



(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)



1-0034745

(51)^{2020.01} C02F 1/44; H01F 1/44

(13) B

(21) 1-2020-05231

(22) 11/09/2020

(45) 25/01/2023 418

(43) 25/11/2020 392A

(73) Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)

Tòa nhà Ươm tạo công nghệ, Số 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Quang Trung (VN); Nguyễn Ngọc Tùng (VN); Hoàng Minh Tạo (VN).

(54) CHẤT LÔI CUỐN TỪ TÍNH ƯA NƯỚC, PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ DUNG DỊCH CHỨA CHẤT LÔI CUỐN TỪ TÍNH ƯA NƯỚC VÀ HỆ THỐNG LỌC THẨM THẤU CHUYỂN TIẾP SỬ DỤNG CHẤT LÔI CUỐN TỪ TÍNH ƯA NƯỚC NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến chất lõi cuộn ưa nước trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước, được cấu tạo từ hai bộ phận chính bao gồm: phần lõi là hạt nano mang từ tính gốc kim loại; phần vỏ là các phân tử polyme ưa nước có bản chất hóa học là hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn chứa chất lõi cuộn ưa nước nêu trên và hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp chứa dung dịch lõi cuộn này để sản xuất nước ngọt từ nguồn nước nhiễm mặn, trong đó dung dịch lõi cuộn được tái sinh nhờ tác động của lực từ trường và sóng siêu âm.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nhìn chung, sáng chế chủ yếu liên quan đến các khía cạnh của công nghệ lọc thẩm thấu chuyển tiếp. Cụ thể hơn, sáng chế liên quan đến đặc trưng cấu tạo của một nhóm chất lõi cuộn mới, phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn chứa nhóm chất lõi cuộn mới này, cũng như hệ thiết bị lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến sử dụng nhóm chất lõi cuộn mới này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lọc thẩm thấu chuyển tiếp là một quá trình thẩm thấu ứng dụng một màng bán thấm (màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp) nhằm mục đích tách nước ngọt ra khỏi nguồn nước chứa các thành phần tạp chất hòa tan hoặc không hòa tan, bao gồm những nguồn nước ngọt chưa qua xử lý, nước nhiễm mặn, nước thải sinh hoạt và sản xuất... Một cách cụ thể hơn, nước ngọt sẽ di chuyển qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp từ bên dung dịch có áp suất thẩm thấu thấp hơn (“dung dịch nguồn”) sang bên dung dịch có áp suất thẩm thấu cao hơn (“dung dịch lõi cuộn”) một cách tự nhiên với động lực là sự chênh lệch về mặt áp suất thẩm thấu giữa hai dung dịch, mà không cần đến sự hỗ trợ của sự chênh lệch về mặt áp suất như những phương pháp lọc màng khác.

Trong các hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp, việc lựa chọn chất hòa tan trong dung dịch lõi cuộn (“chất lõi cuộn”) đóng vai trò hết sức quan trọng, bởi tính chất của dung dịch lõi cuộn ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả của quá trình lọc thẩm thấu chuyển tiếp. Trong trường hợp lý tưởng, chất lõi cuộn cần cung cấp cho dung dịch lõi cuộn áp suất thẩm thấu cao, đồng thời cần phải dễ dàng phân tách ra khỏi dung dịch lõi cuộn sau sử dụng nhằm mục đích tái sinh dung dịch lõi cuộn và sản xuất nước ngọt. Ví dụ, xem tài liệu: Y. Cai và X.M. Hu, Desalination, 391, 16-29.

Nhiều loại chất lõi cuộn, cũng như phương pháp tái sinh chất lõi cuộn, đã được đề xuất nhằm ứng dụng trong các hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp. Một số phương pháp

được đề xuất bao gồm ứng dụng dung dịch lõi cuộn đã sử dụng cho mục đích khác mà không cần tái sinh (chất lõi cuộn: đường glucozơ, hỗn hợp muối vô cơ dùng cho phân bón...), tái sinh nhờ vào đặc tính phân hủy nhiệt và/hoặc bay hơi của chất lõi cuộn (chất lõi cuộn: amoni bicacbonat, khí SO_2 ...), tái sinh nhờ vào tính tan phụ thuộc nhiệt độ của chất lõi cuộn (chất lõi cuộn: N-acrylat polyetylenimin, polypropylen glycol...), tái sinh nhờ vào những phương pháp sản xuất nước ngọt khác như chưng cất nhiệt hay lọc màng thẩm thấu ngược (chất lõi cuộn: amoni sắt (II) sunphat, amoni sắt (III) sunphat...), tái sinh nhờ vào phản ứng hóa học tạo kết tủa (chất lõi cuộn: đồng sunphat, magiê sunphat...).

Mặc dù sử dụng chất lõi cuộn tương đối rẻ tiền và sẵn có, tuy nhiên đa phần những phương pháp tái sinh chất lõi cuộn trên vẫn tồn tại nhược điểm là quá trình tái sinh chất lõi cuộn phức tạp, liên quan đến việc sử dụng nhiệt độ hay áp suất với tư cách động lực của quá trình phân tách chất lõi cuộn ra khỏi nước ngọt, do vậy phần nào làm mất đi ưu điểm không sử dụng động lực bổ sung của phương pháp lọc thẩm thấu chuyển tiếp.

Một giải pháp tái sinh chất lõi cuộn mới đang được quan tâm hiện nay là sử dụng các loại hạt nano từ tính ưa nước, có thể dễ dàng phân tách ra khỏi dung dịch trong dung môi nước thông qua tác dụng của lực từ trường. Vấn đề đặt ra là tìm kiếm những phương pháp điều chế hạt nano từ tính ưa nước đơn giản trên cơ sở những nguyên liệu ban đầu sẵn có và rẻ tiền, cũng như xây dựng những hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến ứng dụng hạt nano từ tính ưa nước một cách hiệu quả.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế nhằm giải quyết vấn đề kỹ thuật như được đề cập trên đây.

Sáng chế đề xuất chất lõi cuộn ưa nước trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước có kích thước hạt riêng biệt từ 10 đến 500 nm, bao gồm:

phần lõi là hạt nano mang từ tính gốc kim loại; và

phần vỏ là các phân tử polyme ưa nước.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất chất lõi cuộn ưa nước trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước, trong đó phần lõi có đặc trưng như sau:

có bản chất hóa học là hỗn hợp của hai hợp chất Fe_2O_3 và Fe_3O_4 theo tỷ lệ nhất định;

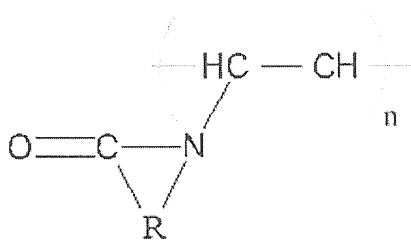
có kích thước từ 10 đến 500 nm; và

có khả năng hấp thụ các ion OH^- lên bề mặt để tạo thành lớp vỏ kém ổn định mang điện tích âm.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất chất lõi cuộn ưa nước trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước, trong đó phần vỏ là các phân tử polyme ưa nước sở hữu có các đặc trưng sau:

có bản chất hóa học là hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl, trên mạch phân tử gắn một hoặc nhiều nhóm thế ưa nước gốc lactam như mô tả trong công thức hóa học 1 dưới đây;

có khả năng tự phân cực trong dung dịch để hình thành các vùng mang điện tích âm và các vùng mang điện tích dương trên mạch phân tử:



Công thức hóa học 1

trong đó R là nhóm alkylen với số nguyên tử cacbon từ 1 đến 5, n từ 10 đến 1000;

Theo phương án cụ thể của sáng chế, phần lõi của chất lõi cuộn ưa nước có khả năng hấp thụ các ion OH^- lên bề mặt để tạo thành lớp vỏ kém ổn định mang điện tích âm; hỗn hợp Fe_2O_3 và Fe_3O_4 được hình thành từ phản ứng giữa dung dịch chứa hỗn hợp ion Fe^{2+} và Fe^{3+} với dung dịch chứa ion OH^- . Tỷ lệ hỗn hợp $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ trong phần lõi tốt hơn là nhỏ hơn 5%.

Theo phương án cụ thể của sáng chế, phần vỏ của chất lõi cuộn ưa nước trong đó phần vỏ là các phân tử polyme ưa nước có những đặc điểm chính sau:

có số mắt xích n từ 10 đến 1000; và

có khả năng tự phân cực trong dung dịch để hình thành các vùng mang điện tích âm và các vùng mang điện tích dương trên mạch phân tử.

Theo một phương án cụ thể, phần vỏ là phân tử polyme ưa nước polyvinylpyrrolidon.

Theo một phương án cụ thể, phần vỏ là phân tử polyme ưa nước polyvinylazetidinon.

Theo một phương án cụ thể, phần vỏ là phân tử polyme ưa nước vinylaziridinon.

Theo một phương án cụ thể, phần vỏ là phân tử polyme ưa nước polyvinylpiperidinon.

Theo một phương án cụ thể, phần vỏ là phân tử polyme ưa nước poly(vinylazetidinon-co-vinylpyrolidinon).

Ngoài ra, theo các phương án loại trừ khác, lớp vỏ polyme ưa nước theo sáng chế bao gồm bốn hoặc ba hoặc hai hoặc một trong số các polyme polyvinylpyrolidon, polyvinylazetidinon, vinylaziridinon, polyvinylpiperidinon và poly(vinylazetidinon-co-vinylpyrolidinon) và không bao gồm một polyme còn lại. Tức là, polyme theo sáng chế có thể không bao gồm một hoặc hai hoặc ba hoặc bốn trong số các polyme polyvinylpyrolidon, polyvinylazetidinon, vinylaziridinon, polyvinylpiperidinon và poly(vinylazetidinon-co-vinylpyrolidinon). Như vậy, các phương án khác liên quan đến dung dịch chất lõi cuộn ưa nước, hệ thống lọc thẩm thấu sử dụng các chất lõi cuộn ưa nước được đề cập tiếp dưới đây cũng có các phương án cụ thể/loại trừ tương ứng với các phương án cụ thể/loại trừ về lớp vỏ polyme ưa nước như nêu trên đây.

Sáng chế cũng đề xuất dung dịch của chất lõi cuộn ưa nước trên cơ sở hạt nano từ tính gắn hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl với các nhóm thể lactam ứng dụng trong hệ thiết bị lọc thẩm thấu chuyển tiếp nhằm mục đích sản xuất nước sinh hoạt từ nguồn nước nhiễm mặn.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn chứa chất lõi cuộn ưa nước như được mô tả trên đây, bao gồm các bước chính như sau:

Bước 1: Chuẩn bị dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 với nồng độ nhất định;

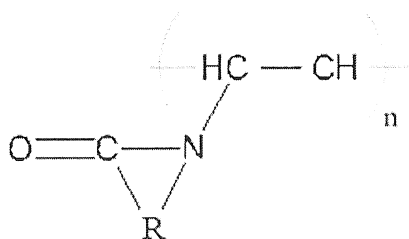
Bước 2: Nhỏ giọt chậm dung dịch NaOH nồng độ nhất định vào dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 tại điều kiện nhiệt độ và tốc độ khuấy trộn nhất định cho đến khi pH của hỗn hợp đạt giá trị nhất định;

Bước 3: Hòa tan một lượng nhất định hợp chất polyme ưa nước vào dung dịch thu được trong bước 2;

Bước 4: Tác dụng từ trường để thu lại hỗn hợp bùn nhão chứa chất lõi cuộn ưa nước;

Bước 5: Bổ sung nước vào hỗn hợp bùn nhão tạo ra trong bước 4, thu được dung dịch lõi cuộn.

Theo phương án cụ thể của sáng chế, polyme ưa nước có bản chất hóa học là hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl, trên mạch phân tử có gắn một hoặc nhiều nhóm thế ưa nước gốc lactam như được mô tả trong công thức hóa học 1:



Công thức hóa học 1

trong đó R là nhóm alkylen với số nguyên tử cacbon từ 1 đến 5, n có giá trị từ 10 đến 1000

Sáng chế cũng đề xuất hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp sử dụng dung dịch lõi cuộn chứa chất lõi cuộn ưa nước được mô tả trên đây, hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp nhằm mục đích sản xuất nước sinh hoạt từ nguồn nước nhiễm mặn, vận dụng từ trường sinh ra bởi nam châm điện nhằm thu hồi một cách dễ dàng chất lõi cuộn ưa nước trên cơ sở hạt nano từ tính gắn hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl với các nhóm thế lactam từ dung dịch lõi cuộn đã qua sử dụng.

Theo một phương án, hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp sử dụng dung dịch lõi cuộn chứa chất lõi cuộn ưa nước nêu trên bao gồm ba bộ phận chính như sau:

bộ phận lọc thẩm thấu chuyển tiếp chứa chất lõi cuộn ưa nước được đề cập trên đây;

bộ phận cung cấp nguồn nước nhiễm mặn tuần hoàn; và

bộ phận cung cấp dung dịch lõi cuộn tuần hoàn.

