



(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)



1-0028003

(51)⁷ C02F 1/469

(13) B

(21) 1-2015-00249

(22) 11/06/2013

(86) PCT/EP2013/062008 11/06/2013

(87) WO 2014/016038 A1 30/01/2014

(30) 12177445.9 23/07/2012 EP

(45) 25/04/2021 397

(43) 27/04/2015 325A

(73) UNILEVER N.V. (NL)

Weena 455 3013 AL Rotterdam the Netherlands

(72) GHOSH, Somnath (IN); RAJANARAYANA, Venkataraghavan (IN);
RAMANUJAPURAM, Anirudh Anandampillai (IN); ALENCHERRY, Tinto
Johnichan (IN).

(74) Công ty TNHH Trần Hữu Nam và Đồng sự (TRAN H.N & ASS.)

(54) PHƯƠNG PHÁP KHỬ ION TRONG NƯỚC BẰNG CÁCH ĐIỆN DUNG KHỬ ION

(57) Sáng chế đề cập phương pháp khử ion nước bằng cách điện dung khử ion bao gồm hàng chuỗi các chu kỳ lặp đi lặp lại trong khi nước được đưa qua ít nhất một cặp điện cực tích điện trái dấu, mỗi chu kỳ bao gồm:

(i) bước nạp điện;

(ii) bước đoạn mạch thứ nhất;

(iii) bước phóng điện gồm việc đảo ngược của cực được áp trên điện cực; và

(iv) bước đoạn mạch thứ hai,

trong đó:

cực tính được áp dụng cho mỗi điện cực trong mỗi cặp điện cực tích điện trái dấu trong bước nạp điện nói trên của một chuỗi cho các chu kỳ lặp đi lặp lại sẽ được đảo chiều trong bước nạp điện của chuỗi chu kỳ lặp đi lặp lại ngay sau đó và trong đó mỗi chuỗi nói trên gồm 10 đến 20 chu kỳ.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp khử muối trong nước bằng cách điện dung khử ion.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện đã có nhiều công nghệ cho việc lọc nước. Chúng bao gồm bộ lọc trên cơ sở tia cực tím (UV-ultra violet), sử dụng các tác nhân hóa chất làm sạch như muối hypoclorit và phương pháp lọc bằng màng lọc. Tuy nhiên những cách này không cung cấp việc khử ion (khử khoáng chất và ion muối). Các phương pháp như chưng cất, thẩm thấu ngược, điện dung khử ion và nhựa trao đổi ion là công nghệ để khử ion trong nước.

Việc khử ion là hữu ích nếu nước có chứa nhiều chất rắn hòa tan, thông thường được xác định theo chỉ số tổng chất rắn hòa tan TDS (Total Dissolved Solids). Máy lọc nước nhằm khử ion trong nước thường có mức cài đặt định trước cho việc làm giảm chỉ số TDS, có nghĩa rằng khi chỉ số TDS giảm mà dưới mức đã được định trước, thì nước không được đưa ra sử dụng. Với mục đích này, máy lọc thương mại có bộ dò nội dòng như là máy đo độ dẫn điện để liên tục giám sát chỉ số TDS đầu ra. Các mức định trước thường được xác định trên cơ sở TDS của nước đầu vào cũng như hương vị ưa thích của nước uống.

Trong trường hợp điện dung khử ion, nước chảy qua một hoặc nhiều cặp điện cực tích điện trái dấu và khi nước chảy qua, các ion có trong nước được dịch chuyển về phía các điện cực và bị hấp phụ lên bề mặt điện cực, do đó làm giảm TDS của nước cấp vào. Sự hấp phụ này là một hiện tượng bề mặt mà bị hạn chế bởi diện tích bề mặt hữu dụng của các điện cực.

Để tăng sự hấp phụ, thông thường quy trình thực hiện một chuỗi các bước bao gồm, theo thứ tự: làm đoạn mạch các điện cực, đảo cực và thêm một hoặc nhiều bước đoạn mạch nữa.

Đoản mạch dẫn đến sự cân bằng hoặc trung hòa điện tích trên các điện cực trong suốt quá trình hấp phụ, qua đó cho phép các ion đã hấp phụ đi vào khối nước chưa được xử lý. Đảo cực dẫn đến việc các ion bị đẩy một cách đáng kể ra khỏi các điện cực và gây ra sự chuyển dịch của các ion đến khối chất lỏng sao cho các điện cực này được tái sinh để tiếp tục sử dụng. Các bước đoản mạch sau đó có tác dụng để nhả các ion dư còn sót ra khỏi bề mặt của điện cực để sẵn sàng cho việc sử dụng tiếp các điện cực này.

Máy lọc nước thương mại hoạt động trên nguyên lý điện dung khử ion thường bao gồm một chồng điện cực được nạp điện và phóng điện theo chu kỳ.

Tuy nhiên, hiệu suất của điện cực thường bị giảm theo thời gian. Các tiêu chuẩn được đặt trước cho việc làm giảm chỉ số TDS trở nên khó duy trì khi mà các ion bị đọng lại trên các điện cực. Do đó, việc đọng lại của các ion ảnh hưởng đến tuổi thọ hữu dụng của các điện cực. Trong khi người tiêu dùng thường ưu tiên chọn các loại điện cực có tuổi thọ cao hơn.

