



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0004189

(51)
2022.01 **C02F 1/00; B01J 20/32; C02F 1/72; C02F
1/28; C02F 1/58; B01J 20/00**

(13) **Y**

(21) 2-2023-00604

(22) 12/10/2023

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/01/2024 430A

(73) Đại học Bách khoa Hà Nội (VN)
Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

(72) Huỳnh Trung Hải (VN); Hà Vĩnh Hưng (VN); Văn Diệu Anh (VN); Đào Duy Nam
(VN); Vũ Minh Trang (VN).

(54) **QUY TRÌNH XỬ LÝ CÁC HỢP CHẤT HỮU CƠ BỀN VỮNG CÓ CHỨA
NGUYÊN TỐ FLO (FPOPS) TRONG NƯỚC VÀ NƯỚC THẢI**

(21) 2-2023-00604

(57)

Sáng chế đề cập đến quy trình xử lý các hợp chất hữu cơ bền vững có chứa nguyên tố flo (FPOP) trong nước và nước thải bằng phương pháp hấp phụ - xúc tác quang. Cụ thể, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý hợp chất Heptadecafluorooctanesulfonic acid potassium có trong nước, nước thải, trong đó phương pháp này chủ yếu bao gồm các quá trình học cơ học nhằm loại bỏ các chất rắn lơ lửng có trong nước thải, điều chỉnh pH thích hợp, hấp phụ và ô xy hóa dưới tác dụng của xúc tác quang trong vùng tử ngoại hoặc khả kiến phù hợp, chất xúc tác tạo ra các gốc có khả năng ô xi hóa - khử chất hữu cơ. Đa số hợp chất hữu cơ Heptadecafluorooctanesulfonic acid potassium được ô xy hóa bằng phương pháp hấp thụ - xúc tác, thay vì phương pháp ô xy hóa hóa học. Điều này dẫn đến tiết kiệm chi phí hóa chất, quy trình xử lý FPOP trở nên thân thiện môi trường.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình xử lý các hợp chất FPOPs có mặt trong nước, nước thải bằng phương pháp hấp phụ - xúc tác nhờ sử dụng chất hấp phụ dưới dạng hạt rắn có phủ chất xúc tác lên bề mặt, kết hợp với tác dụng của ánh sáng tử ngoại, khả kiến có tác dụng xúc tác phản ứng ô xy hóa hợp chất hữu cơ FPOPs. Chất hấp phụ - xúc tác có chất nền mang được xác định trong phần mô tả dưới đây và bao gồm ít nhất một pha hoạt tính trên cơ sở ô xit titan ở dạng kích thước nano. Sáng chế này cung cấp quy trình xử lý các hợp chất FPOPs không sử dụng hóa chất, thân thiện với môi trường, đạt chi phí hiệu quả trong việc xử lý chất hữu cơ FPOPs.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hợp chất flo hữu cơ bền vững, viết tắt là FPOPs, là một nhóm các hợp chất flo hóa hữu cơ, chúng được đặc trưng bởi một chuỗi alkyl được flo hóa hoàn toàn hoặc một phần. Nhờ cấu tạo đặc biệt, các hợp chất FPOPs có đặc tính tương đối bền vững, không thấm ướt, có khả năng chống lại lực tác động gây phá vỡ các cấu trúc hóa học, trở về mặt hóa học, rất trơn, không dính, chống cháy cao, tính bền nhiệt cao, có khả năng chống chịu thời tiết (Ding G, P. W., 2013, Physicochemical properties and aquatic toxicity of poly- and perfluorinated compounds, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 43, 598–678). Do đó, chúng được sử dụng trong một số ngành công nghiệp và xuất hiện trong một phạm vi lớn các sản phẩm tiêu dùng như sử dụng trong lớp fluoropolymer tráng bề mặt các dụng cụ nấu ăn, quần áo thể thao, đồng phục quân sự, thiết bị xử lý thực phẩm, thiết bị y tế, phụ gia dầu động cơ, bột chữa cháy, sơn và mực in cũng như các sản phẩm chống thấm nước khác (Voogt P., S. M., 2006, Analytical chemistry of perfluoroalkylated substances, *Anal. Chem.* 25, *Anal. Chem.* 25, 326–342; Ahrens, L., 2011, Polyfluoroalkyl compounds in the aquatic environment: a review of their occurrence and fate, *J. Environ. Monit.* 13, 20–31).

