 2 lần, như vậy tổng cộng số lần dung dịch qua cột là 03 lần. Thực hiện tương tự với các lần 50 mL dung dịch iốt tiếp theo.

Kết quả thử nghiệm được thể hiện trên hình 3, trong đó thể hiện ảnh chụp cho thấy màu sắc của phức chất giữa iốt với thuốc thử leuco crystal violet trước và sau khi hấp phụ iốt trong phòng thí nghiệm. Cụ thể, lọ đầu tiên màu tím từ trái sang ký hiệu Co là màu sắc phức chất giữa dung dịch iốt với thuốc thử leuco crystal violet trước khi qua cột lọc. Lọ thứ 2 từ trái sang ký hiệu SHP không màu chứng tỏ 100 % iốt đã được hấp phụ khi qua cột lọc do đó không xuất hiện phức chất màu tím giữa iốt và thuốc thử leuco crystal violet. Lọ thứ 3 trái sang ký hiệu SHP có màu tím hơi nhạt và lọ thứ 4 từ trái sang ký hiệu SHP có màu tím đậm hơn lọ thứ 3, tuy nhiên cả 2 lọ này đều nhạt hơn lọ đầu tiên cho thấy cột lọc có khả năng hấp phụ đến 3 lần ở nồng độ Iốt ban đầu là 5 mg/L với hiệu suất hấp phụ lần lượt là 100 %; 85,55 %; và 62,47 %.

Ví dụ 5. Thử nghiệm khả năng hấp phụ iốt phóng xạ ngoài thực tế

Hệ thống mô tả trong Ví dụ 4 được thử nghiệm và đánh giá với nguồn nước thải chứa iốt phóng xạ tại bệnh viện Quân Y 175 Thành phố Hồ Chí Minh với hoạt độ phóng xạ ban đầu là 54,66 $\mu\text{Ci}/10\text{ mL}$. 10 L nước chứa iốt phóng xạ có hoạt độ xác định được trên máy đo liều là 54,66 $\mu\text{Ci}/10\text{ mL}$ được cho chảy qua hệ thống lọc nước có gắn cột lọc chứa các hạt vật liệu composit với khối lượng hạt là 30 gam. Dòng nước thải được tuần hoàn liên tục trong thời gian 1 ngày ở tốc độ dòng chảy được cố định bởi bơm cao áp là 0,5 lít/phút (0,5 LPM) và bộ điều khiển tích hợp trên hệ thống. Sau 1 ngày, tiến hành lấy mẫu và đo hoạt độ

phóng xạ để xác định hiệu quả xử lý iốt phóng xạ của cột lọc đi kèm hệ thống xử lý nước.

Kết quả cho thấy với nguồn nước thải chứa Iốt phóng xạ có hoạt độ 54,66 $\mu\text{Ci}/10\text{ mL}$ đã đạt được hiệu quả xử lý là 82 %.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Bằng việc sử dụng kết hợp vật liệu zeolite loại ZSM-5 và than sinh học ở dạng hạt composit (phối trộn 2 vật liệu trong cùng một hạt) để hướng đến xử lý hiệu quả nước thải phóng xạ bệnh viện chứa iốt đồng thời ở hai dạng là anion (I^-) và hơi iốt (I_2) mang lại hiệu quả tốt. Bên cạnh đó, việc sử dụng chính đất sét bentonit để làm chất kết dính cũng như sử dụng chúng để tổng hợp zeolit ZSM-5 cho phép tạo ra vật liệu có khả năng hấp phụ hiệu quả iốt. Thực tế, than sinh học và zeolit có bản chất kỵ nước, do đó khả năng hấp phụ của chúng thường không tốt so với việc đã biến tính bởi một số thành phần khác. Do đó, đất sét bentonit được thêm vào ngoài có vai trò đất kết dính thì với đặc tính tương tác tốt với nước, đất sét bentonit giúp cho hạt composit được xốp và hấp phụ iốt trong dung dịch nước được tốt hơn. Đất sét bentonit cũng có nguồn gốc tự nhiên, thân thiện với môi trường và giá thành thấp.

Ngoài ra, việc sử dụng vật liệu dạng hạt và hấp phụ theo phương pháp cột đáp ứng được khả năng thương mại hóa nhờ vào đặc tính dễ thu hồi, tái sử dụng.

