



(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)



1-0029144

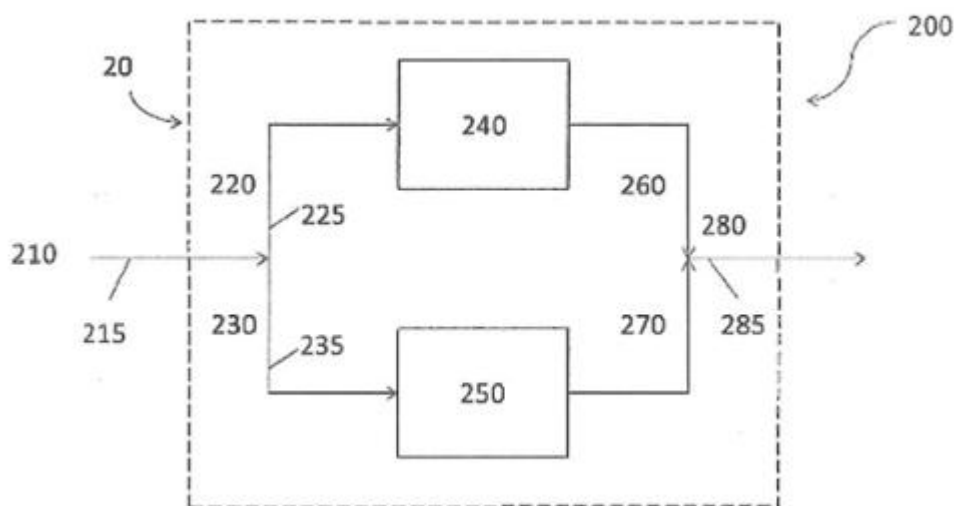
(51)⁷ C02F 1/469

(13) B

(21) 1-2014-01361 (22) 28/09/2012
(86) PCT/US2012/057922 28/09/2012 (87) WO 2013/049572 A1 04/04/2013
(30) 61/540,731 29/09/2011 US; 61/545,768 11/10/2011 US
(45) 25/08/2021 401 (43) 25/09/2014 318A
(73) EVOQUA WATER TECHNOLOGIES PTE. LTD. (SG)
Siemens Center 60 MacPherson Road Singapore 348615 (SG)
(72) LIANG, Li-Shiang (US); NG, Kee Hoe (SG); FU, Rongqiang (CN).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐỂ THU HỒI DẦU VÀ HỆ THỐNG THU HỒI DẦU THỨ CẤP

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp để thu hồi dầu, phương pháp này bao gồm các bước: đưa nước biển tới hệ thống tách điện dẫn; xử lý nước biển với hệ thống tách điện dẫn để sản xuất nước được xử lý chứa ít hơn 200 mg/l sulfat, và làm ngập ít nhất một phần của mỏ chứa dầu với nước được xử lý. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến hệ thống thu hồi dầu thứ cấp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các khía cạnh nói chung liên quan đến việc xử lý nước có chứa chất gây ô nhiễm không mong muốn với hệ thống và phương pháp phân tách bằng điện. Cụ thể, sáng chế đề cập đến phương pháp để thu hồi dầu và hệ thống thu hồi dầu thứ cấp. Hệ thống và phương pháp của một hoặc nhiều khía cạnh có thể được sử dụng trên các giàn khoan dầu ngoài khơi để tạo thuận lợi và nâng cao việc thu hồi dầu hoặc có thể được sử dụng để sản xuất nước thành phẩm sạch.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Mỏ dầu thường tồn tại sâu bên trong trái đất dưới lớp đất đá. Một khi có sự tích tụ dầu, một loạt các giếng được khoan theo mô hình đã được xác định để hút nước có hiệu quả từ các mỏ dầu. Tổng lượng dầu trong một mỏ thường được gọi là số lượng "dầu thô tại chỗ," được viết tắt là OOIP (OOIP-original oil in place-dầu thô tại chỗ). Giai đoạn đầu của việc thu hồi được gọi là "thu hồi ban đầu." Ở giai đoạn thu hồi ban đầu, áp suất vỉa tự nhiên làm cho dầu tự do chảy vào giếng khoan sản xuất. Tuy nhiên, theo thời gian cùng với khí trong lò và nước tràn vào đây, các lực tác dụng lên mỏ dầu dần dần mất đi và làm giảm sản lượng dầu và cuối cùng đến điểm dừng. Kỹ thuật thu hồi ban đầu nói chung chỉ có thể thu hồi khoảng từ 10% đến 20% OOIP. Sau khi phương pháp thu hồi dầu chính đã hoàn thành, các phương pháp thu hồi dầu đã được cải tiến phải được sử dụng để thu hồi thêm OOIP. Phương pháp thứ cấp và tam cấp có thể giúp tổng số thu hồi lên đến khoảng 50% tổng OOIP.

Phương pháp thu hồi thứ cấp thường liên quan đến việc dùng nước để đẩy dầu ở mỏ vào các giếng sản xuất. Nước được sử dụng theo phương pháp này phải có tính hóa học cụ thể để không làm mất tính ổn định của đất sét và làm cho đất xung quanh mỏ không bị thấm nước. Nước cũng phải có độ mặn tương đối thấp và gần như không có sulfat. Phương pháp thu hồi thứ cấp sử dụng sức nước có thể thu hồi thêm khoảng từ 20% đến 30% OOIP.

Phương pháp tam cấp, còn được gọi là phương pháp thu hồi tăng cường, có thể liên quan đến lượng nước ở giếng với lượng chất hóa học. Phương pháp thu hồi thứ ba

có đem lại lượng thu hồi lên đến khoảng 20% OOIP. Trong hầu hết các trường hợp, một số lượng dầu đáng kể còn lại trong mỏ chứa ngay sau khi xử lý thứ ba vì OOIP còn lại không thể được thu hồi về lợi ích kinh tế.

Các phương pháp thu hồi dầu được cải tiến (tức là phương pháp thứ cấp và tam cấp) đòi hỏi một lượng lớn nước. Phải mất nhiều thời gian để bơm đủ nước để lấp đầy các khoảng trống trong mỏ chứa để đẩy OOIP. Phải mất vài tháng kể từ khi bắt đầu làm đầy nước trước khi tăng sản xuất đáng kể và lượng nước trung bình thường kéo dài khoảng từ sáu đến mười năm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các khía cạnh liên quan nói chung đến việc khử muối của nước bằng hệ thống và phương pháp tách điện dẫn.

Theo một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế, phương pháp dùng cho việc thu hồi dầu được cải thiện được cung cấp bao gồm việc đưa nước biển vào hệ thống tách điện dẫn, xử lý nước biển bằng hệ thống tách điện dẫn để nước thành phẩm được xử lý chứa ít hơn khoảng 200mg/l sulfat, và việc làm đầy nước ít nhất một phần của bể chứa dầu với nước được xử lý.

Theo một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế, hệ thống thu hồi dầu thứ cấp được bố trí bao gồm một bể chứa dầu, nguồn nước biển, và một hệ thống phụ tách điện dẫn có cửa vào kết nối dòng chảy với nguồn nước biển và một cửa ra kết nối dòng chảy với mỏ chứa dầu, các hệ thống phụ tách điện dẫn được lắp đặt và sắp xếp để sản xuất lượng nước ít hơn 200mg/ l sulfat.

Vẫn theo các khía cạnh khác của sáng chế, các phương án, và lợi thế của các khía cạnh thử nghiệm và các phương án, sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Các phương án được bộc lộ ở đây có thể được kết hợp với các phương án khác theo cách bất kỳ phù hợp với ít nhất một trong các nguyên tắc được bộc lộ ở đây, và tài liệu tham khảo để "một phương án", "một số phương án", "một phương án khác", "các phương án khác nhau", "một phương án" hoặc phương án tương tự không nhất thiết phải loại trừ lẫn nhau và được dùng để chỉ ra tính năng đặc biệt, cấu trúc, hoặc các đặc tính được mô tả có thể được bao gồm ở ít nhất một phương án. Sự có mặt của các thuật ngữ này không nhất thiết phải đề cập đến tất cả các phương án giống nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Khía cạnh khác nhau của ít nhất một phương án được mô tả dưới đây có sự tham khảo các hình vẽ kèm theo, không được dự định vẽ theo tỷ lệ. Các hình vẽ bao gồm dùng để minh họa và để hiểu rõ hơn về các khía cạnh và các phương án khác nhau, và không được kết hợp ở và tạo thành một phần của mô tả này, nhưng không được coi là một định nghĩa của các giới hạn của sáng chế. Nơi có các tính năng kỹ thuật trong các hình vẽ, mô tả chi tiết hoặc bất kỳ yêu cầu bảo hộ nào được tiếp theo bởi các dấu hiệu tham khảo, dấu hiệu tham chiếu đã bao gồm cho mục đích duy nhất của việc tăng khả năng nhận biết của các hình vẽ và phần mô tả. Trong các hình vẽ, mỗi thành phần giống hệt nhau hoặc gần như giống hệt nhau được minh họa ở các con số khác nhau được đại diện bởi một chữ số tương tự. Để cho rõ ràng, không phải mọi thành phần có thể được dán nhãn trên mỗi con số. Trong các hình vẽ:

FIG. 1 thể hiện một sơ đồ quy trình của một hệ thống thu hồi dầu được cải thiện bao gồm hệ thống phụ tách điện dẫn theo một hoặc nhiều phương án;

FIG. 2 thể hiện một sơ đồ quá trình của hệ thống thu hồi dầu được cải thiện bao gồm một hệ thống phụ tách điện dẫn theo một hoặc nhiều phương án;

FIG. 3 thể hiện sơ đồ của một hệ thống tách điện dẫn nhiệt cao theo một hoặc nhiều phương án;

FIG. 4 thể hiện sơ đồ quy trình của hệ thống thu hồi dầu được cải thiện truyền thống được mô tả trong Ví dụ 1;

FIG. 5 thể hiện sơ đồ quy trình của hệ thống thu hồi dầu được cải thiện bao gồm hệ thống phụ tách điện được mô tả ở ví dụ 2 và 3 theo một hoặc nhiều phương án;

FIG. 6 thể hiện dữ liệu được mô tả ở Ví dụ 3 theo một hoặc nhiều phương án;

FIG. 7-12 thể hiện dữ liệu được mô tả ở Ví dụ 4 theo một hoặc nhiều phương án; và

FIG. 13 thể hiện dữ liệu được mô tả ở Ví dụ 5 theo một hoặc nhiều phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một tỷ lệ phần trăm lớn về sản lượng dầu xuất hiện ở các dàn khoan nhân tạo nằm cách vài dặm từ bờ biển. Các giàn khoan dầu ngoài khơi và việc thu hồi từ các

giếng ngoài khơi là rất quan trọng để sản xuất dầu mỏ cho toàn cầu. Mặc dù các dàn khoan này có thể tiến hành cho ngập bằng nhiều nước, trước hết nước phải được khử muối và phù hợp với phương pháp thu hồi thứ cấp và tam cấp. Phương pháp khử mặn truyền thống đòi hỏi phải lắp đặt một dàn khoan rất đắt tiền có thiết bị lớn, kích thước và trọng tải nặng nề. Việc lắp đặt là tốn kém đối với các dàn khoan ngoài khơi có để vuông đủ lớn để chứa cả hai thiết bị khử muối và thiết bị thu hồi dầu. Một mét vuông không gian trên một giàn khoan ngoài khơi chỉ phí khoảng 1 triệu đô la Mỹ, và mỗi kilô gam trọng lượng được hỗ trợ bởi dàn khoan nằm trong khoảng 1.000 đô la Mỹ tiền vốn. Ngoài ra, phương pháp truyền thống để khử muối không thể kiểm soát chất lượng của nước thành phẩm. Nói chung, nước thành phẩm phải được trộn với một nguồn chất cứng để phù hợp với nước cho ngập dàn khoan. Hệ thống khử muối truyền thống này không chỉ tốn về diện tích trên dàn khoan, mà còn không hiệu quả để đáp ứng nhu cầu nước thành phẩm cho ngập dàn khoan. Theo một số ví dụ không giới hạn, yêu cầu về nước để cho ngập dàn khoan có thể nằm trong khoảng từ 75.000 đến 150.000 thùng mỗi ngày (bpd) tương đương khoảng từ $11.925\text{m}^3/\text{ngày}$ đến $23.850\text{m}^3/\text{ngày}$.

Nước được sử dụng để làm ngập có thể chứa ít hơn 200mg/l sulfat (SO_4^{2-}), tốt hơn là ít hơn 100mg/l sulfat, và tốt hơn nữa là ít hơn 40mg/l sulfat. Việc loại bỏ sulfat có tầm quan trọng đặc biệt và độc đáo trong các ứng dụng làm ngập nước vì các giếng khoan trong đó nước được bơm vào thường có môi trường nhằm thúc đẩy sự phát triển của vi khuẩn làm giảm sulfat. Vi khuẩn làm giảm sulfat và sulfat bị giảm đi và tạo ra hydro sunfua, H_2S , tạo ra sự lãng phí. Hydro sunfua tạo ra mùi hôi và làm giảm chất lượng của dầu thu hồi. Dầu có chứa nồng độ lưu huỳnh cao được gọi là "chua". Dầu chua có tính ăn mòn và có nồng độ hydro sunfua cao có thể làm chết người. Trước hết, dầu chua này phải được xử lý để loại bỏ hydro sunfua trước khi được chuyển đi và để sử dụng một cách an toàn. Sulfat có thể kết tủa với nước và phần dư của các ion sulfat trong nước có thể thúc đẩy sự phát triển của vi khuẩn làm giảm sulfat và do đó làm tăng lượng hydro sunfua có mặt trong giếng dầu và dầu được thu hồi. Vì thế, nước được bơm vào các giếng dầu cần có càng ít sulfat càng tốt.

Tốt hơn nếu nước làm ngập chứa từ 1000mg/l đến 5000mg/l tổng lượng chất rắn hòa tan (TDS) và khoảng 400 phần triệu (ppm) độ cứng (Ca^{2+} và Mg^{2+}). Tỷ lệ của các cation hóa trị II với tổng cation cũng phải được kiểm soát để tránh làm mất tính ổn định của cấu trúc đất sét trong giếng. Tính ổn định của cấu trúc đất sét bị mất đi có thể

làm cho đất trong giếng cũng trở nên không thấm nước, sẽ bất lợi cho hiệu quả của nước làm ngập và làm giảm sản xuất OOIP. Để đạt được sự thu hồi tối đa từ việc dùng nước ngập, tỷ lệ độ cứng trong nước ngập có thể được thay đổi để thích ứng với điều kiện địa chất đặc đáo của mỗi vị trí sản xuất.

Làm ngập nước theo truyền thống được sử dụng bởi các dàn khoan xa bờ thường liên quan đến nước khử muối biển bằng thẩm thấu ngược. Màng thẩm thấu ngược thường lọc và có thể loại bỏ khá lớn tỷ lệ phần trăm độ cứng hiện tại trong nước biển thô. Thẩm thấu ngược cũng loại bỏ một lượng lớn hơn nhiều so với lượng cần thiết trong tổng chất rắn hòa tan. Ví dụ, quá trình thẩm thấu ngược điển hình để xử lý nước biển có 35.000mg/l TDS để nước có ít hơn 300mg/l TDS. Tuy nhiên nước làm ngập chỉ cần ít hơn 5000mg/l TDS.

Nước thành phẩm thẩm thấu ngược phải được trộn với nguồn chất cứng để tạo ra loại nước phù hợp với nước làm ngập. Một số hệ thống thu hồi dầu được cải thiện có thể tái khoáng hóa nước thẩm thấu ngược do dùng lượng nước với, ví dụ, đá vôi và cacbon dioxit. Các hệ thống khác có thể bao gồm các đơn vị lọc nano để tạo ra nguồn nước ít tinh khiết để pha trộn với các sản phẩm thẩm thấu ngược. Tái khoáng hóa và sự pha trộn này gặp nhiều khó khăn vì thành phần và nhiệt độ của nước biển tự nhiên có sự thay đổi. Sự thay đổi về nhiệt độ và thành phần cung cấp làm cho chất lượng của nước thành phẩm biến động và thay đổi mức độ tái khoáng hóa hoặc sự pha trộn. Nói chung, có nhiều nước thành phẩm thẩm thấu ngược (và lọc nano) là cần thiết hơn đối với nước ngập phải được sản xuất để đảm bảo rằng nước có độ cứng thích hợp và sulfat có thể được tạo ra. Phần nước dư không được sử dụng trong hỗn hợp sẽ được loại bỏ. Hệ thống nước ngập truyền thống này không có tác dụng trong nước thành phẩm để phù hợp với nước ngập.

