



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)⁷ C02F 1/28; C01G 49/02; B01J 20/06; (13) B
B01J 20/34



1-0045238

(21) 1-2020-00100 (22) 11/06/2018
(86) PCT/JP2018/022183 11/06/2018 (87) WO 2018/230489 20/12/2018
(30) 2017-118425 16/06/2017 JP
(45) 25/04/2025 445 (43) 25/03/2020 384A
(71) Nippon Soda Co., Ltd. (JP)
2-1, Ohtemachi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008165, Japan
(72) HIROKAWA, Toshiyasu (JP); NOISHIKI, Tsuyoshi (JP); KIMURA, Nobuo (JP);
TATEISHI, Yuichi (JP); TAKAHASHI, Yukiko (JP).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP HẤP PHỤ

(21) 1-2020-00100

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp hấp phụ chọn lọc và hiệu quả anion như ion phosphat mà ảnh hưởng bất lợi cho môi trường khi được xả mà không qua xử lý bất kỳ, hoặc anion mà có thể được sử dụng có lợi khi được thu hồi, từ nước thải hoặc dung dịch chứa ion này bằng cách sử dụng chất hấp phụ. Phương pháp hấp phụ anion quan tâm từ dung dịch nước (A) chứa anion quan tâm và anion khác bằng cách sử dụng chất hấp phụ anion, bao gồm bước thực hiện ít nhất (1) bước cho dung dịch nước (A) có độ pH là 5,8 hoặc thấp hơn tiếp xúc với chất hấp phụ anion để cho phép các anion này được hấp phụ đến chất hấp phụ anion, và sau đó (2) bước cho nước hoặc dung dịch nước (B) có độ pH là từ 5,2 đến 11 tiếp xúc với chất hấp phụ anion để giải hấp ít nhất một phần anion khác được hấp phụ đến chất hấp phụ anion khỏi chất hấp phụ anion này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp hấp phụ anion bằng cách sử dụng chất hấp phụ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với mục đích loại bỏ các vật liệu có hại cho môi trường và cơ thể con người từ nhiều nguồn nước thải khác nhau và tinh chế nước thải, hoặc với mục đích thu hồi các nguyên liệu hữu dụng như kim loại hiếm, các nghiên cứu tích cực đã được tiến hành đối với chất hấp phụ và phương pháp hấp phụ bằng cách sử dụng chất này, và phương pháp giải hấp phụ và thu hồi chất bị hấp phụ.

Ví dụ, mặc dù phospho là thành phần cơ bản dưới dạng thành phần phân bón và đối với ngành công nghiệp hóa, gần như 100% phospho phụ thuộc vào nguồn nhập khẩu ở Nhật Bản. Mặt khác, khi lượng lớn phospho được chứa trong nước thải, nó gây ra sự phì dưỡng, và do đó việc xả nước thải này không được ưu tiên cho môi trường. Để giải quyết các vấn đề này, việc loại bỏ và thu hồi các hợp chất phospho như phosphat được chứa trong nước thải là vấn đề được quan tâm chú ý.

Vì chất hấp phụ có khả năng hấp phụ và thu hồi hiệu quả các anion như ion phosphat, nên chất hấp phụ chứa sắt oxyhydroxit (FeOOH) đã được phát triển, và được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1, 2, 3, 4 v.v. Cụ thể, tài liệu sáng chế 2 mô tả sự hấp phụ chọn lọc ion phosphat. Tài liệu sáng chế 5 mô tả phương pháp trong đó phospho được hấp phụ từ nước chứa lượng lớn các thành phần khác nhau đến chất hấp phụ gốc oxit kim loại, được giải hấp bằng dung dịch kiềm chứa nước, và được kết tủa dưới dạng canxi phosphat để được thu hồi. Tuy nhiên, ngoài ra, vẫn cần có phương pháp có hiệu quả hơn để thu hồi phospho.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Các tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật số 2006-124239

Tài liệu sáng chế 2

WO 2006/088083

Tài liệu sáng chế 3

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật số 2011-235222

Tài liệu sáng chế 4

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật số 2006-305551

Tài liệu sáng chế 5

Đơn yêu cầu cấp patent Nhật số 2011-255341

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Mục đích của sáng chế là giải quyết các vấn đề trên đây, ví dụ, đề xuất phương pháp hấp phụ chọn lọc và hiệu quả anion như ion phosphat mà ảnh hưởng bất lợi cho môi trường khi được xả mà không qua xử lý bất kỳ, hoặc anion mà có thể được sử dụng có lợi khi được thu hồi, từ nước thải hoặc dung dịch chứa ion này bằng cách sử dụng chất hấp phụ.

Giải pháp kỹ thuật

Trước sáng chế, các tác giả sáng chế đã thu được chất hấp phụ mà thể hiện hiệu quả hấp phụ cao đối với cụ thể là ion phosphat. Tuy nhiên, chất hấp phụ này cũng hấp phụ các anion không phải là ion phosphat. Cụ thể, nước cống có thể chứa lượng lớn ion sulfat v.v., và cần thiết phải thu hồi ion phosphat ở độ tinh khiết cao từ nước cống này. Do đó, các tác giả sáng chế đã liên tục nghiên cứu chuyên sâu để đưa ra phương pháp thu hồi chọn lọc ion phosphat bằng cách sử dụng chất hấp phụ, và đã phát hiện ra các điều kiện mà đạt được phương pháp này. Sáng chế đã được tạo ra dựa trên các phát hiện này.

Cụ thể là, sáng chế đề xuất các phương án sau đây.

[1] Phương pháp hấp phụ anion quan tâm từ dung dịch nước (A) chứa anion quan tâm và anion khác bằng cách sử dụng chất hấp phụ anion, bao gồm tiến hành ít nhất hai bước sau đây: (1) bước cho dung dịch nước (A) có độ pH là 5,8 hoặc thấp hơn tiếp xúc với chất hấp phụ anion để cho phép anion này được hấp phụ đến chất hấp phụ anion, và

sau đó (2) bước cho nước hoặc dung dịch nước (B) có độ pH là từ 5,2 đến 11 tiếp xúc với chất hấp phụ anion để giải hấp ít nhất một phần anion khác được hấp phụ đến chất hấp phụ anion khỏi chất hấp phụ anion này.

[2] Phương pháp theo mục [1] trên đây, trong đó dung dịch nước (B) chứa anion quan tâm.