Cột hấp phụ iốt phóng xạ để xử lý nước thải y tế nhiễm iốt phóng xạ theo sáng chế được thử nghiệm trong phòng thí nghiệm đã đạt được hiệu quả cao trong việc loại bỏ iốt trong dung dịch nước. Cụ thể, hiệu quả xử lý iốt trong dung dịch nước của cột lọc chứa 1 gam vật liệu đạt hiệu quả 100 % sau 3 vòng lặp với thể tích iốt nồng độ 5 mg/L đã sử dụng là 50 mL. Cột hấp phụ iốt phóng xạ cũng có khả năng xử lý tiếp khi tiếp tục cho các lần 50 mL dung dịch iốt 5 mg/L mới qua cột.

Cột hấp phụ iốt phóng xạ để xử lý nước thải y tế nhiễm iốt phóng xạ theo sáng chế được thử nghiệm với nguồn nước thải chứa iốt phóng xạ có hoạt độ 54,66 $\mu\text{Ci}/10\text{ mL}$ đã đạt được hiệu quả xử lý là 82 %.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cột hấp phụ iốt phóng xạ để xử lý nước thải y tế nhiễm iốt phóng xạ, trong đó cột hấp phụ iốt phóng xạ này được sản xuất từ quy trình bao gồm các bước:

a) chuẩn bị zeolit ZSM-5 xốp và than sinh học xốp:

+ tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp bằng cách sấy khô và nghiền mịn đất sét bentonit, sau đó nung ở nhiệt độ 900°C trong khoảng từ 45 đến 60 phút rồi hòa với NaOH 1M theo tỷ lệ bentonit/NaOH là 1/22,125 (w/v) và khuấy ở nhiệt độ phòng trong 60 phút, hỗn hợp được gia nhiệt đến 80°C và khuấy trong 120 phút, sau đó lọc thu phần dịch, và bổ sung lần lượt $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, dung dịch TPA-Br, dịch chiết từ bắp ngô và khuấy từ trong 60 phút rồi giữ ở 80°C trong 12 giờ, hỗn hợp được thủy nhiệt ở 170°C trong 18 giờ, sau đó lọc thu chất rắn và rửa đến pH trung tính, phần chất rắn được sấy qua đêm ở 100°C và nung ở 500°C trong 5 giờ, cuối cùng và rút chân không ở nhiệt độ phòng trong 12 giờ rồi nung đến 150°C trong 12 giờ thu được vật liệu zeolit ZSM-5;

+ tổng hợp than sinh học xốp bằng cách thu gom vỏ quả bưởi, loại bỏ phần cùi ngoài, thu phần cùi xốp rồi sấy khô, cuối cùng nung trong điều kiện yếm khí ở 200°C để than hóa, sau khi để nguội, nghiền mịn thu được than hoạt tính xốp;

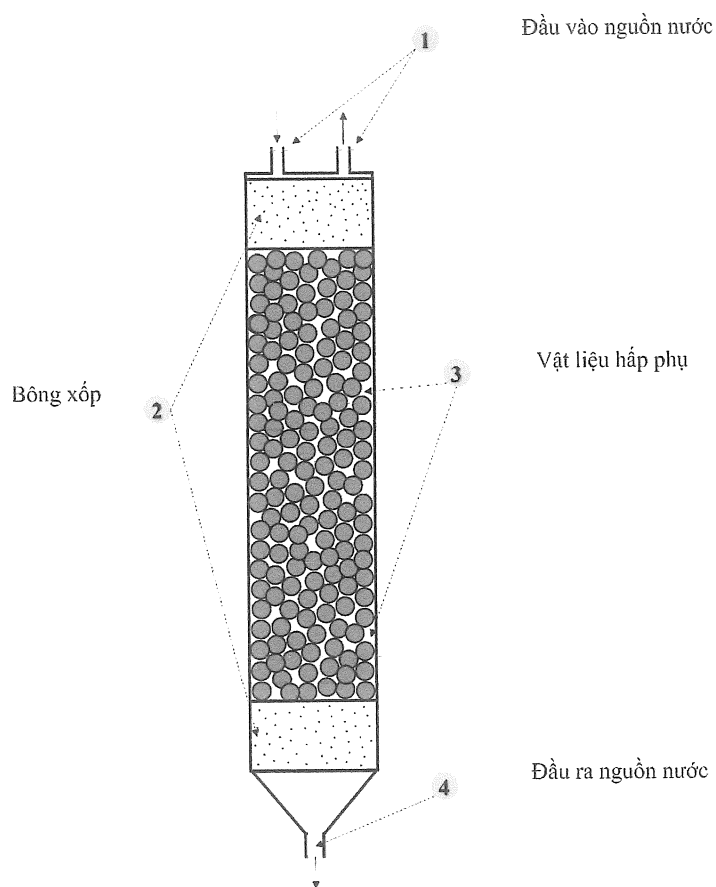
b) tạo vật liệu hấp phụ bằng cách phối trộn 2 phần khối lượng vật liệu zeolit ZSM-5 xốp, 6 phần than hoạt tính xốp thu được ở trên và trộn đều, sau đó bổ sung 1 phần khối lượng PVA và 1 phần khối lượng bentonit, sau khi trộn đều, tạo hạt thu được vật liệu hấp phụ dạng hạt;