Ngoài ra, hệ thống nước ngập thẩm thấu ngược là lớn và nặng và do đó tốn kém để cài đặt trên các giàn khoan ngoài khơi. Mặc dù các chi tiết thẩm thấu ngược có thể được thu nhỏ lại để giảm khối lượng, diện tích bề mặt màng của đơn vị là tỷ lệ thuận với số lượng thông chi tiết có thể dùng để vận hành. Thu nhỏ kích thước của các chi tiết từ đó sẽ có tác động tiêu cực với tỷ lệ nước thành phẩm. Nhu cầu năng lượng trên một đơn vị nước sản xuất và chất lượng sản phẩm độc lập với kích thước đơn vị và không thay đổi khi diện tích của chi tiết bị giảm. Hơn nữa, bởi vì các hệ thống hoạt động với áp suất lên đến 6900 kPa, máy bơm áp lực cao và đường ống phải được sử dụng để thích

ứng với áp lực hệ thống cao. Các vật liệu sử dụng để thích ứng với những áp lực hệ thống nói chung là nặng nề, tốn kém, và dễ bị ăn mòn. Thẩm thấu ngược và áp lực điều khiển màng tách khác cũng rất nhạy cảm với sự ô nhiễm.

Theo một hoặc nhiều phương án, phương pháp khử mặn cải tiến và các hệ thống khử mặn được công bố là có thể thuận lợi được sử dụng để xử lý nguồn nước khử muối, như nước biển, nước lợ, hoặc bất kỳ nguồn nào khác của nước có chứa mức độ không mong muốn của muối, để nước thành phẩm được xử lý phù hợp cho việc sử dụng trong hệ thống và phương pháp thu hồi dầu cải thiện. Nước biển có thể có tổng nồng độ chất rắn hòa tan nằm trong khoảng từ 10.000 đến 45.000 ppm và có thể được xử lý để nước thành phẩm được xử lý phù hợp cho các ứng dụng nước ngập. Theo các ví dụ xác định, nước biển có thể có tổng nồng độ chất rắn hòa tan khoảng 35.000 ppm. Nước lợ có thể có tổng lượng chất rắn hoà tan nằm trong khoảng từ 1000 ppm đến 10.000 ppm và tương tự như vậy có thể được xử lý để nước thành phẩm phù hợp với phương pháp thu hồi dầu thứ cấp. Nước biển thường có thể có, ví dụ, nồng độ sulfat khoảng 2700 ppm như SO_4 và tổng nồng độ chất rắn khoảng 6.500 ppm CaCO_3 . Theo một số phương án không giới hạn, nước thành phẩm phù hợp cho các ứng dụng nước làm ngập có thể có mức độ sulfat lên đến khoảng 200 ppm, và độ cứng lên đến khoảng 500 ppm, ví dụ, khoảng 400 ppm.

Các hệ thống và phương pháp khử muối khử phù hợp với một hoặc nhiều phương án có thể được điều khiển bằng điện và có thể nước thành phẩm phù hợp với nước ngập mà không cần phải pha trộn các nước thành phẩm với nguồn phụ của chất rắn hòa tan. Các hệ thống của các phương án hiện tại có thể có diện tích nhỏ hơn và có trọng lượng nhẹ hơn so với hệ thống khử muối truyền thống thường được cài đặt trên các giàn khoan ngoài khơi. Các hệ thống và phương pháp của các phương án hiện tại có thể đáp ứng yêu cầu của các phương pháp và hệ thống khử mặn truyền thống để sản xuất số lượng ít hơn 55% diện tích vuông theo yêu cầu của các hệ thống truyền thống. Các diện tích của các hệ thống và phương pháp của các phương án hiện tại giảm có thể giúp cho tiết kiệm đáng kể chi phí đầu tư. Các hệ thống và phương pháp được trình bày ở đây cũng có thể thuận lợi khi tiến hành ở áp suất thấp hơn và cho phép việc sử dụng các vật liệu nhẹ hơn có khả năng chống ăn mòn.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, hệ thống tách điện dẫn có thể xử lý nước làm ngập có một nhiệt độ cao. Nhiệt độ được cấp cao có thể cho phép các hệ

thông và phương pháp của các phương án hiện tại tiêu thụ ít năng lượng hơn, tạo ra một sản phẩm chất lượng cao, sản xuất nhiều sản phẩm hơn, và/hoặc có diện tích nhỏ hơn.

Chi tiết và thiết bị tách điện dẫn, như được sử dụng ở đây, nói chung có thể tham khảo các thiết bị để làm sạch chất lỏng bằng điện. Thiết bị này thường được sử dụng để xử lý nước và các chất lỏng khác có chứa các thành phần ion hòa tan. Các thiết bị điện mà xử lý nước theo cách này bao gồm điện ion hóa, điện phân và các thiết bị ion hóa khử dung. Trong các thiết bị này là nồng độ và pha loãng ngăn cách nhau bởi màng chọn lọc ion. Thiết bị điện phân thường bao gồm xen kẽ anion bán thấm và màng trao đổi cation. Khoảng trống giữa các màng được tạo cấu hình để tạo ra vách ngăn dòng chảy chất lỏng với cửa vào và cửa ra. Một điện trường áp dụng thông qua các điện cực gây ra ion hòa tan, thu hút điện cực đối tượng ứng của chúng, để di chuyển qua các anion và màng trao đổi cation. Điều này thường dẫn lỏng của ngăn pha loãng bị cạn kiệt của các ion, và chất lỏng trong khoang tập trung được làm giàu với các ion chuyển.

Hệ thống điện hóa (EDI) là một quá trình để loại bỏ, hoặc ít nhất là giảm một hoặc nhiều kiểu ion hóa hoặc ion ra khỏi nước có sử dụng phương tiện hoạt hóa bằng điện và điện thế ảnh hưởng đến quá trình truyền ion. Các phương tiện hoạt hóa bằng điện thường dùng để thu thập luân phiên và phóng ion và/hoặc các kiểu ion hóa và, trong một số trường hợp, để thuận lợi cho việc truyền ion, có thể là liên tục, bằng cơ chế thay thế ion hoặc điện. Thiết bị EDI có thể bao gồm phương tiện hoạt hóa bằng điện cung cấp tạm thời hoặc vĩnh viễn, và có thể được kích hoạt hàng loạt – theo đợt, từng đợt, liên tục, và/hoặc thậm chí theo kiểu đảo ngược phân cực. Thiết bị EDI có thể được vận hành để thúc đẩy một hoặc nhiều các phản ứng điện hóa thiết kế đặc biệt để đạt được hoặc nâng cao hiệu suất. Hơn nữa, các thiết bị điện này có thể bao gồm màng hoạt hóa bằng điện, chẳng hạn như trao đổi ion bán thấm hoặc trao đổi ion thấm chọn lọc hoặc màng lưỡng cực. Thiết bị ion điện hóa liên tục (CEDI) này là thiết bị EDI được biết đến bởi những người có hiểu biết về lĩnh vực kỹ thuật này tiến hành theo cách mà quá trình lọc nước có thể tiến hành liên tục, trong khi các dữ liệu trao đổi ion liên tục được nạp lại. Kỹ thuật Cedi có thể bao gồm các quy trình như ngăn ion liên tục, tế bào điện phân được nạp đầy, hoặc điện phân. Với tình trạng điện áp và độ mặn được kiểm soát, trong hệ thống Cedi, các phân tử nước có thể được phân chia để tạo ra

hydro hoặc hiđrôni ion hoặc các kiểu và hydroxit ion hoặc ion hydroxyl hay các kiểu có thể tái tạo phương tiện trao đổi ion trong các thiết bị và do đó tạo thuận lợi cho việc phóng ra các nhóm bị mắc kẹt. Theo cách này, một dòng nước được xử lý có thể được tiếp tục làm sạch mà không cần nạp lại hóa chất của nhựa trao đổi ion.

Các thiết bị điện phân (ED) hoạt động trên nguyên tắc tương tự như Cedi, ngoại trừ các thiết bị ED thường không có phương tiện hoạt hóa điện giữa các màng tế bào. Vì thiếu phương tiện hoạt hóa bằng điện, hoạt động của ED có thể bị ngăn lại bởi nước nạp có độ mặn thấp do điện trở cao. Ngoài ra, do hoạt động của ED bởi nước nạp có độ mặn cao có thể dẫn đến sự tiêu thụ dòng điện cao, thiết bị ED này đã được sử dụng hiệu quả nhất trên nguồn nước có độ mặn trung bình. Trong các hệ thống nền ED, vì không có phương tiện hoạt hóa bằng điện, việc tách nước có thể không hiệu quả và hoạt động trong chế độ này thường không sử dụng.

Trong các thiết bị Cedi và ED, đa số các tế bào hoặc các ngăn liền kề thường được ngăn cách bởi màng thấm chọn lọc cho phép các nhóm mang tính điện dương hoặc điện âm, nhưng thường không phải cả hai. Các vách ngăn lỗ hoặc suy giảm thường ở giữa các vách ngăn đang cô hoặc vách ngăn cô trong các thiết bị này. Khi nước chảy qua các khoang suy yếu, các nhóm ion và nhóm khác thường bị kéo vào các vách ngăn đang cô dưới ảnh hưởng của điện trường, chẳng hạn như trường DC. Nhóm mang tích điện dương được kéo về phía cực âm, thường nằm ở một đầu của chồng có nhiều vách ngăn suy giảm và vách ngăn cô, và các nhóm mang điện tích âm được kéo tương tự về phía anot của các thiết bị này, thường nằm ở đầu dương của chồng các vách ngăn. Các điện cực thường được đặt trong khoang điện mà thường được phân lập từng phần từ việc truyền chất lỏng tới các vách ngăn suy yếu và/hoặc vách ngăn cô. Khi ở trong khoang cô, các nhóm mang tính dương hoặc âm thường bị mắc kẹt bởi rào cản của màng thấm chọn lọc ít nhất xác định một phần khoang được cô. Ví dụ, anion thường được ngăn không đi xa hơn về phía cực âm, ra khỏi khoang được cô, bằng cation màng chọn lọc. Khi bị mắc trong khoang đang cô, các nhóm bị mắc có thể được gỡ ra khỏi dòng bị cô. Nói chung, các màng trong các thiết bị tách điện dẫn được chọn lọc để ion hóa trị hai và thường không có tác dụng trong việc loại bỏ các ion hóa trị một.

Trong cả hai thiết bị Cedi và ED, trường DC thường được áp dụng cho các tế bào từ nguồn điện áp và dòng điện được áp dụng hiện thời cho các điện cực (anot hoặc

điện cực dương, cực âm và catot hoặc điện cực âm). Điện áp và nguồn hiện thời (gọi chung là "cung cấp năng lượng") có thể được tự trang bị một loạt các phương thức như một nguồn điện AC, hoặc ví dụ, nguồn năng lượng có nguồn gốc từ năng lượng mặt trời, gió, hoặc năng lượng sóng. Tại các giao diện điện cực/nước, phản ứng các tế bào nửa điện hóa xảy ra ban đầu và/hoặc tạo thuận lợi cho việc truyền ion qua các màng và vách ngăn. Các phản ứng điện hóa cụ thể xảy ra tại các điện cực/giao diện có thể được kiểm soát ở mức độ bằng nồng độ muối trong các vách ngăn đặc biệt tạo ra các tổ hợp điện cực. Ví dụ, nguồn nạp các vách ngăn điện anot cao trong natri clorua sẽ tạo ra khí clo và ion hydro, trong khi đó nguồn nạp cho vách ngăn điện catot sẽ tạo ra khí hydro và ion hydroxit. Nói chung, các ion hydro được tạo ra ở vách ngăn anot sẽ liên kết với anion tự do, chẳng hạn như ion clorua, để bảo vệ tính trung lập và tạo ra dung dịch axit hydrocloric và tương tự, các ion hydroxit tạo ra ở vách ngăn catot sẽ liên kết với một cation tự do, chẳng hạn như natri, để bảo vệ tính trung lập và tạo ra dung dịch natri hydroxit. Các sản phẩm phản ứng của các vách ngăn điện cực, chẳng hạn như khí clo tạo ra và hydroxit natri, có thể được sử dụng trong quá trình khi cần thiết cho các mục đích khử trùng, làm sạch màng và mục đích loại bỏ các vật bẩn, và cho các mục đích điều chỉnh pH.

Vết xước tấm và khung và xoắn ốc đã được sử dụng cho các loại thiết bị giảm ion hóa điện khác nhau bao gồm nhưng không giới hạn đối với các thiết bị ED và EDI. Thiết bị ED có sẵn trên thị trường thường là của dạng thiết kế tấm và khung, trong khi các thiết bị EDI có sẵn ở cả hai dạng tấm và khung và hình xoắn ốc. Các phương án khác nhau có thể áp dụng cho vết xước tấm và khung, hình xoắn ốc, và dòng chảy qua thiết kế như đã mô tả ở đây.

Theo một số phương án, hệ thống và phương pháp sản xuất nước phù hợp cho việc làm ngập từ nước được khử muối, như nước biển, đã được mô tả. Các hệ thống và phương pháp có thể bao gồm kết nối dòng chảy dòng nạp của nước khử muối tới cửa vào của thiết bị tách điện dẫn. Các hệ thống và phương pháp có thể chứa thêm kết nối dòng chảy cửa vào của thiết bị tách điện dẫn hướng tới mỏ chứa dầu.

Các hệ thống và phương pháp tách bằng điện dẫn theo một hoặc nhiều phương án có thể thuận lợi cho phép nước được xử lý phải được điều chỉnh để có đặc tính mong muốn. Ví dụ, các hệ thống và phương pháp của các phương án hiện thời có thể được tạo cấu hình để tạo ra nước có tổng hàm lượng chất rắn hòa tan ban đầu và sau

đó có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi ít nhất một tham số hoạt động để sản xuất nước có tổng hàm lượng chất rắn hòa tan thứ cấp. Tương tự như vậy, các hệ thống và phương pháp của các phương án hiện thời có thể sản xuất nước được xử lý có độ cứng ban đầu và có thể cho phép vùng điều khiển để điều chỉnh một hoặc nhiều tham số của hệ thống sản xuất nước có độ cứng thứ cấp. Các đặc tính khác của nước có thể được chọn lọc tương tự bằng cách điều chỉnh thông số vận hành. Về vấn đề này, hệ thống có thể được điều chỉnh để sản xuất nước được xử lý có đặc tính mong muốn. Các hệ thống và phương pháp của các phương án hiện nay có thể cho phép vùng điều khiển thay đổi các thành phần của nước được sản xuất để sử dụng cho các mục đích thương mại khác nhau và điều kiện địa chất khác nhau tại các địa điểm chứa dầu riêng biệt. Một vùng điều khiển cũng có thể điều chỉnh nước thành phẩm để đáp ứng với sự biến đổi trong quá trình làm ngập, sự thay đổi trong mỏ thu hồi, hoặc để đáp ứng với các thông số hệ thống khác.

Theo một hoặc nhiều phương án, so sánh hệ thống tách điện dẫn hoặc hệ thống phụ có thể bền hơn so với hệ thống tách lực dẫn. Trong hệ thống áp lực dẫn, các tạp chất tiếp xúc với các màng lọc lực dẫn trực tiếp và gây ra lớp chất hình thành trên bề mặt của màng. Tốc độ dòng chảy của nước khử muối qua hệ thống tách lực dẫn phải được giữ ở dưới ngưỡng xác định để giảm tắc nghẽn. Trong hệ thống tách điện dẫn, màng trao đổi thuận lợi cho việc truyền ion ra khỏi nước được xử lý và màng trao đổi không buộc phải tiếp xúc với các tạp chất. Theo kết quả của sự khác biệt hoạt động này, nước khử muối được xử lý bởi hệ thống tách điện dẫn có thể cần xử lý ban đầu ít hơn so với trong hệ thống tách lực dẫn và có thể linh hoạt hơn với chất bẩn. Vì các hệ thống và phương pháp của các phương án hiện nay có thể linh hoạt hơn với chất bẩn, thiết bị tiền xử lý ít hơn có thể được yêu cầu tiền xử lý nước khử muối thô được đưa vào hệ thống. Giảm các thiết bị tiền xử lý có thể làm giảm chi phí vốn và không gian của hệ thống.