[3] Phương pháp theo mục [2] trên đây, trong đó nồng độ của anion quan tâm trong dung dịch nước (B) là 5 ppm hoặc cao hơn.

[4] Phương pháp theo mục bất kỳ từ mục [1] đến [3] trên đây, còn bao gồm bước thực hiện sau bước (2), (3) bước cho dung dịch nước (C) có độ pH là 11,5 hoặc cao hơn tiếp xúc với chất hấp phụ anion để giải hấp anion quan tâm khỏi chất hấp phụ anion vào dung dịch nước (C).

[5] Phương pháp theo mục [4] trên đây, còn bao gồm bước thực hiện sau bước (3), (4) bước tái tạo chất hấp phụ anion, trong đó các bước từ (1) đến (4) được thực hiện lặp lại.

[6] Phương pháp theo mục [5] trên đây, trong đó bước (4) là bước cho dung dịch nước (D) có độ pH là từ 2 đến 5 tiếp xúc với chất hấp phụ anion.

[7] Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [6] trên đây, trong đó anion quan tâm là ít nhất một loại được chọn từ ion phosphat, ion phosphit, ion hypophosphit, ion arsenat, ion arsenit, ion florua, ion selenat, ion iodua và iodat.

[8] Phương pháp theo mục [7] trên đây, trong đó dung dịch nước (A) chứa ít nhất một loại được chọn từ ion sulfat và ion nitrat làm anion khác.

[9] Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [8] trên đây, trong đó tỷ lệ khối lượng (tổng lượng anion quan tâm)/(tổng lượng anion khác) trong dung dịch nước (A) là 0,01 hoặc cao hơn.

[10] Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [9] trên đây, trong đó chất hấp phụ anion này bao gồm sắt oxyhydroxit dưới dạng thành phần hấp phụ.

[11] Phương pháp theo mục [10] trên đây, trong đó sắt oxyhydroxit này là β -sắt oxyhydroxit.

Hiệu quả của sáng chế

Nhờ sáng chế có thể hấp phụ và thu hồi có chọn lọc và hiệu quả anion như ion phosphat.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp hấp phụ theo sáng chế là phương pháp hấp phụ anion quan tâm từ dung dịch nước (A) chứa anion quan tâm và anion khác bằng cách sử dụng chất hấp phụ anion, bao gồm tiến hành ít nhất hai bước sau đây:

(1) bước cho dung dịch nước (A) có độ pH là 5,8 hoặc thấp hơn tiếp xúc với chất hấp phụ anion để cho phép các anion này được hấp phụ đến chất hấp phụ anion, và sau đó.

(2) bước cho nước hoặc dung dịch nước (B) có độ pH là từ 5,2 đến 11 tiếp xúc với chất hấp phụ anion để giải hấp ít nhất một phần anion khác được hấp phụ đến chất hấp phụ anion khỏi chất hấp phụ anion này. Phương pháp này làm cho có thể hấp phụ chọn lọc anion quan tâm và giảm lượng anion khác được hấp phụ. Ở đây, "anion khác" dùng để chỉ anion hoặc các anion không phải anion quan tâm được chứa trong dung dịch nước (A).

Anion được mô tả cụ thể trong sáng chế bao hàm các anion mà biến đổi thuận nghịch phụ thuộc vào các điều kiện pH. Ví dụ, "ion phosphat" (ion orthophosphat) bao hàm ion phosphat (PO_4^{3-}) theo nghĩa hẹp, ion hydro phosphat (HPO_4^{2-}) và ion dihydro phosphat (H_2PO_4^-).

Phương pháp này không bị giới hạn ở đó trong đó cả bước (1) và (2) mỗi bước được thực hiện chỉ một lần. Ví dụ, khi hai hoặc nhiều dung dịch được dự tính làm các dung dịch nước (A), hai hoặc nhiều bước (1) có thể được thực hiện mỗi bước được dự tính cho mỗi dung dịch nước, sau đó bước (2) có thể được thực hiện. Hơn nữa, ví dụ, trong trường hợp "ít nhất một phần anion khác" ảnh hưởng bất lợi đến hiệu quả hấp phụ của anion quan tâm, ví dụ, một loạt các bước bao gồm cả (1) và (2) có thể được thực hiện lặp lại. Bằng cách sử dụng phương pháp này, có thể cô và hấp phụ chọn lọc anion quan tâm. Ngoài ra, như bước (2) chẳng hạn, có thể thực hiện hai hoặc nhiều bước bao gồm các điều kiện để giải hấp chọn lọc chỉ anion cụ thể.

Ở bước (1), dung dịch nước (A) có độ pH là 5,8 hoặc thấp hơn được sử dụng. Dung dịch nước (A) không bị giới hạn cụ thể, và độ pH của dung dịch nước (A) có thể

được điều chỉnh đến 5,8 hoặc thấp hơn bằng cách bổ sung trước đó axit khi độ pH này cao hơn 5,8. Dung dịch nước (A), tốt hơn là, nước thải công nghiệp, nước cống, bùn đặc dư thừa thu được từ đó và phân, chất lỏng được tạo ra liên quan đến quá trình xử lý bụi và tro do quá trình đốt cháy v.v., và ngoài ra, chất lỏng chứa các chất có hại được tạo ra liên quan đến quá trình xử lý chất thải và chất rắn công nghiệp có thể được lấy làm ví dụ.

Axit được sử dụng cho quá trình điều chỉnh độ pH là các axit khác nhau có thể được chọn phụ thuộc vào mục đích, nhưng nguyên liệu axit vô cơ hòa tan trong nước được ưu tiên, và ngoài ra, axit này tốt hơn là không chứa "ít nhất một phần anion khác" được giải hấp ở bước (2) về mặt hiệu quả. Độ pH của dung dịch nước (A) tốt hơn là 5,5 hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là 5 hoặc thấp hơn, thậm chí tốt hơn nữa là từ 1,8 đến 4.

Dung dịch nước (A) này có thể còn chứa chất rắn lơ lửng. Khi các chất rắn lơ lửng này ảnh hưởng bất lợi đến quá trình hấp phụ, bước loại bỏ chúng bằng cách lọc sử dụng máy lọc v.v. có thể được bổ sung trước bước (1).