c) tạo cột hấp phụ bằng cách nhồi vật liệu hấp phụ dạng hạt thu được ở trên vào ống phản ứng dạng cột, sau đó bọc cố định hai đầu lớp vật liệu hấp phụ này bằng lớp bông để giữ vật liệu hấp phụ cố định trong ống phản ứng và phần nắp có đường cấp và phần đáy có đường thoát tạo ra cột hấp phụ hoàn chỉnh; và

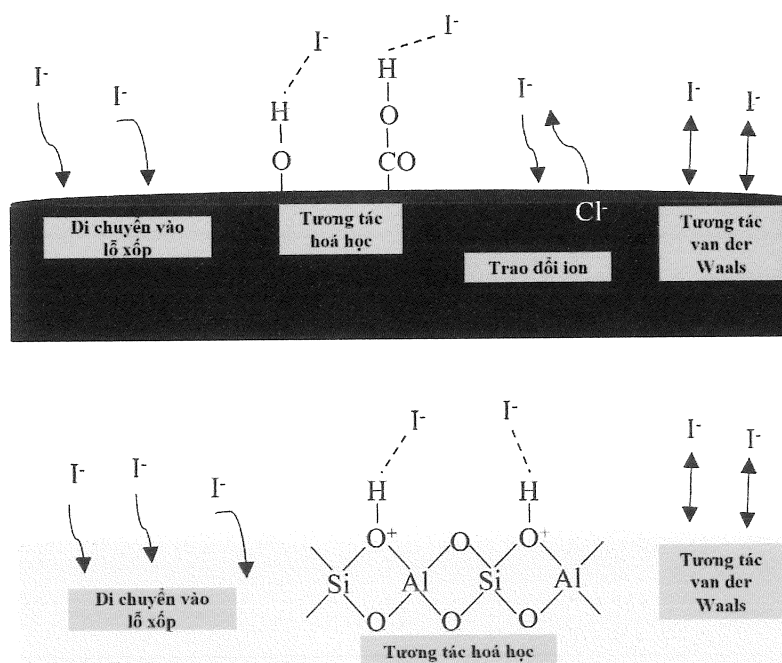
d) hoạt hóa cột hấp phụ bằng cách cấp nước cất vào cột để thấm ướt toàn bộ vật liệu có trong cột hấp phụ, sau đó xả hết nước cất và lặp lại quá trình này từ 1 đến 3 lần thu được cột để hấp phụ iốt phóng xạ.