Theo một số phương án của sáng chế, hệ thống và phương pháp khử muối có thể bao gồm hệ thống tách điện dẫn. Đề cập đến FIG.1, hệ thống 100 bao gồm hệ thống tách điện dẫn 10. Hệ thống 100 bao gồm nguồn nước khử muối tiền xử lý (không được thể hiện). Nước khử muối có thể được xử lý trước với thiết bị và bộ lọc hỗn hợp, chẳng hạn như các bộ lọc cát. Tiền xử lý cũng có thể liên quan đến quá trình vận hành chi tiết tách khí hòa tan, kết tụ và làm đông. Tiền xử lý có thể vẫn tiếp tục

tham gia quá trình làm sạch, ví dụ, sử dụng các bộ lọc hộp mực. Nước khử muối cũng có thể được xử lý trước bằng hóa chất khử, chẳng hạn như clo, hoặc các chất hóa học khác. Nước khử muối cũng có thể được khử trùng bằng tia cực tím. Như sử dụng ở đây "nước khử muối" có nghĩa là bao gồm nước thô hoặc được tiền xử lý để khử muối. Làm ngập bằng nước khử muối xử lý trước 110 được đưa vào ống dẫn 115. Ống dẫn 115 trong quá trình truyền nước tới hệ thống phụ 10. Ống dẫn 115 có thể có cửa vào trong quá trình truyền nước với nguồn nước khử muối. Nước khử muối 110 được cho vào ống dẫn 115 vào hệ thống tách điện dẫn 10. Hệ thống tách điện dẫn 10 có thể liên quan đến ED ở ít nhất một số phương án của sáng chế. Hệ thống tách điện dẫn 10 nhận nước khử muối 110 từ ống dẫn 115 và tạo ra nước được xử lý 120. Nước được xử lý 120 có thể được đưa vào ống dẫn 125. Ống dẫn 125 có thể trong quá trình truyền nước tới mỏ dầu (không được thể hiện). Nước được xử lý 120 có thể có hàm lượng sulfat, tổng hàm lượng chất rắn hòa tan, và độ cứng phù hợp để sử dụng trong quá trình làm ngập nước. Nước được xử lý 120 có thể, theo các phương án khác của sáng chế, cũng phù hợp để sử dụng trong các hệ thống và phương pháp thu hồi dầu thứ ba.

Theo một số phương án của sáng chế, hệ thống và phương pháp khử muối có thể bao gồm nhiều thiết bị tách điện dẫn. Đề cập đến FIG. 2, hệ thống 200 bao gồm hệ thống phụ tách điện dẫn 20. Hệ thống 200 có hệ thống phụ 20 bao gồm hai thiết bị tách điện dẫn 240 và 250 tiếp xúc tốt theo hình thức song song. Nước khử muối 210 có thể được làm ngập qua hệ thống phụ 20 để sản xuất nước được xử lý phù hợp cho hệ thống và các phương pháp thu hồi dầu cải thiện. Nước khử muối 210 được làm ngập qua ống dẫn 215 và chia thành các phần 220 và 230. Phần 220 của nước khử muối 210 được tiếp nhận bởi ống dẫn 225 và làm ngập cho thiết bị tách điện dẫn 240. Thiết bị tách điện dẫn 240 sản xuất nước thành phẩm 260. Phần 230 của nước 210 được tiếp nhận bởi ống dẫn 235 và làm ngập cho thiết bị tách điện dẫn 250. Thiết bị tách điện dẫn 250 sản xuất nước thành phẩm 270. Nước thành phẩm 260 và 270 kết hợp để tạo ra nước được xử lý 280. Nước được xử lý 280 được tiếp nhận bằng ống dẫn 285. Nước được xử lý 280 có thể có ít hơn khoảng 200 mg/l sulfat, ít hơn 100 mg/l sulfat, và trong một số phương án, ít hơn 40 mg/l sulfat, hàm lượng TDS trong khoảng từ 1000 mg/l đến 5000 mg/l, và độ cứng nằm trong khoảng từ 100 ppm đến 1000 ppm, và trong một số phương án không có tính giới hạn, khoảng 400 ppm. Nước được xử lý 120 có thể phù hợp cho các phương pháp thu hồi dầu thứ cấp và có thể được sử dụng

trong việc làm ngập nước để cải thiện việc thu hồi dầu từ mỏ dầu. Nước được xử lý 120 có thể, theo các phương án khác của sáng chế, phù hợp để sử dụng trong các hệ thống và phương pháp thu hồi dầu lần ba. Thiết bị tách điện dẫn 240 và 250 có thể là các chi tiết điện, chi tiết điện ion hóa, hoặc kết hợp của chúng.

Theo một số phương án của sáng chế, một hoặc nhiều thiết bị tách điện dẫn có thể là một chi tiết điện phân có màng chọn lọc hóa trị một. Đề cập tiếp đến FIG. 2, thiết bị điện 240 có thể có các màng trao đổi cation và anion chuẩn. Thông thường, màng trao đổi cation và anion chuẩn loại bỏ ion hóa trị hai để có nhiều ion hóa trị một hơn. Thiết bị điện 250 có thể có màng trao đổi anion chuẩn và màng trao đổi cation hóa trị một chọn lọc.

Màng trao đổi cation chuẩn trong thiết bị điện 240 loại bỏ các cation hóa trị hai từ phần 220 của nước khử muối 210 để có nhiều cation hóa trị một hơn. Các nhóm chính góp phần vào độ cứng của nước là magiê (Mg^{2+}), và canxi (Ca^{2+}), cả hai đều là các ion hóa trị II. Màng trao đổi anion chuẩn trong chi tiết điện 240 loại bỏ cả hai hóa trị một và hóa trị hai anion. Màng trao đổi anion chuẩn trong chi tiết điện 340 này loại bỏ sulfat (SO_4^{2-}), ion hóa trị II. Thiết bị điện 340 sản xuất nước thành phẩm 260 có nồng độ các ion giảm, đặc biệt là tập hợp giảm các anion và các cation hóa trị II. Không giống như các thiết bị tách lực dẫn, mức độ để các nhóm ion được loại bỏ bằng cách chi tiết điện 240 là phụ thuộc một phần vào các điều kiện thiết bị điện 240 được vận hành.

Đề cập đến thiết bị điện 250, các màng trao đổi cation chọn lọc hóa trị một không loại bỏ hiệu quả các ion hóa trị hai và do đó độ cứng trong phần 230 của nước khử muối 210 không giảm đáng kể ở thiết bị 250. Nước thành phẩm 270 xử lý bằng thiết bị điện 250 chứa nhiều độ cứng hơn so với nước thành phẩm 260. Chi tiết điện 250 tuy nhiên có các màng trao đổi chọn lọc anion chuẩn ưu tiên loại bỏ các anion hóa trị II. Anion hóa trị II, bao gồm sulfat, bị loại bỏ bởi thiết bị điện 250. Mức độ mà các nhóm ion được loại bỏ bằng chi tiết điện 250 cũng phụ thuộc một phần vào các điều kiện thiết bị điện 250 được vận hành.

Nước thành phẩm 270 và 260 được kết hợp để tạo ra nước được xử lý 280. Nước thành phẩm 270 có chứa các ion hóa trị II, bao gồm magiê và canxi. Sự có mặt của các ion hóa trị hai trong nước thành phẩm 270 có thể đảm bảo rằng nước được xử

lý 280 có chứa các cation hóa trị II đúng với tổng tỷ lệ cation và nồng độ thích hợp của độ cứng đối với các ứng dụng làm ngập nước. Nước thành phẩm 270 và 260 đều chứa mức độ sulfat giảm do sự có mặt của các màng trao đổi anion chuẩn trong thiết bị điện 240 và 250 tương ứng và do đó nước được xử lý 280 có thể có nồng độ sulfat thích hợp cho quá trình làm ngập nước. Nước thành phẩm 280 cũng có tổng nồng độ chất rắn hòa tan giảm, tuy nhiên tổng chất rắn hòa tan của nước thành phẩm 280 có thể trên tổng nồng độ chất rắn hoà tan của nước được xử lý bằng thiết bị tách lực dẫn, chẳng hạn như sự thẩm thấu ngược. Nước được xử lý 280 có thể có ít hơn 200 mg/l sulfat, ít hơn 100 mg/l sulfat, và trong một số phương án, ít hơn 40 mg/l sulfat, lượng TDS nằm trong khoảng từ 1000 mg/l đến 5000 mg/l, và độ cứng nằm trong khoảng từ 100 ppm đến 1000 ppm, và trong một số phương án không giới hạn, nằm trong khoảng 400 ppm.

Chất lượng nước được xử lý 280 phụ thuộc vào chất lượng nước được xử lý 260 và 270, cũng như sự góp phần tương ứng của mỗi nước thành phẩm với tổng lượng nước tiền xử lý 280 được sản xuất. Vì chất lượng của nước thành phẩm 260 và 270 phụ thuộc vào các điều kiện mà thiết bị điện 240 và 250 được vận hành, chất lượng nước được xử lý 280 có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh các thông số hoạt động của thiết bị 240, thiết bị 250, hoặc cả hai. Hệ thống 200 có hệ thống điện phụ 20 có thể thuận lợi cho phép sản xuất trong xử lý nước phù hợp cho các ứng dụng thu hồi dầu được cải thiện từ nước khử muối có các đặc tính khác nhau. Các phương pháp và hệ thống của các phương án hiện nay cũng có thể cho phép sản xuất nước được xử lý để làm ngập nước có tính chất điều chỉnh mà nước được xử lý được sản xuất có thể được điều chỉnh để thích ứng với điều kiện địa chất độ sâu có tại các mỏ chứa dầu tự nhiên. Các hệ thống và phương pháp của các phương án này cũng có thuận lợi khi loại bỏ nhu cầu sản xuất quá nhiều nước thành phẩm, chẳng hạn như sự dư thừa của nước thành phẩm sản xuất từ các ứng dụng thẩm thấu ngược, và có thể loại bỏ sự cần thiết phải khoáng hóa hoặc pha trộn nước thành phẩm với nguồn nước có độ cứng.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, thuộc tính khác nhau của dòng nước ngập đến hệ thống xử lý, cũng như các đặc tính mong muốn của nước được sản xuất bởi hệ thống, có thể ảnh hưởng đến một hoặc nhiều thông số hoạt động. Ví dụ, sự tách các hoạt động chi tiết song song có thể được điều chỉnh phù hợp với một số phương án. Theo các phương án khác, số lượng màng chọn lọc hóa trị một có thể được

điều chỉnh. Theo một số phương án không giới hạn, ví dụ, khoảng 5% đến 15% màng trao đổi ion trong các hệ thống phụ tách điện dẫn có thể là màng trao đổi cation chọn lọc hóa trị một. Theo một số phương án không giới hạn cụ thể, khoảng 5% màng trao đổi ion trong các hệ thống phụ tách điện dẫn là màng trao đổi cation chọn lọc hóa trị một.

Mức độ mà thiết bị tách điện dẫn, như chi tiết điện 240 và 250, sẽ khử muối nước làm ngập phụ thuộc vào điện thế cung cấp cho các tế bào. Khi một điện áp được cung cấp cho một tế bào, nó tạo ra một dòng điện qua tế bào. Dòng điện đẩy các ion ra khỏi dung dịch pha loãng. Khi điện áp tăng, dòng điện tăng. Dòng điện cao hơn, nhiều ion sẽ được đẩy ra khỏi nước ngập. Sự chuyển động của các ion tăng dẫn đến chất lượng sản phẩm cao hơn. Nước thành phẩm 260 và 270 có thể được điều chỉnh để tạo ra nước được xử lý như mong muốn 280 bằng cách điều chỉnh điện áp cung cấp cho thiết bị điện 240 và 250. Tương tự như vậy, nếu các đặc tính của nước khử muối 210 thay đổi, điện áp của các thiết bị 240 và 250 có thể được điều chỉnh để đáp ứng với sự thay đổi để duy trì các đặc tính mong muốn của nước được xử lý 280.

Năng lượng tiêu thụ bởi thiết bị điện phụ thuộc vào dòng điện, tốc độ dòng chảy, và diện tích bề mặt màng. Đánh giá tốc độ dòng và dòng chảy trong một tế bào thường được mô tả theo mật độ dòng, nơi mà mật độ dòng là dòng điện trên một đơn vị diện tích. Tăng mật độ dòng làm tăng tiêu thụ năng lượng, trong khi tăng diện tích bề mặt màng giảm tiêu thụ năng lượng.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, khoảng trống của hệ thống tách điện dẫn có thể nhỏ hơn trong hệ thống tách áp suất dẫn được sử dụng để khử muối trong nước để nước thành phẩm phù hợp với phương pháp thu hồi dầu được cải thiện. Theo các khía cạnh và phương án của sáng chế, khoảng trống của hệ thống điện dẫn được mô tả ở đây có thể giảm bằng cách giảm diện tích bề mặt màng của các thiết bị tách trong hệ thống. Các khoảng trống giảm có thể làm tăng tiêu thụ năng lượng của hệ thống. Tuy nhiên, hệ thống có thể thuận lợi sử dụng khí tự nhiên sản xuất đem lại kết quả của phương pháp thu hồi dầu. Vì khí tự nhiên có sẵn trong phần dư ở các điểm thu hồi dầu, thông lượng của thiết bị tách điện dẫn có thể được duy trì cho dù nhu cầu năng lượng tăng lên đem lại kết quả của việc giảm khoảng trống của hệ thống. Bằng cách để các hệ thống hoạt động kém đi và tiêu thụ nhiều năng lượng trên một đơn vị nước xử lý, khoảng trống của hệ thống có thể giảm. Các khoảng trống giảm có thể

giảm chi phí liên quan đến việc thu hồi nước ngập, đặc biệt khi các hệ thống và phương pháp được sử dụng trên các giàn khoan dầu ngoài khơi, nơi không gian lớn và các nguồn năng lượng quá nhiều.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, thiết bị tách điện dẫn và các hệ thống có thể khử muối ở nước khử muối ấm không làm giảm chất lượng sản phẩm. Trong hệ thống tách lực, như nhiệt độ của nước ngập tăng, muối đi qua màng giảm và làm giảm chất lượng nước. Nhiệt độ nước làm ngập ấm hơn cũng đẩy nhanh tốc độ của màng lực dẫn giảm. Nói chung, nước làm ngập được xử lý bằng phương pháp tách lực dẫn phải có nhiệt độ thấp hơn từ khoảng 35°C đến 45°C để đảm bảo chất lượng nước và sự ổn định của màng. Màng trao đổi ion của thiết bị tách điện và hệ thống của các phương án hiện tại có thể có sự ổn định nhiệt cao hơn so với các màng tách lực dẫn và có thể hoạt động trên vùng nước ngập có nhiệt độ cao, ví dụ như nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1°C đến 99°C. Nhiệt độ nước ngập tăng lên có thể thuận lợi làm giảm lượng năng lượng tiêu thụ bởi các thiết bị và hệ thống của các phương án hiện tại. Vì nhiệt độ nước ngập cao làm giảm nguồn điện áp đi qua các tế bào điện hóa, công suất hệ thống của thiết bị tách điện dẫn có thể tăng trong khi duy trì mức tiêu thụ năng lượng liên tục. Hơn nữa, thiết bị và hệ thống có thể, như kết quả của hiệu quả nâng cao của các thiết bị và hệ thống khi vận hành ở nước ngập nhiệt độ cao hơn, được giữ theo nhu cầu năng lượng không đổi trong khi giảm diện tích bề mặt màng trao đổi và hệ thống khoảng trống.

Đề cập đến FIG. 3, hệ thống 300 bao gồm hệ thống điện dẫn phụ 30 theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế. Hệ thống 300 bao gồm nguồn nhiệt thải 340 dòng ngược của hệ thống phụ 30. Cung cấp nước khử muối xử lý trước 310 được đưa vào ống dẫn 315 và tách thành phần 320 và 330. Ống dẫn 325 tiếp nhận phần 320 của nước khử muối 310. Ống dẫn 325 cấp nhiệt phần 325 tới nguồn nhiệt thải 340, làm tăng nhiệt độ của phần 320. Nước khử muối nóng 350 sau đó được đưa vào ống dẫn 355. Ống dẫn 355 có một cửa ra trong truyền chất lỏng với ống dẫn 315 và nước khử muối nóng 350 được đưa vào ống dẫn 315 và kết hợp với phần 330 nước khử muối để sản xuất nước khử muối ấm 360. Ống dẫn 315 sau đó dẫn nước khử muối ấm 360 vào thiết bị tách điện dẫn 30. Tăng nhiệt độ nước khử muối 360 so với nước khử muối 310 có thể thuận lợi làm giảm năng lượng cần thiết để sản xuất nước được xử lý 370. Sự gia tăng nhiệt độ của nước khử muối 360 làm giảm điện trở của các màng trong thiết bị

tách điện dẫn và do đó làm giảm sự điện áp trên các tế bào của hệ thống tách 30. Điện áp giảm có thể cho phép hệ thống 30 điều tiết lượng nước ngập cao hơn mà không làm tăng năng lượng tiêu thụ. Ngoài ra, kích thước của hệ thống 30 có thể giảm xuống trong khi duy trì mức tiêu thụ năng lượng không đổi mà không làm giảm chất lượng sản phẩm.