Phương pháp cho dung dịch nước (A) tiếp xúc với chất hấp phụ anion ở bước (1) không bị giới hạn cụ thể miễn là anion quan tâm được hấp phụ, và phương pháp theo mẻ hoặc phương pháp theo dòng chảy có thể được sử dụng tùy thuộc vào sự cần thiết, và trong một số trường hợp, hai hoặc nhiều phương pháp có thể được sử dụng kết hợp. Phương pháp theo mẻ là phương pháp có thể được lấy làm ví dụ trong đó dung dịch nước (A) và chất hấp phụ được trộn và được khuấy trong thời gian nhất định, sau đó chất hấp phụ được loại bỏ và được thu hồi để tiếp tục đến bước tiếp theo. Phương pháp theo dòng chảy là phương pháp có thể được lấy làm ví dụ trong đó chất hấp phụ được nạp đầy vào trong cột và dung dịch nước (A) được chảy qua cột dưới dạng dòng đi xuống hoặc dòng đi lên. Phương pháp này thích hợp để tiến hành xử lý hiệu quả cao ở nhà máy đơn giản. Phương pháp trong đó chất hấp phụ được nạp đầy vào trong vật chứa và dung dịch nước (A) được chảy qua đó dưới dạng dòng đi lên để chất hấp phụ tạo thành tầng sôi có thể cũng được lấy làm ví dụ. Phương pháp này thích hợp ở chỗ không có liên quan đến việc bị tắc đường chảy khi dung dịch nước (A) bao gồm chất rắn lơ lửng.

Ở bước (2), nước hoặc dung dịch nước (B) có độ pH là từ 5,2 đến 11 được sử dụng. (B) có thể là nước, cụ thể không chứa chất bổ sung, như nước máy, nước mưa, nước ngầm, nước tinh khiết và nước cất miễn là độ pH của (B) nằm trong khoảng nêu

trên, nhưng dung dịch nước thu được bằng cách hòa tan chất đậm và lượng vi lượng nguyên liệu kiềm trong nước để điều chỉnh độ pH được ưu tiên. Độ pH của (B) tốt hơn là cao hơn độ pH của (A), tốt hơn nữa là cao hơn (A) bằng 0,5 hoặc cao hơn, thậm chí tốt hơn nữa là bằng 1 hoặc cao hơn. Ngoài ra, độ pH của (B) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5,5 đến 10, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 6,5 đến 9,5, thậm chí tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 7 đến 9,5, thậm chí tốt hơn nữa nếu nằm trong khoảng từ 8 đến 9,5.

Ở bước (2), phương pháp cho nước hoặc dung dịch nước (B) tiếp xúc với chất hấp phụ anion không bị giới hạn cụ thể miễn là ít nhất một phần anion khác được giải hấp khỏi chất hấp phụ anion, và phương pháp tương tự để lấy làm ví dụ cho bước (1) trên đây có thể được lấy làm ví dụ.

Khi phương pháp theo mẻ được sử dụng trong các bước (1) và (2), như dung dịch nước (B), dung dịch nước (A) mà không có xử lý bất kỳ có thể được sử dụng, hoặc nếu cần, độ pH của dung dịch nước (A) có thể được điều chỉnh để được sử dụng. Cũng có thể điều chỉnh độ pH bằng cách bổ sung chất điều chỉnh độ pH như nguyên liệu kiềm vào dung dịch nước (A) trong đó chất hấp phụ được trộn, và để giải hấp ít nhất một phần anion khác vào trong dung dịch.

Ở bước (2), khi phương pháp này được sử dụng trong đó chất hấp phụ được nạp đầy vào trong cột và dung dịch nước (B) được chảy qua đó dưới dạng dòng xuống hoặc dòng lên thì độ pH của (B) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 7 đến 9,5, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 8 đến 9.

Nước hoặc dung dịch nước (B) tốt hơn là dung dịch nước chứa anion quan tâm. Lý do là quá trình giải hấp anion khác khỏi chất hấp phụ anion được thúc đẩy bởi anion quan tâm, mặc dù cơ chế của điều này là hoàn toàn không rõ ràng. Điều đó làm cho nó có khả năng giải hấp gần như hoàn toàn các anion khác được hấp phụ đến chất hấp phụ anion, và ngoài ra, ngăn chặn sự giải hấp anion quan tâm ở bước (2), hoặc cho phép anion quan tâm được hấp phụ cũng ở bước (2).

Mặt khác, sự có mặt hoặc vắng mặt anion khác trong dung dịch nước (B) không ảnh hưởng đến các hiệu quả trên đây.

Nồng độ của anion quan tâm trong dung dịch nước (B) tốt hơn là 5 ppm hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là 50 ppm hoặc cao hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 100 ppm hoặc cao

hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 500 ppm hoặc cao hơn. Khi nồng độ này cao hơn, thì tốc độ giải hấp ít nhất một phần anion khác khỏi chất hấp phụ anion được tăng cường, và kết quả là, thời gian yêu cầu của bước (2) có thể được giảm. Giới hạn trên của nồng độ anion quan tâm không bị giới hạn cụ thể miễn là nó không ức chế quá trình giải hấp anion khác, nhưng tốt hơn là 10000 ppm hoặc thấp hơn.

Dung dịch nước (B) có thể được sử dụng lặp lại trong hai hoặc nhiều bước (2) thậm chí sau khi được sử dụng cho bước (2), miễn là không có vấn đề như trường hợp trong đó độ pH nằm trong khoảng không thích hợp, trường hợp trong đó nồng độ của anion khác quá cao và sự kết tủa có thể bị gây ra, và trường hợp trong đó anion quan tâm được hấp phụ và không tồn tại và hiệu quả trên đây bị mất.

Trong các bước (1) và (2), anion quan tâm được chứa trong các dung dịch nước (A) và (B) có thể không được hấp phụ hoàn toàn và có thể còn lại trong dung dịch nước. Trong trường hợp đó, độ pH của từng dung dịch nước sau khi xử lý được điều chỉnh, nếu cần, để nằm trong khoảng độ pH thích hợp cho dung dịch nước (A), và sau đó dung dịch nước này được cho tiếp xúc lại với chất hấp phụ anion (tương ứng với bước (1)), và do đó anion quan tâm có thể được hấp phụ hoàn toàn.

Do đó, dung dịch nước thu được mà không chứa anion quan tâm có thể được chuyển đến bước xử lý cần thiết khác, hoặc được loại bỏ mà không cần xử lý thêm nếu không có vấn đề đối với môi trường và độ an toàn.