Ứng dụng rộng rãi của FPOPs rộng rãi trong các ngành công nghiệp đã dẫn đến việc thải bỏ chúng vào môi trường từ các nguồn trực tiếp như sản xuất FPOPs và sử dụng

các sản phẩm có chứa FPOP, cũng như từ các nguồn gián tiếp như tạp chất phản ứng hoặc quá trình phân hủy các tiền chất của FPOP.

Do đặc tính bền vững trong môi trường, và có tính ứng dụng cao nên đã có những lo ngại về sức khỏe con người khi có sự tiếp xúc với các hợp chất này. Các hợp chất FPOP vốn được coi là những hóa chất không có hoạt tính sinh học, tuy nhiên nghiên cứu trên động vật cho thấy những hợp chất này gây tác hại cho gan, hệ miễn dịch và cơ quan sinh sản (Joensen U.N., B. R., 2009, Do perfluoroalkyl compounds impair human semen quality, *Environmental Health Perspect Vol. 117(6)*, 923-927; Fei C, M. J., 2009, Maternal levels of perfluorinated chemicals and subfecundity, *Human Reproduction Update* 24, 1200-1205).

Hiện tại, có các phương pháp xử lý các hợp chất FPOP đang được sử dụng như sau:

1) Phương pháp lọc màng

Kỹ thuật lọc tiên tiến như lọc nano được chứng minh là có thể loại bỏ đáng kể hợp chất FPOP trong nước và nước thải với tỷ lệ loại bỏ FPOP trong nước thải dao động trong khoảng 90% đến 99% khi sử dụng lọc nano (Tang, C. S., 2007, Effect on flux (transmembrane pressure) and membrane properties on fouling and rejection of reverse osmosis and nanofiltration membranes treating perfluorooctane sulfonate containing wastewater, *Environ Sci Technol* 41, 2008-2014; Schröder, H. J., 2010, Biological wastewater treatment followed by physicochemical treatment for the removal of fluorinated surfactants, *Water Sci. Technol.* 61, 3208–3215).

2) Phương pháp hấp phụ

Quá trình hấp phụ cũng được đánh giá là có khả năng trong việc loại bỏ các hợp chất FPOP trong nước và nước thải. Than hoạt tính được sử dụng nhiều nhất để đánh giá khả năng loại bỏ PFOS và PFOA, là hai hợp chất điển hình nhất của FPOP, trong nước và nước thải. Than hoạt tính dạng bột (PAC) có hiệu suất xử lý cao hơn so với than hoạt tính dạng hạt (GAC). Đặc biệt, thời gian đạt cân bằng với quá trình hấp phụ bằng PAC là 6 giờ, so với GAC là 168 giờ (Ochoa-Herrera, V. S.-A., 2008, Removal of perfluorinated surfactants by sorption onto granular activated carbon, zeolite and sludge, *Chemosphere* 72, 1588– 1593; Qu, Y. Z., 2009, Equilibrium and kinetics study

on the adsorption of perfluorooctanoic acid from aqueous solution onto powdered activated carbon, *J. Hazard. Mater.* 169, 146–152).