Hiệu quả của sáng chế

Như đã đề cập, sáng chế bao gồm ba bộ phận tạo nên một chỉnh thể hoàn thiện: chất lõi cuộn, phương pháp chế tạo dung dịch chứa chất lõi cuộn, và hệ thống ứng dụng dung dịch chứa chất lõi cuộn trong lĩnh vực sản xuất nước ngọt từ nguồn nước nhiễm mặn theo phương pháp lọc thẩm thấu chuyển tiếp.

Trong đó, chất lõi cuốn là một tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước được xây dựng trên cơ sở cấu trúc lõi từ tính – vỏ ưa nước. Nhiều phương pháp đã được phát triển nhằm chế tạo cấu trúc lõi từ tính với thành phần và tính chất có thể điều chỉnh được. Phần vỏ ưa nước cần phải được lựa chọn một cách phù hợp, sao cho có khả năng liên kết tốt và ổn định với phần lõi từ tính, trong khi vẫn tạo ra áp suất thẩm thấu cao cho dung dịch chứa chất lõi cuốn.

Vật liệu nano từ tính Fe_3O_4 được phủ PVP (poly(vinyl pyrrolidone)) đã được tổng hợp (ví dụ: Zhang Z.J. *et al.*, J. Cryst. Growth, 310, 5453). Trong tài liệu này, phương pháp tổng hợp là phương pháp thủy nhiệt, PVP đã được sử dụng với vai trò tác nhân hoạt động bề mặt trong quá trình tổng hợp các hạt. Tuy nhiên, thành phần của phần lõi này được mô tả chỉ là Fe_3O_4 và cấu trúc, thành phần của vật liệu này chưa được mô tả một cách cụ thể. Vì vậy, việc ứng dụng vật liệu này trở nên hạn chế.

Chất lõi cuốn ưa nước theo sáng chế có bản chất một tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước dạng lõi từ tính - vỏ ưa nước, với phần vỏ ưa nước bao gồm các phân tử hợp chất thuộc nhóm polyvinyl chứa nhóm thế lactam, phần vỏ này có đặc tính bao gồm các ion OH^- hấp phụ lên bề mặt phần lõi. Do vậy, bề mặt các hạt nano mang từ tính gốc kim loại này thường mang điện tích âm, và có thể hình thành liên kết ion với các phân tử mang điện tích dương khác trong dung dịch. Chất lõi cuốn theo sáng chế tổng hợp từ các nguồn nguyên liệu rẻ tiền, phương pháp tổng hợp đơn giản và hiệu quả cao. Đặc biệt, chất lõi cuốn ưa nước theo sáng chế cho hiệu quả lõi cuốn nước tốt và độ ổn định cao, có thể được ứng dụng rất hiệu quả trong các quy trình lọc thẩm thấu chuyển tiếp, ví dụ, khử muối trong nước nhiễm mặn, v.v..

Hiệu quả lõi cuốn theo chế độ thẩm thấu chuyển tiếp (LMH) của chất lõi cuốn ưa nước theo sáng chế đạt ở mức cao, từ 10 đến 20 LMH.

Bên cạnh đó, sáng chế cũng bao gồm một hệ thống ứng dụng dung dịch chứa chất lõi cuốn trong lĩnh vực sản xuất nước ngọt từ nguồn nước nhiễm mặn theo phương pháp lọc thẩm thấu chuyển tiếp. So sánh với những hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp sử dụng chất lõi cuốn là hạt nano từ tính đã được công bố khác, hệ thống này có ưu điểm là quá trình tái sinh dung dịch lõi cuốn diễn ra nhanh và được thực hiện một cách định lượng. Trong quá trình tái sinh, chỉ một phần nước trong nhất định được tách ra khỏi vòng tuần hoàn dung dịch lõi cuốn, chất lõi cuốn sau đó được trực tiếp phân tán lại vào

phần nước trong với thể tích vừa đúng. Hệ thống này có kết cấu đơn giản nhưng hiệu quả, đồng thời cũng có khả năng tự động hóa cao.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Hình 1: Sơ đồ hệ thiết bị lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến sử dụng dung dịch chứa chất lôi cuốn từ tính ưa nước với vai trò dung dịch lôi cuốn, trong đó mô tả bao gồm cả phương pháp thu nước ngọt và phương pháp tái sinh dung dịch lôi cuốn trong quá trình vận hành của hệ thiết bị.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một phương diện của sáng chế này mô tả chất lôi cuốn ưa nước trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước có kích thước hạt riêng biệt từ 10 đến 500 nm, được cấu tạo từ hai bộ phận chính: (1) phần lõi là các hạt nano mang từ tính gốc kim loại, và (2) phần vỏ là các phân tử polyme ưa nước. Phần lõi của tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước là các hạt nano mang từ tính gốc kim loại với bản chất hóa học là hỗn hợp của hai hợp chất Fe_2O_3 và Fe_3O_4 theo tỷ lệ nhất định. Phần vỏ của tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước là các hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl, trên mạch phân tử gắn một hoặc nhiều nhóm thế ưa nước. Khi được sử dụng tại nồng độ thích hợp, chất lôi cuốn này có thể cho lưu lượng dòng thẩm thấu 10 – 20 LMH, với hệ số hao tổn nhỏ hơn 5% sau mỗi 24 giờ sử dụng liên tục.

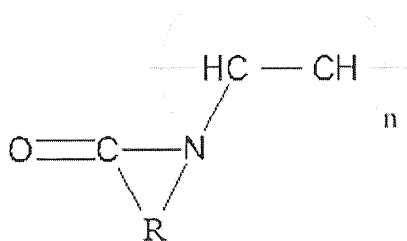
Các hạt nano mang từ tính gốc kim loại cấu thành phần lõi của tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước có bản chất hóa học là hỗn hợp của hai hợp chất Fe_2O_3 và Fe_3O_4 hình thành từ phản ứng giữa dung dịch chứa hỗn hợp ion Fe^{2+} và Fe^{3+} với dung dịch chứa ion OH^- . Tỷ lệ hai cấu phần Fe_2O_3 và Fe_3O_4 trong hỗn hợp, cũng như kích thước của các hạt nano mang từ tính gốc kim loại có thể được điều chỉnh thông qua điều chỉnh các thông số của ứng giữa dung dịch chứa hỗn hợp ion Fe^{2+} và Fe^{3+} với dung dịch chứa ion OH^- . Trong một số trường hợp, các thông số của ứng giữa dung dịch chứa hỗn hợp ion Fe^{2+} và Fe^{3+} với dung dịch chứa ion OH^- có thể được điều chỉnh một cách phù hợp sao cho tỷ lệ của Fe_2O_3 trong hỗn hợp Fe_2O_3 và Fe_3O_4 thấp hơn 10%, ví dụ, như thấp hơn 7%, hoặc cụ thể hơn nữa là nhỏ hơn 5%. Trong một số trường hợp, các thông số giữa dung dịch chứa hỗn hợp ion Fe^{2+} và Fe^{3+} với dung dịch chứa ion OH^- có thể được điều chỉnh một cách phù hợp sao cho kích thước của các hạt nano mang từ tính gốc kim loại nằm trong khoảng từ 10 đến 500 nm, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50 đến 200 nm, hoặc tốt hơn nữa là nằm

trong khoảng từ 50 đến 100 nm. Trong một ví dụ cụ thể, các thông số của ứng giữa dung dịch chứa hỗn hợp ion Fe^{2+} và Fe^{3+} với dung dịch chứa ion OH^- có thể được điều chỉnh một cách phù hợp sao cho tỷ lệ của Fe_2O_3 trong hỗn hợp Fe_2O_3 và Fe_3O_4 nhỏ hơn 5%, đồng thời kích thước của các hạt nano mang từ tính gốc kim loại nằm trong khoảng từ 50 đến 100 nm.

Các hạt nano mang từ tính gốc kim loại cấu thành phần lõi của tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước có bản chất hóa học là hỗn hợp của hai hợp chất Fe_2O_3 và Fe_3O_4 hình thành từ phản ứng giữa dung dịch chứa hỗn hợp ion Fe^{2+} và Fe^{3+} với dung dịch chứa ion OH^- thường thể tồn tại dưới dạng cấu trúc lõi – vỏ không ổn định, trong đó phần lõi bao gồm hỗn hợp của hai hợp chất Fe_2O_3 và Fe_3O_4 , và phần vỏ bao gồm các ion OH^- hấp phụ lên bề mặt phần lõi. Do vậy, bề mặt các hạt nano mang từ tính gốc kim loại này thường mang điện tích âm, và có thể hình thành liên kết ion với các phân tử mang điện tích dương khác trong dung dịch. Trong nhiều trường hợp, tính chất này của các hạt nano mang từ tính gốc kim loại được vận dụng nhằm mục đích tăng cường tính ổn định của chúng thông qua việc hình thành lớp vỏ bảo vệ bền vững hơn.

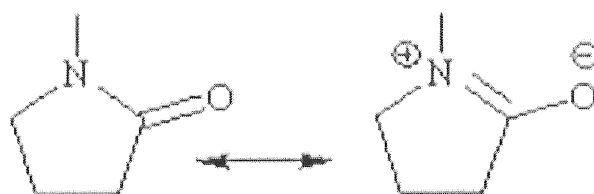
Trong sáng chế này, lớp vỏ bảo vệ ổn định trên được hình thành từ các phân tử polyme ưa nước, do vậy vừa tạo ra tính bền vững cho cấu trúc tổ hợp hạt nano từ tính, vừa giúp tăng cường tính ưa nước cho các hạt nano mang từ tính gốc kim loại. Nhờ vậy, tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước có thể được sử dụng với vai trò làm chất lõi cuộn trong các hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp một cách hiệu quả (cho lưu lượng dòng thẩm thấu 10 – 20 LMH, với hệ số hao tổn nhỏ hơn 5% sau mỗi 24 giờ sử dụng liên tục), đồng thời cũng có thể được thu hồi và tái sinh một cách dễ dàng thông qua tách dụng của lực từ trường.

Trong sáng chế này, lớp vỏ bảo vệ ổn định cho tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước có bản chất hóa học là hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl, trên mạch phân tử gắn các nhóm thế lactam như được mô tả trong công thức hóa học 1, trong đó R là nhóm akylen chứa từ 1 đến 5 nguyên tử cacbon. Cụ thể hơn, những hợp chất polyme này là sản phẩm trùng hợp cộng hợp của các hợp chất N-vinylaziridinon, N-vinylazetidion, N-vinylpyrolidinon, N-vinylpiperidinon, N-vinylazepanon, hoặc sản phẩm trùng hợp cộng hợp của hỗn hợp những hợp chất đó với cấu trúc nhất định.



[Công thức hóa học 1]

Khi phân tán trong nước, liên kết đôi $\text{C}=\text{O}$ có thể xuất hiện sự tự chuyển dịch để tạo thành các vùng phân cực trên nhóm thế gốc lactam như được mô tả trong phản ứng hóa học 1 dưới đây, trong đó trên các nguyên tử nitơ mang điện tích dương, và trên các nguyên tử oxy mang điện tích âm. Tính chất này giúp cho các hợp chất polyme như được mô tả trong công thức hóa học 1 sở hữu tính chất ưa nước nhất định, thể hiện ở khả năng hòa tan tốt trong nước để tạo thành dung dịch thực. Bên cạnh đó, các nguyên tử nitơ mang điện tích dương cũng có thể hình thành tương tác tĩnh điện đối với lớp vỏ mang điện âm trên bề mặt các hạt nano mang từ tính gốc kim loại, hình thành nên lớp vỏ bảo vệ ổn định cho các hạt nano mang từ tính gốc kim loại.



[Phản ứng hóa học 1]

Trong một số trường hợp, các phân tử polyme ưa nước được lựa chọn có số mắt xích (giá trị “n” trong công thức hóa học 1) trong nằm trong khoảng từ 10 đến 1000, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 500, hoặc tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 150. Trong một số trường hợp, các phân tử polyme ưa nước có bản chất hóa học là hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl, trên mạch phân tử chỉ gắn duy nhất nhóm thế 2-pyrrolidon hoặc 2-azetidinon. Trong một ví dụ cụ thể, các phân tử polyme ưa nước được lựa chọn có bản chất hóa học là hợp chất N-vinylpyrrolidinon với số mắt xích nằm trong khoảng từ 10 đến 150.

Chất lõi cuốn ưa nước trên cơ sở hạt nano từ tính gắn hợp chất polyme ưa nước như đã mô tả có thể được tổng hợp một cách đơn giản theo quy trình gồm năm bước như sau: (1) chuẩn bị dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 với nồng độ nhất định, (2) nhỏ giọt chậm dung dịch NaOH nồng độ nhất định vào dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 tại điều kiện nhiệt độ và tốc độ khuấy trộn nhất định cho đến khi pH của hỗn hợp đạt 8, (3) hòa

tan một lượng nhất định hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl với các nhóm thế lactam vào dung dịch vừa thu được tại điều kiện nhiệt độ và tốc độ khuấy trộn nhất định, (4) sử dụng từ trường để thu lại hỗn hợp bùn nhão chứa các hạt nano từ tính ưa nước từ dung dịch, và (5) thêm nước để thu được dung dịch lõi cuộn chứa chất lõi cuộn là các hạt nano từ tính ưa nước với nồng độ xác định.