Sau bước (2), bước giải hấp tốt hơn là còn được bổ sung để thu hồi anion quan tâm. Bước này là, (3) bước cho dung dịch nước (C) có độ pH là 11,5 hoặc cao hơn tiếp xúc với chất hấp phụ anion để giải hấp anion quan tâm khỏi chất hấp phụ anion vào dung dịch nước (C) được ưu tiên.

Độ pH của dung dịch nước (C) tốt hơn là 13 hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là từ 13 đến 14. Dung dịch nước (C) tốt hơn là dung dịch thu được bằng cách hòa tan nguyên liệu kiềm hòa tan trong nước trong nước. Nguyên liệu kiềm hòa tan trong nước là các hydroxit kim loại kiềm như natri hydroxit và kali hydroxit; các hydroxit kim loại kiềm thổ như magie hydroxit và canxi hydroxit; amoniac nước v.v. được lấy làm ví dụ, và trong số này, các hydroxit kim loại kiềm được ưu tiên.

Tùy thuộc vào loại chất hấp phụ, tốt hơn là (4) bước tái tạo chất hấp phụ anion còn được thực hiện sau bước (3), và các bước từ (1) đến (4) được thực hiện lặp lại. Điều đó có thể tạo ra khả năng thu hồi anion quan tâm với hiệu suất cao mà không tiêu tốn lượng lớn chất hấp phụ anion.

Ở bước (4), dung dịch nước axit (D) tốt hơn là được cho tiếp xúc với chất hấp phụ anion được sử dụng làm dung dịch tái tạo. Dung dịch tái tạo này tốt hơn là có độ pH là từ 2 đến 5. Nguyên liệu axit hòa tan trong nước được sử dụng để cho dung dịch tái tạo có thể được chọn phụ thuộc vào loại chất hấp phụ anion, anion quan tâm, và loại anion cần được giải hấp ở bước (2), nhưng axit hydroclorua tốt hơn là được lấy làm ví dụ mà có khả năng ứng dụng trong nhiều trường hợp.

Anion quan tâm theo sáng chế tốt hơn là anion mà có hại cho người và động vật hoặc môi trường, hoặc anion mà hữu dụng làm nguồn tài nguyên và cần được thu hồi. Cụ thể là, ion florua, các anion bao gồm arsen như ion arsenat và ion arsenit, các anion bao gồm phospho như ion phosphat, ion phosphit và ion hypophosphit, ion selenat, ion ioda và ion iodat được ưu tiên. Cụ thể, các anion bao gồm phospho được chứa trong nước cống v.v. ở lượng lớn và cần được thu hồi, và do đó được ưu tiên cho mục đích này. Trong số này, ion phosphat được ưu tiên.

Ở bước (2), các anion không phải anion quan tâm được giải hấp. Cụ thể là các anion không phù hợp với mục đích hấp phụ và/hoặc thu hồi anion quan tâm, cụ thể là, các anion mà phải cần được giải hấp được giải hấp, như các anion mà ảnh hưởng bất lợi đến hiệu suất hấp phụ của anion quan tâm, hoặc các anion mà tốt hơn là không cùng tồn tại với anion quan tâm sau khi giải hấp và thu hồi anion quan tâm.

Các anion mà phải cần được giải hấp này, cụ thể là, ion sulfat và ion nitrat có thể được lấy làm ví dụ.

Cụ thể, trong nước cống hoặc chất lỏng được tạo ra liên quan đến quá trình xử lý chúng, có thể chứa lượng lớn ion sulfat. Khi anion quan tâm này là anion bao gồm phospho như ion phosphat, ion sulfat là ít quan trọng làm nguyên liệu để được thu hồi so với anion như vậy, và có thể gây cản trở cho bước tiếp theo khi cùng tồn tại với ion phosphat được thu hồi. Từ thực tế này, ion sulfat là quan trọng làm anion mà phải được giải hấp ở bước (2).

Do đó, theo sáng chế, tỷ lệ khối lượng của (tổng lượng anion quan tâm)/(tổng lượng anion khác) trong dung dịch nước (A) không bị giới hạn cụ thể, nhưng có thể là ít nhất 0,01 hoặc cao hơn, thích hợp là 0,1 hoặc cao hơn, thích hợp hơn là 0,8 hoặc cao hơn, đặc biệt tốt hơn là 1 hoặc cao hơn. Tỷ lệ khối lượng của (tổng lượng anion quan tâm)/(tổng lượng anion cần được giải hấp) trong dung dịch nước (A) không bị giới hạn cụ thể, nhưng có thể là ít nhất 0,01 hoặc cao hơn, thích hợp là 0,1 hoặc cao hơn, thích hợp hơn là 0,8 hoặc cao hơn, đặc biệt tốt hơn là 1 hoặc cao hơn.

Anion quan tâm được giải hấp trong phương pháp trên đây có thể được thu hồi dưới dạng muối rắn hoặc dung dịch nước của muối. Dạng này không bị giới hạn cụ thể, và có thể được chọn theo ứng dụng.

Khi anion quan tâm là ion phosphat, các ví dụ cụ thể về dạng được thu hồi có thể là chất rắn như canxi phosphat và amoni magie phosphat, dung dịch nước như natri phosphat và kali phosphat. Các muối phosphat này thu được theo sáng chế có độ tinh khiết cao, và thích hợp cho các ứng dụng như nguyên liệu công nghiệp và phân bón.

Chất hấp phụ anion được sử dụng trong sáng chế không bị giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn là chất hấp phụ gốc oxit kim loại (bao gồm oxit kim loại, hydroxit kim loại và oxyhydroxit kim loại) mà hấp phụ các anion, hoặc chất hấp phụ chứa chất hấp phụ gốc oxit kim loại làm thành phần hấp phụ anion và chất liên kết và/hoặc chất mang làm chất phụ trợ. Các ví dụ cụ thể về thành phần hấp phụ bao gồm sắt oxit, sắt hydroxit, sắt oxyhydroxit, alumin hoạt tính, titan oxit, ziriconi oxit, xeri oxit. Trong số này, sắt oxyhydroxit được ưu tiên.

Thành phần hấp phụ anion được ưu tiên hơn là β -sắt oxyhydroxit có thể được lấy làm ví dụ, mà thích hợp cho quá trình hấp phụ/thu hồi để tách ion phosphat khỏi ion sulfat bằng cách sử dụng sáng chế.