Nguồn nhiệt thải 340 có thể được tạo ra bởi một máy phát điện, một bình chứa hơi nước của một thiết bị điện, nồi chưng cất, lò hơi nhiệt dư từ ngọn lửa khí, hoặc các nguồn nhiệt thải khác. Khả năng của các hệ thống và phương pháp được bộc lộ để xử lý nước khử muối của nhiệt độ cao là đặc biệt thuận lợi vì các thiết bị điện, các giàn khoan dầu, và các hệ thống khác thường có nhiều chi tiết hoạt động tạo ra nhiệt thải và phải được làm lạnh. Các thiết bị điện, ví dụ, thường được xây dựng gần nguồn nước khử muối để cung cấp cho thiết bị lượng nước mát dồi dào. Nước khử muối được sử dụng để làm mát các chi tiết hoạt động bị nóng. Nước được sử dụng để làm mát bình chứa hơi nước, ví dụ, sau khi được làm mát có thể có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10°C đến 50°C. Có những quy định nghiêm ngặt, tuy nhiên, ở nhiệt độ mà tại đó nước có thể được đưa trở lại vào môi trường. Nước nhiệt độ cao có thể làm rối loạn sinh vật biển và ảnh hưởng không tốt đến hệ sinh thái xung quanh. Nước được sử dụng để làm mát sau đó phải được làm lạnh tới nhiệt độ thích hợp trước khi nó có thể được đưa trở lại môi trường. Bước bổ sung làm mát nước này có thể góp phần vào chi phí vốn và chi phí vận hành.

Ví dụ, nước khử muối được sử dụng để làm mát máy phát điện trên giàn khoan dầu ngoài khơi phải được làm lạnh trước khi nước có thể được thải ra hoặc được sử dụng trong hệ thống tách lực dẫn. Việc làm mát đòi hỏi thiết bị bổ sung chiếm không gian có lớn trên giàn khoan này. Theo một hoặc nhiều phương án, nước khử muối được sử dụng để làm mát máy phát điện trên giàn khoan có thể được đưa trực tiếp vào hệ thống tách điện dẫn để sản xuất nước làm ngập. Sự cần thiết phải đưa nước nóng đi qua thiết bị làm mát này có thể được loại bỏ. Một hoặc nhiều phương án có thể xử lý nước khử muối có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1°C đến 99°C. Theo một số phương án không giới hạn, nước khử muối ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 60°C có thể được xử lý. Khi nhiệt độ nước ngập tăng, năng lượng và diện tích màng cần để khử muối nước biển giảm. Tăng nhiệt độ của nước ngập do đó có thể giảm tiêu thụ năng lượng hệ thống và/hoặc có thể cho phép khoảng trống của hệ thống tách điện dẫn

giảm, có thể dẫn đến tiết kiệm kinh tế đáng kể so với các hệ thống và phương pháp truyền thống được sử dụng để giảm nước xử lý để thu hồi dầu được cải thiện.

Tương tự như vậy, thiết bị điện có thể cùng với hệ thống tách điện dẫn để cung cấp điện và nước sạch cho khu vực dịch vụ đó. Thiết bị có thể sử dụng nguồn nước khử muối để làm mát hoạt động của chi tiết nhất định tạo ra nhiệt thải và sau đó làm ngập nước khử muối có nhiệt độ cao với hệ thống tách điện dẫn theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế. Nhiệt độ của nước tăng có thể cho phép hệ thống tách điện dẫn tiêu thụ ít năng lượng cho tốc độ dòng thành phẩm nhất định hơn so với cách khác. Thiết bị tách điện dẫn có thể, ví dụ, tăng điều tiết 3,2% trong chất pha loãng cho mỗi 1°C tăng ở nhiệt độ nước làm ngập.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, nước được sử dụng để làm mát, chẳng hạn như nước được sử dụng để làm mát động cơ (ví dụ như động cơ đốt trong), có thể được trộn với nước biển để thu được nước khử muối ở nhiệt độ mong muốn chứ không phải được làm ngập trực tiếp vào hệ thống tách điện dẫn. Như vậy, nước làm mát ở nhiệt độ cao có thể được trộn với nước biển để đạt được nước trong một giới hạn nhiệt độ mong muốn, ví dụ, nằm trong khoảng 20°C và khoảng 60°C, cho khử muối tiếp theo bởi thiết bị ED hoặc thiết bị khác.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, hệ thống tách điện dẫn có thể xử lý nước có nhiệt độ cao tự nhiên, ví dụ, nước tự nhiên từ giếng sâu. Một số vùng nước tự nhiên có thể có nhiệt độ trên 50°C và do đó phải được làm mát trước khi được xử lý bằng hệ thống tách lực dẫn. Các hệ thống và phương pháp theo một hoặc nhiều phương án có thể xử lý nước khử muối ở nhiệt độ cao xuất hiện tự nhiên mà không có bước làm mát trung gian và có thể, như là kết quả của nhiệt độ nước làm ngập cao, thuận lợi có thể làm giảm tiêu thụ năng lượng trên một đơn vị nước thành phẩm được xử lý.

Khi nhiệt độ nước cao, độ hòa tan của canxi sunfat trở nên thấp hơn, do đó làm tăng nguy cơ mở rộng quy mô. Tăng trưởng sinh học và sự suy yếu của màng cũng có thể tăng lên. Khử muối nhiệt độ cao có thể được cải thiện bằng các biện pháp thích hợp để giảm thiểu khả năng suy giảm và phát triển sinh học. Độ tan của hợp chất canxi có thể được kiểm soát với việc bổ sung chất chống cáu cặn và phát triển sinh học có thể được kiểm soát bằng cách khử trùng định kỳ các thiết bị khử mặn bằng chất khử

trùng như clo, khí clo, hoặc tia nước nhiệt độ cao của thiết bị ở nhiệt độ cao hơn 80°C. Phát triển sinh học cũng có thể được kiểm soát bởi một trong hai quá trình định kỳ hoặc liên tục sử dụng chất khử trùng cho nước làm ngập của hệ thống khử muối. Kiểm tra sự ổn định nhiệt đã chứng minh rằng các màng có thể được sử dụng trong một hoặc nhiều phương án không bị phân hủy bởi nước làm ngập ở nhiệt độ cao, ví dụ, nước khử muối ở nhiệt độ cao hơn 50°C.

Hệ thống và phương pháp theo một hoặc nhiều phương án có thể hoạt động ở áp suất nằm trong phạm vi từ 140 kPa đến 420 kPa hoặc cao hơn. Áp suất hệ thống thấp hơn so với các hệ thống tách lực dẫn truyền thống có thể cho phép việc sử dụng trọng lượng nhẹ hơn, chống ăn mòn, các chất liệu, ví dụ, ống PVC, ống sợi thủy tinh, hoặc ống thép lót nhẹ. Hơn nữa, các máy bơm nhỏ hơn, trọng lượng nhẹ hơn và ít tổn kém hơn có thể được sử dụng. Tiếng ồn và độ rung có thể được giảm. Sự an toàn cũng có thể được nâng cao.

Trong một số phương án của sáng chế, hệ thống tách điện dẫn phụ có thể có các thành phần mô-đun cho phép hệ thống phải được sửa đổi để có các quy trình nhất định. Ví dụ, hệ thống tách điện dẫn mô-đun phụ có thể có khả năng có nhiều dạng. Ở dạng đầu tiên, các hệ thống phụ có thể sản xuất nước được xử lý phù hợp để thu hồi dầu lần hai. Trong dạng hình đầu tiên, hệ thống phụ có thể bao gồm ít nhất hai chi tiết điện được kết nối dòng chảy song song. Một trong các chi tiết điện có thể bao gồm màng trao đổi cation và anion chuẩn, và chi tiết còn lại có thể bao gồm màng trao đổi anion chuẩn và màng trao đổi cation hóa trị một. Sau khi thu hồi dầu bằng phương pháp thứ hai đã đến giai đoạn kết thúc, hệ thống phụ có thể được tạo cấu hình theo dạng cấu hình thứ hai để sản xuất nước được xử lý phù hợp cho việc thu hồi lần ba. Nước phù hợp với giai đoạn thu hồi lần ba thường có thành phần tương tự của nước được sử dụng trong giai đoạn thu hồi thứ cấp, với ngoại lệ rằng càng có nhiều chất cứng được loại ra khỏi nước ở giai đoạn thứ ba càng tốt. Chi tiết điện phân có màng trao đổi cation hóa trị một có thể được thay thế bằng một chi tiết điện có màng trao đổi cation và anion chuẩn. Sau đó cả hai chi tiết điện có chức năng loại bỏ các ion hóa trị hai như độ cứng và sulfat. Trong cấu hình thứ hai, hệ thống điện dẫn phụ có thể sản xuất nước có tổng hàm lượng chất rắn hòa tan nằm trong khoảng từ 1000 ppm đến 5000 ppm, thấp hơn khoảng 200 mg/l sulfat, và ít hơn 400 ppm độ cứng. Theo một số phương án,

hệ thống phụ có thể sản xuất nước được xử lý có ít hơn 100 mg/l sulfat, ví dụ ít hơn 40 mg/l sulfat, và ít hơn 1000 ppm độ cứng, ví dụ ít hơn 500 ppm độ cứng.

Theo một số phương án của sáng chế, một hoặc nhiều thiết bị tách điện dẫn có thể được bổ sung vào hoặc được gỡ ra khỏi hệ thống. Các thiết bị có thể được kết nối dòng chảy song song, các chuỗi, hoặc cả hai phụ thuộc vào nước được xử lý như mong muốn. Hệ thống phụ tách điện dẫn có thể gắn các thiết bị chèn nâng thiết bị tách điện dẫn. Khi một hệ thống sửa đổi là cần thiết, một thiết bị chèn gắn với thiết bị tách điện dẫn thứ nhất có thể được trao đổi cho một thiết bị chèn gắn với thiết bị tách điện dẫn thứ hai. Thiết bị tách điện dẫn thứ hai có thể có các đặc tính tương tự các thiết bị tách điện dẫn thứ nhất và chỉ đơn giản là có thể thay thế các thiết bị thứ nhất trong trường hợp thiết bị thứ nhất yêu cầu sử dụng, hoặc, thiết bị tách điện dẫn thứ hai có thể có các đặc tính khác hơn thiết bị thứ nhất và có thể được trao đổi để sản xuất nước được xử lý mong muốn không có khả năng được sản xuất bởi hệ thống có thiết bị thứ nhất.

Nước khử muối được xử lý bởi các hệ thống và phương pháp được mô tả ở đây có thể được điều chỉnh để sản xuất nước được xử lý có đặc tính mong muốn. Ví dụ, nước được xử lý có độ cứng mong muốn có thể được sản xuất bằng cách điều chỉnh các phần của nước khử muối làm ngập trong thiết bị tách điện dẫn có màng khác nhau. Nếu độ cứng nhiều hơn mong muốn, một phần lớn hơn dòng nước ngập có thể được đưa vào thiết bị tách điện dẫn có màng trao đổi cation hóa trị một. Nếu độ cứng ít hơn mong muốn, một phần lớn hơn của dòng nước ngập có thể được đưa vào một thiết bị có màng trao đổi cation chuẩn như vậy một phần lớn trong tổng nước xử lý được đi qua màng chọn lọc hóa trị hai.

Nước được xử lý có thể được điều chỉnh hơn nữa bằng cách điều chỉnh điện áp áp dụng cho một hoặc nhiều thiết bị tách điện dẫn trong hệ thống phụ. Nếu nước thành phẩm được xử lý có độ sạch như mong muốn, điện áp thích hợp có thể được áp dụng cho hệ thống để đạt được mức độ cần thiết của quá trình loại bỏ. Khi hệ thống có ít nhất hai thiết bị được lắp đặt song song, điện áp áp dụng cho một mô-đun có thể được điều chỉnh mà không sửa đổi điện áp áp dụng cho thiết bị khác. Điện áp có thể do đó cũng được điều chỉnh để sản xuất nước có độ cứng cụ thể. Nước được xử lý cũng có thể được điều chỉnh để đáp ứng với sự biến động về nhiệt độ và thành phần nước làm ngập, hoặc để đáp ứng với bất kỳ thông số hệ thống nào khác.

Theo một số phương án, một bộ điều khiển có thể tạo điều kiện hoặc điều chỉnh các thông số hoạt động của hệ thống phụ tách điện dẫn. Ví dụ, một bộ điều khiển có thể được tạo cấu hình để điều chỉnh độ đầy của nước khử muối cho hệ thống phụ, điều chỉnh các phân của nước khử muối làm đầy cho thiết bị tách điện dẫn riêng biệt trong hệ thống, điều chỉnh điện áp áp dụng đối với thiết bị tách điện dẫn riêng biệt trong hệ thống, và/hoặc các thông số khác liên quan đến bất kỳ hoạt động của chi tiết nào của hệ thống phụ tách điện dẫn. Trong hệ thống tách điện dẫn có thiết bị tách điện dẫn bố trí song song, bộ điều khiển có thể điều chỉnh các điều kiện hoạt động của thiết bị tách điện dẫn mà không thay đổi các điều kiện hoạt động của thiết bị tách điện dẫn khác, bộ điều khiển có thể thống nhất điều chỉnh hoạt động các thông số của tất cả các thiết bị tách điện dẫn trong hệ thống, hoặc có thể điều chỉnh các thông số hoạt động của từng chi tiết trong hệ thống một cách không đồng đều.

Bộ điều khiển có thể đáp ứng với các tín hiệu từ tính giờ và/hoặc các cảm biến đặt ở bất kỳ vị trí đặc biệt nào trong hệ thống xử lý. Một hoặc nhiều cảm biến có thể theo dõi một hoặc nhiều thông số hoạt động như nhiệt độ nước khử muối, thành phần nước khử muối, đặc tính của nước thành phẩm từ một hoặc nhiều thiết bị tách điện dẫn trong hệ thống phụ tách điện dẫn, và/hoặc một hoặc nhiều đặc tính của nước được xử lý được sản xuất bởi các hệ thống phụ.

Ví dụ, một hoặc nhiều cảm biến có thể được đặt ở cửa vào của hệ thống tách điện dẫn. Một cặp nhiệt điện có thể đo nhiệt độ của nước khử muối vào và gửi một tín hiệu đến ít nhất một phần của hệ thống phụ tách điện dẫn để điều chỉnh điện áp trong thiết bị tách điện dẫn của hệ thống phụ để đáp ứng sự thay đổi nhiệt độ nước ngập. Tương tự như vậy, một thiết bị dò nguồn điện có thể đo độ dẫn điện của nguồn cấp nước ngập như cách đo tổng chất rắn hòa tan và gửi tín hiệu đến ít nhất một phần của hệ thống phụ tách điện dẫn để điều chỉnh điện áp trong thiết bị tách điện dẫn của các hệ thống phụ để đáp ứng với sự thay đổi trong tổng nồng độ chất rắn hòa tan trong nước ngập.

Một hoặc nhiều cảm biến có thể được đặt tại các cửa ra của hệ thống tách điện dẫn để đo tính chất của nước được xử lý. Ví dụ, một thiết bị dò có màng chọn lọc có độ cứng được đặt giữa giữa các điện cực có thể được đặt ở cửa ra của hệ thống tách điện dẫn để đo nồng độ của độ cứng trong nước được xử lý như chức năng tính dẫn điện riêng. Thiết bị dò có thể gửi tín hiệu cho một hoặc nhiều van thượng nguồn của

một hoặc nhiều thiết bị tách điện dẫn trong hệ thống phụ. Tín hiệu có thể làm cho một phần lớn hơn của nước khử muối được làm đầy trong thiết bị tách điện dẫn có màng trao đổi anion và cation chuẩn như vậy nước được xử lý có độ cứng ít hơn. Tín hiệu có thể được thay thế gây ra một phần lớn hơn lượng nước khử muối được đưa vào thiết bị tách điện dẫn có màng trao đổi cation hóa trị một như vậy nước được xử lý có độ cứng cao hơn.

Theo một số phương án, các phần của dòng chảy để thiết bị điện dẫn trong hệ thống phụ và/hoặc điện áp áp dụng cho các thiết bị này có thể được điều chỉnh để duy trì thành phần nước xử lý liên tục. Theo một số phương án, các thông số có thể được điều chỉnh để thay vì duy trì mức tiêu thụ năng lượng liên tục. Hệ thống và điều khiển của một hoặc nhiều phương án cung cấp chi tiết đa dụng có nhiều phương thức hoạt động, có thể đáp ứng với nhiều đầu vào để điều chỉnh nước được xử lý và/hoặc nâng cao hiệu quả của hệ thống.

Bộ điều khiển có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một hoặc nhiều hệ thống máy tính có thể là, ví dụ, một máy tính có mục đích chung như những thiết bị dựa trên bộ xử lý Intel Pentium® hoặc bộ xử lý Core®, một bộ xử lý Motorola PowerPC®, bộ xử lý Hewlett-Packard PA-RISC®, một bộ xử lý Sun UltraSPARC®, hoặc bất kỳ bộ xử lý khác hoặc kết hợp của chúng. Ngoài ra, hệ thống máy tính có thể bao gồm phần cứng lập trình đặc biệt, mục đích đặc biệt, ví dụ, một mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (ASIC) hoặc bộ điều khiển dành cho hệ thống xử lý nước.