WO 00/14304 A1 (ANDELMAN MARC và các đồng chủ đơn) bộc lộ việc sử dụng các điện thể dương và đoản mạch theo chu kỳ được xen vào với sự đảo cực điện thể sau khi một vài chu kỳ.

WO 01/13389 A1 (ANDELMAN MARC) bộc lộ các lợi ích của việc áp dụng điện thể dương và điện thể âm trong cùng một chu kỳ cho các điện cực làm sạch. Một chu kỳ được tạo ra bằng một bước nạp điện và phóng điện các cực của các điện cực được đảo sau một số chu kỳ nhất định.

Sự hạn chế của quy trình đã được bộc lộ trong các đơn được viện dẫn là mặc dù đảo cực sau một số chu kỳ nhất định, tuổi thọ sử dụng của các điện cực vẫn còn ngắn mà lại đòi hỏi sự can thiệp thường xuyên.

US 6413409 B1 (Biosource INC, 2002) bộc lộ một chất lỏng được xử lý/lọc sạch bằng cách đi qua một tụ điện. Phương pháp này cũng bao gồm một chuỗi các bước và trong phương pháp đó bộc lộ một quy trình bốn bước lặp đi lặp lại. Các bước đó là nạp, đoản mạch hoặc xả, đảo kết nối, sau đó là đoản

mạch một lần nữa. Tuy nhiên, không đạt được hiệu quả kỹ thuật cụ thể sau chuỗi các bước đó.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế bộc lộ phương pháp khử ion trong nước bằng cách điện dung khử ion bao gồm một chuỗi các chu kỳ lặp đi lặp lại trong đó nước được đưa qua ít nhất một cặp điện cực tích điện trái dấu, mỗi chu kỳ bao gồm:

- (i) bước nạp điện;
- (ii) bước đoản mạch thứ nhất;
- (iii) bước phóng điện gồm việc đảo cực điện tích áp trên điện cực;

và

- (iv) bước đoản mạch thứ hai,

trong đó:

cực tính được áp cho mỗi điện cực trong từng cặp điện cực tích điện trái dấu trong bước nạp điện của một chuỗi các chu kỳ lặp đi lặp lại được đảo chiều trong bước nạp điện ở chuỗi các chu kỳ lặp đi lặp lại kế tiếp ngay sau đó và trong đó mỗi chuỗi này gồm từ 10 đến 20 chu kỳ.

Chi tiết của sáng chế này sẽ được giải thích sau đây.

Mô tả chi tiết sáng chế

Điện dung khử ion là công nghệ mới để khử ion của nước lợ có tổng chất rắn hòa tan TDS từ 500 đến 3000 ppm. Nguyên lý hoạt động là hấp thụ điện hoặc hấp phụ điện trong đó các ion có trong nước bị hấp phụ trên các điện cực dưới tác động của điện trường. Một chu kỳ điển hình của điện dung khử ion có hai bước, một bước làm sạch nước và một bước tái tạo điện cực.

Trong bước làm sạch, điện tích dương và âm được áp trên các điện cực và ion trái dấu có trong nước thì bị hút tới điện cực tích điện trái dấu. Hiệu ứng này gây ra việc giảm số lượng của các ion trong nước.

Trong bước tái tạo, điện tích trên các điện cực được đảo chiều (hoặc các điện cực được đoản mạch). Trong bước này, các ion được nhả từ các điện cực và đi qua nước chảy do lực đẩy tĩnh điện. Trong bước này, có một số lượng lớn các

ion trong nước. Nước như vậy thường không phù hợp để tiêu thụ do đó các thiết bị thương mại có cơ chế bên trong để loại bỏ hoặc thải nước này.

Hiệu suất của bất kỳ hệ thống điện dung khử ion có thể được đo bằng hai tham số.

Tham số thứ nhất là loại bỏ tối ưu tổng chất rắn hòa tan. Tham số thứ hai được gọi là "thu hồi" được định nghĩa là tỷ lệ nước được lọc so với tổng lượng nước đưa vào. Thiết bị hoặc phương pháp lọc nước, tốt hơn là trong đó sự thu hồi nước càng cao càng tốt, điều đó có nghĩa rằng nhiều nước được lọc hơn.

Điều này đã được thực hiện bằng phương pháp trong đó điện tích được áp cho mỗi điện cực trong mỗi cặp điện cực tích điện trái dấu trong các bước nạp điện của một chuỗi các chu kỳ lặp đi lặp lại sẽ được đảo chiều trong bước nạp điện của chuỗi chu kỳ lặp đi lặp lại ngay sau đó, trong đó mỗi chuỗi có từ 10 đến 20 chu kỳ và mỗi chu kỳ có bốn bước.

Chu kỳ

Sáng chế bộc lộ phương pháp lọc sạch nước có một chuỗi chu kỳ lặp đi lặp lại trong đó nước đầu vào được đi qua ít nhất một cặp điện cực tích điện trái dấu, mỗi chu kỳ có:

- (i) bước nạp điện;
- (ii) bước đoản mạch thứ nhất;
- (iii) bước phóng điện gồm việc đảo cực điện tích trên các điện cực;
- và
- (iv) bước đoản mạch thứ hai.