β -sắt oxyhydroxit là gel khô được ưu tiên mà thu được bằng cách thu hồi chất kết tủa thu được bằng cách bổ sung bazơ vào dung dịch của hợp chất sắt (III) như sắt (III) clorua đồng thời điều chỉnh độ pH đến 9 hoặc thấp hơn. Cụ thể hơn là, gel khô thu được bằng cách điều chỉnh độ pH nêu trên đến từ 3 đến 6, và chất hấp phụ thu được bằng cách thêm bước cho gel khô tiếp xúc với nước có thể được lấy làm ví dụ. Cụ thể, gel khô thu được bằng cách thiết lập nồng độ tổng của các chất điện phân trong dung dịch đến 10% khối lượng hoặc cao hơn trong quá trình thu hồi chất kết tủa; gel khô trong đó 90% thể

tích hoặc cao hơn của các hạt tinh thể β -sắt oxyhydroxit được cấu thành từ các tinh thể dạng hạt có cỡ hạt tinh thể là 20 nm hoặc thấp hơn hoặc các tinh thể dạng cột có chiều rộng là 10 nm hoặc thấp hơn và chiều dài là 30 nm hoặc thấp hơn, và trong đó các tinh thể này có thể quan sát được mà không có quá trình đông tụ bất kỳ bằng kính hiển vi điện tử truyền qua; chất hấp phụ được tạo thành bằng cách điều chỉnh cỡ hạt trung bình của gel khô đến 70 μm hoặc thấp hơn bằng cách nghiền v.v.; và cách tương tự được ưu tiên. Diện tích bề mặt riêng BET của các hạt β -sắt oxyhydroxit tốt hơn là bằng 250 m^2/g hoặc cao hơn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn bằng việc tham chiếu đến các ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ này.

Ví dụ sản xuất tham chiếu 1

Bổ sung từng giọt dung dịch nước 12 mol/L của natri hydroxit (NaOH) vào dung dịch nước 0,764 mol/L của sắt (III) clorua (FeCl_3), đồng thời điều chỉnh độ pH đến 6 hoặc thấp hơn tại nhiệt độ phòng, và dung dịch này được cho phản ứng để lượng cuối cùng của NaOH được bổ sung là $\text{NaOH}/\text{FeCl}_3$ (tỷ lệ mol) = 2,83, và do đó thu được huyền phù hạt của sắt oxyhydroxit. Nồng độ tổng của sắt (III) clorua và natri hydroxit ở bước trên đây là 17,6% khối lượng.

Sau khi lọc huyền phù, cặn được làm khô tại 120°C trong không khí để thu được các hạt sắt oxyhydroxit (1) chứa natri clorua (NaCl). Hàm lượng NaCl trong các hạt sắt oxyhydroxit (1) là 20,5% khối lượng trên trung bình dựa vào 100 hạt sắt oxyhydroxit (1).

Các hạt sắt oxyhydroxit (1) được rửa bằng nước trao đổi ion và còn được làm khô tại 120°C trong không khí để thu được các hạt sắt oxyhydroxit (2). Hàm lượng NaCl trong các hạt sắt oxyhydroxit (2) là 0,5% khối lượng trên trung bình dựa vào 100 hạt sắt oxyhydroxit (2).

Các hạt sắt oxyhydroxit (2) thu được từ đó được phân loại bằng sàng và khối lượng của mỗi phần được đo, và do đó cỡ hạt là 90 % khối lượng hoặc cao hơn của các hạt là từ 0,1 mm đến 5 mm. Cấu trúc tinh thể được xác nhận là β -sắt oxyhydroxit, và kích thước vi tinh thể trung bình được xác nhận là 3 nm bằng nhiễu xạ tia X.

Đối với các hạt sắt oxyhydroxit (2) thu được, các vi tinh thể được quan sát bằng kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) là dạng hạt chiếm ưu thế có kích thước là từ 5 đến 10 nm hoặc dạng cột có chiều rộng là từ 5 đến 10 nm và chiều dài là từ 8 đến 20 nm, các đường nét bên ngoài của các vi tinh thể này là rõ ràng, và không quan sát thấy sự đông tụ của các vi tinh thể với nhau. Diện tích bề mặt riêng BET là 285 m²/g.

Ví dụ 1-1 và 1-2

Bùn tự hoại được thu từ bể tự hoại của nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt được cho qua quá trình xử lý khử nước, được lọc để loại bỏ SS (chất rắn lơ lửng), và do đó thu được chất lọc được khử nước. Axit clohydric được bổ sung vào chất lỏng này để điều chỉnh độ pH đến 3,5 (chất lỏng thử nghiệm A-1).

Hàm lượng phospho (thu được từ ion phosphat) và lưu huỳnh (thu được từ ion sulfat) trong chất lỏng thử nghiệm A được đo bằng ICP (plasma kết hợp cảm ứng), và thu được các kết quả hàm lượng phospho là 71 ppm và hàm lượng lưu huỳnh là 86 ppm.

Mỗi 150 mL chất lỏng thử nghiệm A-1 được bổ sung vào mỗi cốc nhỏ trong số hai cốc nhỏ, mỗi 0,25 g hạt mà là chất hấp phụ của ví dụ sản xuất tham chiếu 1 được phân loại thành nhóm từ 0,25 mm đến 0,5 mm bằng sàng được bổ sung vào đó, sau đó các hỗn hợp này được khuấy, và các thử nghiệm hấp phụ được thực hiện. Chất lỏng này được lấy mẫu sau thời gian được chỉ định, được tách từ các chất rắn bằng bộ lọc xy lanh, và các nồng độ phospho và lưu huỳnh trong dung dịch được phân tích bằng ICP để tính lượng được hấp phụ. Đồng thời độ pH cũng được đo.

Ngay sau khi qua 24 giờ thời gian thử nghiệm, natri hydroxit được bổ sung vào chất lỏng thử nghiệm A-1 để điều chỉnh độ pH đến 5,41 (chất lỏng thử nghiệm B-1-1: Ví dụ 1-1) hoặc đến 8,46 (chất lỏng thử nghiệm B-1-2: Ví dụ 1-2), sau đó các thử nghiệm hấp phụ được thực hiện theo cách tương tự như trên, và sau thời gian được chỉ định, thực hiện việc tính toán lượng được hấp phụ và đo độ pH.