3) Các quá trình oxy hóa nâng cao (AOPs)

Các quá trình oxy hóa nâng cao (AOPs) đã được thử nghiệm để đánh giá khả năng loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ bền vững. Quá trình AOPs hoạt động dựa trên việc hình thành tại chỗ các gốc oxy hóa mạnh, thường là các gốc tự do, thông qua việc hoạt hóa các tác nhân oxy hóa như hydrogen peroxide (H_2O_2), persulfate ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$), tác nhân Fenton và peroxymonosulfate (HSO_5^-) bằng bức xạ, nhiệt với sự có hoặc không có mặt của chất xúc tác như phosphotungstic acid ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$), TiO_2 . Trong các quá trình này, các gốc hydroxyl thường tấn công các hợp chất hữu cơ bằng cách hình thành nên các gốc có carbon làm trung tâm thông qua phản ứng thế hydro. Mặc dù các hợp chất FPOPs không chứa các nguyên tử hydro để thay thế, nhưng các gốc hydroxyl phản ứng thông qua quá trình chuyển electron trực tiếp để hình thành ion hydroxyl ít bền vững hơn về mặt nhiệt động học. Cho đến nay, một số phương pháp quang hóa như quang hóa trực tiếp, quang hóa tác nhân oxy hóa là persulfate (Hori, H. Y., 2009, Efficient decomposition of environmentally persistent perfluorocarboxylicacides by use of persulfate as a photochemical oxidant, *Environ. Sci. Technol.* 39, , 2383–2388); quang xúc tác (Hori, H. H., 2004, Decomposition of environmentally persistent perfluorooctanoic acid in water by photochemical approaches, *Environ. Sci. Technol.* 38, 6118– 6124), photo-Fenton (Wang, Y. Z., 2008, Ferric ion mediated photochemical decomposition of perfluorooctanoic acid by 254 nm UV light, *J. Hazard. Mater.* 160, 181–186), ... đã được đánh giá có hiệu quả trong việc loại bỏ các hợp chất FPOPs mạch ngắn trong nước thải. Gần đây, các quá trình oxy hóa persulfate bằng nhiệt hoặc sóng siêu âm (Lee, Y. L., 2010, Microwave-hydrothermal decomposition of perfluorooctanoic acid in water by iron-activated persulfate oxidation, *Water Res.* 44, 886–892) và quá trình oxy hóa nhiệt-persulfate (Hori, H. N., 2008, Efficient decomposition of perfluorocarboxylic acids and alternative fluorochemical surfactants in hot water, *Environ. Sci. Technol.* 42, 7438–7443) đã được nghiên cứu và cho thấy khả năng loại bỏ thành công hợp chất FPOPs.

Như vậy, có thể thấy các công nghệ trên đều có khả năng loại bỏ hợp chất FPOPs khỏi

nước và nước thải, song chúng vẫn có những nhược điểm đáng kể. Với công nghệ lọc màng cho hiệu quả xử lý cao nhưng chi phí cao do yêu cầu năng lượng lớn, và cần xử lý sơ bộ trước khi lọc. Với quá trình hấp phụ bằng than hoạt tính, hiện vẫn còn khá nhiều bàn luận về hiệu quả xử lý với từng hợp chất FPOP. Ngoài ra hiệu quả xử lý còn bị ảnh hưởng khá nhiều bởi sự hấp phụ cạnh tranh của các chất hữu cơ tự nhiên, cần thiết phải tối ưu hóa nhiều thông số của quá trình như pH, nhiệt độ, thời gian tiếp xúc, ... Đặc biệt, quá trình hấp phụ lại sinh ra một lượng chất thải cần phải xử lý khi chất hấp phụ đạt đến trạng thái bão hòa. Các quá trình AOPs hoàn toàn có khả năng xử lý, loại bỏ các hợp chất FPOP ra khỏi nước. Tuy nhiên, hầu hết các kết quả nghiên cứu này được thực hiện trong điều kiện nghiêm ngặt trong phòng thí nghiệm với nồng độ hợp chất FPOP, nguồn bức xạ, nhiệt độ và áp suất cao. Điều này cho thấy rằng việc loại bỏ các hợp chất FPOP có thể sẽ không đạt hiệu quả mong muốn trong điều kiện thực tế.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến quy trình xử lý hợp chất FPOP, cụ thể là Heptadecafluorooctanesulfonic acid potassium có trong nước, nước thải theo phương pháp hấp phụ - ô xy hóa xúc tác quang hóa, bao gồm các bước lọc cơ học, điều chỉnh giá trị pH thích hợp, hấp phụ và ô xy hóa quang hóa bởi tác dụng của vật liệu nano TiO_2 trên vật liệu nền có hoạt tính chứa ô xit titan (TiO_2) với liều lượng thích hợp.