Hệ thống máy tính có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý thường được kết nối với một hoặc nhiều thiết bị nhớ, có thể bao gồm, ví dụ, bất kỳ một hoặc nhiều hơn một bộ nhớ ổ đĩa, một thiết bị bộ nhớ flash, một thiết bị bộ nhớ RAM, hoặc thiết bị khác để lưu trữ dữ liệu. Bộ nhớ có thể được sử dụng cho các chương trình và dữ liệu lưu trữ trong hoạt động của hệ thống. Ví dụ, bộ nhớ có thể được sử dụng để lưu trữ dữ liệu lịch sử liên quan đến các thông số trong một khoảng thời gian, cũng như các dữ liệu hoạt động. Phần mềm, bao gồm cả mã lập trình thực hiện một hoặc nhiều phương án có thể được lưu trữ trên một máy tính có thể được đọc và/hoặc có khả năng ghi mức độ ghi âm trung bình không ổn định, và sau đó sao chép vào bộ nhớ trong đó nó có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ vi xử lý. Mã lập trình này có thể được viết bằng một trong bất kỳ ngôn ngữ lập trình nào, ví dụ, Java, Visual Basic, C, C #, C++, Fortran, Pascal, Eiffel, Basic, hoặc bất kỳ các kết hợp nào của chúng.

Các thành phần của hệ thống máy tính có thể được kết nối bởi một hoặc nhiều cơ cấu kết nối, có thể bao gồm một hoặc nhiều các bó, ví dụ, nằm giữa các thành phần được tích hợp trong một thiết bị tương tự, và/hoặc mạng, và/hoặc giữa các thành phần nằm trên thiết bị rời rạc riêng biệt. Cơ cấu kết nối có thể cho phép truyền, ví dụ, dữ liệu và/hoặc hướng dẫn, để được trao đổi giữa các thành phần của hệ thống. Hệ thống máy tính cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị đầu vào, ví dụ, một bàn phím, con chuột, rãnh ghi, micro, màn hình cảm ứng, và các thiết bị giao diện người-máy khác cũng như một hoặc nhiều thiết bị đầu ra, ví dụ, thiết bị in ấn, màn hình hiển thị, hoặc loa. Ngoài ra, hệ thống máy tính có thể chứa một hoặc nhiều giao diện có thể kết nối hệ thống máy tính với một mạng lưới thông tin liên lạc, ngoài hoặc như là một thay thế cho mạng có thể được hình thành bởi một hoặc nhiều các thành phần của hệ thống.

Theo một hoặc nhiều phương án, một hoặc nhiều thiết bị đầu vào có thể bao gồm cảm biến để đo bất kỳ một hoặc nhiều tham số của các phương án bất kỳ của các hệ thống được mô tả ở đây và/hoặc các thành phần của chúng. Ngoài ra, các cảm biến, van và/hoặc máy bơm định lượng, hoặc tất cả các thành phần này có thể được kết nối với một mạng lưới thông tin liên lạc được ghép đôi thực hiện cùng với hệ thống máy tính. Bất kỳ một hoặc nhiều chức năng trên có thể được ghép cùng với một hệ thống máy tính hoặc một thành phần khác để truyền thông tin với hệ thống máy tính trên một hoặc nhiều mạng truyền. Cấu hình này cho phép bất kỳ cảm biến hoặc tín hiệu phát tín hiệu được đặt ở một khoảng cách đáng kể so với hệ thống máy tính và/hoặc cho phép bất kỳ cảm biến được đặt ở một khoảng cách đáng kể so với bất kỳ hệ thống phụ và/hoặc bộ điều khiển, trong khi vẫn cung cấp dữ liệu trong chúng. Cơ cấu truyền này có thể bị ảnh hưởng bằng cách sử dụng các kỹ thuật thích hợp bao gồm nhưng không giới hạn đối với các thiết bị sử dụng giao thức không dây.

Bộ điều khiển có thể bao gồm một hoặc nhiều phương thức lưu trữ máy tính như ghi âm không ổn định có thể đọc được và/hoặc ghi được trong đó các tín hiệu có thể được lưu trữ để xác định một chương trình được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ vi xử lý. Các phương thức có thể, ví dụ, là bộ nhớ đĩa hoặc flash. Trong hoạt động điển hình, một hoặc nhiều bộ vi xử lý có thể làm cho dữ liệu, chẳng hạn như mã thực hiện một hoặc nhiều phương án, được đọc từ phương thức lưu trữ vào bộ nhớ cho phép truy cập nhanh hơn với các thông tin của một hoặc nhiều bộ vi xử lý hơn thực hiện bằng truyền thông tin.

Mặc dù hệ thống máy tính được mô tả bằng các ví dụ như một dạng hệ thống máy tính mà theo nó các khía cạnh khác nhau của sáng chế có thể được thực hiện, nó được đánh giá rằng sáng chế không bị giới hạn được thực hiện trong phần mềm, hoặc trên hệ thống máy tính như được hiển thị mẫu. Thực sự, hơn cả việc phải thực hiện, ví dụ, một hệ thống máy tính mục đích chung, bộ điều khiển, hoặc các thành phần hoặc các phần phụ của chúng, có thể được thực hiện cách khác như một hệ thống riêng hoặc là bộ điều chỉnh được lập trình logic chuyên dụng (PLC) hoặc trong một hệ thống điều khiển phân tán. Hơn nữa, nó được đánh giá cao là một hoặc nhiều tính năng hoặc các khía cạnh của sáng chế có thể được thực hiện trong phần mềm, phần cứng hoặc hệ điều hành, hoặc sự kết hợp bất kỳ. Ví dụ, một hoặc nhiều phân đoạn của quá trình làm thuật toán bởi bộ điều khiển có thể được thực hiện trong máy tính riêng biệt, có thể là trong truyền thông tin với nhau thông qua một hoặc nhiều mạng.

Kiểm soát phản hồi có thể được sử dụng trong một số phương án của các hệ thống điều khiển. Một hoặc nhiều cảm biến hoặc dụng cụ đo để đo bất kỳ một hoặc nhiều của nhiệt độ, tổng chất rắn hòa tan (TDS), độ cứng, sulfat, và/hoặc tham số khác có thể được sử dụng để đo lường một hoặc nhiều đặc tính của nước thành phẩm đi qua một hoặc nhiều thiết bị tách điện dẫn trong hệ thống phụ tách điện dẫn, hoặc nước được xử lý đi qua hệ thống phụ và cung cấp bộ điều khiển với thông tin liên quan đến một hoặc nhiều đặc tính. Khi một trong số các đặc tính đo lường thay đổi, bộ điều khiển có thể phản ứng bằng cách làm cho hệ thống điều chỉnh thông số hoạt động khác nhau, ví dụ, tỉ lệ dòng chảy đi tới bất kỳ đơn vị hoạt động nào, điện áp áp dụng cho bất kỳ đơn vị hoạt động nào, điện năng tiêu thụ của bất kỳ đơn vị hoạt động nào, năng lượng tiêu thụ bởi các hệ thống phụ, hoặc bất kỳ tham số hoạt động mong muốn nào khác của các hệ thống phụ.

Kiểm soát phản hồi có thể được sử dụng trong một số phương án của các hệ thống điều khiển. Một hoặc nhiều cảm biến hoặc dụng cụ đo để đo bất kỳ nhiệt độ nào, tổng chất rắn hòa tan (TDS), độ cứng, sulfat, và/hoặc tham số lợi ích khác có thể được sử dụng để đo một hoặc nhiều đặc tính của nước khử muối vào các hệ thống phụ (hoặc tại bất kỳ vị trí nào khác trong hệ thống) và cung cấp cho bộ điều khiển với các thông tin liên quan đến một hoặc nhiều tham số. Tùy thuộc vào mức độ của bất kỳ một trong các thông số đo được của nước khử muối, bộ điều khiển có thể làm cho hệ thống điều chỉnh thông số hoạt động khác nhau, ví dụ, dòng chảy tới bất kỳ đơn vị hoạt động nào,

điện áp áp dụng cho bất kỳ đơn vị hoạt động nào, điện năng tiêu thụ của bất kỳ đơn vị hoạt động nào, điện năng tiêu thụ bởi các hệ thống phụ, hoặc bất kỳ tham số hoạt động mong muốn khác của các hệ thống phụ.

Khía cạnh khác nữa có thể liên quan đến hoặc được hướng đến phương tiện truyền máy tính có thể đọc, hoặc cung cấp phương tiện truyền máy tính có thể đọc, tạo điều kiện cho các tính năng khác nhau của các phương pháp xử lý được mô tả ở đây.

Ví dụ, các phương tiện truyền máy tính có thể đọc có thể bao gồm hướng dẫn thực hiện được trên một hệ thống máy tính hoặc một bộ điều khiển thực hiện phương pháp xử lý nước trong một hệ thống xử lý nước phù hợp với bất kỳ một hoặc nhiều phương án được mô tả ở đây.

Trong cấu hình khác, các phương tiện truyền máy tính có thể đọc có thể bao gồm hướng dẫn thực hiện trên một hệ thống máy tính hoặc một bộ điều khiển thực hiện phương pháp tạo thuận lợi cho việc xử lý nước khử muối để sản xuất nước được xử lý thích hợp cho nước làm ngập trong mỏ chứa dầu. Nước khử muối có thể bao gồm nguồn nước biển được xử lý ban đầu và phương pháp có thể bao gồm việc dẫn nước khử muối vào hệ thống phụ tách điện dẫn. Các hệ thống phụ có thể bao gồm nhiều thiết bị tách điện dẫn. Thiết bị tách điện dẫn có thể được kết nối song song, theo chuỗi, hoặc một số sự kết hợp của chúng. Phương pháp này có thể bao gồm việc dẫn một phần nước khử muối vào thiết bị tách điện dẫn để sản xuất nước thành phẩm, dẫn các phần khác trong phần nước khử muối vào thiết bị tách điện dẫn song song với thiết bị thứ nhất sản xuất nước thành phẩm thứ hai, và kết hợp hai loại nước thành phẩm để tạo ra nước được xử lý. Ít nhất một trong các thiết bị tách điện dẫn của các hệ thống phụ có thể có màng chọn lọc cation hóa trị một. Phương pháp này có thể bao gồm thêm sự gia nhiệt ban đầu nước khử muối với một nguồn nhiệt thải.

Các sửa đổi và cải tiến có thể được sử dụng riêng biệt hoặc kết hợp. Hiện có hệ thống khử muối và hệ thống thu hồi dầu được cải thiện có thể được trang bị thêm cách cung cấp và thực hiện những sửa đổi được mô tả ở đây phù hợp với một hoặc nhiều phương án. Ví dụ, hệ thống thu hồi dầu được cải thiện hiện thời có thể bao gồm một chi tiết thẩm thấu ngược có một đầu vào được kết nối dòng chảy với nguồn nước khử muối và một đầu ra trong việc truyền nước với một mỏ chứa dầu. Chi tiết thẩm thấu ngược có thể trên một chi tiết chèn. Chi tiết chèn hỗ trợ các chi tiết thẩm thấu ngược

có thể được thay thế bằng một hệ thống tách điện dẫn phù hợp với mô tả này. Một hệ thống thu hồi dầu được cải thiện có thể bao gồm một chi tiết thẩm thấu ngược và một chi tiết lọc nano. Thay vì thay thế các chi tiết lọc nano, một hệ thống phụ tách điện dẫn có thể được trang bị thêm trên giàn khoan này ở vị trí của chi tiết thẩm thấu ngược, dòng ngược và trong truyền nước với các chi tiết lọc nano. Các chi tiết lọc nano có thể xử lý trước nước khử muối mà hệ thống tách điện dẫn có thể có khoảng trống giảm đáng kể và hệ thống thu hồi dầu thô có thể có khoảng trống bằng hoặc nhỏ hơn so với hệ thống thẩm thấu ngược lọc nano. Hệ thống thu hồi dầu được cải thiện được trang bị các hệ thống và phương pháp dẫn điện có thể được hưởng lợi từ khả năng điều chỉnh chất lượng của nước được xử lý để đáp ứng với những thay đổi trong hệ thống.

Theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, các hệ thống và phương pháp khử muối được mô tả ở đây có thể được sử dụng để thu hồi dầu ngoài khơi. Theo một hoặc nhiều phương án khác, hệ thống và phương pháp khử muối được mô tả ở đây có thể được sử dụng ở các khu khai thác dầu trên hoặc gần đất liền. Vẫn theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế, hệ thống và phương pháp khử muối được mô tả ở đây có thể được sử dụng trong kết nối với bất kỳ con tàu nổi hoặc chuyển động nào, chẳng hạn như những con tàu có thể được dùng để cung cấp dịch vụ hỗ trợ cho các giàn khoan dầu.

Các nhà máy điện hiện tại cũng có thể được trang bị hệ thống khử muối có thể sản xuất nước ở mức năng lượng thấp hơn so với hệ thống khử muối truyền thống bằng cách cung cấp và thực hiện những sửa đổi được mô tả ở đây phù hợp với một hoặc nhiều phương án của sáng chế. Vì các nhà máy điện thường không gặp phải những hạn chế về không gian giống như trên một dàn khoan ngoài khơi, hệ thống tách điện dẫn phù hợp với một hoặc nhiều phương án có thể có không gian lớn hơn cho các mục đích của việc giảm tiêu thụ năng lượng của hệ thống. Các hệ thống và phương pháp được bộc lộ ở đây có thể sản xuất nước từ nước khử muối được sử dụng để làm mát đơn vị hoạt động của nhà máy điện ở một mức tiêu thụ năng lượng giảm so với xử lý nước khử muối lạnh hơn. Theo một hoặc nhiều phương án, nước ở nhiệt độ cao, cho dù tự nhiên hay được làm ấm chẳng hạn như sử dụng để làm mát, có thể được xử lý bằng các hệ thống và phương pháp được bộc lộ để tạo ra nước thành phẩm đáp ứng các yêu cầu của các ứng dụng khác nhau, chẳng hạn như để sản xuất nước để làm ngập, nước để uống, nước cho nông nghiệp và những công việc khác.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các chức năng và lợi thế của các phương án này và các phương án khác có thể được hiểu thêm từ các ví dụ dưới đây, chúng minh họa cho những lợi ích và/hoặc lợi thế của một hoặc nhiều hệ thống, các phương pháp và kỹ thuật nhưng không tiêu biểu cho toàn bộ phạm vi của sáng chế.

Ví dụ 1

Hệ thống tách lực dẫn đẩy nước hoạt động trên một giàn khoan dầu ngoài khơi đã được đánh giá để tạo ra một chuẩn mực mà các hệ thống và phương pháp của sáng chế hiện nay có thể được so sánh.

Đề cập đến Fig.4, hệ thống nghiên cứu tại chỗ, hệ thống 400, bao gồm chi tiết lọc nano 440, chi tiết lọc nano 460, và chi tiết thẩm thấu ngược 450. Làm ngập nước khử muối xử lý trước 410 được chia thành phần 420 và 430. Phần 420 của nước khử muối 410 được dẫn đến chi tiết lọc nano 440. Chi tiết lọc nano 440 được tạo ra chi tiết thẩm 442 và chi tiết điều tiết 444. Chi tiết điều tiết 444 sau đó được dẫn đến chi tiết lọc nano 460. Chi tiết lọc nano 460 được tạo ra chi tiết thẩm 462 và chi tiết điều tiết 464. Chi tiết điều tiết 464 đã được loại bỏ. Phần 430 của nước khử muối 410 đã được dẫn vào chi tiết thẩm thấu ngược 450. Chi tiết thẩm thấu ngược 450 tạo ra chi tiết thẩm 452 và chi tiết điều tiết 454. Chi tiết điều tiết 454 đã được loại bỏ. Chi tiết thẩm 442, 462, và 452 đã được trộn để sản xuất nước thành phẩm 470. Bảng 1 cho thấy các thành phần của nước khử muối được xử lý trước 510, trộn chi tiết thẩm lọc nano 442 và 462, chi tiết thẩm thấu ngược 452, và trộn thành phẩm 470.

Bảng 1

Các nhóm liên qua	Nước muối được xử lý trước (410)	Thành phẩm lọc nano (442 + 462)	Thành phẩm thẩm thấu ngược (452)	Thành phẩm được trộn (470)
TDS (mg/l)	35.095	16364	278	5000
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	2712	37	2.25	<30
Độ cứng (mg/l)	6315	1365	13	<50

Vì thành phần thẩm thấu ngược 452 chứa khoảng 13 mg/l độ cứng, đã được tái khoáng với nguồn chất cứng, chẳng hạn như các thành phẩm lọc nano 442 và 462. Để có được một thành phần có các tính chất ở Bảng 1, khoảng 70% lượng nước thành phẩm được trộn có chứa nước thẩm thấu ngược 452 và tỷ lệ phần trăm còn lại bao gồm nước lọc nano. Nước khử muối là nguồn nước biển được xử lý trước có tổng hàm lượng chất rắn hoà tan 35.095 mg/l và nhiệt độ 4°C. Hệ thống đẩy bằng xấp xỉ 12,0 MGD (triệu gallon mỗi ngày) và hệ thống được hoạt động ở mức xấp xỉ 48% nước thu hồi để sản xuất khoảng 5,8 MGD. Hệ thống tiêu thụ khoảng 3,0 kWh/m³ nước thành phẩm và có khoảng trống của 18,5 m².