Trong khi đó, trong phương pháp đã được biết đến, mỗi chu kỳ chỉ được tạo ra bởi hai bước; một bước nạp điện và một bước phóng điện.

Đảo chiều phân cực được thực hiện dưới mười chu kỳ làm cho quy trình không hiệu quả. Điều này là bởi vì sau khi thay đổi phân cực hệ thống sẽ mất một số chu kỳ (thuật ngữ là "chu kỳ thải") để ổn định và thực hiện để tối đa hiệu quả của quy trình. Vì vậy nếu đảo chiều phân cực được thực hiện thường xuyên thì số chu kỳ thải sẽ cao hơn và sẽ làm cho quy trình này không hiệu quả. Việc

đảo chiều điện tích được thực hiện nhiều hơn hai mươi chu kỳ sẽ không tạo ra hiệu quả mong muốn như các điện cực do số lượng đáng kể của các ion đã được hấp phụ.

Trong bước nạp điện, các ion có mặt trong nước đầu vào được hấp phụ trên bề mặt của điện cực. Trong phương pháp được ưu tiên, thời gian của các bước nạp điện là từ 1 đến 25 phút, tốt hơn là từ 6 đến 18 phút, tốt hơn nữa là từ 12 đến 18 phút. Khoảng thời gian đối với từng bước phụ thuộc vào loại điện cực, vật liệu chế tạo của điện cực, kích thước của điện cực, điện áp và chỉ số TDS của nước được xử lý.

Bước đoản mạch thứ nhất giúp cân bằng hoặc trung hòa các điện tích bám vào các điện cực để các ion có thể đi vào khối nước. Trong phương pháp ưu tiên, thời gian của các bước đoản mạch thứ nhất là từ 2 đến 60 giây, tốt hơn nữa là từ 8 đến 15 giây và tốt nhất là từ 10 đến 15 giây.

Các tác giả sáng chế đã xác định rằng ngay cả sau bước đoản mạch thứ nhất, một số ion có thể vẫn còn bám dính, trong số các lý do khác, do không có động lực cụ thể để hấp phụ. Điều này đạt được bằng bước phóng điện gồm việc đảo chiều của điện tích áp trên các điện cực trong một thời gian ngắn, giúp giải phóng các ion đã hấp phụ bởi các điện tích còn dư của các điện cực. Các ion này thì dễ dàng được phát tán bởi các lực đẩy tĩnh điện.

Bước này cũng giúp tái tạo các điện cực để sử dụng tiếp. Trong phương pháp ưu tiên, thời gian của bước phóng điện là từ 5 đến 20 giây, tốt hơn nữa là từ 8 đến 15 giây và tốt nhất là từ 8 đến 15 giây.

Bước đoản mạch thứ hai giúp trung hòa thêm điện tích còn lại. Trong phương pháp được ưu tiên, khoảng thời gian của bước đoản mạch thứ hai là từ 4 đến 20 phút, tốt hơn nữa là từ 12 đến 18 phút. Bước này còn khiến các ion ra khỏi điện cực với khối nước.

Điện cực

Điện dung khử ion sử dụng các điện cực làm phương tiện cho hấp phụ điện trường ion để làm giảm tổng chất rắn hòa tan trong nước. Nước có chỉ số TDS cao hơn gây ra vị không ngon miệng của nước.

Như đã giải thích trước đó, nước đi qua ít nhất một cặp điện cực tích điện trái dấu. Một số loại điện cực khác nhau đã được biết đến. Bất kỳ điện cực cụ thể có thể được lựa chọn để phù hợp với yêu cầu.

Điện cực có thể được làm từ nhiều loại vật liệu. Vật liệu phổ biến và được ưa chuộng nhất là cacbon hoạt tính, tốt hơn là loại thu được từ than bitum, vỏ dừa, gỗ hoặc nhựa dầu khí. Được ưu tiên khi mà diện tích bề mặt của cacbon hoạt tính là lớn hơn $500 \text{ m}^2/\text{g}$, tốt hơn nữa là lớn hơn $1000 \text{ m}^2/\text{g}$. Tốt hơn kích thước đồng nhất hiệu quả của cacbon hoạt tính là ít hơn 2, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 1,5. Được ưu tiên rằng số lượng cacbon tetracolorit của cacbon hoạt tính là lớn hơn 50%, tốt hơn nữa là lớn hơn 60%. Giá trị iod của cacbon hoạt tính tốt hơn là lớn hơn 800, tốt hơn nữa là lớn hơn 1000. Được ưu tiên rằng kích thước hạt của cacbon hoạt tính là 75 đến $300 \mu\text{m}$, tốt hơn nữa là 100 đến $250 \mu\text{m}$.

Các dạng thay đổi của cacbon hoạt tính trong đó có vải cacbon, cacbon dạng, cacbon aerogel và cacbon thay đổi với các kim loại cũng có thể được sử dụng thay thế hoặc bổ sung với cacbon hoạt tính.