Các kết quả được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1

Các kết quả thử nghiệm hấp phụ (thử nghiệm theo mẻ) đối với chất lọc được khử nước

Thời gian trôi qua (giờ)	Ví dụ 1-1			Ví dụ 1-2			Chú ý
	Độ pH dung dịch	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)		Độ pH dung dịch	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)		
		Phospho	Lưu huỳnh		Phospho	Lưu huỳnh	
0	3,79	0	0	3,82	0	0	Bắt đầu thử nghiệm hấp phụ
24	4,41 → 5,41	16,8	2,3	4,27 → 8,46	16,7	4,2	Chuyển chất lỏng thử nghiệm A-1 → B-1-1/B-1-2
29	5,14	17,4	0,3	8,08	17,8	0,7	5 giờ sau khi chuyển thành B-1-1/B-1-2

Từ các kết quả này, đã phát hiện ra là ion phosphat được hấp phụ tại độ pH 3,5 và đồng thời ion sulfat cũng được hấp phụ, trong khi ion sulfat được loại bỏ một cách chọn lọc bằng cách điều chỉnh độ pH đến 5,5 hoặc 8,5, và kết quả là, đạt được sự hấp phụ chọn lọc ion phosphat.

Ví dụ 2-1

20 g hạt mà là chất hấp phụ của ví dụ tham chiếu 1 được phân loại thành nhóm từ 0,25 mm đến 0,5 mm bằng sàng được nạp đầy vào cột. Thể tích các hạt được nạp đầy là 16,2 xentimet khối.

Kali dihydro phosphat và natri sulfat được hòa tan trong nước trao đổi ion, và chất lỏng thử nghiệm A-2 chứa 100 ppm phospho và 100 ppm lưu huỳnh được điều chế bằng cách điều chỉnh độ pH đến 3,0 bằng axit clohydric.

Hơn nữa, kali dihydro phosphat và natri sulfat được hòa tan trong nước trao đổi ion, và chất lỏng thử nghiệm B-2 chứa 100 ppm phospho và 100 ppm lưu huỳnh được điều chế bằng cách điều chỉnh độ pH đến 8,5 bằng dung dịch nước natri hydroxit.

Chất lỏng thử nghiệm A-2 được chảy qua cột trên đây từ mặt trên của cột tại tốc độ chảy trong không gian (SV) là 50 (13,2 mL/phút) trong 6 giờ tại nhiệt độ phòng, và sau đó, chất lỏng thử nghiệm B-2 được chảy qua cột này tại tốc độ chảy trong không gian (SV) là 15 (4,0 mL/phút) trong 17 giờ. Chất lỏng được rút ra từ mặt dưới của cột được lấy mẫu theo thời gian, được tách khỏi chất rắn bằng bộ lọc xy lanh. Nồng độ của

phospho và lưu huỳnh trong dung dịch được phân tích bằng ICP hoặc sắc ký ion, và lượng phospho và lưu huỳnh được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ được tính. Đồng thời độ pH cũng được đo. Các kết quả được trình bày trong bảng 2.

Ví dụ 2-2

Thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như ví dụ 2-1 ngoại trừ chất lỏng thử nghiệm B-3 chứa 100 ppm phospho và 1000 ppm lưu huỳnh được điều chế bằng cách hòa tan kali dihydro phosphat và natri sulfat trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 8,5 bằng dung dịch nước natri hydroxit và được sử dụng thay vì chất lỏng thử nghiệm B-2. Các kết quả được trình bày trong bảng 2.

Ví dụ 2-3

Thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như ví dụ 2-1 ngoại trừ chất lỏng thử nghiệm B-4 không chứa phospho và lưu huỳnh được điều chế bằng cách hòa tan natri hydroxit trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 8,5 và được sử dụng thay vì chất lỏng thử nghiệm B-2. Các kết quả được trình bày trong bảng 2.

Ví dụ 2-4

Thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như ví dụ 2-1 ngoại trừ chất lỏng thử nghiệm B-5 chứa 100 ppm lưu huỳnh được điều chế bằng cách hòa tan natri sulfat trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 8,5 bằng dung dịch nước natri hydroxit và được sử dụng thay vì chất lỏng thử nghiệm B-2. Các kết quả được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2

Các kết quả thử nghiệm hấp phụ (thử nghiệm cột) đối với các chất lỏng thử nghiệm chứa phospho và lưu huỳnh được trộn

Thời gian trôi qua (giờ)	Ví dụ 2-1		Ví dụ 2-2		Ví dụ 2-3		Ví dụ 2-4		Chú ý	
	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)		
	Phospho	Lưu huỳnh	Phospho	Lưu huỳnh	Phospho	Lưu huỳnh	Phospho	Lưu huỳnh		
0	A-2	0	0	A-2	0	0	A-2	0	Bắt đầu thử nghiệm hấp phụ Chất lỏng thử nghiệm A	
6	A-2 → B-2	16,0	4,3	A-2 → B-3	16,4	4,5	A-2 → B-4	15,0	3,9	Chuyển đổi chất lỏng thử nghiệm Chất lỏng A → Chất lỏng B
23	B-2	17,6	0,5	B-3	19,4	0,3	B-4	14,8	2,8	17 giờ sau khi chuyển thành chất lỏng thử nghiệm B

Có thể quan sát từ các kết quả này là, bằng cách cho chảy chất lỏng thử nghiệm B trong phần sau của mỗi thử nghiệm, lượng ion sulfat được hấp phụ có thể được giảm từ từ trong khi vẫn duy trì lượng ion phosphat được hấp phụ tại mức nhất định hoặc cao hơn.

Cụ thể, khi chất lỏng thử nghiệm B chứa ion phosphat được sử dụng, thì lượng ion phosphat được hấp phụ cuối cùng có thể được tăng cường, và lượng ion sulfat được hấp phụ có thể được giảm gần bằng 0.

Ví dụ 2-5

20 g hạt mà là chất hấp phụ của ví dụ tham chiếu 1 được phân loại thành nhóm từ 0,25 mm đến 0,5 mm bằng sàng được nạp đầy vào cột theo cách tương tự như ví dụ 2-1. Thể tích các hạt được nạp đầy là 16,2 xentimet khối.

Chất lỏng thử nghiệm A-2 chứa 100 ppm phospho và 100 ppm lưu huỳnh được điều chế bằng cách hòa tan kali dihydro phosphat và natri sulfat trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 3,0 bằng axit clohydric.