2. Cột hấp phụ iốt phóng xạ theo điểm 1, trong đó zeolit ZSM-5 xốp được tổng hợp trong điều kiện tỷ lệ bentonit/dịch chiết ngô là 1/25 (w/v) và dịch chiết ngô thu được bằng cách chiết bắp ngô ngọt hai lần với nước cất với tỷ lệ khoảng 200 g/l ở 100°C, mỗi lần từ 30 đến 45 phút, sau đó lọc và cô đến khoảng 20% thể tích để thu được dịch chiết ngô dùng để tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp.
3. Cột hấp phụ iốt phóng xạ theo điểm 1, trong đó lượng $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ được sử dụng để tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp theo tỷ lệ bentonit/ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ là 1/22,1 (w/w).
4. Cột hấp phụ iốt phóng xạ theo điểm 1, trong đó lượng TPA-Br được sử dụng để tổng hợp zeolit ZSM-5 xốp theo tỷ lệ bentonit/TPA-Br là 1/1,175 đến 1/0,1469 (w/w).
5. Cột hấp phụ iốt theo điểm 1, trong đó cột này dạng ống có đường kính từ 10 đến 40 cm và chiều dài từ 20 đến 100 cm.
6. Cột hấp phụ iốt theo điểm 1, trong đó vật liệu hấp phụ được tạo thành dạng hạt tròn có đường kính trung bình từ 1mm đến 10mm.
7. Hệ thống xử lý nước thải y tế chứa iốt phóng xạ, trong đó hệ thống này bao gồm hệ thống xử lý nước thải mà có gắn một hoặc nhiều cột hấp phụ iốt phóng xạ theo điểm 1 được gắn nối tiếp hoặc song song, trong đó toàn bộ phần nước thải chứa iốt phóng xạ được cho bơm qua ít nhất một cột hấp phụ iốt phóng xạ này để hấp phụ iốt phóng xạ có trong nước trước khi xả ra ngoài môi trường.
8. Hệ thống xử lý nước thải y tế chứa iốt phóng xạ theo điểm 7, trong đó hệ thống này còn có bơm cấp có thể điều chỉnh lưu lượng để cấp nước thải chứa iốt phóng xạ qua cột lọc thô trước khi cho qua cột hấp phụ iốt phóng xạ và được điều khiển thông qua bảng điều khiển.

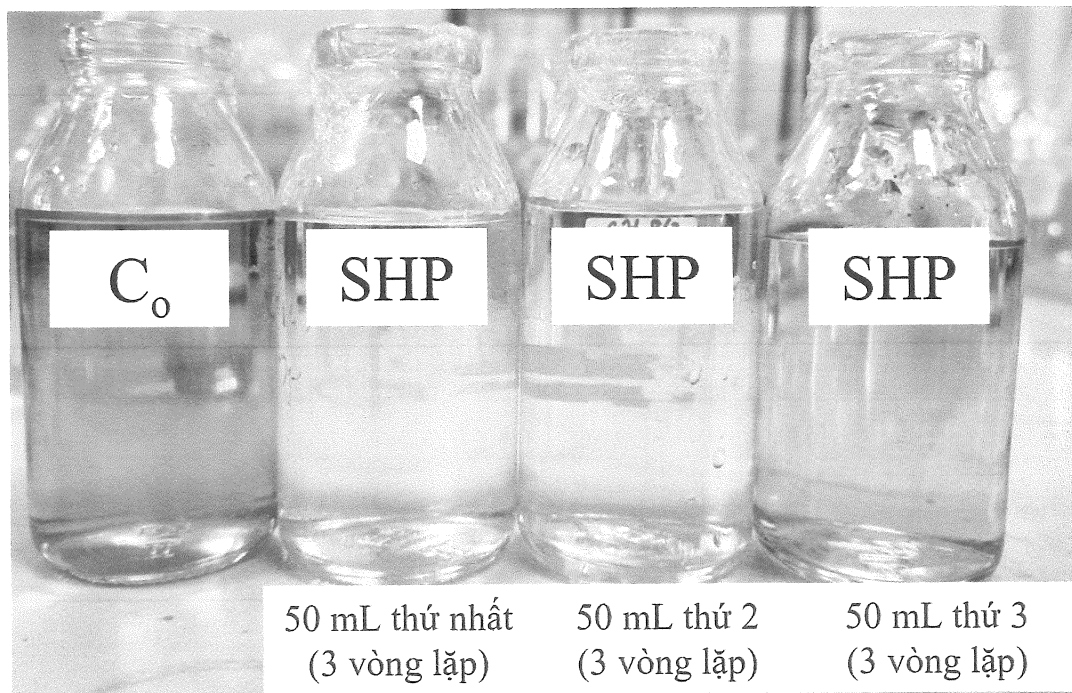
HÌNH 1



HÌNH 2



HÌNH 3



HÌNH 4