Chất kết dính, thường là chất kết dính hữu cơ được sử dụng để gắn các điện cực, ví dụ như các hạt cacbon, do đó một điện cực có thể được hình thành. Một chất kết dính dẻo nhiệt được ưu tiên. Tốt hơn nữa, chất kết dính có tốc độ dòng chảy tan (MFR) thấp hơn 5 g/10 phút. Tuy nhiên, tốt hơn nữa là MFR thấp hơn 2 g/10 phút và tối ưu là ít hơn 1 g/10 phút. Tốc độ tan chảy (MFR) thường được đo bằng cách sử dụng thử nghiệm tiêu chuẩn ASTM D 1238 (ISO 1133). Được ưu tiên rằng mật độ số lượng lớn của các chất kết dính là lên đến $0,6 \text{ g/cm}^3$ tốt hơn nữa là đến $0,5 \text{ g/cm}^3$ và tốt hơn nữa là lên đến $0,25 \text{ g/cm}^3$.

Ví dụ về các chất kết dính thích hợp bao gồm polyetylen trọng lượng cao phân tử, polypropylen và kết hợp nó với trọng lượng phân tử khoảng 106 đến 109 g/mol. Chất kết dính của lớp này có sẵn trên thị trường dưới tên thương mại

Hostalen® từ Ticona GMBH, Gur® Sunfine® (từ Asahi, Nhật Bản), và Hizex® (từ Mitsubishi). Chất kết dính thích hợp khác gồm LDPE được bán dưới tên thương mại là Lupolen® (từ Basel polyolefin) và LLDPE từ Qunos (Australia). Được ưu tiên rằng các chất kết dính dẻo nhiệt thì không có sợi.

Kích thước hạt của chất kết dính dẻo nhiệt được ưu tiên là từ 20 đến 60 μm , tốt hơn nữa là từ 40 đến 60 μm . Các chất kết dính dẻo nhiệt được ưu tiên lên đến 8 đến 30%, tốt hơn là từ 10 đến 30%, tốt hơn nữa là từ 12 đến 28% trọng lượng của điện cực.

Một vật liệu dẫn điện, đặc biệt là có hình thức tốt và dẫn điện như cacbon đen thường được sử dụng để làm các điện cực. Cacbon đen này là một dạng nguyên tố cacbon. Để chọn một dạng cacbon đen phù hợp cho các điện cực, các tiêu chí như tổng diện tích bề mặt, diện tích bề mặt mao mạch, cấu trúc và các quá trình oxy hóa bề mặt cần được xem xét.

Được ưu tiên rằng tổng diện tích bề mặt của cacbon đen dẫn điện lớn hơn $500\text{m}^2/\text{g}$. Tốt hơn nữa, khu vực mao của cacbon đen dẫn điện lớn hơn $100\text{m}^2/\text{g}$, tối ưu là 100 đến $1000\text{m}^2/\text{g}$. Cơ cấu cacbon đen dẫn điện là được đặc trưng bởi chỉ số hấp thụ dầu (OAN). Cacbon đen có sẵn trên thị trường có OAN 45 đến 400 cc/100 g. Được ưu tiên rằng chỉ số hấp thụ dầu (OAN) của cacbon đen dẫn điện là 100 đến 400 cc/100 g, tốt nhất là từ 250 đến 400 cc/100 g.

Lớp được ưu tiên của cacbon dẫn điện màu đen bao gồm Timcal® Graphite 5 Cacbon (các lớp: Ensaco® 250G, Ensaco® 350) hoặc từ Cabot Corporation (các lớp: Regal, Black Pearl 2000, Vulcan), hoặc từ EVONOVİK (Grade: PRINTEX® XE-2), hoặc từ Akzo Nobel (Ketjen Black).

Một chế phẩm được ưu tiên cho một điện cực bao gồm cacbon hoạt tính, chất kết dính dẻo nhiệt và cacbon đen dẫn điện mà tốt hơn là được đúc vào một tấm chì bởi quá trình xử lý nhiệt. Một chi tiết của điện cực có thể được bộc lộ trong WO 2009/077276 A1 (Unilever). Tốt hơn là tỷ lệ của cacbon hoạt tính với chất kết dính là 1:1 đến 20:1 và tỷ lệ của cacbon hoạt tính với cacbon đen dẫn điện là 1:1 đến 10:1.

Để sử dụng các điện cực, chúng thường được cắt theo kích thước yêu cầu. Kích thước này phụ thuộc vào kích thước của bình điện dung khử ion tương ứng trong đó các điện cực được lắp ráp. Thông thường các điện cực được lắp ráp theo thứ tự cặp, chẳng hạn như 11 cặp, 13 cặp lên đến tốt hơn là 25 cặp. Trên 25 cặp, lực cản thủy lực trở nên quá cao dẫn đến giảm áp lực hơn. Lý do thứ hai là có một số độ trễ giữa các chu kỳ nạp bình điện phân và nước trong việc thoát ra khỏi các bình điện phân bởi vì chiều dài đường dẫn là quá cao. Trong phương pháp ưu tiên, nước được đưa qua 8 đến 25 cặp điện cực. Đó là trường hợp bình thường mà tổng số lượng điện cực, một số lượng đáng kể là hai điện cực mặt và thường xuyên nhất khi "n" cặp điện cực được sử dụng; số lượng các cặp có hai mặt là "n-1" để lại một cặp cân bằng được sử dụng như là điện cực một mặt, trong đó, một thiết bị hoặc chông, được đặt một mỗi như các điện cực đầu cuối.