Chất lỏng thử nghiệm B-6 chứa 100 ppm phospho được điều chế bằng cách hòa tan kali dihydro phosphat trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 8,5 bằng dung dịch nước natri hydroxit.

Chất lỏng thử nghiệm A-2 được chảy qua cột trên đây từ mặt trên của cột tại tốc độ chảy trong không gian (SV) là 50 (13,2 mL/phút) trong 4 giờ tại nhiệt độ phòng, và sau đó, chất lỏng thử nghiệm B-6 được chảy qua cột này tại tốc độ chảy trong không gian (SV) là 15 (4,0 mL/phút) trong 17 giờ. Chất lỏng được rút ra từ mặt dưới của cột được lấy mẫu theo thời gian, được tách khỏi chất rắn bằng bộ lọc xy lanh. Các nồng độ của phospho và lưu huỳnh trong dung dịch được phân tích bằng ICP hoặc sắc ký ion, và lượng phospho và lưu huỳnh được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ được tính. Lượng lưu huỳnh được hấp phụ sau khi hoàn thành thử nghiệm là 0,1 mg/g. Các kết quả được trình bày trong bảng 3.

Ví dụ 2-6

Thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như ví dụ 2-5 ngoại trừ chất lỏng thử nghiệm B-7 chứa 500 ppm phospho được điều chế bằng cách hòa tan kali dihydro phosphat trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 8,5 bằng dung dịch nước natri

hydroxit và được sử dụng thay vì chất lỏng thử nghiệm B-6. Các kết quả được trình bày trong bảng 3. Mất 6 giờ cho đến khi lượng hấp phụ lưu huỳnh đạt đến 0 mg/g từ khi chuyển đổi chất lỏng thử nghiệm.

Ví dụ 2-7

Thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như ví dụ 2-5 ngoại trừ chất lỏng thử nghiệm B-8 chứa 800 ppm phospho được điều chế bằng cách hòa tan kali dihydrophosphat trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 8,5 bằng dung dịch nước natri hydroxit và được sử dụng thay vì chất lỏng thử nghiệm B-6. Các kết quả được trình bày trong bảng 3. Mất 4,5 giờ cho đến khi lượng hấp phụ lưu huỳnh đạt đến 0 mg/g từ khi chuyển đổi chất lỏng thử nghiệm.

Ví dụ 2-8

Thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như ví dụ 2-5 ngoại trừ chất lỏng thử nghiệm B-9 chứa 1000 ppm phospho được điều chế bằng cách hòa tan kali dihydrophosphat trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 8,5 bằng dung dịch nước natri hydroxit và được sử dụng thay vì chất lỏng thử nghiệm B-6. Các kết quả được trình bày trong bảng 3. Mất 2 giờ cho đến khi lượng hấp phụ lưu huỳnh đạt đến 0 mg/g từ khi chuyển đổi chất lỏng thử nghiệm.

Ví dụ 2-9

Thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như ví dụ 2-5 ngoại trừ chất lỏng thử nghiệm B-10 chứa 1000 ppm phospho được điều chế bằng cách hòa tan kali dihydrophosphat trong nước trao đổi ion và điều chỉnh độ pH đến 9,5 bằng dung dịch nước natri hydroxit và được sử dụng thay vì chất lỏng thử nghiệm B-6. Các kết quả được trình bày trong bảng 3. Mất 2 giờ cho đến khi lượng hấp phụ lưu huỳnh đạt đến 0 mg/g từ khi chuyển đổi chất lỏng thử nghiệm.

Bảng 3

Các kết quả thử nghiệm hấp phụ (thử nghiệm cột) đối với các chất lỏng thử nghiệm chứa phospho và lưu huỳnh được trộn

Thời gian trôi qua (giờ)	Ví dụ 2-5			Ví dụ 2-6			Ví dụ 2-7			Ví dụ 2-8			Ví dụ 2-9			Chú ý
	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Phospho huỳnh	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Phospho huỳnh	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Phospho huỳnh	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Phospho huỳnh	Chất lỏng thử nghiệm	Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Phospho huỳnh	
0	A-2	0	0	A-2	0	0	A-2	0	0	A-2	0	0	A-2	0	0	Bắt đầu thử nghiệm hấp phụ (chất lỏng thử nghiệm A)
4	A-2 → B-6	16,0	4,3	A-2 → B-7	16,4	4,5	A-2 → B-8	15,0	3,9	A-2 → B-9	16,7	5,5	A-2 → B-10	16,7	5,5	Chuyển đổi chất lỏng thử nghiệm Chất lỏng A → Chất lỏng B

6	B-6	13,8	4,0	B-7	16,5	1,6	B-8	19,2	1,6	B-9	17,2	0	B-10	18,3	0	2 giờ sau khi chuyển thành chất lỏng thử nghiệm B
7	B-6	14,4	3,3	B-7	17,3	0,8	B-8	21,1	0,9							3 giờ sau khi chuyển thành chất lỏng thử nghiệm B
8,5	B-6	15,4	2,5	B-7	17,7	0,1	B-8	21,1	0							4,5 giờ sau khi chuyển thành chất lỏng thử nghiệm B
10	B-6	16,1	2,0	B-7	17,2	0										6 giờ sau khi chuyển thành chất lỏng thử nghiệm B

19

Có thể quan sát thấy từ các kết quả này là, khi nồng độ của ion phosphat được chứa trong chất lỏng thử nghiệm B được chảy trong phần sau của mỗi thử nghiệm là cao hơn, thì thời gian yêu cầu để làm giảm lượng ion sulfat được hấp phụ đến 0 là có khả năng được giảm nhiều hơn.