TiO_2 ở kích thước nanomet khi được chiếu ánh sáng nó trở thành một chất ôxi hoá mạnh trong số những chất đã biết: gấp 1,5 lần ozon, gấp hơn 2 lần clo, nên nó là chất oxi hóa hiệu quả để ô xy hóa các hợp chất hữu cơ, đặc biệt là các chất hữu cơ khó phân hủy. TiO_2 có thể phân huỷ các chất hữu cơ độc hại bền vững như điôxin, thuốc trừ sâu, benzen..., cũng như một số loại virus, vi khuẩn gây bệnh với hiệu suất cao hơn so với các phương pháp khác.

Trong công nghệ quang xúc tác, ánh sáng chính là nhân tố kích hoạt chất xúc tác giúp cho phản ứng xảy ra. Điều kiện để một chất có khả năng quang xúc tác là:

- + Có hoạt tính quang hoá;
- + Có năng lượng vùng cấm thích hợp để có thể hấp thụ được ánh sáng cực tím hoặc

ánh sáng nhìn thấy.

Khi được chiếu ánh sáng có năng lượng photon ($h\nu$) thích hợp, bằng hoặc lớn hơn năng lượng vùng cấm E_g ($h\nu \geq E_g$), sẽ tạo ra các cặp electron - lỗ trống ($e^- - h^+$) và có sự trao đổi electron với các chất bị hấp phụ, thông qua cầu nối là chất bán dẫn. Các electron được chuyển lên vùng dẫn (electron quang sinh), còn các lỗ trống ở lại vùng hoá trị. Các phân tử của chất tham gia phản ứng được hấp phụ trên bề mặt chất xúc tác gồm hai loại:

- + Các phân tử có khả năng nhận electron;
- + Các phân tử có khả năng cho electron

Quá trình chuyển electron có hiệu quả hơn nếu các phân tử chất hữu cơ và vô cơ bị hấp phụ trên bề mặt chất xúc tác. Khi đó, các electron ở vùng dẫn sẽ chuyển đến nơi có các phân tử có khả năng nhận electron và quá trình khử xảy ra, còn các lỗ trống sẽ chuyển đến nơi có các phân tử có khả năng cho electron để thực hiện phản ứng ôxi hóa.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1. Sơ đồ quy trình xử lý các hợp chất FPOP

Mô tả chi tiết sáng chế

Các đặc điểm và ưu điểm của quy trình xử lý FPOP có trong nước hoặc nước thải với nồng độ ban đầu từ 0,05 – 0,2 mg/L bằng phương pháp hấp phụ - ô xy hóa xúc tác quang hóa sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả dưới đây:

a. Loại bỏ tạp chất, chất rắn lơ lửng có trong nước, nước thải

Phương pháp để loại bỏ tạp chất, chất rắn lơ lửng có trong nước, nước thải trong quy trình này là phương pháp lọc cơ học. Vật liệu sử dụng để làm vật liệu lọc là cát thạch anh. Trong quy trình lọc, cát thạch anh có tác dụng là giúp giữ lại các tạp chất lơ lửng không kết tủa được trong nước, các cặn bẩn có kích thước lớn, sinh vật phù du, phù sa, xác động vật, v.v... Dùng cát thạch anh để lọc sẽ không bị hòa tan, không phát sinh chất độc hại, có thể tái sử dụng nhiều lần. Cát thạch anh có thành phần chính là Silic dioxit (SiO_2) chiếm đến 98,92 %, ngoài ra còn chứa một số nguyên tố hóa học như: Al_2O_3 - 0,5%, ZnO - 0,2%, CaO - 0,23%,...