Được đặc biệt ưu tiên của tất cả các cặp điện cực, phần lớn các điện cực là hai mặt và tương ứng với một số ít các điện cực là một mặt.

Trong khi nó được ưu tiên trong phương pháp này các điện cực được bố trí song song, họ cũng có thể được sắp xếp trong lớp.

Được ưu tiên rằng độ dày của mỗi điện cực hai mặt là 1 đến 6 mm tốt hơn là 2 đến 5 mm và tốt hơn nữa là 3 đến 4 mm. Được ưu tiên rằng độ dày của mỗi điện cực một mặt là 1 đến 3 mm.

Một loại vật liệu không dẫn điện, chẳng hạn như vải nylon, được sử dụng để ngăn ngừa tiếp xúc trực tiếp giữa các điện cực. Được đặc biệt ưu tiên mà khoảng cách giữa hai điện cực liền kề là 1 mm hoặc thấp hơn.

Bình điện phân điện dung khử ion

Các điện cực được lắp ráp để có được một bình điện phân. Phương pháp được bộc lộ bằng cách sử dụng một bình điện phân điện dung khử ion. Thông thường trong một bình điện phân như một cặp điện cực được kết nối với điện thế tích cực và tiêu cực tương ứng. Một vỏ bao quanh bình điện phân điện dung khử ion và có cung cấp để nước chảy vào và ra khỏi bình điện phân. Vỏ bao cũng cung cấp và tạo ra kết nối bên ngoài các điện cực trong các bình điện phân.

Nước cho vào đầu vào bình điện phân

Bất kỳ phương pháp được biết đến có thể được sử dụng để cho nước vào đầu vào bình điện phân. Nước thì thường được cho qua một bình chứa hoặc một nguồn nước trực tiếp và một máy bơm. Nước được cấp được lưu trữ trong các bình chứa được đưa vào bình điện phân điện dung khử ion hay các bình điện phân điện dung khử ion được kết nối với một nguồn nước trực tiếp như vòi nước.

Một máy bơm cung cấp nước từ bình chứa hoặc các nguồn trực tiếp vào các bình điện phân điện dung khử ion. Máy bơm cung cấp nước được biết đến với tốc độ dòng chảy 1 đến 1500 ml/phút, tốt hơn nữa là 10 đến 300 ml/phút. Tốc độ dòng chảy phổ biến hơn là khoảng 55 ml/phút đến 110 ml/phút. Phương tiện thích hợp để lọc nước trước khi cấp để loại bỏ các chất hữu cơ và các hạt tốt hơn là thông qua.

Nguồn cung cấp

Nguồn cung cấp năng lượng cần thiết để thực hành các phương pháp được bộc lộ. Điện có thể được cung cấp bởi bất kỳ phương pháp nào. Tuy nhiên được ưu tiên rằng điện được cung cấp bởi một hệ thống cung cấp điện DC có thể lập trình để cung cấp điện áp DC và áp dụng bước tính thời gian được lập trình sẵn như đoạn mạch, nạp điện và phóng điện.

Được ưu tiên rằng điện áp giữa các điện cực trong các bước nạp điện là 0,1 đến 10 V, tốt hơn nữa là từ 0,8 đến 8 V và tốt hơn nữa vẫn là 1,0 đến 6 V. Trong bước phóng điện, khi điện tích trên các điện cực được đảo ngược, mặc dù chỉ trong một thời gian ngắn, điện áp ưu tiên là -0,1 đến -10 V tốt hơn nữa từ -0,8 đến -8 V và tốt hơn nữa vẫn là từ -1,0 đến -6 V.

Đo chỉ số TDS

Máy đo độ dẫn được sử dụng để đo nồng độ muối trong nước và với các chương trình điện tử phù hợp, TDS thì được tính toán từ đó. Tốt hơn là hai máy đo được sử dụng. Máy đo độ dẫn thứ nhất nằm trước khi bình điện phân điện dung khử ion đo nồng độ muối trong nước đầu vào. Máy đo độ dẫn thứ hai nằm

sau bình điện dung đo nồng độ các biện pháp bình điện phân của các muối trong nước ở đầu ra. Máy đo độ dẫn thứ hai này được kết nối với một bộ xử lý điện tử. Các bộ vi xử lý điện tử nhận được tín hiệu từ máy đo độ dẫn và nó chuyển đổi các tín hiệu điện từ các máy đo độ dẫn vào TDS. Được ưu tiên là độ dẫn được đo tại các khoảng thường xuyên ví dụ 1 giây, có thể được điều khiển bởi bộ vi xử lý điện tử. Nước đầu ra có TDS lớn hơn một mức nhất định thường được coi là không phù hợp để sử dụng.

Để cung cấp một phương tiện để kiểm soát đầu ra của nước, van cuộn dây thường được sử dụng trong các bình điện phân điện dung khử ion.