Trong bước (1) của quy trình trên, dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 có thể được chuẩn bị bằng cách hòa tan $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ và $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ vào nước theo tỷ lệ thích hợp nhằm thu được dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 có nồng độ từng cấu tử nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,04 mol/L, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,005 đến 0,035 mol/L, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 0,01 đến 0,03 mol/L. Cũng trong bước (1) của quy trình trên, lượng $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ và $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ đưa vào dung dịch được lựa chọn một cách phù hợp, sao cho tỷ lệ số mol ion Fe^{3+} : số mol ion Fe^{2+} nằm trong khoảng 2,4 : 1,0 – 2,0 : 1,0, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2,3 : 1,0 đến 2,1 : 1,0, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 2,2 : 1,0 đến 2,1 : 1,0. Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến bước (1) của quy trình trên, dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 có thể được chuẩn bị bằng cách hòa tan $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ và $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ vào nước theo tỷ lệ thích hợp sao cho tỷ lệ số mol ion Fe^{3+} : số mol ion Fe^{2+} nằm trong khoảng từ 2,2 : 1,0 đến 2,1 : 1,0; đồng thời nồng độ từng cấu tử FeCl_2 và FeCl_3 nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,03 mol/L.

Trong bước (2) của quy trình trên, dung dịch NaOH có thể được chuẩn bị bằng cách hòa tan NaOH vào nước theo tỷ lệ thích hợp nhằm thu được dung dịch NaOH có nồng độ trong khoảng từ 0,05 đến 0,15 mol/L, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,08 đến 0,12 mol/L, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 0,09 đến 0,10 mol/L. Cũng trong bước (2) của quy trình trên, lượng dung dịch NaOH được chuẩn bị phù hợp, sao cho tỷ lệ số mol ion OH^- trong dung dịch NaOH: tổng ($2 \times$ số mol ion $\text{Fe}^{2+} + 3 \times$ số mol ion Fe^{3+}) trong dung dịch chuẩn bị tại bước (1) nằm trong khoảng từ 1,4 : 1,0 đến 1,0 : 1,0, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1,3 : 1,0 đến 1,1 : 1,0, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 1,2 : 1,0 đến 1,1 : 1,0. Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến bước (2) của quy trình trên, dung dịch NaOH có thể được chuẩn bị bằng cách hòa tan NaOH vào nước theo tỷ lệ thích hợp nhằm thu được dung dịch NaOH có nồng độ trong khoảng từ 0,09 đến 0,10 mol/L; đồng thời tỷ lệ số mol ion OH^- trong dung dịch NaOH: tổng ($2 \times$ số mol ion $\text{Fe}^{2+} + 3 \times$ số mol ion Fe^{3+}) trong dung dịch chuẩn bị tại bước (1) nằm trong khoảng từ 1,2 : 1,0 đến 1,1 : 1,0.

Trong bước (2) của quy trình trên, tốc độ nhỏ giọt dung dịch NaOH được điều chỉnh phù hợp, sao cho tổng thời gian nhỏ giọt nằm trong khoảng từ 15 đến 60 phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 25 đến 50 phút, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 40 đến 45 phút. Cũng trong bước (2) của quy trình trên, tốc độ khuấy trộn được điều chỉnh phù hợp, duy trì trong khoảng từ 200 đến 500 vòng/phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 250 đến 400 vòng/phút, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 300 đến 350 vòng/phút. Cũng trong bước (2) của quy trình trên, nhiệt độ của hỗn hợp phản ứng được điều chỉnh phù hợp, duy trì trong khoảng từ 60 đến 85 °C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 70 đến 85 °C, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 75 đến 80 °C. Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến bước (2) của quy trình trên, dung dịch NaOH được nhỏ giọt chậm vào hỗn hợp dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 tại điều kiện nhiệt độ gia nhiệt trong khoảng từ 75 đến 80 °C, tốc độ khuấy trộn trong khoảng từ 300 đến 350 vòng/phút, và thời gian khuấy trộn trong khoảng từ 40 đến 45 phút.

Kết thúc bước (2) của quy trình trên, có thể thu được một dung dịch chứa các hạt nano mang từ tính gốc kim loại với thành phần chủ yếu là Fe_2O_3 và Fe_3O_4 (tỷ lệ của Fe_2O_3 trong hỗn hợp nhỏ hơn 5%) với phân bố kích thước nhỏ nhất nằm trong khoảng từ 50 đến 100 nm. Nếu không được xử lý tiếp ngay lập tức, thì các hạt nano mang từ tính gốc kim loại này sẽ có xu hướng kết tụ lại với nhau để tạo thành kết tủa màu đen tự lắng xuống bên dưới nhờ tác dụng của lực từ trường, đồng thời thành phần Fe_3O_4 cũng có xu hướng bị oxy hóa chậm thành Fe_2O_3 khiến các hạt kết tủa chuyển sang màu nâu đỏ. Để hình thành tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước, cần tiếp tục ổn định cấu trúc lõi này bằng cách bổ sung thêm cấu trúc vỏ polyme ưa nước thông qua phương pháp trộn hợp trực tiếp như được mô tả trong bước (3) của quy trình.

Trong bước (3) của quy trình trên, lượng hợp chất polyme ưa nước đưa vào được điều chỉnh phù hợp, sao cho nồng độ cuối cùng của hợp chất polyme nằm trong khoảng từ 400 đến 600 g/L, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 450 đến 550 g/L, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 500 đến 550 g/L. Cũng trong bước (3) của quy trình trên, tốc độ khuấy trộn được điều chỉnh phù hợp, duy trì trong khoảng từ 150 đến 400 vòng/phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 200 đến 300 vòng/phút, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 200 đến 250 vòng/phút. Cũng trong bước (3) của quy trình trên, nhiệt độ của hỗn hợp được điều chỉnh phù hợp, duy trì trong khoảng từ 25 đến 40 °C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 30 đến 40 °C, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 30 đến 35 °C. Cũng trong bước (3) của

quy trình trên, thời gian duy trì khuấy trộn được điều chỉnh phù hợp, nằm trong khoảng từ 3 đến 8 giờ, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 4 đến 7 giờ, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 6 đến 6,5 giờ. Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến bước (3) của quy trình trên, hợp chất polyme ưa nước được đưa chậm vào hỗn hợp phản ứng thu được từ bước (3) sao cho nồng độ cuối cùng của hợp chất polyme nằm trong khoảng từ 500 đến 550 g/L, tại điều kiện nhiệt độ từ 30 đến 35 °C, tốc độ khuấy trộn 200 đến 250 vòng/phút, và thời gian khuấy trộn 6 đến 6,5 giờ.

Kết thúc bước (3) của quy trình, đã thu được dung dịch chứa tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước. Dung dịch này có màu đen, và duy trì được trạng thái ổn định trong thời gian tương đối dài. Tuy nhiên, khi chịu tác động của lực từ trường, các hạt nano từ tính ưa nước vẫn có xu hướng tách nhanh ra khỏi dung dịch, hình thành nên hai khu vực với tính chất hoàn toàn khác biệt: (i) khu vực nước trong không chứa hạt nano từ tính ưa nước phân tán, và (ii) khu vực lắng các hạt nano từ tính ưa nước. Lợi dụng đặc tính này, bước (4) của quy trình được thực hiện nhằm mục đích làm sạch dung dịch chứa tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước, loại bỏ các thành phần không mong muốn (ví dụ: các loại ion Fe^{2+} , Fe^{3+} , Na^+ ... chưa phản ứng hết, cũng như các hạt nano có tính từ kém), đưa pH của dung dịch trở về khoảng pH trung tính.

Trong bước (4) của quy trình trên, nguồn từ trường sử dụng là nam châm vĩnh cửu, có từ dư trên bề mặt nằm trong khoảng 0,9 – 1,2 T. Loại nam châm vĩnh cửu được sử dụng thường là nam châm đất hiếm, do nhóm nam châm vĩnh cửu này cung cấp lực từ dư trên bề mặt rất lớn và ổn định. Cũng trong bước (4) của quy trình trên, thời gian tác dụng của từ trường lên hỗn hợp dung dịch để thu lại các tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước được điều chỉnh phù hợp, nằm trong khoảng từ 2 đến 10 phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3 đến 7 phút, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 3 đến 5 phút. Thời gian tác dụng của từ trường lên hỗn hợp dung dịch không nên quá dài nhằm loại bỏ được các hạt nano từ tính ưa nước sở hữu từ tính quá thấp. Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến bước (4) của quy trình trên, tiến hành tác dụng lực từ trường lên dung dịch sản phẩm từ bước (3) của quy trình trong khoảng từ 3 đến 5 phút, sử dụng nam châm vĩnh cửu có từ dư trên bề mặt nằm trong khoảng 0,9 – 1,2 T nhằm mục đích phân tích dung dịch này thành hai phần riêng biệt: (i) phần lắng của các hạt nano từ tính ưa nước, và (ii) phần dung dịch chứa một lượng nhất định hạt nano từ tính ưa nước chưa lắng. Phần dung dịch chứa một

lượng nhất định hạt nano từ tính ưa nước chưa lắng sau đó sẽ được gạn bỏ nhằm mục đích thu được hỗn hợp bùn nhão chứa các hạt nano từ tính ưa nước.

Kết thúc bước (4) của quy trình trên, đã thu được hỗn hợp bùn nhão chứa các hạt nano từ tính ưa nước. Từ hỗn hợp bùn nhão này, có thể tiến hành sấy tách nước để thu được các hạt nano từ tính ưa nước khô, thuận lợi trong việc bảo quản. Tuy nhiên, quá trình sấy khô và hòa tan lại có thể tạo thành ảnh hưởng nhất định lên tính chất của các hạt nano từ tính ưa nước, đặc biệt khiến cho các hạt nano từ tính ưa nước hình thành xu hướng kết tụ trong quá trình vận hành. Bởi vậy, nếu không thật sự cần thiết, thì tốt nhất không nên sấy khô hỗn hợp bùn nhão, mà nên sử dụng trực tiếp hỗn hợp bùn nhão để chế tạo dung dịch lõi cuộn như được mô tả trong bước (5) của quy trình trên.

Trong bước (5) của quy trình trên, một lượng nước nhất định được bổ sung vào hỗn hợp bùn nhão trong điều kiện nhất định, nhằm thu được dung dịch lõi cuộn với nồng độ hạt nano từ tính ưa nước nằm trong khoảng từ 400 đến 1.000 g/L, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 500 đến 1.000 g/L, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 800 đến 900 g/L. Cũng trong bước (5) của quy trình trên, tốc độ khuấy trộn được điều chỉnh phù hợp, duy trì trong khoảng từ 50 đến 200 vòng/phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50 đến 100 vòng/phút, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 60 đến 70 vòng/phút. Cũng trong bước (5) của quy trình trên, nhiệt độ của hỗn hợp được điều chỉnh phù hợp, duy trì trong khoảng từ 25 đến 40 °C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 30 đến 40 °C, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 30 đến 35 °C. Cũng trong bước (5) của quy trình trên, thời gian duy trì khuấy trộn được điều chỉnh phù hợp, nằm trong khoảng từ 10 đến 60 phút, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 30 phút, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 15 đến 20 phút. Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến bước (5) của quy trình trên, một lượng nước nhất định được bổ sung vào hỗn hợp bùn nhão trong điều kiện nhất định, nhằm thu được dung dịch lõi cuộn với nồng độ hạt nano từ tính ưa nước nằm trong khoảng từ 800 đến 900 g/L, tại điều kiện nhiệt độ từ 30 đến 35 °C, tốc độ khuấy trộn 60 đến 70 vòng/phút, và thời gian khuấy trộn từ 15 đến 20 phút.

Lưu lượng dòng thẩm thấu và hệ số hao tổn của chất lõi cuộn trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước như đã mô tả được xác định theo quy trình sau:

Một dung dịch chứa chất lõi cuộn và một nguồn nước deion được đưa vào mô-đun thử nghiệm lọc thẩm thấu chuyển tiếp (S/N 61849413, CF042D-FO, Sterlitech, Hoa Kỳ)

theo cấu hình dòng chảy cùng chiều và lưu tốc tương đương sử dụng hai bơm hoành (HF-8377, Headon, Đài Loan). Hai dòng chất lỏng được cho lưu chuyển tuần hoàn trên hai mặt của một màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O (Lot. M12-1907081, Fluid Technology Solutions Inc., Hoa Kỳ), với dòng dung dịch chứa chất lôi cuốn tiếp xúc với mặt trơn của màng lọc. Sự thay đổi về lượng chất lỏng được theo dõi thông qua sự thay đổi về mặt khối lượng của dụng cụ chứa chất lỏng theo thời gian. Sau thử nghiệm, chất lôi cuốn ưa nước trên cơ sở hạt nano từ tính gắn hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl với các nhóm thể lactam có thể được cho lắng cường bức thông qua tác dụng của từ trường, rồi được hòa tan trở lại cho những lần thử nghiệm tiếp theo.