Ví dụ 3-1, 3-2 và 3-3: Thử nghiệm giải hấp-thu hồi

Natri hydroxit được hòa tan trong nước trao đổi ion để tạo ra dung dịch 10 % khối lượng. Độ pH là 14. Dung dịch này được chảy qua cột dưới dạng chất lỏng thử nghiệm C-1 từ mặt trên của cột ngay sau khi hoàn thành lần lượt các ví dụ 2-1, 2-3 và 2-4, tại tốc độ dòng chảy trong không gian (SV) là 20 (5,3 mL/phút) trong 2 giờ tại nhiệt độ phòng. Chất lỏng được rút ra từ mặt dưới của cột được thu hồi, và các nồng độ của phospho và lưu huỳnh trong dung dịch được phân tích bằng ICP hoặc sắc ký ion. Lượng được thu hồi của phospho và lưu huỳnh được giải hấp thành chất lỏng thử nghiệm được thu hồi C-1 được tính từ sản phẩm của mỗi hàm lượng và thể tích dòng chảy. Tương tự, chất lỏng thử nghiệm C-1 này cũng được chảy qua cột ngay sau khi hoàn thành lần lượt các ví dụ 2-3 và 2-4, và chất lỏng thử nghiệm được thu hồi tương ứng được phân tích và lượng giải hấp-thu hồi được tính. Các kết quả này được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4

Các kết quả thử nghiệm giải hấp-thu hồi (thử nghiệm cột) bằng cách sử dụng chất lỏng thử nghiệm C-1

Thử nghiệm giải hấp-thu hồi		Ví dụ 3-1	Ví dụ 3-2	Ví dụ 3-3
Thử nghiệm hấp phụ		Ví dụ 2-1	Ví dụ 2-3	Ví dụ 2-4
Lượng giải hấp-thu hồi (mg)	Phospho	334	285	300
	Lưu huỳnh	6,5	67	113

Từ các kết quả này, đã thể hiện là ion phosphat được hấp phụ trong điều kiện của các ví dụ từ 2-1 đến 2-4 có khả năng được giải hấp và được thu hồi. Cụ thể, có thể quan sát thấy là khi ion phosphat được hấp phụ trong điều kiện của ví dụ 2-1 được giải hấp, thì muối phosphat có độ tinh khiết cực kỳ cao có thể thu được dễ dàng.

Ví dụ 4: Thử nghiệm sự tái tạo/sự hấp phụ lặp lại

Axit clohydric 10% được bổ sung vào và được trộn với nước trao đổi ion để tạo thành dung dịch nước có độ pH 2,5 (chất lỏng thử nghiệm D-1). Chất lỏng thử nghiệm D-1 được chảy qua cột từ mặt trên của cột ngay sau khi hoàn thành ví dụ 3-3 tại tốc độ dòng chảy trong không gian (SV) là 35 (9,3 mL/phút) tại nhiệt độ phòng, độ pH của chất lỏng được rút ra khỏi mặt dưới của cột được đo thường xuyên, và dòng chảy của dung dịch được dừng tại thời điểm trong đó độ pH của chất lỏng được rút ra đạt được từ 2 đến 5, và do đó hiệu năng hấp phụ anion (khả năng hấp phụ) của chất hấp phụ được tái tạo. Ngoài các thử nghiệm được mô tả trong ví dụ 2-4, thử nghiệm hấp phụ trong cùng điều kiện như thử nghiệm sử dụng chất lỏng thử nghiệm A-2 được thực hiện lại bằng cách sử dụng chất hấp phụ được tái tạo này, và gần như cùng giá trị được tạo ra đối với lượng phospho và lưu huỳnh hấp phụ được trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ. Các kết quả này được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5

Các kết quả của sự tái tạo chất hấp phụ và thử nghiệm hấp phụ lặp lại (thử nghiệm cột) sử dụng chất lỏng thử nghiệm D-1

		Đối chứng	Ví dụ 4
Thời điểm tính toán lượng được hấp phụ		Chất lỏng thử nghiệm A-2 (trong quy trình của ví dụ 2-4)	Sau khi kết thúc chất lỏng thử nghiệm dòng A-2 → B-5 → C-1 (Ví dụ 3-3) và sau đó là chất lỏng thử nghiệm dòng D-1 → A-2
Lượng được hấp phụ trên mỗi lượng đơn vị chất hấp phụ (mg/g)	Phospho	16,7	16,1
	Lưu huỳnh	5,5	5,4

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Phương pháp hấp phụ theo sáng chế có khả năng hấp phụ chọn lọc và hiệu quả anion như ion phosphat mà không ảnh hưởng bất lợi đến môi trường khi được xả mà

không qua quá trình xử lý bất kỳ, hoặc anion mà có thể được sử dụng có lợi khi được thu hồi, và do đó có thể tốt hơn là được sử dụng để loại bỏ và thu hồi từ các nguồn nước thải khác nhau và tái sử dụng anion này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp hấp phụ anion quan tâm từ dung dịch nước (A) chứa anion quan tâm và anion khác bằng cách sử dụng chất hấp phụ anion, bao gồm tiến hành ít nhất hai bước sau đây:

(1) bước cho dung dịch nước (A) có độ pH là 5,8 hoặc thấp hơn tiếp xúc với chất hấp phụ anion để cho phép anion này được hấp phụ đến chất hấp phụ anion, và sau đó

(2) bước cho dung dịch nước (B) chứa anion quan tâm và có độ pH là từ 5,2 đến 11 tiếp xúc với chất hấp phụ anion để giải hấp ít nhất một phần anion khác được hấp phụ đến chất hấp phụ anion khỏi chất hấp phụ anion này.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nồng độ của anion quan tâm trong dung dịch nước (B) là 5 ppm hoặc cao hơn.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện sau bước (2),

(3) bước cho dung dịch nước (C) có độ pH là 11,5 hoặc cao hơn tiếp xúc với chất hấp phụ anion để giải hấp anion quan tâm khỏi chất hấp phụ anion vào dung dịch nước (C).

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện sau bước (3),

(4) bước tái tạo chất hấp phụ anion,

trong đó các bước từ (1) đến (4) được thực hiện lặp lại.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước (4) là bước cho dung dịch nước (D) có độ pH là từ 2 đến 5 tiếp xúc với chất hấp phụ anion.

6. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó anion quan tâm là ít nhất một loại được chọn từ ion phosphat, ion phosphit, ion hypophosphit, ion arsenat, ion arsenit, ion florua, ion selenat, ion iodua và iodat.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó dung dịch nước (A) chứa ít nhất một loại được chọn từ ion sulfat và ion nitrat làm anion khác.

8. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó tỷ lệ khối lượng (tổng lượng anion quan tâm)/(tổng lượng anion khác) trong dung dịch nước (A) là 0,01 hoặc cao hơn.
9. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó chất hấp phụ anion này bao gồm sắt oxyhydroxit dưới dạng thành phần hấp phụ.
10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó sắt oxyhydroxit là β -sắt oxyhydroxit.