Van điện từ

Một van điện từ là một van hoạt động điện cơ. Van được điều khiển bởi một dòng điện qua một cuộn dây. Trong trường hợp van hai cổng, các dòng chảy được bật hoặc tắt và trong trường hợp một cổng ba van dòng chảy được chuyển giữa hai cổng ra. Các van cuộn dây là yếu tố thông dụng nhất được sử dụng trong kiểm soát dòng chảy chất lỏng. Nhiệm vụ chính của chúng là để tắt, phát tán, định lượng hoặc phân phối chất lỏng. Cuộn dây cung cấp nhanh chóng và an toàn chuyển đổi, độ tin cậy cao, tuổi thọ cao, khả năng tương thích tốt với vật liệu sử dụng, năng lượng điều khiển thấp và thiết kế nhỏ gọn.

Được ưu tiên là van 3 chiều điện từ được sử dụng trong đó có một cổng là đầu vào cho nước và hai là dành cho đầu ra. Được ưu tiên là các van điện từ được kết nối với máy đo độ dẫn điện có một công tắc role. Khi TDS là ở trên các giá trị thiết lập, các dòng chảy qua nước là thường đóng và nước đến từ một cổng ra mà là trực tiếp với cổng đầu vào. Khi TDS được hạ xuống dưới điểm cài đặt trước, các role chuyển đổi được bật và các dòng điện chạy vào van cuộn dây để sau đó chuyển đường dẫn luồng vào cổng khác.

Các bộ vi xử lý điện tử điều khiển việc mở cổng cụ thể của các van điện từ dựa trên các cấp độ đầu vào và đầu ra đo TDS và các điểm xác định trước cho TDS. Được ưu tiên rằng TDS của nước trước khi sự khử ion là 700 đến 800 ppm nhưng TDS có thể thay đổi tùy thuộc vào nguồn nước. Được ưu tiên rằng TDS

được hạ xuống ít nhất 30% so với mức ban đầu sau sự khử ion, ví dụ: giảm từ 100 ppm đến 30 ppm. TDS là một chức năng của các ion trong nước. Những ion này được loại bỏ bằng các điện cực. Tuổi thọ của mỗi điện cực là hạn chế.

Nếu loại bỏ TDS tỷ lệ giảm xuống dưới 30%, tức là loại bỏ được 30%, sau đó nó có thể không có giá trị tiếp tục quá trình và sử dụng các điện cực mà không cần can thiệp. Nói cách khác, nếu TDS đầu vào là 100 ppm và TDS đầu ra là trên 70 ppm, các điện cực cần can thiệp.

Được ưu tiên là các giá trị thiết lập trước quy định giới hạn trên của TDS là 500 ppm. Tốt hơn nữa các giá trị là 300 ppm. Sự suy giảm TDS để loại bỏ hoàn toàn các muối hòa tan là không mong muốn. Không có nước của các chất rắn hòa tan thường có vị nhạt nhẽo. Do đó, các điểm định trước thấp hơn là 150 ppm. Điều này có nghĩa rằng sẽ có tối thiểu 150 ppm TDS trong nước đầu ra.

Bước để nâng cao hơn nữa tuổi thọ sử dụng các điện cực:

Thường quan sát thấy rằng tuổi thọ sử dụng các điện cực điện dung khử ion giảm theo thời gian khi muối bị lắng đọng trên các điện cực. Điều này làm giảm hiệu quả của phương pháp. Nó có thể tiếp tục dẫn đến các vấn đề kỹ thuật do điện cực bị bẩn. Thông thường các điện cực được xử lý/rửa bằng hóa chất để tăng tuổi thọ.

Hiện các tác giả sáng chế đã xác định rằng việc tái chế một số lượng nước đã được lọc có chứa lượng thấp của TDS trở lại bình chứa điện dung khử ion cải thiện tuổi thọ sử dụng của các điện cực. Vì vậy theo một khía cạnh ưu của phương pháp, một phần nước sau lọc, được tái chế thông qua các bình điện dung khử ion. Nước sau lọc có thể được tái chế bởi bất kỳ phương pháp thích hợp, nhưng tốt hơn là bởi quy trình hồi lưu và định lượng, tốt hơn là chương trình này được lập trình bằng máy tính. Nếu không muốn bị ràng buộc bởi lý thuyết người ta tin rằng việc tái chế nước sau lọc giúp hòa tan bất kỳ vật liệu bị làm hỏng kết tủa do sáng tạo của độ gradient nồng độ cao giữa bề mặt điện cực và dung lượng lớn.

Sử dụng bước này, có thể tăng gần gấp đôi tuổi thọ sử dụng của điện cực.

Nếu cần thiết hơn nữa, và khi các điện cực bị bẩn hoàn toàn, hiệu quả hoạt động của các điện cực có thể được phục hồi bằng cách rửa điện cực bị bẩn với một axit, tốt nhất là một axit và tốt hơn là một axit khoáng. Điều này có thể được thực hiện ví dụ, bởi đây các điện cực và rửa hoặc bằng cách dòng chảy của hệ thống nước chảy qua. Một dung dịch axit axetic 1% hoặc axit hydrochloric được ưu tiên. Cũng là một lợi thế để ngắt kết nối nguồn điện với các điện cực trong bước này. Các dung dịch axit tốt hơn là thông qua bình điện phân trong khoảng ba mươi phút ở tốc độ dòng chảy của 110 ml/phút. Được ưu tiên hơn nữa rửa các điện cực với năm lít nước để hòa tan tất cả các muối chuyển đổi và cuối cùng với nước khoảng 800 ppm TDS để độ pH trung tính trở lại.