Lưu lượng dòng thẩm thấu được xác định thông qua thể tích nước di chuyển qua một đơn vị màng lọc sau một đơn vị thời gian (đơn vị: lít/mét vuông.giờ, viết tắt LMH). Hệ số hao tổn được xác định thông qua chênh lệch về mặt giá trị % giữa lưu lượng dòng thẩm thấu của những lần thử nghiệm khác nhau sử dụng dung dịch lôi cuốn pha từ cùng một lượng chất lôi cuốn ban đầu đã trải qua số chu kỳ lắng cường bức – hòa tan lại nhất định.

Chất lôi cuốn ưa nước trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước cho kết quả thử nghiệm lưu lượng dòng thẩm thấu 10 – 20 LMH và hệ số hao tổn nhỏ hơn 5% sau mỗi 24 giờ sử dụng liên tục nếu những điều kiện thử nghiệm sau được đáp ứng: (1) dung dịch chất lôi cuốn trên cơ sở chất lôi cuốn là tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước có nồng độ hạt nano từ tính ưa nước đạt 900 g/L, (2) màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp sử dụng là màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O thuộc lô Lot. M12-1907081, Fluid Technology Solutions Inc., Hoa Kỳ, và (3) mỗi chu kỳ hoạt động kéo dài một giờ.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp nhằm mục đích sản xuất nước sinh hoạt từ nguồn nước nhiễm mặn cải tiến, vận dụng từ trường sinh ra bởi nam châm điện nhằm thu hồi một cách dễ dàng chất lôi cuốn trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước từ dung dịch lôi cuốn đã qua sử dụng, như được mô tả trong Hình 1.

Cụ thể, hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến ứng dụng chất lôi cuốn trên cơ sở hạt nano từ tính ưa nước như được mô tả trong Hình 1. bao gồm ba khối thiết bị chính như sau: (i) khối thiết bị cung cấp nguồn nước nhiễm mặn tuần hoàn, (ii) khối thiết bị lọc thẩm thấu chuyển tiếp, và (iii) khối thiết bị cung cấp dung dịch lôi cuốn tuần hoàn.

Trong đó, khối thiết bị lọc thẩm thấu chuyển tiếp bao gồm ba bộ phận chính: Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20, Mặt bích lắp màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp 21, Buồng tuần hoàn dung dịch lồi cuốn 22, cũng như hệ thống đường ống tương ứng. Theo khuyến nghị của nhà sản xuất màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp dùng cho nước nhiễm mặn, bề mặt khử muối của màng lọc (bề mặt trơn) cần phải được lắp đặt sao cho tiếp xúc trực tiếp với nguồn nước nhiễm mặn cần xử lý. Cụ thể trong sáng chế này, bề mặt khử muối của màng lọc (bề mặt trơn) cần phải được lắp đặt hướng về phía Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20.

Bên cạnh đó, quá trình chuyển khối của nước qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp chỉ xảy ra chủ yếu tại khu vực gần bề mặt màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp, do vậy để tối ưu hóa quá trình hoạt động của hệ thiết bị thì kích thước Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 và Buồng tuần hoàn dung dịch lồi cuốn 22 cần phải được thiết kế một cách phù hợp. Kích thước Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 và Buồng tuần hoàn dung dịch lồi cuốn 22 cần phải được thiết kế một cách phù hợp, sao cho chiều dày lớp nước di chuyển trên bề mặt màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 20 đến 150 mm, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20 đến 100 mm, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 30 đến 70 mm.

Bên cạnh đó, hiệu quả của quá trình chuyển khối cũng có thể chịu ảnh hưởng bởi phương tiếp xúc giữa hai dòng chất lỏng, nằm trong khoảng từ 0° (dòng cùng chiều) đến 180° (dòng ngược chiều). Tuy nhiên, để quá trình chuyển khối từ Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp sang Buồng tuần hoàn dung dịch lồi cuốn 22 diễn ra tối ưu nhất, phương tiếp xúc giữa hai dòng chất lỏng cần thiết phải là 180° , tương ứng với thiết kế dòng chảy ngược chiều.

Bên cạnh đó, để thuận lợi cho quá trình tính toán vận hành cũng như gia công lắp đặt, Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 và Buồng tuần hoàn dung dịch lồi cuốn 22 nên được thiết kế tương đương về mặt kích thước cũng như vị trí của các đường dẫn nước vào – ra.

Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến thiết kế khối thiết bị lọc thẩm thấu chuyển tiếp, khối thiết bị này bao gồm những bộ phận chính với cấu tạo như sau: Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 và Buồng tuần hoàn dung dịch lồi cuốn 22 có các kích thước bằng nhau, đồng thời kích thước được thiết kế sao cho chiều dày lớp nước di chuyển trên

bề mặt màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 30 đến 70 mm; Mặt bích lắp màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp 21 với màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp được lắp đặt sao cho bề mặt khử muối hướng về phía buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn; và hệ thống đường dẫn nước ra/vào được thiết kế sao cho dòng nước nhiễm mặn và dòng dung dịch lõi cuốn chảy ngược chiều; cùng hệ thống đường ống tương ứng.

Khối thiết bị cung cấp nguồn nước nhiễm mặn tuần hoàn bao gồm sáu bộ phận chính: Bể chứa nước nhiễm mặn 10, Cơ cấu phao nổi 11, Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12, Bơm nước nhiễm mặn 13, Van thủy lưu 14, Van thủy lưu xả đáy 15, cũng như hệ thống đường ống tương ứng. Trong đó, Van thủy lưu 14 và Van thủy lưu xả đáy 15 là các van thủy lưu thông thường với kích thước phù hợp, có thể vận hành theo cơ chế tự động hoặc thủ công.

Bên cạnh đó, Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 cần được đặt cao hơn so với Bể chứa nước nhiễm mặn 10, để nguồn nước nhiễm mặn trong Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 có thể chảy một cách tự nhiên vào Bể chứa nước nhiễm mặn 10 nhờ tác dụng của trọng lực. Quá trình cung cấp nước nhiễm mặn từ Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 vào Bể chứa nước nhiễm mặn 10 được kiểm soát bởi Cơ cấu phao nổi 11, sao cho mực nước nhiễm mặn trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10 luôn được điều hòa trong khoảng nhất định. Vị trí của Cơ cấu phao nổi 11 được lựa chọn một cách phù hợp, sao cho phao nổi chuyển sang trạng thái tháo nước từ Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 sang Bể chứa nước nhiễm mặn 10 khi mực nước trong bể chứa nước nhiễm mặn giảm xuống còn từ 85 đến 99 % so với ban đầu, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 87 đến 97 % so với ban đầu, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 90 đến 95 % so với ban đầu.

Trong quá trình lọc thẩm thấu chuyển tiếp, luôn tồn tại sự chuyển khối của nước ngọt từ phía nguồn nước nhiễm mặn sang phía dung dịch lõi cuốn, khiến cho thể tích nước nhiễm mặn giảm xuống và thể tích dung dịch lõi cuốn tăng lên, dẫn đến nồng độ muối trong nước nhiễm mặn tăng lên và nồng độ chất lõi cuốn trong dung dịch lõi cuốn giảm xuống. Hiện tượng này là không có lợi cho quá trình chuyển khối của nước ngọt từ phía nguồn nước nhiễm mặn sang phía dung dịch lõi cuốn. Vì thế, Cơ cấu phao nổi 11 và Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 cung cấp tác dụng điều hòa nguồn nước nhiễm mặn trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10, giúp nồng độ muối của nguồn nước nhiễm mặn trong

Bể chứa nước nhiễm mặn 10 chỉ tăng lên rất chậm trong quá trình vận hành, đảm bảo quá trình chuyển khối của nước ngọt diễn ra tương đối ổn định.

Một thiết kế khác nhằm giúp đảm bảo duy trì ổn định nồng độ muối của nguồn nước nhiễm mặn trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10 là bản thân dung tích chứa của Bể chứa nước nhiễm mặn 10. Dung tích chứa của Bể chứa nước nhiễm mặn 10, thì tỷ lệ giữa tổng thể tích nước nhiễm mặn tuần hoàn và thông lượng nước ngọt thoát qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp trên mỗi đơn vị thời gian càng thấp, sự thay đổi về mặt nồng độ muối của nguồn nước nhiễm mặn trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10 theo thời gian càng nhỏ. Tuy nhiên, Bể chứa nước nhiễm mặn 10 thiết kế quá lớn lại cũng không có tính khả thi, vì yêu cầu thiết kế phức tạp, chi phí đầu tư ban đầu cao, và chiếm diện tích lấp đặt lớn. Bởi vậy, trong sáng chế này, dung tích tối đa của Bể chứa nước nhiễm mặn 10 giới hạn bởi Cơ cấu phao nổi 11 cao gấp từ 15 đến 40 lần dung tích tối đa của toàn bộ hệ thống tuần hoàn nước nhiễm mặn không bao gồm bản thân Bể chứa nước nhiễm mặn 10, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 15 đến 30 lần, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 20 đến 25 lần.

Bên cạnh đó, Bơm nước nhiễm mặn 13 cũng cần được lựa chọn một cách phù hợp nhằm hạn chế tối đa ảnh hưởng ăn mòn của nước nhiễm mặn, tốt nhất Bơm nước nhiễm mặn 13 là bơm nước cao áp hoạt động theo cơ chế bơm hoành. Bơm nước nhiễm mặn 13 cần được lựa chọn một cách phù hợp nhằm điều chỉnh tốc độ dòng nước nhiễm mặn chảy qua bề mặt màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp, do đây là một thông số quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình chuyển khối của nước ngọt từ phía nguồn nước nhiễm mặn sang phía dung dịch lõi cuộn. Tùy vào quy mô hệ thiết bị, Bơm nước nhiễm mặn 13 được lựa chọn một cách phù hợp, sao cho tốc độ dòng nước nhiễm mặn chảy qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 6 đến 18 m/phút, ví dụ như khoảng từ 8 đến 12 m/phút, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 9 đến 10 m/phút.

Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến thiết kế khối thiết bị cung cấp nguồn nước nhiễm mặn tuần hoàn, khối thiết bị này bao gồm những bộ phận chính với cấu tạo như sau: Bể chứa nước nhiễm mặn 10 trang bị Van thủy lưu xả đáy 15, với dung tích tối đa giới hạn bởi cơ cấu phao nổi cao gấp từ 20 đến 25 lần dung tích tối đa của toàn bộ hệ thống tuần hoàn nước nhiễm mặn không bao gồm bản thân Bể chứa nước nhiễm mặn 10; Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 được đặt cao hơn so với Bể chứa nước nhiễm mặn

10, và được liên kết với Bể chứa nước nhiễm mặn 10 thông qua Van thủy lưu 14 và Cơ cấu phao nổi 11; Cơ cấu phao nổi 11 được lắp đặt tại vị trí nhất định trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10, sao cho phao nổi chuyển sang trạng thái tháo nước từ Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 sang Bể chứa nước nhiễm mặn 10 khi mực nước trong bể chứa nước nhiễm mặn giảm xuống còn từ 90 đến 95 % so với ban đầu; Bơm nước nhiễm mặn 13 là bơm nước cao áp hoạt động theo cơ chế bơm hoành được lựa chọn một cách phù hợp, sao cho tốc độ dòng nước nhiễm mặn chảy qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 9 đến 10 m/phút; Van thủy lưu 14 và Van thủy lưu xả đáy 15 là các van thủy lưu thông thường với kích thước phù hợp, có thể vận hành theo cơ chế tự động hoặc thủ công; cùng hệ thống đường ống tương ứng.

Khối thiết bị cung cấp dung dịch lõi cuộn tuần hoàn bao gồm sáu bộ phận chính: Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30, Ống điều hòa thông minh 31, Cửa chảy tràn 32, Bơm dung dịch lõi cuộn 33, cũng như hệ thống đường ống tương ứng.

Trong đó, tương tự như trong khối thiết bị cung cấp nguồn nước nhiễm mặn tuần hoàn, dung tích Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30 cần được lựa chọn phù hợp nhằm đảm bảo sự hoạt động ổn định của hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp. Trong sáng chế này, dung tích tối đa của Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30 giới hạn bởi Cửa chảy tràn 32 được thiết kế cao gấp từ 15 đến 40 lần dung tích tối đa của toàn bộ hệ thống tuần hoàn dung dịch lõi cuộn không bao gồm bản thân Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 15 đến 30 lần, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng từ 20 đến 25 lần.