Thông số cát thạch anh:

- Đặc điểm: dạng hạt, đều, nhiều góc cạnh.
- Màu sắc: Trắng ngà hoặc vàng nâu.
- Tỷ trọng - khối lượng riêng: 1.400 kg/m³.
- Kích thước cát thạch anh: 0,7 – 1,2mm.

Dòng nước, nước thải tiếp xúc với khối vật liệu lọc theo phương thẳng đứng, theo hướng từ trên xuống dưới với vận tốc lọc tối đa 0,5 m/h, thời gian lưu tối thiểu 40 phút. Thử độ đục của nước, nước thải bằng các thiết bị đo độ đục thông thường. Quy trình lọc cho kết quả độ đục tối đa của nước, nước thải là 10 NTU.

b. Điều chỉnh pH của dòng nước, nước thải

Dòng nước, nước thải sau khi lọc, đạt độ đục tối đa 10 NTU được điều chỉnh pH đến giá trị khoảng từ 3,8 đến 4,2. Hóa chất điều chỉnh pH được sử dụng NaOH hoặc H₂SO₄ tùy thuộc vào giá trị pH của nước, nước thải sau khi lọc. Nếu giá trị pH của nước, nước thải sau khi lọc nhỏ hơn 3,8 thì sử dụng NaOH, còn nếu giá trị pH của nước, nước thải sau khi lọc lớn hơn 4,2 thì sử dụng H₂SO₄ để điều chỉnh.

Điều kiện điều chỉnh pH:

- Nước, nước thải được cấp liên tục vào thùng điều chỉnh,
- Nhiệt độ điều chỉnh: nhiệt độ trong phòng
- Tốc độ khuấy trộn: 150 vòng/phút
- Dung dịch điều chỉnh pH (NaOH / H₂SO₄) được pha ở nồng độ 0,1N
- Kiểu điều chỉnh: tự động điều chỉnh bằng thiết bị điều chỉnh pH thông thường, với 2 kênh axit và bazơ.

c. Hấp phụ - ôxy hóa hợp chất FPOPs

Trong công đoạn này, nước và nước thải có chứa các hợp chất FPOPs sau khi được điều chỉnh pH thích hợp (công đoạn b) sẽ được cấp liên tục vào bể hấp phụ - ô xy hóa theo trình tự như sau:

- Nước, nước thải được cung cấp vào bể hấp phụ - ô xy hóa với thời gian lưu từ 25 – 33 giờ,
- Ở độ sâu giữa bể, bố trí lưới đỡ vật liệu xúc tác với liều lượng 0,12 kg/L,
- Vật liệu xúc tác $\text{TiO}_2(\text{NPs})/\text{GBs}$ là viên thủy tinh có đường kính từ 3 đến 5 mm, được phủ hạt nano TiO_2 , có diện tích bề mặt riêng đạt khoảng $8,94 \text{ m}^2/\text{g}$, có chứa hàm lượng titan 0,2% khối lượng.
- Đèn bức xạ tia UV công suất $320\text{W}/\text{m}^2$, được chiếu từ trên xuống,
- Dung dịch được khuấy trộn nhờ hệ thống sục không khí với lưu lượng $400 \text{ L}/\text{m}^2.\text{h}$.