Sáng chế sẽ được giải thích chi tiết với sự hỗ trợ của các ví dụ không hạn chế sau đây.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1: Điều chế điện cực cacbon được ưu tiên

Điện cực cacbon được ưu tiên đã được chuẩn bị bởi quy trình trộn ướt sau đó ủ nhiệt. Bột cacbon hoạt tính có diện tích bề mặt BET 885 m²/g và độ dẫn điện khoảng 0,1 S/cm, chất kết dính polyetylen mật độ cao, và cacbon dẫn điện màu đen có diện tích bề mặt BET 770 m²/g và độ dẫn điện khoảng 0,05 S/cm đã được pha trộn với tỷ lệ 70:20:10 để tạo thành bùn. Để chuẩn bị một điện cực hai mặt, huyền phù được lan truyền trên cả hai mặt của một tấm chì có độ dày 0,3 mm và đường kính 15 cm. Chỉ một mặt của tấm chì được sử dụng để tạo ra điện cực một mặt. Tấm chì phải chịu áp lực của 25 kg/cm² trong một khuôn và khuôn được đặt trong một lò nung ở 200°C trong 2 giờ, để nguội đến điều kiện môi trường xung quanh sau đó các điện cực đã được gỡ bỏ.

Mỗi điện cực hai mặt dày 3,2 mm và mỗi điện cực một mặt là 1,7 mm. Diện tích bề mặt BET của mỗi điện cực là 757 m²/g và độ dẫn điện của nó là khoảng 0,15 S/cm.

Mười hai điện cực như trên đã được kết nối song song với nhau (chồng) với mặt grafit hướng ra ngoài ở cuối. Một tấm vải nylon dày 100 µm phân cách

được đặt giữa hai điện cực để ngăn chặn đoản mạch nhưng vẫn cho phép lưu lượng nước giữa các điện cực.

Các chông điện cực được cắt theo hình vuông có kích thước 10,6 mm x 10,6 mm với phần grafit tam giác tiếp xúc với các kích thước 15 mm x 15 mm x 20 mm). Các thiết bị nối grafit tam giác mà là 5 mm dày và có kích thước 15 mm x 15 mm x 20 mm được sử dụng để kết nối điện cực xoay chiều mà được kết nối với nguồn điện thông qua một kết nối truyền dẫn. Thí nghiệm được tiến hành trên một thiết bị thử nghiệm điện dung khử ion, việc lắp đặt sẽ được giải thích ngay sau đây.

Thiết bị thử nghiệm điện dung khử ion

Thiết bị thử nghiệm điện dung khử ion đã được tạo ra trong đó bao gồm một bình điện phân CDI cái mà chứa chông các điện cực được bộc lộ, một nguồn cung cấp năng lượng, bơm nhu động, máy đo độ dẫn, máy nhập dữ liệu và một máy ghi âm (tốt hơn là máy tính). Thiết bị thử nghiệm bao gồm một bình điện phân CDI. Kích thước bên ngoài của bình điện phân thử nghiệm là 138 mm x 138 mm trong khi các kích thước bên trong là 114 mm x 114 mm. Các bình điện phân CDI đơn có 11 cặp điện cực. Trong các bình điện phân thử nghiệm, các điện cực xoay chiều được kết nối với nhau bằng kết nối grafit và sau đó được nén bởi một nắp mà khoảng cách giữa các điện cực là ít hơn 1 mm. Điều này có nghĩa là điện dung tốt.

Bên trong bình điện phân điện dung khử ion, sự phân bố dòng chảy đã được sắp xếp theo một cách mà tổng số lượng của nước mà đi vào các bình điện phân đã được chia đều giữa tất cả các điện cực.

Nước đi vào các bình điện phân từ đáy và vượt qua trần của các bình điện phân trong một cấu hình vào rồi ra. Nước được bơm vào các bình điện phân bằng bơm nhu động mà được đưa vào từ một bình chứa nước. Các bình điện phân được kết nối tiếp vào nguồn điện 780 Watt và các dữ liệu thu thập được nhập vào một máy tính. Độ dẫn của nước đầu vào và đầu ra được đo bằng máy đo độ dẫn tiêu chuẩn và dữ liệu này cũng đã được đưa vào máy tính.

Nước TDS cao (TDS = 800 ppm) được đi qua các điện cực dưới tốc độ dòng chảy 110 ml/phút. Điện áp của 4,4 V (bước (i)) và - 4,4 V (bước (iii)) đã được áp dụng trên các điện cực. Các giá trị cài đặt trước giảm TDS được đặt ít nhất là giảm 30%.