Một thiết kế khác nhằm giúp đảm bảo duy trì ổn định nồng độ chất lõi cuộn của dung dịch lõi cuộn trong Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30 là Cửa chảy tràn 32 và Ống điều hòa thông minh 31. Trong sáng chế này, Ống điều hòa thông minh 31 được chế tạo bao gồm phần vỏ ngoài hình trụ tròn bằng thép không gỉ hàn kín, bên trong lắp đặt hệ thống tạo từ trường và hệ thống tạo siêu âm hoạt động dựa theo chương trình cài đặt từ trước, nhờ vậy cung cấp tác dụng phân tách chất lõi cuộn trên cơ sở hạt nano từ tính ưa nước ra khỏi dung dịch (hệ thống tạo từ trường) cũng như tác dụng tái phân tán chất lõi cuộn đã bị tách ra trở lại trong dung môi nước (hệ thống tạo siêu âm). Khi chất lõi cuộn trên cơ sở hạt nano từ tính ưa nước bị tách ra khỏi dung dịch, Cửa chảy tràn 32 sẽ hoạt động nhằm mục đích tháo một lượng nước ngọt nhất định ra khỏi Bể chứa dung dịch lõi cuộn

30, giúp cho dung tích nước trong Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30 luôn duy trì trong ngưỡng nhất định, từ đó ổn định nồng độ chất lõi cuộn của dung dịch lõi cuộn.

Trong sáng chế này, Cửa chảy tràn 32 được thiết kế có thể điều chỉnh đóng/mở dựa theo chương trình đặt giờ từ trước, sao cho cửa chảy tràn thường nằm tại trạng thái đóng, và chỉ chuyển sang trạng thái mở mỗi 1 giờ để tháo nước sạch ra ngoài. Đồng thời, vị trí Cửa chảy tràn 32 cũng được lựa chọn một cách phù hợp, sao cho dung tích chứa phía trên cao độ của cửa chảy tràn cao gấp từ 1,0 đến 1,5 lần thông lượng nước di chuyển qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp trong vòng 1 giờ, ví dụ như từ 1,1 đến 1,4 lần, hoặc cụ thể hơn là từ 1,2 đến 1,3 lần.

Bên cạnh đó, Bơm dung dịch lõi cuộn 33 cũng cần được lựa chọn một cách phù hợp nhằm hạn chế tối đa ảnh hưởng ăn mòn của dung dịch lõi cuộn, tốt nhất Bơm dung dịch lõi cuộn 33 là bơm nước cao áp hoạt động theo cơ chế bơm hoành. Bơm dung dịch lõi cuộn 33 cần được lựa chọn một cách phù hợp nhằm điều chỉnh tốc độ dòng dung dịch lõi cuộn chảy qua bề mặt màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp, do đây là một thông số quan trọng ảnh hưởng đến hiệu quả của quá trình chuyển khối của nước ngọt từ phía nguồn nước nhiễm mặn sang phía dung dịch lõi cuộn. Tùy vào quy mô hệ thiết bị, Bơm dung dịch lõi cuộn 33 được lựa chọn một cách phù hợp, sao cho tốc độ dòng dung dịch lõi cuộn chảy qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 6 đến 18 m/phút, ví dụ như khoảng từ 8 đến 12 m/phút, hoặc cụ thể hơn là trong khoảng khoảng từ 9 đến 10 m/phút.

Trong một ví dụ cụ thể liên quan đến thiết kế khối thiết bị cung cấp dung dịch lõi cuộn tuần hoàn, khối thiết bị này bao gồm những bộ phận chính với cấu tạo như sau: Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30 trang bị Cửa chảy tràn 32, với dung tích chứa tối đa dưới vị trí Cửa chảy tràn 32 cao gấp từ 20 đến 25 lần dung tích tối đa của toàn bộ hệ thống tuần hoàn dung dịch lõi cuộn không bao gồm bản thân Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30; Ống điều hòa thông minh 31 được chế tạo bao gồm phần vỏ ngoài hình trụ tròn bằng thép không gỉ hàn kín, bên trong lắp đặt hệ thống tạo từ trường và hệ thống tạo siêu âm hoạt động dựa theo chương trình cài đặt từ trước; Cửa chảy tràn 32 nằm bên trong Bể chứa dung dịch lõi cuộn 30 sao cho dung tích chứa phía trên cao độ của cửa chảy tràn cao gấp từ 1,2 đến 1,3 lần thông lượng nước di chuyển qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp trong vòng 1 giờ, đồng thời được thiết kế có thể điều chỉnh đóng/mở dựa theo chương trình đặt

giờ từ trước, sao cho cửa chảy tràn thường nằm tại trạng thái đóng, và chỉ chuyển sang trạng thái mở mỗi 1 giờ để tháo nước sạch ra ngoài; Bơm dung dịch lõi cuốn 33 là bơm nước cao áp hoạt động theo cơ chế bơm hoành được lựa chọn một cách phù hợp, sao cho tốc độ dòng dung dịch lõi cuốn chảy qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 9 đến 10 m/phút; cùng hệ thống đường ống tương ứng.

Với thiết kế như vậy, hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến ứng dụng chất lõi cuốn trên cơ sở hạt nano từ tính ưa nước như được mô tả trong Hình 1 hoạt động theo cơ chế như sau:

Nước nhiễm mặn được chứa trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10, và được cho di chuyển tuần hoàn vào bộ phận Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 sử dụng Bơm nước nhiễm mặn 13. Dung dịch lõi cuốn được chứa trong Bể chứa dung dịch lõi cuốn 30, và được cho di chuyển tuần hoàn vào bộ phận Buồng tuần hoàn dung dịch lõi cuốn 22 sử dụng Bơm dung dịch lõi cuốn 33. Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 và Buồng tuần hoàn dung dịch lõi cuốn 22 được ngăn cách bởi màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp lắp trên Mặt bích lắp màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp 21.

Do sự chênh lệch về mặt áp suất thẩm thấu, một bộ phận nước ngọt sẽ di chuyển một cách tự nhiên từ nguồn nước nhiễm mặn qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp sang dung dịch lõi cuốn, khiến cho thể tích dung dịch lõi cuốn tăng lên, và thể tích nguồn nước nhiễm mặn giảm xuống.

Thể tích nguồn nước nhiễm mặn giảm dần, khiến cho mực nước bên trong Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 giảm dần. Khi mực nước bên trong Buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn 20 giảm đến một ngưỡng nhất định, Cơ cấu phao nổi 11 sẽ khiến đường ống liên kết giữa Bể chứa nước nhiễm mặn 10 và Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 mở ra, nước mặn chảy một cách tự nhiên từ Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 sang Bể chứa nước nhiễm mặn 10 cho tới khi mực nước bên trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10 trở về ngưỡng ban đầu. Trong quá trình vận hành thông thường này, Van thủy lưu 14 trên đường ống liên kết giữa Bể chứa nước nhiễm mặn 10 và Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 luôn nằm tại trạng thái mở.

Sau một quãng thời gian vận hành nhất định (ví dụ: một tháng), hàm lượng muối của nguồn nước nhiễm mặn trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10 sẽ tăng vượt quá ngưỡng cho phép. Khi đó, tiến hành tạm ngừng hoạt động của hệ thiết bị để bảo dưỡng định kỳ.

Trong quá trình này, Van thủy lưu 14 sẽ được chuyển sang trạng thái đóng, đồng thời Van thủy lưu xả đáy 15 được mở ra để tháo nước nhiễm mặn trong Bể chứa nước nhiễm mặn 10. Cuối quá trình bảo dưỡng, Van thủy lưu xả đáy 15 được đóng lại, Van thủy lưu 14 được mở ra, nguồn nước nhiễm mặn sẽ được cung cấp một cách tự động từ Bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ 12 vào Bể chứa nước nhiễm mặn 10.

Sau một quãng thời gian vận hành nhất định (ví dụ: một giờ), nồng độ chất lơ lửng của dung dịch lơ lửng sẽ giảm xuống quá ngưỡng nhất định. Khi đó, Bom dung dịch lơ lửng 33 sẽ được ngừng vận hành, hệ thống tạo từ trường trong Ống điều hòa thông minh 31 được khởi động khiến chất lơ lửng với bản chất hạt nano từ tính ưa nước bị tách ra khỏi dung dịch và bám lên trên mặt ngoài Ống điều hòa thông minh 31. Lúc này, Cửa chảy tràn 32 (luôn nằm tại trạng thái đóng trong điều kiện vận hành bình thường) sẽ được mở ra, cho phép một thể tích nhất định nước trong không chứa thành phần hòa tan chảy ra khỏi Bể chứa dung dịch lơ lửng 30. Nước trong này có thể được cho chuyển sang hệ thống xử lý tiếp theo nếu cần thiết, hoặc được cho tạm thời dự trữ lại, ví dụ như được cho chảy vào Bể chứa 40.

Khi mực nước bên trong Bể chứa dung dịch lơ lửng 30 đã trở về ngang với mức Cửa chảy tràn 32, Cửa chảy tràn 32 được đóng lại. Hệ thống tạo từ trường trong Ống điều hòa thông minh 31 ngừng hoạt động, thay vào đó là hệ thống tạo siêu âm trong Ống điều hòa thông minh 31 được khởi động, khiến chất lơ lửng bám trên Ống điều hòa thông minh 31 phân tán trở lại vào dung dịch. Sau khi dung dịch lơ lửng đã được hoàn nguyên, Bom dung dịch lơ lửng 33 được khởi động trở lại, hệ thống tiếp tục hoạt động bình thường cho đến chu kỳ tháo nước trong tiếp theo.

Thử nghiệm thực tế đối với hệ thiết bị lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến vận dụng chất lơ lửng ưa nước trên cơ sở hạt nano từ tính ưa nước như được mô tả trong sáng chế này cho kết quả lưu lượng dòng thẩm thấu 10 – 18 LMH và hệ số hao tổn nhỏ hơn 5% sau mỗi 24 giờ sử dụng liên tục khi vận hành thử nghiệm nếu những điều kiện sau được đáp ứng: (1) dung dịch chất lơ lửng trên cơ sở hạt nano từ tính ưa nước có nồng độ hạt nano từ tính ưa nước đạt 900 g/L, (2) màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp sử dụng là màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O thuộc lô Lot. M12-1907081, Fluid Technology Solutions Inc., Hoa Kỳ, và (3) mỗi chu kỳ hoạt động kéo dài một giờ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1. Ví dụ tổng hợp hạt nano sắt từ ưa nước

Hòa tan 19,9 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (0,1 mol) và 56,7 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,21 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.000 mL để thu được dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 trong dung môi nước (“dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 ”). Hòa tan 40,0 g NaOH (1 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.000 mL để thu được dung dịch NaOH trong dung môi nước (“dung dịch NaOH”).

Chuyển dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 vào hệ phản ứng kín có trang bị hệ thống gia nhiệt và khuấy cơ học với cánh khuấy bằng nhựa Teflon. Thực hiện điều chỉnh chế độ gia nhiệt 80 °C và tốc độ khuấy 300 vòng/phút. Thực hiện nhỏ giọt chậm dung dịch NaOH (tốc độ 250 mL/phút) vào dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 cho đến khi độ pH của toàn bộ hệ dung dịch đạt 8.

Thực hiện giảm nhiệt độ hỗn hợp sản phẩm (“dung dịch nano sắt từ”) về đến nhiệt độ phòng, trong khi duy trì tốc độ khuấy trộn 250 vòng/phút. Thực hiện bổ sung 9.000 g chế phẩm POVIDONE K12 (polyvinylpyrrolidon) vào dung dịch nano sắt từ, duy trì khuấy trộn trong vòng 6 giờ. Thực hiện tác động lực từ trường theo chiều từ trên xuống đối với dung dịch thu được trong khoảng thời gian 5 phút, sau đó tiến hành gạn bỏ phần dung dịch phía trên trong khi vẫn duy trì tác động lực từ trường, chỉ lưu lại phần bùn lắng màu đen bên dưới.

Thực hiện rửa phần bùn lắng màu đen bằng cách hòa tan lại trong 15.000 mL nước, sau đó tiếp tục thực hiện phân tách sử dụng lực từ trường. Thực hiện lặp lại ba lần, sau đó hòa tan lại phần bùn lắng màu đen thu được trong 10.000 mL nước. Sử dụng dung dịch thu được làm dung dịch lõi cuộn trong các hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp.

Ví dụ 2. Ví dụ sử dụng hạt nano sắt từ ưa nước

Thử nghiệm khả năng lõi cuộn của dung dịch lõi cuộn thu được từ Ví dụ 1 (“dung dịch nano sắt từ ưa nước”) được thực hiện trên hệ mô hình thử nghiệm lọc thẩm thấu chuyển tiếp quy mô phòng thí nghiệm CF042D-FO do hãng Sterlitech sản xuất (S/N: 61849413 – L/N: 618910), sử dụng màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O do Fluid Technology Solutions sản xuất (Lot. M12-1907081). Diện tích hoạt động của màng được xác định là 42 cm².