Ví dụ 2

Một nghiên cứu được tiến hành để đánh giá tính khả thi của hệ thống tách điện dẫn để sử dụng trên các giàn khoan dầu ngoài khơi để sản xuất nước phù hợp với phương pháp thu hồi dầu được cải thiện. Thành phần mục tiêu của nước được xử lý từ 1000 ppm đến 5000 TDS ppm, thấp hơn 40 mg/l SO₄²⁻, và lượng chất cứng ít hơn 400 mg/l. Kết quả được mô tả ở đây thể hiện cho mô hình dự báo dựa trên dữ liệu thực nghiệm.

Đề cập đến hệ thống 500 của Fig.5, làm ngập nước khử muối được xử lý trước 510 đã được dẫn vào hệ thống phụ tách điện dẫn 50. Hệ thống phụ 50 bao gồm chi tiết điện 540 có các tế bào loãng 542 và tế bào cô 544. Chi tiết điện 540 bao gồm các màng trao đổi cation và anion chuẩn. Hệ thống phụ 50 cũng bao gồm chi tiết điện 550 có tế bào loãng 552 và tế bào cô 554. Chi tiết 550 đã có màng trao đổi anion chuẩn và màng trao đổi cation chọn lọc hóa trị một.

Làm ngập nước khử muối 510 được xử lý trước thông qua việc loại bỏ hạt và khử trùng được đưa vào hệ thống phụ 50 và được chia thành phần 520 và 530. Phần 520 của nước khử muối 510 được tiếp tục chia thành dòng 522 và dòng 524. Dòng 522 đã được dẫn vào tế bào loãng 542 của chi tiết điện 540 và dòng 524 được đưa vào tế bào cô 544 của chi tiết điện 540. Chi tiết điện 540 tạo ra dòng cô 565 và dòng loãng 560. Các màng trao đổi anion và cation chuẩn của chi tiết 540 đã loại bỏ đáng kể tất cả các chất cứng và sulfat từ dòng 522 để tạo ra dòng thành phẩm 560 có nhiều hóa trị một hơn các ion hóa trị II. Natri, tuy nhiên, chiếm phần lớn các chất rắn hòa tan có trong nước biển và là một ion hóa trị một không được nằm trong diện bị loại bỏ bởi

các màng trao đổi ion chuẩn của chi tiết 540. Mặc dù thành phẩm 560 có chất cứng và sulfat thấp, nó vẫn chứa một lượng tương đối cao của tổng chất rắn hòa tan.

Phần 530 của nước khử muối 510 được tiếp tục chia thành dòng 532 và dòng 534. Dòng 532 đã được dẫn vào tế bào loăng 552 của chi tiết điện 550 và dòng 534 được đưa vào tế bào cô 554. Chi tiết điện 550 tạo ra dòng cô 575 và dòng pha loăng 570. Các màng trao đổi anion chuẩn của chi tiết 550 được loại bỏ đáng kể tất cả sulfat từ dòng 532. Các màng trao đổi cation hóa trị một của chi tiết điện 550 được loại bỏ đáng kể tất cả cation hóa trị một từ dòng 532 nhưng không loại bỏ các cation hóa trị hai có mặt ở dòng 532. Dòng 570 này đã có tổng hàm lượng chất rắn hoà tan thấp và lượng chất rắn cao do việc loại bỏ chỉ cation hóa trị một và lượng sulfat thấp do sự có mặt của màng trao đổi anion chuẩn. Các dòng cô 565 và 575 bị loại ra và các dòng thành phẩm pha loăng 560 và 570 đã được kết hợp với nhau để tạo thành nước được xử lý 580.

Khi phần 520 của nước khử muối 510 chứa 90% nước khử muối 510, và phần 530 của nước khử muối 510 chứa 10% nước khử muối 510, và hệ thống hoạt động ở mức nước được thu hồi 40%, nước được xử lý 580 có hàm lượng sulfat dưới 40 mg/l, tổng hàm lượng chất rắn hoà tan từ 1000 ppm đến 5000 ppm, và lượng chất rắn khoảng 400 mg/l. Các thành phần của nước phụ thuộc vào sự tiêu thụ điện năng của hệ thống. Khi hệ thống được đo để có dấu chân ngang bằng với các hệ thống lọc nano thẩm thấu ngược của Ví dụ 1 và được điều chỉnh để sản xuất nước có tổng lượng chất rắn hoà tan ít hơn khoảng 5.000 ppm, lượng sulfat ít hơn 40 mg/l, và khoảng 400 ppm độ cứng, hệ thống đã có thể sản xuất nhiều nước được xử lý hơn so với hệ thống của Ví dụ 1 bằng cách tiêu thụ khoảng 2,5 kWh/m³ nước được xử lý, ít hơn 17% năng lượng được tiêu thụ của hệ thống ở Ví dụ 1.

Ví dụ 3

Hệ thống ở Ví dụ 2 được phân tích để xác định mối quan hệ giữa diện tích bề mặt màng và sự tiêu thụ năng lượng. Nước khử muối có 35.683 TDS ở nhiệt độ 10°C đã được xử lý để sản xuất nước được xử lý có ít hơn 5.000 ppm TDS và lượng chất cứng và sunfat thích hợp cho việc làm ngập nước. Fig.6 cho thấy diện tích bề mặt màng bị giảm và thành phần nước được xử lý đã được tiến hành liên tục, sự tiêu thụ

điện năng tăng lên. Bảng 2 thể hiện mối quan hệ giữa việc giảm các dấu chân hệ thống so với hệ thống của Ví dụ 1 và sự tiêu thụ năng lượng.

Bảng 2

Sự tiêu thụ năng lượng hệ thống tách điện dẫn (kWh/m ³)	Sự giảm trong hệ thống dấu chân so với Dấu chân của NF + Hệ thống RO với sự tiêu thụ năng lượng 3,0 kWh/m ³	
	(m ²)*	(%)
2.5	0	0
3.0	18.75	22.7
3.5	27.75	33.6
4.0	36.75	44.5

* Một mét vuông không gian trên một giàn khoan dầu ngoài khơi chi phí khoảng 1 triệu đô la Mỹ.

Ví dụ 4

Một mô-đun điện phân được đo bởi phòng thí nghiệm có màng trao đổi anion và cation chuẩn đã được lắp ráp để phân tích sự tiết kiệm năng lượng kết hợp với nước khử muối nóng khử muối. Các mô-đun đã có 16 cặp tế bào với các màng có diện tích mặt cắt ngang hiệu quả 3,18 cm² và 35,56 cm². Dung dịch thử của 3,5% khối lượng natri clorua đã được khử muối bằng với tỷ trọng hiện tại áp dụng của 88,6 Amp/m². Sự giảm điện áp của mô-đun được đo bằng cách sử dụng các biện pháp kiểm tra lá bạch kim đưa vào giữa 10 cặp tế bào. Thí nghiệm khử muối được thực hiện tại ba mức nhiệt độ khác nhau: 16°C, 22°C và 37°C. Fig.7 minh họa mối quan hệ giữa sự giảm điện áp cho mỗi cặp tế bào và tính dẫn của ra dòng loãng. Các dữ liệu thực nghiệm chứng minh rằng sự giảm điện áp cho mỗi cặp tế bào giảm khi nhiệt độ nước làm ngập tăng lên.

Fig.8 và Fig.9 minh họa sự tiêu thụ năng lượng tích lũy trong quá trình khử muối. Nguồn làm ngập chứa 3,5% dung dịch NaCl có nhiệt độ khác nhau đã được khử muối bằng TDS nằm trong khoảng 5000 ppm. Khi nhiệt nước làm ngập tăng lên, tiêu thụ năng lượng giảm.

Fig.10 minh họa mối quan hệ giữa nhiệt độ nước làm ngập và kháng màng. Như nhiệt độ nước làm ngập tăng, điện trở của cả cation và anion màng trao đổi giảm. Việc giảm điện trở của màng dẫn đến giảm điện áp thấp hơn trên các tế bào, chuyển đổi để tiêu thụ năng lượng giảm như thấy trong Fig.8 và Fig.9.

Mối quan hệ giữa công suất hệ thống và nhiệt độ nước ngập được phân tích sau đó. Đề cập đến Fig.11, khi nhiệt độ nước ngập tăng lên, mật độ hiện thời và tốc độ dòng chảy tăng lên trong khi duy trì hệ thống ở mức tiêu thụ năng lượng liên tục. Ở mức tiêu thụ năng lượng $2,2 \text{ kWh/m}^3$, tốc độ dòng chảy, hoặc công suất, có thể tăng 75% với nhiệt độ nước ngập tăng từ 20°C đến 40°C , hoặc 3,2% cho mỗi độ C, đề cập đến giá trị ở 25°C .

Sự ổn định nhiệt của các màng trao đổi anion và cation được sử dụng trong các tế bào được đánh giá để xác định nhiệt độ nước ngập có tăng lên làm giảm chức năng của màng không. Các màng đã được tiếp xúc với dung dịch natri clorua 0,5 M ở nhiệt độ 50°C . Sau 50 ngày kể từ ngày tiếp xúc liên tục, lượng vận chuyển màng và sự kháng xuất hiện là tín hiệu của sự ổn định. Fig.12 minh họa kết quả kiểm tra tính ổn định trên màng trao đổi ion. Kết quả cho thấy các màng có thể khử muối ở nước khử muối ấm mà không làm giảm màng gia tăng.

Ví dụ 5

FIG.13 cho thấy mối quan hệ giữa nhiệt độ, sự tiêu thụ năng lượng, và diện tích màng cần thiết để khử muối ở nước biển cho tổng nồng độ chất rắn hòa tan của 5000 ppm. Ảnh hưởng của nhiệt độ nước biển trên sự cân bằng giữa diện tích màng cần thiết cho mỗi tốc độ dòng chảy chi tiết thành phẩm (và do đó chi phí vốn của hệ thống ED theo tỷ lệ dòng chảy của chi tiết) và sự tiêu thụ năng lượng trên mỗi đơn vị khối lượng của sản phẩm đã được chứng minh. Nếu nhiệt độ nước biển là 10°C , và nhiệt thải đã có thể làm tăng nhiệt độ của nó, sau đó tới sự tiêu thụ năng lượng mục tiêu nhất định (kWh/m^3 của sản phẩm) chi phí vốn của hệ thống cần thiết sẽ làm giảm khi nhiệt độ tăng lên. Ngược lại, nếu hệ thống ED được thiết kế cho một lưu lượng dòng chảy nhất định, do đó chi phí vốn theo tỷ lệ lưu lượng của chi tiết đã được cố định, nó được chứng minh rằng việc tăng nhiệt độ nước ngập sẽ làm giảm tiêu thụ năng lượng.

Đã được đánh giá cao rằng các phương án của hệ thống, các thiết bị và phương pháp được mô tả ở đây không bị giới hạn trong các ứng dụng cho các chi tiết xây dựng

và bố trí các thành phần thiết bị và hoạt động hệ thống như đã nêu trong phần mô tả ở trên hoặc được minh họa trong các bản vẽ kèm theo. Các thiết bị, hệ thống và phương pháp có khả năng thực hiện trong các phương án khác và được tiến hành hoặc đang được thực hiện theo những cách thức khác nhau. Ví dụ về việc triển khai cụ thể được cung cấp trong tài liệu này chỉ nhằm mục đích minh họa và không bị giới hạn. Đặc biệt, các hệ thống, thiết bị và các tính năng được mô tả trong kết nối với bất kỳ một hoặc nhiều phương án được chủ định loại trừ ra khỏi một chức năng tương tự trong bất kỳ phương án nào khác.

Ngoài ra, các từ ngữ và thuật ngữ sử dụng ở đây nhằm mục đích mô tả và không bị hạn chế. Bất kỳ sự tham khảo nào cho các phương án hoặc các yếu tố, sự vận hành của các thiết bị và phương pháp dưới đây dùng để chỉ từng chức năng riêng biệt cũng có thể chấp nhận những phương án bao gồm đa số những yếu tố này, và bất kỳ tài liệu tham khảo nào trong bất kỳ phương án nào hoặc thành phần hoặc sự vận hành ở đây cũng có thể chấp nhận những phương án chỉ bao gồm một yếu tố đơn lẻ. Được sử dụng ở đây "gồm có", "bao gồm", "có", "chứa", "liên quan đến" và sự biến đổi của chúng là phương thức bao gồm các mặt được liệt kê sau đây và đương lượng của nó cũng như các mục bổ sung. Bất kỳ tài liệu tham khảo nào để định hướng vị trí hoặc không gian được dành để tiện cho việc mô tả, không hạn chế thiết bị và phương pháp hoặc các thành phần hiện tại của chúng.

Như đã được mô tả ở trên, một số khía cạnh của ít nhất một phương án, đó là được đánh giá rằng những biến đổi khác nhau, những thay đổi và sự cải tiến sẽ dễ dàng sẽ xảy ra với những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này. Những thay đổi, sửa đổi, và cải tiến này được dự định là một phần của bản mô tả này và dự định nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Theo đó, phần mô tả và hình vẽ trên đây chỉ được thực hiện mang tính thử nghiệm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp để thu hồi dầu được cải thiện bao gồm các bước:

đưa nước biển tới hệ thống tách điện dẫn bao gồm thiết bị điện phân thứ nhất bao gồm các màng chọn lọc hóa trị một và thiết bị điện phân thứ hai bao gồm các màng chọn lọc hóa trị hai;

đo ít nhất một thông số của nước biển được chọn từ nhóm bao gồm chế phẩm, tổng nồng độ các chất rắn hòa tan, nồng độ sulfat, và độ cứng, ở cửa vào của hệ thống tách điện dẫn;

đưa một cách chọn lọc phần thứ nhất của nước biển đi qua thiết bị điện phân thứ nhất và phần thứ hai của nước biển đi qua thiết bị điện phân thứ hai để xử lý dựa trên thông số đo được để tạo ra dòng thành phẩm thứ nhất và thứ hai, tương ứng, sao cho dòng thành phẩm thứ nhất có độ cứng lớn hơn so với dòng thành phẩm thứ hai,

trộn dòng thành phẩm thứ nhất và thứ hai để tạo ra nước được xử lý chứa ít hơn 200 mg/l sulfat, có tổng chất rắn hòa tan (total dissolved solids - TDS) nằm trong khoảng từ 1000 mg/l đến 5000 mg/l, và độ cứng nằm trong khoảng từ 100 ppm đến 1000 ppm mà không cần trộn hoặc tái khoáng với nước được xử lý với nguồn chất cứng; và

làm ngập ít nhất một phần của mỏ chứa dầu với nước được xử lý.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nước được xử lý chứa ít hơn khoảng 100 mg/l sulfat.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó nước biển được xử lý chứa ít hơn khoảng 40 mg/l sulfat.

4. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp còn bao gồm bước làm nóng nước biển trước khi đưa nước biển tới hệ thống tách điện dẫn.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước làm nóng nước biển bao gồm bước chuyển nhiệt thải từ thiết bị phát điện đến nước biển.

6. Phương pháp theo điểm 4, trong đó nước biển được làm nóng đến nhiệt độ trên 45°C.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước đưa phần thứ nhất của nước biển đi qua các thiết bị điện phân thứ nhất bao gồm bước đưa khoảng 90% nước biển được xử lý đi qua các thiết bị điện phân thứ nhất.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước làm ngập ít nhất một phần của mỏ chứa dầu với nước được xử lý bao gồm việc loại bỏ khoảng từ 10% đến 15% lượng dầu còn lại ở nơi tiếp sau quá trình vận hành thu hồi sơ cấp.

9. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện quá trình thực hiện thu hồi dầu tam cấp.

10. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước điều chỉnh tốc độ dòng chảy hoặc mật độ dòng kết hợp với hệ thống tách điện dẫn để kiểm soát sự tiêu thụ năng lượng hoặc ít nhất một đặc tính của nước được xử lý.

11. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp bao gồm bước đưa nước biển có nồng độ TDS khoảng 35.000 ppm, nồng độ sulfat khoảng 2700 ppm SO_4 , và tổng nồng độ chất rắn khoảng 6.500 ppm CaCO_3 đến hệ thống tách điện dẫn.

12. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp bao gồm bước đưa nước biển đến hệ thống tách điện dẫn bao gồm thiết bị điện phân thứ nhất và thiết bị điện phân thứ hai được kết nối dòng chảy song song.