Thời lượng

- Bước nạp điện - 16 phút
- Bước đoản mạch thứ nhất - 10 giây
- Bước phóng điện - 10 giây
- Bước đoản mạch thứ hai - 8 phút

BẢNG 1

Không có đảo chiều sau 20 chu kỳ		Đảo chiều sau 20 chu kỳ	
Nước trôi qua/L	Giảm TDS (%)	Nước trôi qua/L	Giảm TDS (%)
35	47	52	50
91	41	105	46
150	37	159	42
204	32	213	39
258	31	270	38
366	22	329	38
377	19	378	36
		427	35
		550	30

Các dữ liệu trong bảng 1 cho thấy trong trường hợp không có sự đảo ngược chỉ 258 lít nước có thể được lọc trong khi đáp ứng các tiêu chuẩn định sẵn giảm (giảm ít nhất 30%). Mặt khác, khi phương pháp đã được bộc lộ sau, gần như gấp đôi so với lượng nước có thể được lọc. Nói cách khác, kết quả cho thấy việc đảo ngược điện tích áp dụng của các điện cực trong các bước nạp điện dẫn đến tuổi thọ sử dụng cao hơn đáng kể của các điện cực.

Ví dụ 2

Quy trình của Ví dụ-1 đã được lặp đi lặp lại bằng cách hạ thấp tốc độ dòng chảy của nước đến 55 ml/phút. Các dữ liệu được trình bày trong bảng 2.

BẢNG 2

Không có đảo chiều sau 20 chu kỳ		Đảo chiều sau 20 chu kỳ	
Nước trôi qua/L	Giảm TDS (%)	Nước trôi qua/L	Giảm TDS (%)
6,5	70	4,2	67
18	64	11	68
39	59	43	64
65	54	75	62
91	49	103	57
130	42	130	57

Các dữ liệu trong bảng 2 cho thấy sự liên tục của phương pháp (chu kỳ) mà không đảo chiều điện tích áp dụng trên các điện cực dẫn đến hiệu suất kém.

Ví dụ 3: Hiệu quả của việc tái chế nước uống tinh khiết

Một thí nghiệm được tiến hành bằng cách sử dụng một thiết bị có một chông mười một cặp điện cực. Tốc độ dòng chảy của nước đã được điều chỉnh đến 110 ml/phút tại điện áp là 4,4 V và TDS của nước đầu vào là 800 ppm. Năm lít nước sau lọc đã được tái chế thông qua các điện cực. Nước sau lọc này đã được sử dụng để rửa các điện cực bằng cách bơm nước ở cùng một tỷ lệ chảy 110 ml/phút thông qua các bình điện phân và sau đó nước được loại bỏ. Các bước được tiếp tục cho đến khi toàn bộ thể tích của năm lít nước đã được sử dụng. Trong bước này, nguồn cung cấp điện đã bị ngắt kết nối.

Các kết quả được đưa ra trong bảng 3.

BẢNG 3

Khối lượng nước thông qua (lít)	Thí nghiệm kiểm soát loại bỏ các TDS (%)	Nước tái chế loại bỏ các TDS (%)
51	49	48

105	46	50
159	42	48
213	39	50
270	38	46
329	38	45
378	36	44
426	35	43
550	30	41
1100	--	30

Từ các dữ liệu so sánh trong bảng 3 có thể dễ dàng nhìn thấy việc tái chế nước sau lọc qua các điện cực gần như tăng gấp đôi tuổi thọ sử dụng của điện cực như thế nào. Các điện cực cung cấp nước có tối đa 30 ppm TDS cho tối đa 1100 lít so với 550 lít trong thí nghiệm kiểm soát.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp khử ion trong nước bằng cách điện dung khử ion bao gồm chuỗi các chu kỳ lặp đi lặp lại trong đó nước được đưa qua ít nhất một cặp điện cực tích điện trái dấu, mỗi chu kỳ bao gồm:

(i) bước nạp điện;

(ii) bước đoản mạch thứ nhất;

(iii) bước phóng điện gồm việc đảo ngược của cực được áp trên điện cực;

và

(iv) bước đoản mạch thứ hai,

trong đó:

cực tính được áp cho mỗi điện cực trong mỗi cặp điện cực tích điện trái dấu trong bước nạp điện của một chuỗi các chu kỳ lặp đi lặp lại được đảo chiều trong bước nạp điện của chuỗi chu kỳ lặp đi lặp lại ngay sau đó và trong đó mỗi chuỗi chu kỳ trên gồm từ 10 đến 20 chu kỳ.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thời gian của bước nạp điện là từ 1 đến 25 phút.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thời gian của bước đoản mạch thứ nhất là từ 2 đến 60 giây.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thời gian của bước phóng điện trong mỗi chu kỳ là từ 5 đến 20 giây.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thời gian của bước đoản mạch thứ hai là từ 4 đến 20 phút.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó nước được dẫn qua từ 8 đến 25 cặp điện cực.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó các điện cực được nối song song.

8. Phương pháp theo điểm 6 hoặc 7, trong đó các cặp điện cực, phần lớn là điện cực hai mặt và một số ít là điện cực một mặt.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó điện cực bao gồm cacbon hoạt tính, chất kết dính và cacbon đen dẫn điện.
10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó tỷ lệ cacbon hoạt tính so với chất kết dính là từ 1:1 đến 20:1 và tỷ lệ cacbon hoạt tính so với cacbon đen dẫn điện là từ 1:1 đến 10:1.
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 8 đến 10, trong đó mỗi điện cực hai mặt dày từ 1 đến 6 mm.
12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó một phần nước sau lọc được tái chế qua bình điện dung khử ion.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó nước được tái chế bằng quy trình hồi lưu và định lượng.
14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó quy trình tái chế nước được lập trình bằng máy tính.