Trước khi tiến hành thử nghiệm, chuyển 1.000 mL dung dịch nano sắt từ ưa nước và 1.000 mL nước cất vào hai vật chứa bằng thủy tinh thể tích tương đương. Thực hiện lắp đặt hệ thử nghiệm như được mô tả trong [Sơ đồ hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp 1]. Theo đó, chế độ hoạt động của hệ thử nghiệm là chế độ hai dòng tuần hoàn cùng chiều, với quá trình tuần hoàn được thực hiện bởi hai bơm hoành HF-8367 do hãng Headon sản xuất (Mfg. No. 6187443 – Mfg. No. 6187444 – tốc độ dòng tối đa 1,2 LPM tại điện áp 24 VDC).

Thử nghiệm được thực hiện trong vòng 1 giờ. Sau khi thử nghiệm kết thúc, thực hiện thu hồi nước cất và dung dịch lõi cuộn từ hệ thử nghiệm, rồi tiến hành so sánh thể tích nước cất và dung dịch lõi cuộn sau thử nghiệm với thể tích ban đầu của chúng. So sánh cho thấy, đã có 75 mL nước ngọt di chuyển từ phía nước cất sang phía dung dịch lõi cuộn, tương đương với hiệu quả lõi cuộn 17,86 LMH.

Ví dụ 3. Ví dụ tổng hợp hạt nano sắt từ ưa nước

Hòa tan 20,9 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (0,105 mol) và 59,7 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,22 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.000 mL để thu được dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 trong dung môi nước (“dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 ”). Hòa tan 38,6 g NaOH (0,96 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.155 mL để thu được dung dịch NaOH trong dung môi nước (“dung dịch NaOH”).

Chuyển dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 vào hệ phản ứng kín có trang bị hệ thống gia nhiệt và khuấy cơ học với cánh khuấy bằng nhựa Teflon. Thực hiện điều chỉnh chế độ gia nhiệt 75 °C và tốc độ khuấy 330 vòng/phút. Thực hiện nhỏ giọt chậm dung dịch NaOH (tốc độ 250 mL/phút) vào dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 cho đến khi độ pH của toàn bộ hệ dung dịch đạt 8.

Thực hiện giảm nhiệt độ hỗn hợp sản phẩm (“dung dịch nano sắt từ”) về đến nhiệt độ phòng, trong khi duy trì tốc độ khuấy trộn 200 vòng/phút. Thực hiện bổ sung 8.000 g chế phẩm polyme A2K50 (polyvinylazetidinon, được tổng hợp, có số lượng mắt xích cơ bản trung bình trên mỗi phân tử polyme được xác định là 50) vào dung dịch nano sắt từ, duy trì khuấy trộn trong vòng 6,5 giờ. Thực hiện tác động lực từ trường theo chiều từ trên xuống đối với dung dịch thu được trong khoảng thời gian 5 phút, sau đó tiến hành gạn bỏ phần dung dịch phía trên trong khi vẫn duy trì tác dụng lực từ trường, chỉ lưu lại phần bùn lắng màu đen bên dưới.

Thực hiện rửa phần bùn lắng màu đen bằng cách hòa tan lại trong 15.000 mL nước, sau đó tiếp tục thực hiện phân tách sử dụng lực từ trường. Thực hiện lặp lại ba lần, sau đó hòa tan lại phần bùn lắng màu đen thu được trong 10.000 mL nước. Sử dụng dung dịch thu được làm dung dịch lõi cuộn trong các hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp.

Ví dụ 4. Ví dụ sử dụng hạt nano sắt từ ưa nước

Thử nghiệm khả năng lõi cuộn của dung dịch lõi cuộn thu được từ Ví dụ 3 (“dung dịch nano sắt từ ưa nước”) được thực hiện trên hệ mô hình thử nghiệm lọc thẩm thấu chuyển tiếp quy mô phòng thí nghiệm CF042D-FO do hãng Sterlitech sản xuất (S/N: 61849413 – L/N: 618910), sử dụng màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O do Fluid Technology Solutions sản xuất (Lot. M12-1907081). Diện tích hoạt động của màng được xác định là 42 cm².

Trước khi tiến hành thử nghiệm, chuyển 1.000 mL dung dịch nano sắt từ ưa nước và 1.000 mL nước cất vào hai vật chứa bằng thủy tinh thể tích tương đương. Thực hiện lắp đặt hệ thử nghiệm như được mô tả trong [Sơ đồ hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp 1]. Theo đó, chế độ hoạt động của hệ thử nghiệm là chế độ hai dòng tuần hoàn cùng chiều, với quá trình tuần hoàn được thực hiện bởi hai bơm hoành HF-8367 do hãng Headon sản xuất (Mfg. No. 6187443 – Mfg. No. 6187444 – tốc độ dòng tối đa 1,2 LPM tại điện áp 24 VDC).

Thử nghiệm được thực hiện trong vòng 1 giờ. Sau khi thử nghiệm kết thúc, thực hiện thu hồi nước cất và dung dịch lõi cuộn từ hệ thử nghiệm, rồi tiến hành so sánh thể tích nước cất và dung dịch lõi cuộn sau thử nghiệm với thể tích ban đầu của chúng. So sánh cho thấy, đã có 67 mL nước ngọt di chuyển từ phía nước cất sang phía dung dịch lõi cuộn, tương đương với hiệu quả lõi cuộn 15,87 LMH.

Ví dụ 5. Ví dụ tổng hợp hạt nano sắt từ ưa nước

Hòa tan 23,9 g FeCl₂.4H₂O (0,12 mol) và 71,3 g FeCl₃.6H₂O (0,264 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.000 mL để thu được dung dịch FeCl₂ và FeCl₃ trong dung môi nước (“dung dịch FeCl₂ và FeCl₃”). Hòa tan 45,6 g NaOH (1,14 mol) vào 10.000 mL nước, sau đó định mức đến 12.000 mL để thu được dung dịch NaOH trong dung môi nước (“dung dịch NaOH”).

Chuyển dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 vào hệ phản ứng kín có trang bị hệ thống gia nhiệt và khuấy cơ học với cánh khuấy bằng nhựa Teflon. Thực hiện điều chỉnh chế độ gia nhiệt $80\text{ }^\circ\text{C}$ và tốc độ khuấy 350 vòng/phút. Thực hiện nhỏ giọt chậm dung dịch NaOH (tốc độ 300 mL/phút) vào dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 cho đến khi độ pH của toàn bộ hệ dung dịch đạt 8.

Thực hiện giảm nhiệt độ hỗn hợp sản phẩm (“dung dịch nano sắt từ”) về đến nhiệt độ phòng, trong khi duy trì tốc độ khuấy trộn 200 vòng/phút. Thực hiện bổ sung 9.000 g chế phẩm polyme A1Z70 (vinylaziridinon, được tổng hợp, có số lượng mắt xích cơ bản trung bình trên mỗi phân tử polyme được xác định là 70) vào dung dịch nano sắt từ, duy trì khuấy trộn trong vòng 6 giờ. Thực hiện tác động lực từ trường theo chiều từ trên xuống đối với dung dịch thu được trong khoảng thời gian 5 phút, sau đó tiến hành gạt bỏ phần dung dịch phía trên trong khi vẫn duy trì tác động lực từ trường, chỉ lưu lại phần bùn lắng màu đen bên dưới.

Thực hiện rửa phần bùn lắng màu đen bằng cách hòa tan lại trong 15.000 mL nước, sau đó tiếp tục thực hiện phân tách sử dụng lực từ trường. Thực hiện lặp lại ba lần, sau đó hòa tan lại phần bùn lắng màu đen thu được trong 10.000 mL nước. Sử dụng dung dịch thu được làm dung dịch lõi cuộn trong các hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp.

Ví dụ 6. Ví dụ sử dụng hạt nano sắt từ ưa nước

Thử nghiệm khả năng lõi cuộn của dung dịch lõi cuộn thu được từ Ví dụ 5 (“dung dịch nano sắt từ ưa nước”) được thực hiện trên hệ mô hình thử nghiệm lọc thẩm thấu chuyển tiếp quy mô phòng thí nghiệm CF042D-FO do hãng Sterlitech sản xuất (S/N: 61849413 – L/N: 618910), sử dụng màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O do Fluid Technology Solutions sản xuất (Lot. M12-1907081). Diện tích hoạt động của màng được xác định là 42 cm^2 .

Trước khi tiến hành thử nghiệm, chuyển 1.000 mL dung dịch nano sắt từ ưa nước và 1.000 mL nước cất vào hai vật chứa bằng thủy tinh thể tích tương đương. Thực hiện lắp đặt hệ thử nghiệm như được mô tả trong [Sơ đồ hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp 1]. Theo đó, chế độ hoạt động của hệ thử nghiệm là chế độ hai dòng tuần hoàn cùng chiều, với quá trình tuần hoàn được thực hiện bởi hai bơm hoành HF-8367 do hãng Headon sản xuất (Mfg. No. 6187443 – Mfg. No. 6187444 – tốc độ dòng tối đa 1,2 LPM tại điện áp 24 VDC).

Thử nghiệm được thực hiện trong vòng 1 giờ. Sau khi thử nghiệm kết thúc, thực hiện thu hồi nước cất và dung dịch lõi cuộn từ hệ thử nghiệm, rồi tiến hành so sánh thể tích nước cất và dung dịch lõi cuộn sau thử nghiệm với thể tích ban đầu của chúng. So sánh cho thấy, đã có 64 mL nước ngọt di chuyển từ phía nước cất sang phía dung dịch lõi cuộn, tương đương với hiệu quả lõi cuộn 15,30 LMH.

Ví dụ 7. Ví dụ tổng hợp hạt nano sắt từ ưa nước

Hòa tan 21,9 g $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (0,11 mol) và 64,8 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,24 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.000 mL để thu được dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 trong dung môi nước (“dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 ”). Hòa tan 45,1 g NaOH (1,13 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.280 mL để thu được dung dịch NaOH trong dung môi nước (“dung dịch NaOH”).

Chuyển dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 vào hệ phản ứng kín có trang bị hệ thống gia nhiệt và khuấy cơ học với cánh khuấy bằng nhựa Teflon. Thực hiện điều chỉnh chế độ gia nhiệt 80 °C và tốc độ khuấy 350 vòng/phút. Thực hiện nhỏ giọt chậm dung dịch NaOH (tốc độ 280 mL/phút) vào dung dịch FeCl_2 và FeCl_3 cho đến khi độ pH của toàn bộ hệ dung dịch đạt 8.

Thực hiện giảm nhiệt độ hỗn hợp sản phẩm (“dung dịch nano sắt từ”) về đến nhiệt độ phòng, trong khi duy trì tốc độ khuấy trộn 200 vòng/phút. Thực hiện bổ sung 6.000 g chế phẩm polyme A4Z30 (polyvinylpiperidinon, được tổng hợp, có số lượng mắt xích cơ bản trung bình trên mỗi phân tử polyme được xác định là 30) vào dung dịch nano sắt từ, duy trì khuấy trộn trong vòng 6 giờ. Thực hiện tác động lực từ trường theo chiều từ trên xuống đối với dung dịch thu được trong khoảng thời gian 5 phút, sau đó tiến hành gạn bỏ phần dung dịch phía trên trong khi vẫn duy trì tác dụng lực từ trường, chỉ lưu lại phần bùn lắng màu đen bên dưới.

Thực hiện rửa phần bùn lắng màu đen bằng cách hòa tan lại trong 15.000 mL nước, sau đó tiếp tục thực hiện phân tách sử dụng lực từ trường. Thực hiện lặp lại ba lần, sau đó hòa tan lại phần bùn lắng màu đen thu được trong 10.000 mL nước. Sử dụng dung dịch thu được làm dung dịch lõi cuộn trong các hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp.

Ví dụ 8. Ví dụ sử dụng hạt nano sắt từ ưa nước

Thử nghiệm khả năng lôi cuốn của dung dịch lôi cuốn thu được từ Ví dụ 7 (“dung dịch nano sắt từ ưa nước”) được thực hiện trên hệ mô hình thử nghiệm lọc thẩm thấu chuyển tiếp quy mô phòng thí nghiệm CF042D-FO do hãng Sterlitech sản xuất (S/N: 61849413 – L/N: 618910), sử dụng màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O do Fluid Technology Solutions sản xuất (Lot. M12-1907081). Diện tích hoạt động của màng được xác định là 42 cm².

Trước khi tiến hành thử nghiệm, chuyển 1.000 mL dung dịch nano sắt từ ưa nước và 1.000 mL nước cất vào hai vật chứa bằng thủy tinh thể tích tương đương. Thực hiện lắp đặt hệ thử nghiệm như được mô tả trong [Sơ đồ hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp 1]. Theo đó, chế độ hoạt động của hệ thử nghiệm là chế độ hai dòng tuần hoàn cùng chiều, với quá trình tuần hoàn được thực hiện bởi hai bơm hoành HF-8367 do hãng Headon sản xuất (Mfg. No. 6187443 – Mfg. No. 6187444 – tốc độ dòng tối đa 1,2 LPM tại điện áp 24 VDC).