13. Hệ thống thu hồi dầu thứ cấp bao gồm:

mỏ chứa dầu;

nguồn nước biển, và

hệ thống phụ tách điện dẫn được lắp trên dàn khoan ngoài khơi, có:

cửa vào kết nối dòng chảy với nguồn nước biển;

cửa ra kết nối dòng chảy với mỏ chứa dầu;

chi tiết điện phân thứ nhất có các màng chọn lọc hóa trị một; và

chi tiết điện phân thứ hai có các màng chọn lọc hóa trị hai,

hệ thống phụ tách điện dẫn được lắp đặt và sắp xếp để tạo ra nước được xử lý có các đặc tính được định trước là có ít hơn khoảng 200 mg/l sulfat, tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TDS) nằm trong khoảng từ 1000 mg/l đến 5000 mg/l,

và độ cứng nằm trong khoảng từ 100 ppm đến 1000 ppm mà không cần trộn hoặc tái khoáng với nước được xử lý với nguồn chất cứng;

cảm biến được tạo cấu hình để đo ít nhất một thông số của nước biển được chọn từ nhóm bao gồm chế phẩm, tổng nồng độ các chất rắn hòa tan, nồng độ sulfat, và độ cứng, ở cửa vào của hệ thống phụ tách điện dẫn; và

bộ điều khiển, được nối với cảm biến và hệ thống phụ tách điện dẫn, được tạo cấu hình để:

trực tiếp đưa phần thứ nhất của nước biển đến chi tiết điện phân thứ nhất và phần thứ hai của nước biển đến chi tiết điện phân thứ hai dựa trên thông số đo được để tạo ra dòng thành phẩm thứ nhất và thứ hai, tương ứng, sao cho dòng thành phẩm thứ nhất có độ cứng lớn hơn so với dòng thành phẩm thứ hai; và

trộn dòng thành phẩm thứ nhất và thứ hai để tạo ra nước được xử lý có các đặc tính được định trước.

14. Hệ thống theo điểm 13, trong đó các hệ thống phụ tách điện dẫn được lắp đặt và sắp xếp để tạo ra nước có ít hơn khoảng 100 mg/l sulfat.

15. Hệ thống theo điểm 14, trong đó hệ thống phụ tách điện dẫn được lắp đặt và sắp xếp để tạo ra nước có ít hơn 40 mg/l sulfat.

16. Hệ thống theo điểm 13, trong đó chi tiết điện phân thứ nhất và chi tiết điện phân thứ hai được kết nối dòng chảy song song.

17. Hệ thống theo điểm 13, trong đó khoảng 5% màng trao đổi ion trong hệ thống phụ tách điện dẫn là màng trao đổi cation chọn lọc hóa trị một.

18. Hệ thống theo điểm 13, hệ thống này còn bao gồm nguồn nhiệt thải được ghép cùng với nguồn nước biển.

19. Hệ thống theo điểm 13, trong đó bộ điều khiển được tạo cấu hình để điều chỉnh ít nhất một tốc độ dòng chảy hoặc mật độ hiện tại được kết hợp với hệ thống phụ tách điện dẫn.

20. Hệ thống theo điểm 13, trong đó thiết bị điện phân thứ nhất và thiết bị điện phân thứ hai được kết nối dòng chảy song song.

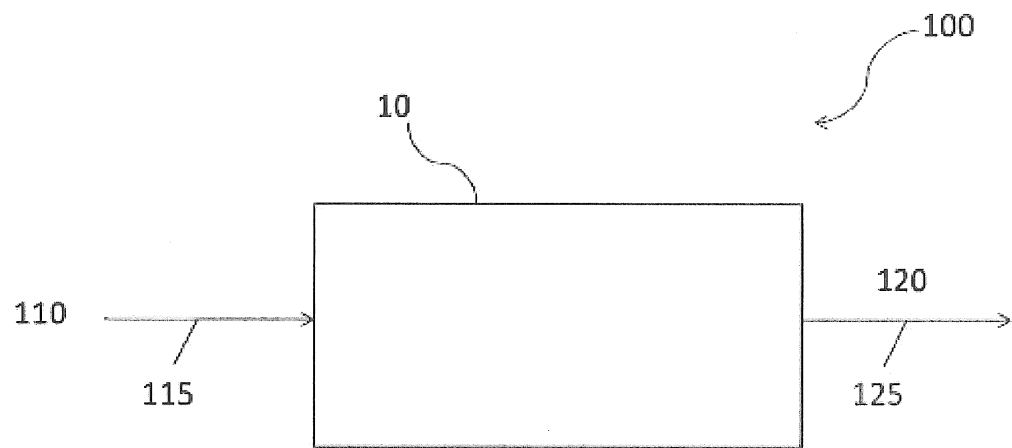


FIG. 1

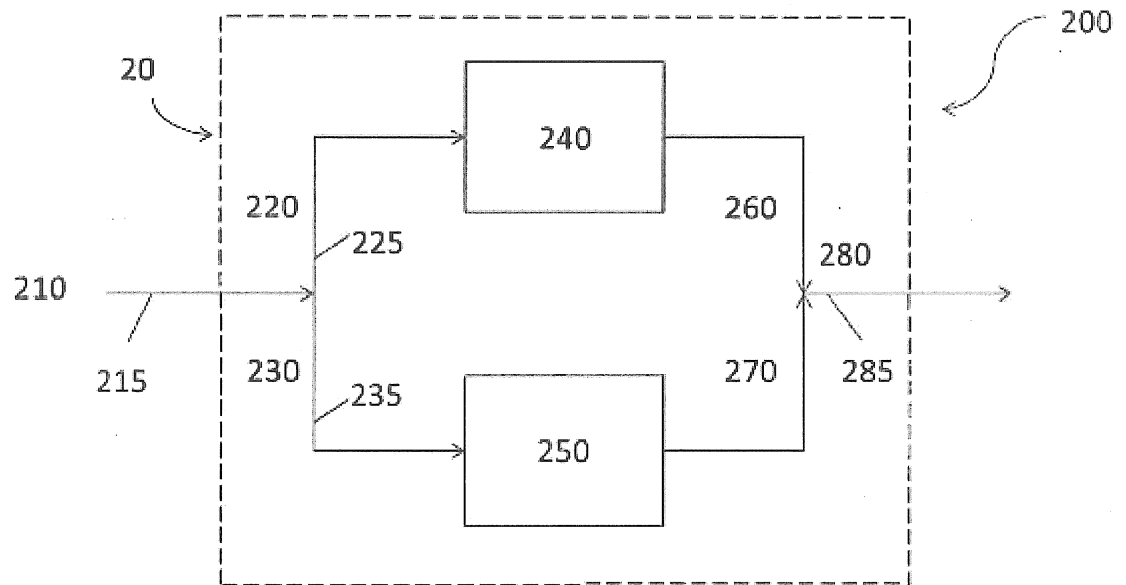


FIG. 2

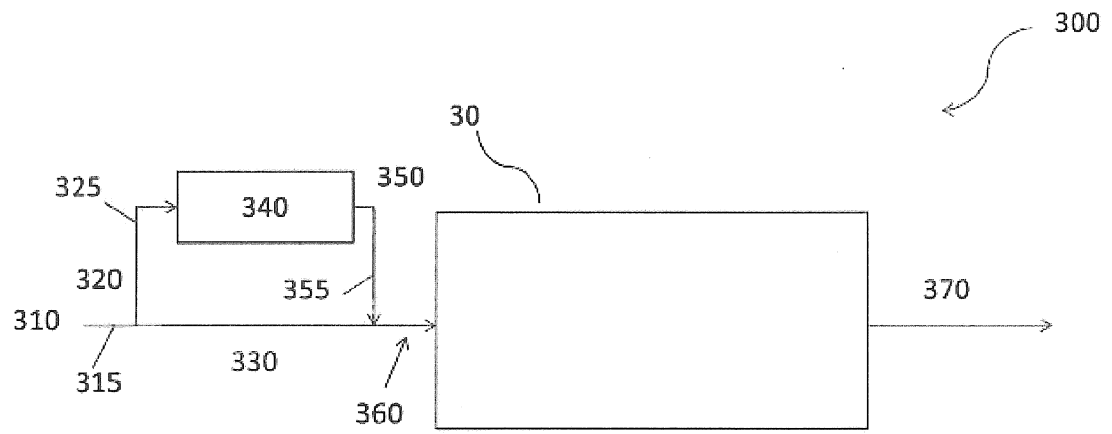


FIG. 3

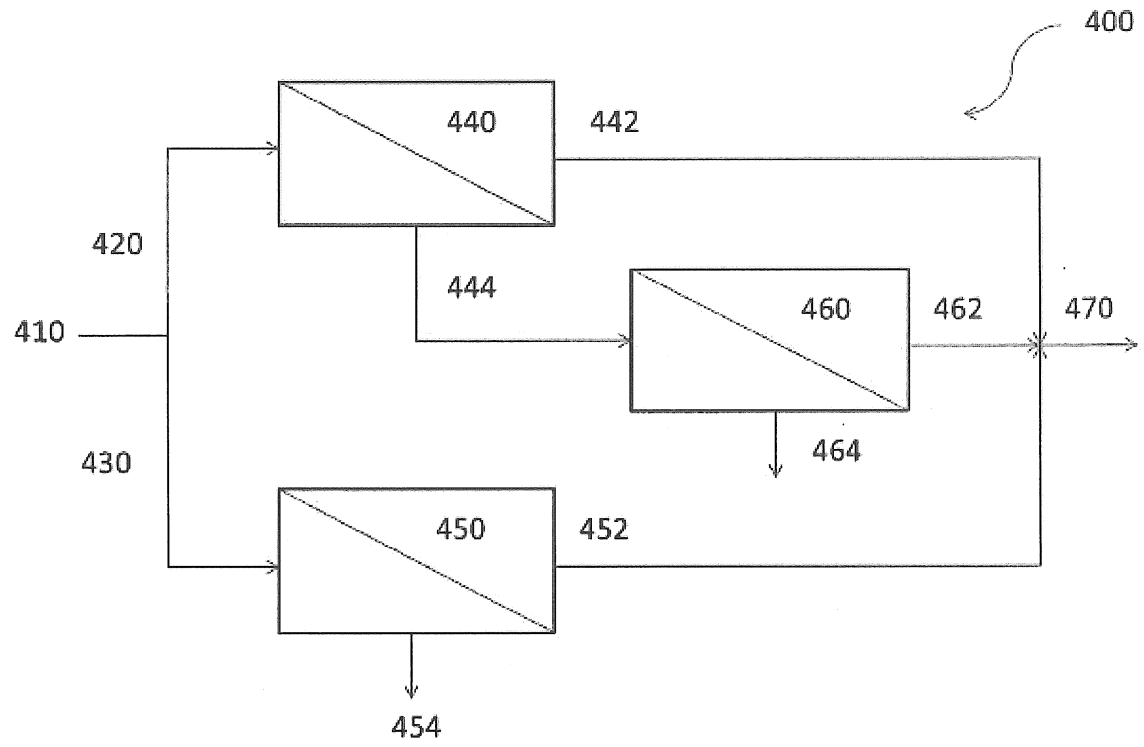


FIG. 4

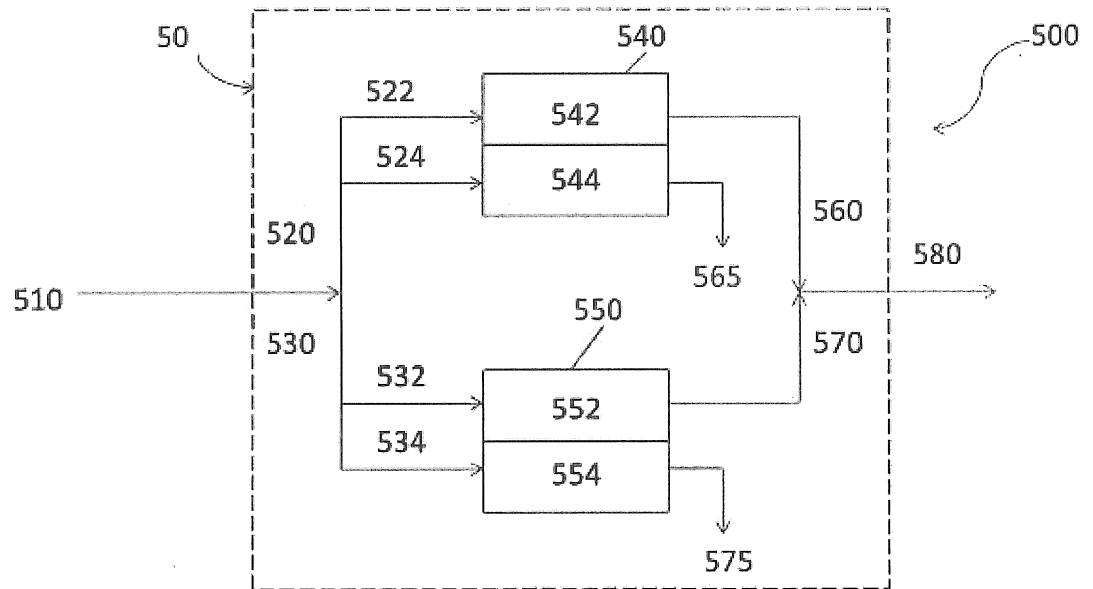
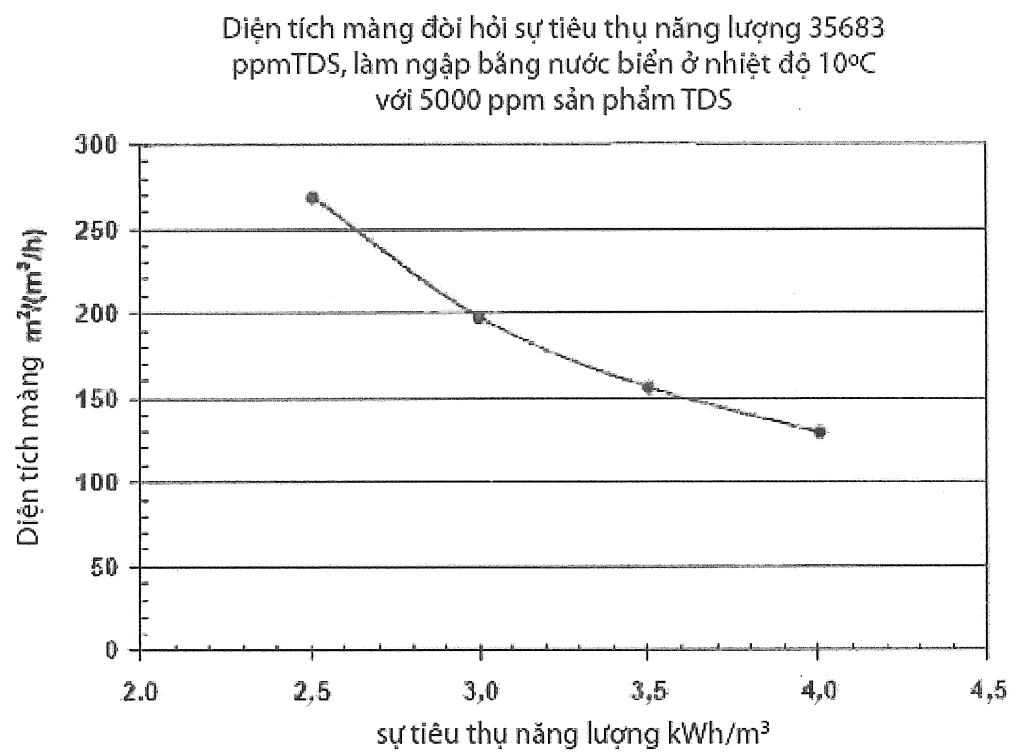