Cho dòng nước, nước thải có chứa các hợp chất FPOPs, cấp vào bể hấp phụ - ô xy hóa liên tục với lưu lượng tương ứng với thời gian lưu từ 25 – 33 giờ. Tại đây, các hợp chất FPOPs được hấp phụ lên bề mặt của vật liệu xúc tác. Nhờ được chiếu ánh sáng có năng lượng photon ($h\nu$) thích hợp, bằng hoặc lớn hơn năng lượng vùng cấm E_g ($h\nu \geq E_g$), sẽ tạo ra các cặp electron - lỗ trống ($e^- - h^+$) và có sự trao đổi electron với các chất bị hấp phụ, thông qua cầu nối là chất bán dẫn. Các electron được chuyển lên vùng dẫn (electron quang sinh), còn các lỗ trống ở lại vùng hoá trị. Khi đó, các electron ở vùng dẫn sẽ chuyển đến nơi có các phân tử có khả năng nhận electron và quá trình khử xảy ra, còn các lỗ trống sẽ chuyển đến nơi có các phân tử có khả năng cho electron để thực hiện phản ứng ôxy hóa.

Với nồng độ các hợp chất FPOPs ban đầu từ 0,05 – 0,2 mg/L, sau khi được hấp phụ - ô xy hóa quang hóa, hiệu suất xử lý các hợp chất FPOPs đạt từ 70 – 90%.

Ví dụ thực hiện :

Giải pháp hữu ích này sẽ được minh họa bằng các ví dụ không giới hạn sau đây.

Ví dụ 1:

Một thùng nước khoảng 200 lít nước chứa khoảng 0,095 mg/L Heptadecafluorooctanesulfonic acid potassium, có độ đục ban đầu khoảng 10 NTU và pH khoảng 6,8 được xử lý theo quy trình chỉ định trong sáng chế.

Bước 1: Dung dịch (khoảng 200 lít) được lọc qua bể lọc cát thạch anh (kích thước cát thạch anh: 0,7 – 1,2mm) với lưu lượng 10 L/h, dung dịch có độ đục giảm từ 10 NTU

xuống 5 NTU.

Bước 2: Dung dịch (khoảng 200 lít) được điều chỉnh pH của dung dịch từ 6,8 đến 4,02 sử dụng hết khoảng 200 mL H_2SO_4 0,1N.

Bước 3: Dung dịch thu được trong bước 2 (khoảng 200 lít) được bơm vào bể hấp phụ và ô xy hóa với lưu lượng khoảng 3 L/h. Bể hấp phụ - ô xy hóa có thể tích khoảng 96 lít, có chứa khoảng 11,5 kg vật liệu xúc tác $\text{TiO}_2(\text{NPs})/\text{GBs}$ được rải đều trên lưới. Đèn UV được bố trí chiếu từ trên nắp bể xuống với cường độ 320W/m^2 . Trong bể hấp phụ - ô xy hóa, dung dịch được đảo trộn bằng cách sục không khí vào dung dịch với lưu lượng khoảng $400\text{ L/m}^2\cdot\text{h}$. Dung dịch thu được (khoảng 200 lít) có chứa hợp chất Heptadecafluorooctanesulfonic acid potassium với nồng độ phân tích được 0,0273 mg/L. Hiệu suất xử lý hợp chất FPOPs đạt khoảng 71,2%.

Ví dụ 2:

Một lượng nước khác khoảng 200 lít nước chứa khoảng 0,063 mg/L Heptadecafluorooctanesulfonic acid potassium, có độ đục ban đầu khoảng 8 NTU và có giá trị pH khoảng 3,01 được xử lý theo quy trình.

Bước 1: Dung dịch (khoảng 200 lít) được lọc qua bể lọc cát thạch anh (kích thước cát thạch anh: 0,7 – 1,2mm) với lưu lượng 10 L/h, dung dịch có độ đục giảm từ 8 NTU xuống 3 NTU.

Bước 2: Dung dịch (khoảng 200 lít) được bơm vào bể điều chỉnh pH liên tục với lưu lượng 3 L/h, dung dịch được điều chỉnh pH tự động là pH bằng 4, sử dụng hết khoảng 1,75 lít NaOH 0,1N.