Thử nghiệm được thực hiện trong vòng 1 giờ. Sau khi thử nghiệm kết thúc, thực hiện thu hồi nước cất và dung dịch lôi cuốn từ hệ thử nghiệm, rồi tiến hành so sánh thể tích nước cất và dung dịch lôi cuốn sau thử nghiệm với thể tích ban đầu của chúng. So sánh cho thấy, đã có 60 mL nước ngọt di chuyển từ phía nước cất sang phía dung dịch lôi cuốn, tương đương với hiệu quả lôi cuốn 14,30 LMH.

Ví dụ 9. Ví dụ tổng hợp hạt nano sắt từ ưa nước

Hòa tan 19,9 g FeCl₂.4H₂O (0,1 mol) và 56,7 g FeCl₃.6H₂O (0,21 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.000 mL để thu được dung dịch FeCl₂ và FeCl₃ trong dung môi nước (“dung dịch FeCl₂ và FeCl₃”). Hòa tan 38,5 g NaOH (0,91 mol) vào 8.000 mL nước, sau đó định mức đến 10.144 mL để thu được dung dịch NaOH trong dung môi nước (“dung dịch NaOH”).

Chuyển dung dịch FeCl₂ và FeCl₃ vào hệ phản ứng kín có trang bị hệ thống gia nhiệt và khuấy cơ học với cánh khuấy bằng nhựa Teflon. Thực hiện điều chỉnh chế độ gia nhiệt 75 °C và tốc độ khuấy 350 vòng/phút. Thực hiện nhỏ giọt chậm dung dịch NaOH (tốc độ 230 mL/phút) vào dung dịch FeCl₂ và FeCl₃ cho đến khi độ pH của toàn bộ hệ dung dịch đạt 8.

Thực hiện giảm nhiệt độ hỗn hợp sản phẩm (“dung dịch nano sắt từ”) về đến nhiệt độ phòng, trong khi duy trì tốc độ khuấy trộn 200 vòng/phút. Thực hiện bổ sung 8.500 g

chế phẩm polyme A23Z50 (poly(vinylazetidinon-co-vinylpyrrolidinon), được tổng hợp, có số lượng mắt xích cơ bản trung bình trên mỗi phân tử polyme được xác định là 50) vào dung dịch nano sắt từ, duy trì khuấy trộn trong vòng 6,5 giờ. Thực hiện tác động lực từ trường theo chiều từ trên xuống đối với dung dịch thu được trong khoảng thời gian 5 phút, sau đó tiến hành gạn bỏ phần dung dịch phía trên trong khi vẫn duy trì tác dụng lực từ trường, chỉ lưu lại phần bùn lắng màu đen bên dưới.

Thực hiện rửa phần bùn lắng màu đen bằng cách hòa tan lại trong 15.000 mL nước, sau đó tiếp tục thực hiện phân tách sử dụng lực từ trường. Thực hiện lặp lại ba lần, sau đó hòa tan lại phần bùn lắng màu đen thu được trong 10.000 mL nước. Sử dụng dung dịch thu được làm dung dịch lõi cuốn trong các hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp.

Ví dụ 10. Ví dụ sử dụng hạt nano sắt từ ưa nước

Thử nghiệm khả năng lõi cuốn của dung dịch lõi cuốn thu được từ Ví dụ 9 (“dung dịch nano sắt từ ưa nước”) được thực hiện trên hệ mô hình thử nghiệm lọc thẩm thấu chuyển tiếp quy mô phòng thí nghiệm CF042D-FO do hãng Sterlitech sản xuất (S/N: 61849413 – L/N: 618910), sử dụng màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O do Fluid Technology Solutions sản xuất (Lot. M12-1907081). Diện tích hoạt động của màng được xác định là 42 cm².

Trước khi tiến hành thử nghiệm, chuyển 1.000 mL dung dịch nano sắt từ ưa nước và 1.000 mL nước cất vào hai vật chứa bằng thủy tinh thể tích tương đương. Thực hiện lắp đặt hệ thử nghiệm như được mô tả trong [Sơ đồ hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp 1]. Theo đó, chế độ hoạt động của hệ thử nghiệm là chế độ hai dòng tuần hoàn cùng chiều, với quá trình tuần hoàn được thực hiện bởi hai bơm hoành HF-8367 do hãng Headon sản xuất (Mfg. No. 6187443 – Mfg. No. 6187444 – tốc độ dòng tối đa 1,2 LPM tại điện áp 24 VDC).

Thử nghiệm được thực hiện trong vòng 1 giờ. Sau khi thử nghiệm kết thúc, thực hiện thu hồi nước cất và dung dịch lõi cuốn từ hệ thử nghiệm, rồi tiến hành so sánh thể tích nước cất và dung dịch lõi cuốn sau thử nghiệm với thể tích ban đầu của chúng. So sánh cho thấy, đã có 78 mL nước ngọt di chuyển từ phía nước cất sang phía dung dịch lõi cuốn, tương đương với hiệu quả lõi cuốn 18,58 LMH.

Ví dụ 11. Ví dụ sử dụng hạt nano sắt từ ưa nước

Thử nghiệm khả năng lôi cuốn của dung dịch lôi cuốn thu được từ Ví dụ 1 (“dung dịch nano sắt từ ura nước”) được thực hiện trên hệ mô hình thử nghiệm lọc thẩm thấu chuyển tiếp quy mô phòng thí nghiệm CF042D-FO do hãng Sterlitech sản xuất (S/N: 61849413 – L/N: 618910), sử dụng màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp FTSH2O do Fluid Technology Solutions sản xuất (Lot. M12-1907081). Diện tích hoạt động của màng được xác định là 42 cm².

Trước khi tiến hành thử nghiệm, chuyển 1.000 mL dung dịch nano sắt từ ura nước và 1.000 mL nước cất vào hai vật chứa bằng thủy tinh thể tích tương đương. Thực hiện lắp đặt hệ thử nghiệm như được mô tả trong [Sơ đồ hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp 1]. Theo đó, chế độ hoạt động của hệ thử nghiệm là chế độ hai dòng tuần hoàn cùng chiều, với quá trình tuần hoàn được thực hiện bởi hai bơm hoành HF-8367 do hãng Headon sản xuất (Mfg. No. 6187443 – Mfg. No. 6187444 – tốc độ dòng tối đa 1,2 LPM tại điện áp 24 VDC).

Thử nghiệm được thực hiện trong vòng 1 giờ. Sau khi thử nghiệm kết thúc, thực hiện bổ sung nước cất về đúng mức thể tích nước cất trước khi tiến hành thử nghiệm. Thực hiện áp một khối nam châm đất hiếm vào đáy vật chứa dung dịch nano sắt từ ura nước nhằm mục đích khiến hạt nano sắt từ ura nước bị lắng xuống dưới, sau đó gạn một phần nước trong vừa đủ sao cho mức dung dịch trở về đúng với mức thể tích dung dịch nano sắt từ ura nước trước khi tiến hành thử nghiệm. Bỏ khối nam châm ra, sau đó thực hiện khuấy trộn để hạt nano sắt từ ura nước phân tán lại vào nước nhằm hoàn nguyên dung dịch nano sắt từ ura nước. Hệ thử nghiệm đã sẵn sàng cho một vòng thử nghiệm tiếp theo.

Thực hiện lặp lại thử nghiệm 24 lần, tương đương với việc dung dịch nano sắt từ ura nước đã được sử dụng trong vòng 24 giờ. Thực hiện thu hồi nước cất và dung dịch lôi cuốn từ hệ thử nghiệm, rồi tiến hành so sánh thể tích nước cất và dung dịch lôi cuốn sau thử nghiệm với thể tích ban đầu của chúng. So sánh cho thấy, đã có 72 mL nước ngọt di chuyển từ phía nước cất sang phía dung dịch lôi cuốn, tương đương với hiệu quả lôi cuốn 17,15 LMH.

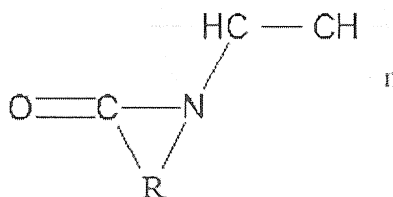
So sánh với kết quả thử nghiệm sử dụng dung dịch nano sắt từ ura nước mới tổng hợp, nhận thấy hiệu quả lôi cuốn của dung dịch nano sắt từ ura nước đã giảm 4,00 %.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chất lõi cuốn ưa nước trên cơ sở tổ hợp hạt nano từ tính ưa nước có kích thước hạt riêng biệt từ 10 đến 500 nm, được cấu tạo từ hai phần chính:

phần lõi là hạt nano mang từ tính gốc kim loại, có bản chất hóa học là hỗn hợp của hai hợp chất Fe_2O_3 và Fe_3O_4 , trong đó tỷ lệ Fe_2O_3 trong hỗn hợp Fe_2O_3 và Fe_3O_4 nhỏ hơn 5% và có kích thước từ 50 đến 100 nm;

phần vỏ là các phân tử polyme ưa nước có bản chất hóa học là hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl, trên mạch phân tử có gắn một hoặc nhiều nhóm thế ưa nước gốc lactam như được mô tả trong công thức hóa học 1:



Công thức hóa học 1

trong đó R là nhóm alkylen với số nguyên tử cacbon từ 1 đến 5, n có giá trị từ 10 đến 1000.

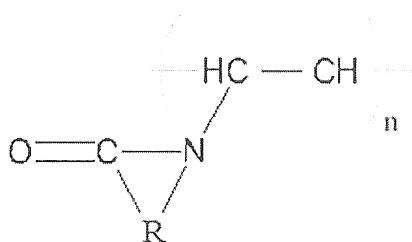
2. Chất lõi cuốn ưa nước theo điểm 1, trong đó phần lõi có khả năng hấp thụ các ion OH^- lên bề mặt để tạo thành lớp vỏ mang điện tích âm; hỗn hợp Fe_2O_3 và Fe_3O_4 được hình thành từ phản ứng giữa dung dịch chứa hỗn hợp ion Fe^{2+} và Fe^{3+} với dung dịch chứa ion OH^- .
3. Chất lõi cuốn ưa nước theo điểm 1, trong đó phần vỏ là các phân tử polyme ưa nước có những đặc điểm chính sau:
 - có số mắt xích n từ 10 đến 1000; và
 - có khả năng tự phân cực trong dung dịch để hình thành các vùng mang điện tích âm và các vùng mang điện tích dương trên mạch phân tử.
4. Chất lõi cuốn ưa nước theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó phần vỏ là phân tử polyme ưa nước được chọn từ polyvinylpyrrolidon, polyvinylazetidinon, vinylaziridinon, polyvinylpiperidinon, poly(vinylazetidinon-co-vinylpyrrolidinon).

5. Chất lõi cuốn ưa nước theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó phân tử polyme ưa nước có số mắt xích n từ 10 đến 150.
6. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuốn chứa chất lõi cuốn ưa nước theo điểm 1, bao gồm các bước chính như sau:

Bước 1: Chuẩn bị dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 với nồng độ nhất định;

Bước 2: Nhỏ giọt chậm dung dịch NaOH nồng độ nhất định vào dung dịch chứa FeCl_2 và FeCl_3 tại điều kiện nhiệt độ và tốc độ khuấy trộn nhất định cho đến khi pH của hỗn hợp đạt giá trị nhất định;

Bước 3: Hòa tan một lượng nhất định hợp chất polyme ưa nước có bản chất hóa học là hợp chất polyme thuộc nhóm polyvinyl, trên mạch phân tử có gắn một hoặc nhiều nhóm thế ưa nước gốc lactam như được mô tả trong công thức hóa học 1:



Công thức hóa học 1

trong đó R là nhóm alkylen với số nguyên tử cacbon từ 1 đến 5, n có giá trị từ 10 đến 1000 vào dung dịch thu được trong bước 2;

Bước 4: Tác dụng từ trường để thu lại hỗn hợp bùn nhão chứa chất lõi cuốn ưa nước;

Bước 5: Bổ sung nước vào hỗn hợp bùn nhão tạo ra trong bước 4, thu được dung dịch lõi cuốn.

7. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuốn theo điểm 6, trong đó Bước 1 được thực hiện như sau:

hòa tan $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ và $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ vào nước, thu được dung dịch có đặc tính sau:

nồng độ ion Fe^{2+} nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,04 mol/L;

nồng độ ion Fe^{3+} nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,04 mol/L; và

tỷ lệ ion $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ nằm trong khoảng từ 24/10 đến 20/10.

8. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuốn theo điểm 7, trong đó dung dịch có nồng độ ion Fe^{2+} nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,03 mol/L.

9. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 7, trong đó dung dịch có nồng độ ion Fe^{3+} nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,03 mol/L.
10. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 7, trong đó dung dịch có tỷ lệ ion $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}^{3+}$ nằm trong khoảng từ 22/10 đến 21/10.
11. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 6, trong đó Bước 2 được thực hiện như sau:
 - dung dịch NaOH được chuẩn bị bằng cách hòa tan NaOH vào nước;
 - dung dịch NaOH có nồng độ nằm trong khoảng 0,05 đến 0,15 mol/L;
 - phản ứng được thực hiện tại điều kiện nhiệt độ từ 60 đến 85 °C;
 - phản ứng được thực hiện tại điều kiện tốc độ khuấy trộn từ 200 đến 500 vòng/phút;
 - phản ứng được thực hiện trong thời gian từ 15 đến 60 phút; và
 - kết thúc nhỏ giọt dung dịch NaOH khi pH của dung dịch nằm trong khoảng từ 7 đến 10.
12. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 11, trong đó dung dịch NaOH có nồng độ nằm trong khoảng 0,09 đến 0,10 mol/L.
13. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 11, trong đó phản ứng được thực hiện tại điều kiện nhiệt độ từ 75 đến 80 °C.
14. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 11, trong đó phản ứng được thực hiện tại điều kiện tốc độ khuấy trộn từ 300 đến 350 vòng/phút.
15. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 11, trong đó phản ứng được thực hiện trong thời gian từ 40 đến 45 phút.
16. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 11, trong đó kết thúc nhỏ giọt dung dịch NaOH khi pH của dung dịch nằm trong khoảng từ 7,5 đến 8,0.
17. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 6, trong đó Bước 3 được thực hiện như sau:
 - hợp chất polyme được hòa tan trực tiếp vào dung dịch phản ứng;
 - dung dịch có nồng độ hợp chất polyme cuối cùng nằm trong khoảng 400 đến 600 g/L;
 - quá trình khuấy trộn được thực hiện tại điều kiện nhiệt độ từ 25 đến 40 °C;
 - quá trình khuấy trộn được thực hiện tại điều kiện tốc độ khuấy trộn từ 150 đến 400 vòng/phút; và

quá trình khuấy trộn được thực hiện trong thời gian từ 3 đến 8 giờ.

18. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 17, trong đó dung dịch có nồng độ hợp chất polyme cuối cùng nằm trong khoảng 500 đến 550 g/L.
19. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 17, trong đó quá trình khuấy trộn được thực hiện tại điều kiện nhiệt độ từ 30 đến 35 °C.
20. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 17, trong đó quá trình khuấy trộn được thực hiện tại điều kiện tốc độ khuấy trộn từ 200 đến 250 vòng/phút.
21. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 17, trong đó quá trình khuấy trộn được thực hiện trong thời gian từ 6 đến 6,5 giờ.
22. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 6, trong đó Bước 4 được thực hiện như sau:
 nguồn từ trường là nam châm vĩnh cửu có lực từ dư trên bề mặt nằm trong khoảng từ 0,5 đến 1,5 T; và
 thời gian tác dụng từ trường nằm trong khoảng 2 đến 10 phút.
23. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 22, trong đó nguồn từ trường là nam châm đất hiếm.
24. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 22, trong đó nguồn từ trường là nam châm có lực từ dư trên bề mặt nằm trong khoảng từ 0,9 đến 1,2 T.
25. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 22, trong đó thời gian tác dụng từ trường nằm trong khoảng 3 đến 5 phút.
26. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 6, trong đó Bước 5 được thực hiện như sau:
 nước cất được bổ sung trực tiếp vào hỗn hợp bùn nhão;
 dung dịch cuối cùng có hàm lượng phần rắn nằm trong khoảng 800 đến 900 g/L;
 quá trình khuấy trộn được thực hiện tại điều kiện nhiệt độ từ 25 đến 40 °C;
 quá trình khuấy trộn được thực hiện tại điều kiện tốc độ khuấy trộn từ 50 đến 200 vòng/phút; và
 quá trình khuấy trộn được thực hiện trong thời gian từ 10 đến 60 phút.
27. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 26, trong đó dung dịch cuối cùng có hàm lượng phần rắn nằm trong khoảng 500 đến 550 g/L.
28. Phương pháp điều chế dung dịch lõi cuộn theo điểm 26, trong đó quá trình khuấy trộn được thực hiện tại điều kiện nhiệt độ từ 30 đến 35 °C.

29. Phương pháp điều chế dung dịch lô cuộn theo điểm 26, trong đó quá trình khuấy trộn được thực hiện tại điều kiện tốc độ khuấy trộn từ 60 đến 70 vòng/phút.
30. Phương pháp điều chế dung dịch lô cuộn theo điểm 26, trong đó quá trình khuấy trộn được thực hiện trong thời gian từ 15 đến 20 phút.
31. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp sử dụng dung dịch lô cuộn chứa chất lô cuộn ưa nước theo điểm 1 bao gồm ba bộ phận chính như sau:
 - bộ phận lọc thẩm thấu chuyển tiếp chứa chất lô cuộn ưa nước theo điểm 1;
 - bộ phận cung cấp nguồn nước nhiễm mặn tuần hoàn; và
 - bộ phận cung cấp dung dịch lô cuộn tuần hoàn.
32. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 31, trong đó bộ phận lọc thẩm thấu chuyển tiếp bao gồm những bộ phận chính như sau:
 - buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn;
 - buồng tuần hoàn dung dịch lô cuộn;
 - mặt bích lắp màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp; và
 - hệ thống đường ống dẫn nước và van thủy lưu.
33. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 31, trong đó buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn và buồng tuần hoàn dung dịch lô cuộn có các kích thước bằng nhau.
34. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 31, trong đó kích thước buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn và buồng tuần hoàn dung dịch lô cuộn được thiết kế phù hợp, sao cho chiều dày lớp nước di chuyển trên bề mặt màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 30 đến 70 mm.
35. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 31, trong đó màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp được lắp đặt sao cho bề mặt khử muối của màng lọc hướng về phía buồng tuần hoàn nước nhiễm mặn.
36. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 31, trong đó hệ thống đường dẫn nước ra/vào được thiết kế sao cho dòng nước nhiễm mặn và dòng dung dịch lô cuộn chảy ngược chiều.
37. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 31, trong đó bộ phận cung cấp nguồn nước nhiễm mặn tuần hoàn bao gồm những cấu phần chính như sau:
 - bể chứa nước nhiễm mặn;
 - bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ;

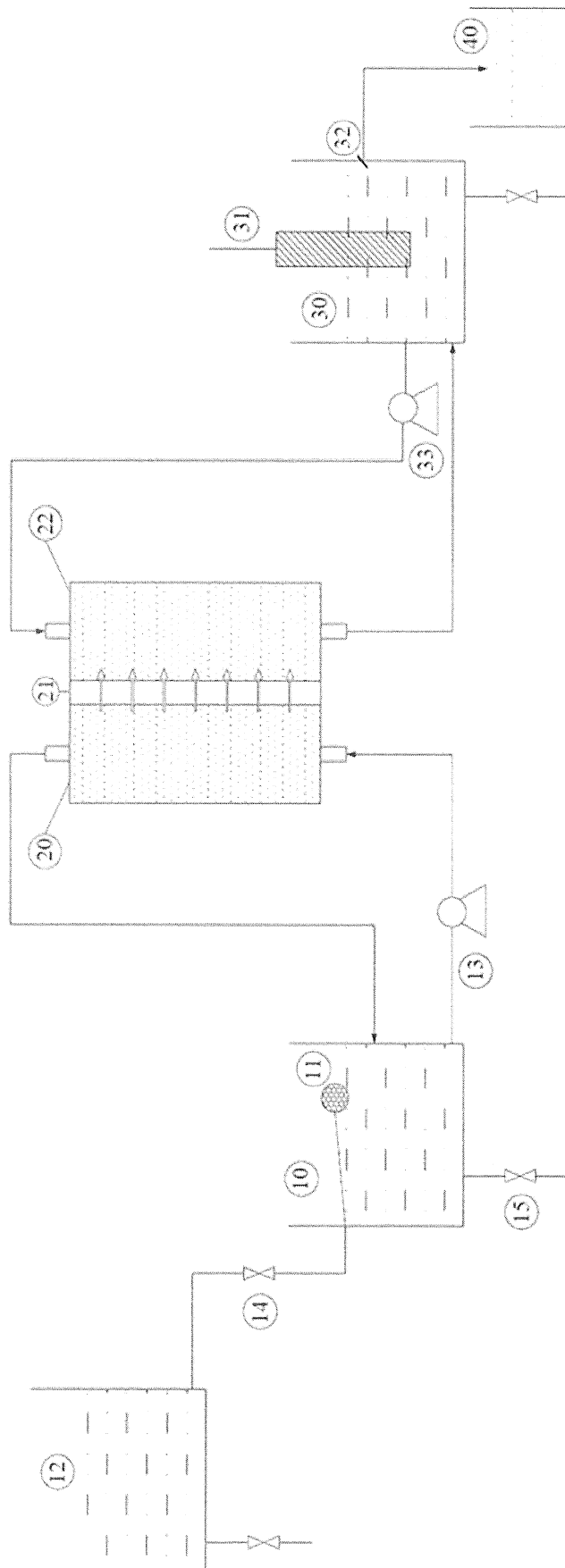
cơ cấu phao nổi;

máy bơm nước nhiễm mặn tuần hoàn; và

hệ thống đường ống dẫn nước và van thủy lưu.

38. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 37, trong đó bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ được đặt cao hơn bể chứa nước nhiễm mặn.
39. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 37, trong đó bể chứa nước nhiễm mặn dự trữ có thể bổ sung nguồn nước nhiễm mặn một cách tự động vào bể chứa nước nhiễm mặn nhờ cơ cấu phao nổi.
40. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 37, trong đó được thiết kế phù hợp sao cho mực nước trong bể chứa nước nhiễm mặn khi hệ thống vận hành không giảm xuống quá ngưỡng từ 90 đến 95% so với dung tích chứa tối đa giới hạn bởi bản thân cơ cấu phao nổi.
41. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 37, trong đó bể chứa nước nhiễm mặn được thiết kế phù hợp sao cho dung tích chứa tối đa giới hạn bởi cơ cấu phao nổi của bể chứa nước nhiễm mặn cao gấp từ 20 đến 25 lần thể tích nước nhiễm mặn tuần hoàn (không bao gồm nước nhiễm mặn chứa trong bản thân bể chứa nước nhiễm mặn).
42. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 37, trong đó máy bơm nước nhiễm mặn tuần hoàn là bơm nước cao áp hoạt động theo cơ chế bơm hoành.
43. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 37, trong đó máy bơm nước nhiễm mặn tuần hoàn cung cấp lưu lượng bơm phù hợp, sao cho tốc độ dòng nước chảy qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 9 đến 10 m/phút.
44. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 37, trong đó bộ phận cung cấp dung dịch lõi cuộn tuần hoàn bao gồm những cấu phần chính như sau:
 - bể chứa dung dịch lõi cuộn;
 - ống điều hòa thông minh;
 - cửa chảy tràn;
 - máy bơm dung dịch lõi cuộn tuần hoàn; và
 - hệ thống đường ống dẫn nước và van thủy lưu.
45. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 44, trong đó máy bơm dung dịch lõi cuộn tuần hoàn là bơm nước cao áp hoạt động theo cơ chế bơm hoành.

46. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 44, trong đó máy bơm dung dịch lõi cuộn tuần hoàn cung cấp lưu lượng bơm phù hợp, sao cho tốc độ dòng nước chảy qua màng lọc thẩm thấu chuyển tiếp nằm trong khoảng từ 9 đến 10 m/phút.
47. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 44, trong đó cửa chảy tràn nằm trên bề chứa dung dịch lõi cuộn, và có thể rút được nước từ bề chứa dung dịch lõi cuộn.
48. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 44, trong đó cửa chảy tràn luôn trong trạng thái đóng, và chỉ mở ra theo chương trình đã cài đặt từ trước.
49. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 44, trong đó bề chứa dung dịch lõi cuộn được thiết kế phù hợp sao cho dung tích chứa bên dưới cửa chảy tràn của bề chứa dung dịch lõi cuộn cao gấp từ 20 đến 25 lần thể tích dung dịch lõi cuộn tuần hoàn (không bao gồm dung dịch lõi cuộn chứa trong bản thân bề chứa dung dịch lõi cuộn).
50. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 44, trong đó ống điều hòa thông minh có cấu tạo phần vỏ ngoài hình trụ tròn bằng thép không gỉ hàn kín.
51. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 44, trong đó ống điều hòa thông minh được trang bị hệ thống tạo từ trường luôn trong trạng thái nghỉ, và chỉ hoạt động theo chương trình đã cài đặt từ trước.
52. Hệ thống lọc thẩm thấu chuyển tiếp cải tiến theo điểm 44, trong đó ống điều hòa thông minh được trang bị hệ thống tạo sóng siêu âm luôn trong trạng thái nghỉ, và chỉ hoạt động theo chương trình đã cài đặt từ trước.



Hình 1