FIG. 5

FIG. 6

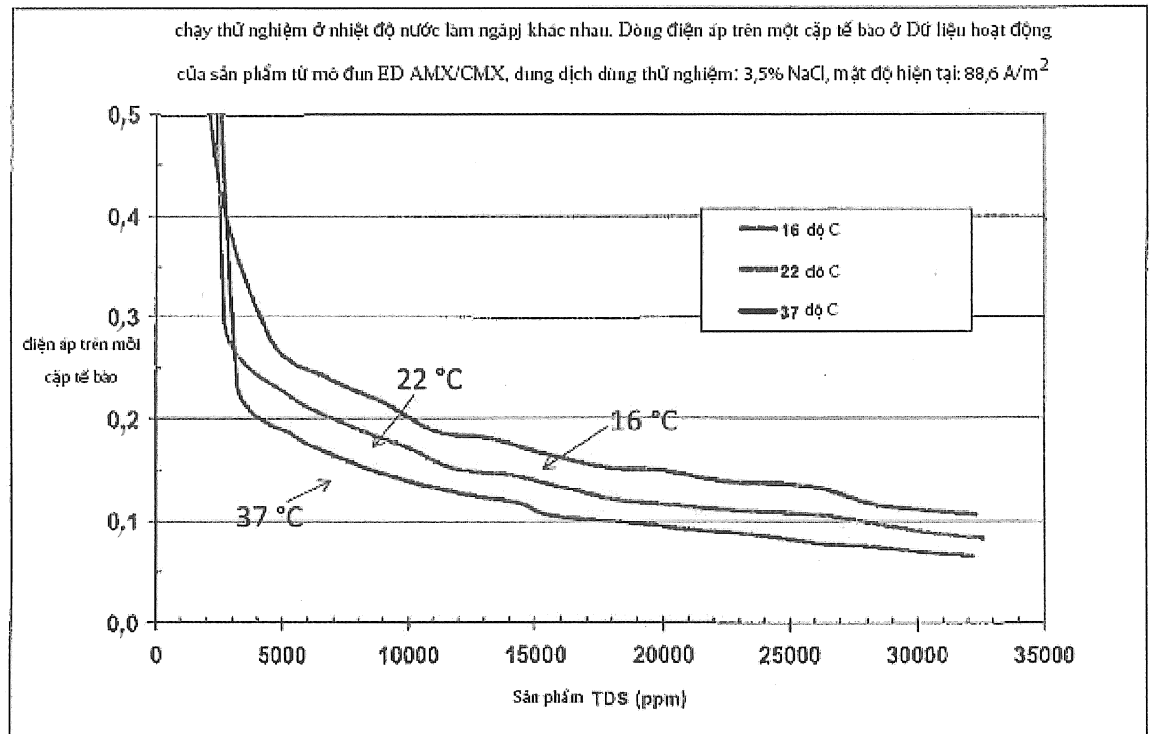


FIG. 7

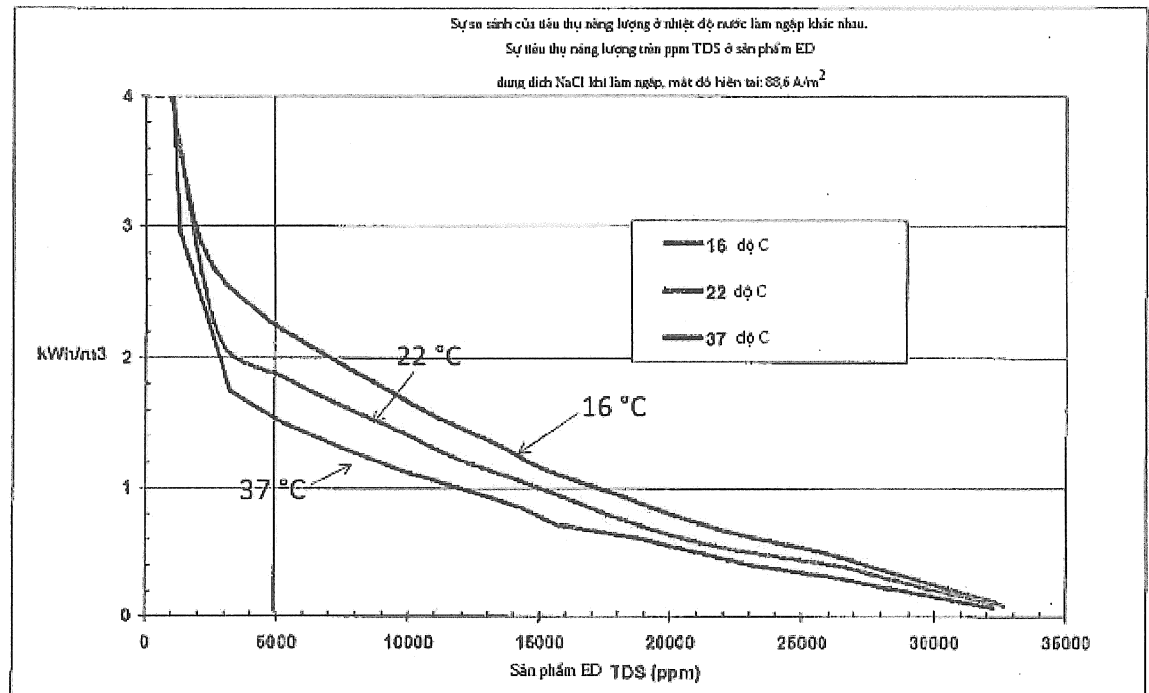


FIG. 8

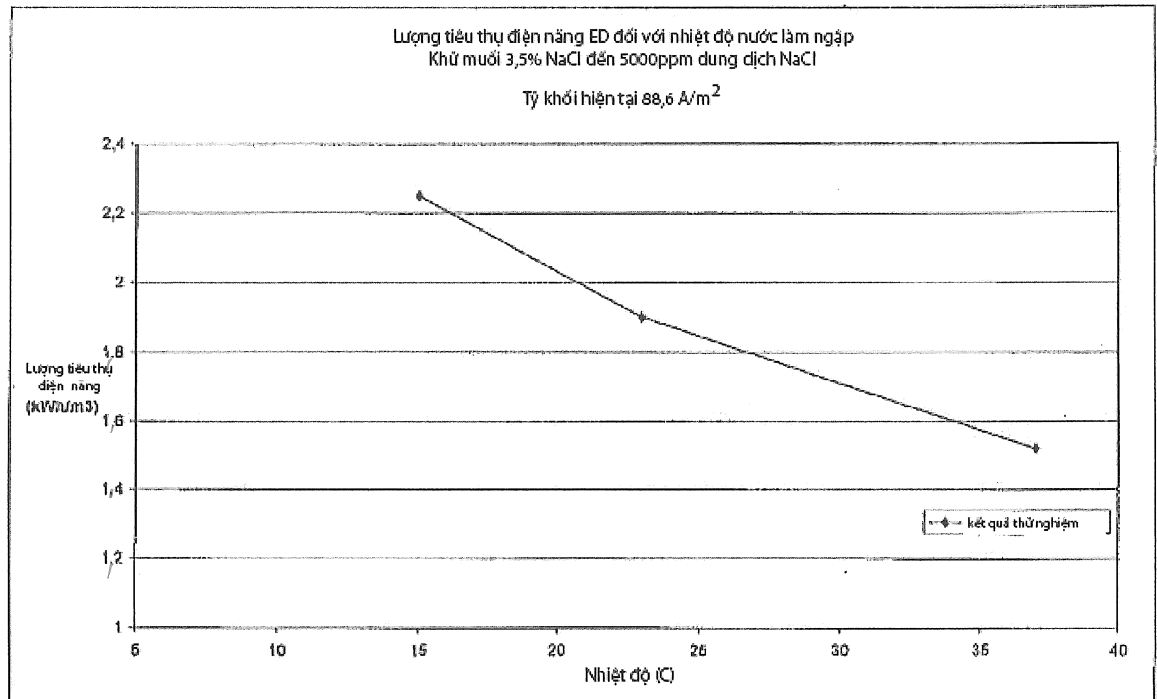


FIG. 9

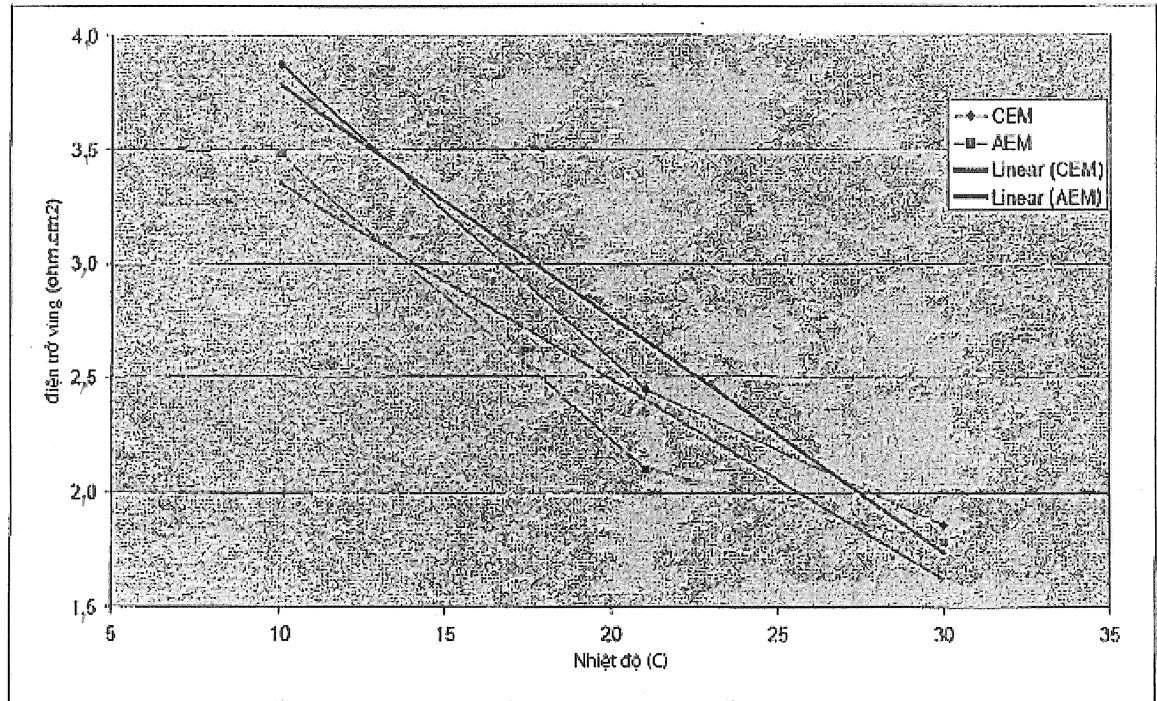


FIG. 10

Tốc độ dòng chảy trên Bộ truyền động điều chỉnh Lượng tiêu thụ năng lượng đối với nhiệt độ nước làm ngập 31600 ppm độ ngập 35% lượng thu hồi 6 dòng chảy đi qua mô đun ED trên mỗi Bộ truyền động 0,38 mm diện tích màng giữa

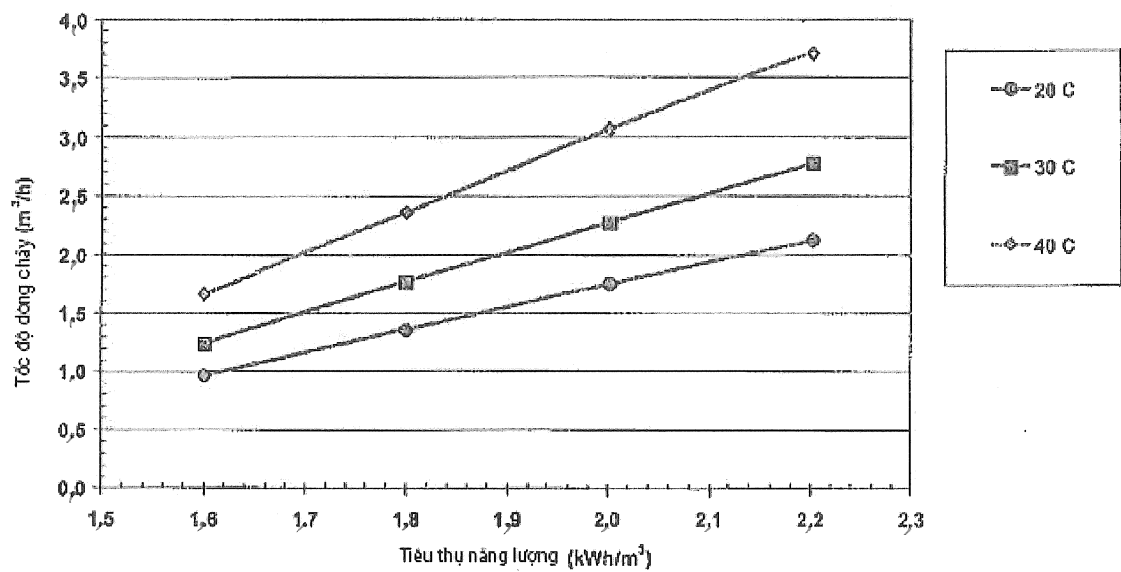


FIG. 11

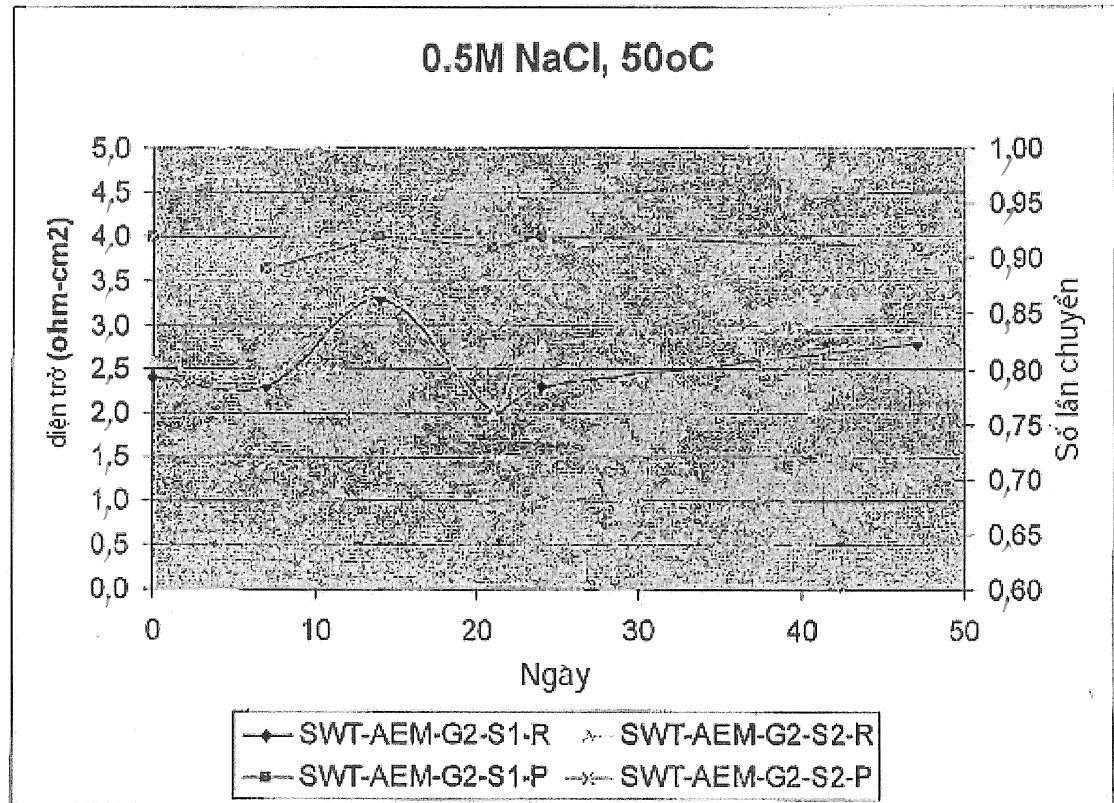


FIG. 12

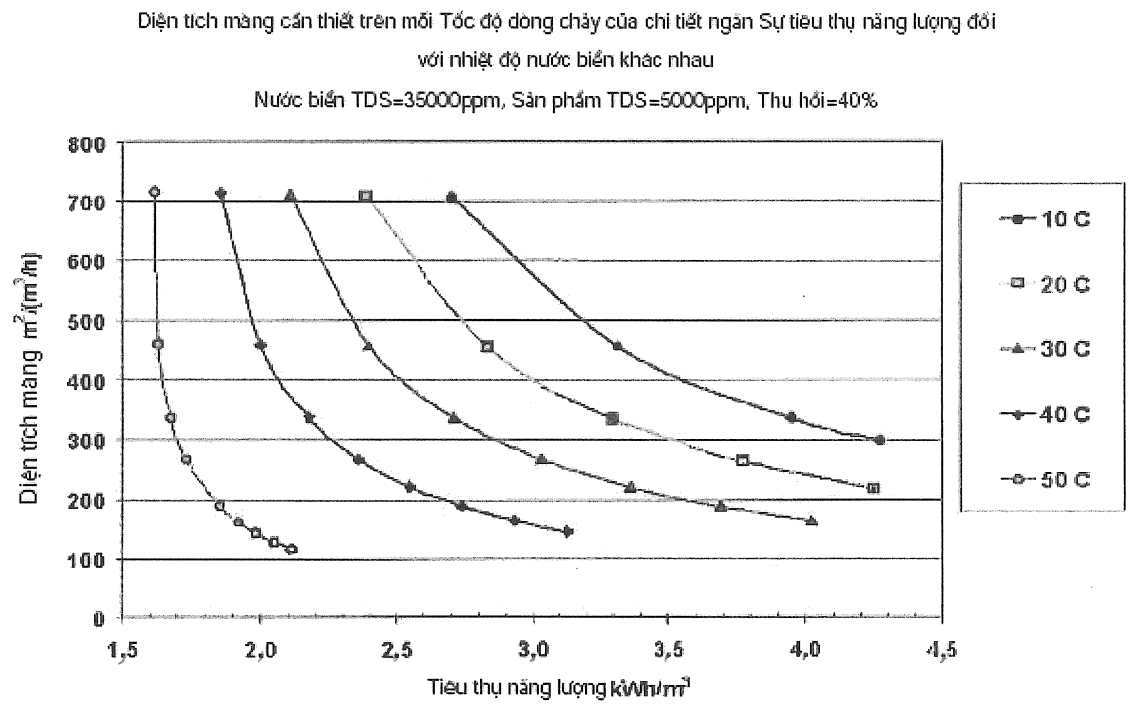


FIG. 13