Bước 3: Sau khi điều chỉnh giá trị pH bằng 4, dung dịch được bơm vào bể hấp phụ và ô xy hóa với lưu lượng khoảng 3 L/h. Bể hấp phụ - ô xy hóa có thể tích khoảng 96 lít, có chứa khoảng 11,5 kg vật liệu xúc tác $\text{TiO}_2(\text{NPs})/\text{GBs}$ được rải đều trên lưới. Đèn UV được bố trí chiếu từ trên nắp bể xuống với cường độ 320W/m^2 . Trong bể hấp phụ - ô xy hóa, dung dịch được đảo trộn bằng cách sục không khí vào dung dịch với lưu lượng khoảng $400\text{ L/m}^2\cdot\text{h}$. Dung dịch thu được (khoảng 200 lít) có chứa hợp chất Heptadecafluorooctanesulfonic acid potassium với nồng độ phân tích được sau 48 giờ là 0,00715 mg/L và sau 60 giờ là 0,00755 mg/L. Hiệu suất xử lý hợp chất FPOPs sau

48 giờ và sau 60 giờ đạt khoảng tương ứng là 88,6% và 88,0%.

Dung dịch nước trước và sau khi xử lý trong quy trình trên được phân tích nồng độ của hợp chất Heptadecafluorooctanesulfonic acid potassium bằng thiết bị sắc ký lỏng khối phổ (LCMS – 8040 của hãng Shimadzu, Nhật Bản).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình xử lý các hợp chất hữu cơ bền vững có chứa nguyên tố flo (FPOP) trong nước và nước thải bao gồm các công đoạn: loại bỏ tạp chất, chất rắn lơ lửng; điều chỉnh pH; hấp phụ - ô xy hóa hợp chất FPOP, trong đó:

loại bỏ tạp chất, chất rắn lơ lửng:

cho dòng nước, nước thải tiếp xúc với khối vật liệu lọc sử dụng cát thạch anh có kích thước khoảng từ 0,7 đến 1,2mm theo phương thẳng đứng, theo hướng từ trên xuống dưới với vận tốc lọc tối đa 0,5 m/h, thời gian lưu tối thiểu 40 phút, kết quả độ đục tối đa của nước, nước thải là 10 NTU; và

điều chỉnh pH:

nước, nước thải được cấp liên tục vào thùng điều chỉnh, điều chỉnh ở nhiệt độ trong phòng với tốc độ khuấy trộn khoảng 150 vòng/phút, dung dịch điều chỉnh pH là NaOH 0,1N nếu giá trị pH ban đầu của dung dịch nước, nước thải dưới 3,8 hoặc H₂SO₄ 0,1N nếu giá trị pH ban đầu trên 4,2; quá trình điều chỉnh pH được thực hiện bằng thiết bị điều chỉnh pH thông thường, với 2 kênh axit và bazơ; giá trị pH sau điều chỉnh dao động trong khoảng 3,8 - 4,2; và

hấp phụ - ô xy hóa các hợp chất FPOP:

nước và nước thải có chứa các hợp chất FPOP sau khi được điều chỉnh pH thích hợp sẽ được cấp liên tục vào bể hấp phụ - ô xy hóa với thời gian lưu từ 25 – 33 giờ; trong bể hấp phụ - ô xy hóa được bố trí ở độ sâu giữa bể là lớp vật liệu xúc tác với liều lượng 120 g/L; vật liệu xúc tác là viên thủy tinh có đường kính từ 3 đến 5 mm, được phủ hạt nano TiO₂, có diện tích bề mặt riêng đạt khoảng 8,94 m²/g, có chứa hàm lượng titan 0,2% khối lượng; thời gian tiếp xúc tối thiểu 8 giờ trong điều kiện chiếu bức xạ tia UV liên tục từ trên xuống dưới với công suất 320W/m² và khuấy trộn nhờ hệ thống sục không khí với lưu lượng 400 L/m².h, hiệu suất xử lý các hợp chất FPOP đạt từ 75 – 90%.

Hình 1