



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

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

(11)



2-0004451

(51) **C02F 1/461; C02F 9/00; C02F 1/46**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2025-00590

(22) 19/01/2024

(67) 1-2024-00428

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/03/2024 432

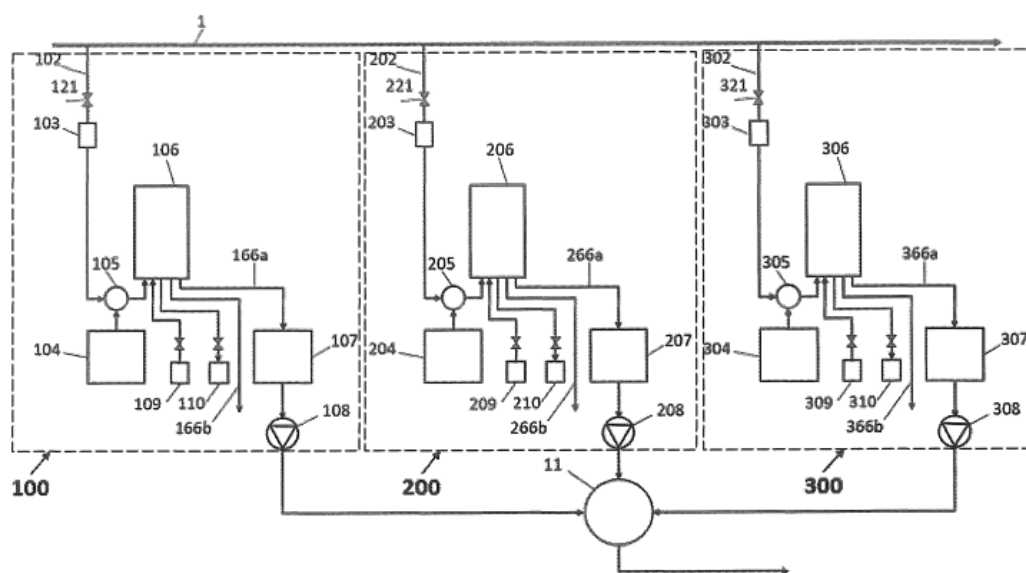
(73) **CÔNG TY TNHH ỨNG DỤNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ QUỐC TẾ (VN)**
số nhà 16, ngõ 201, đường Thụy Phương, phường Thụy Phương, quận Bắc Từ Liêm,
thành phố Hà Nội

(72) Hà Văn Nam (VN).

(54) **HỆ THỐNG SẢN XUẤT NƯỚC ĐIỆN HÓA**

(21) 2-2025-00590

(57) Giải pháp hữu ích đề xuất hệ thống sản xuất nước điện hóa bao gồm ba hệ thống điện phân song song, cụ thể là gồm ống nước chính (1), hệ thống điện phân thứ nhất (100), hệ thống điện phân thứ hai (200), hệ thống điện phân thứ ba (300) và bể chứa nước điện hoá tổng (11), trong đó: ống nước chính (1) cấp nước cho hệ thống điện phân thứ nhất (100), hệ thống điện phân thứ hai (200), hệ thống điện phân thứ ba (300); bể chứa tổng (11) thu ba dòng nước điện hoá anolit từ ba lò điện phân (106), (206), (306) và cho ra nước điện hoá anolit thành phẩm, nước điện hoá anolit chuẩn đầu ra ở bể chứa tổng (11) dùng để đóng gói sản phẩm đạt ORP 850-900, pH=7.3-7.8.



Hình 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến lĩnh vực điện hóa nước. Cụ thể là giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống sản xuất nước điện hóa.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Trong số tất cả các loại dung dịch sát trùng có hoạt tính cao nhưng có độc tính thấp đã biết từ trước đến nay, dung dịch nước điện hoá thu được từ cực âm (anolyte) trung tính được sản xuất trên các thiết bị hoạt hóa điện hóa có nhiều ưu điểm nổi bật. Điều khiến các nhà y học đặc biệt quan tâm đối với các dung dịch khử trùng này là không tạo ra các vi khuẩn kháng lại chúng. Thực tế đã được chứng minh khi kinh nghiệm hơn hai thập kỷ sử dụng dung dịch anolyte STEL-ANK để thay thế các chất khử trùng truyền thống tại tất cả các bệnh viện trong thành phố Moscow (Nga), không có một loại vi khuẩn nào có khả năng kháng thuốc được phát hiện sau đó.

Nhiều công trình đã công bố về nước oxy hóa điện hóa (electrolyzed oxidizing water), trong đó yếu tố chính diệt khuẩn là HOCl (axit hypochlorous) được tạo ra trong quá trình điện phân dung dịch muối NaCl trong buồng điện phân có màng ngăn với các điện cực dạng tấm phẳng nằm cách xa nhau. Vì vậy, nó không thể thể hiện hiệu ứng hoạt tính và loại bỏ nguy cơ của sự thích nghi của vi sinh vật gây bệnh với dược phẩm. Các loại thiết bị điện phân đã biết có cấu trúc tương tự một bình điện phân thông thường có màng ngăn, trong đó chỉ có axit HOCl và oxy là hai chất oxy hóa chính được tạo ra.

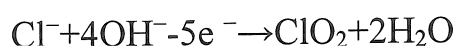
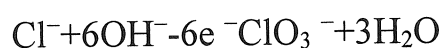
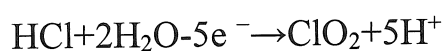
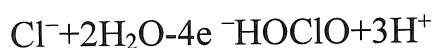
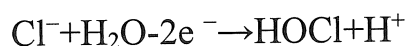
Nước điện hoá thu được tại vùng anot (cực âm) được đặc trưng bởi hoạt tính thiếu điện tử, thể hiện tính chất oxy hóa và được gọi là anolit (anolyte). Tương tự, nước hoạt hóa tại vùng catot (cực dương) có hoạt tính dư điện tử, thể hiện tính chất khử và được gọi là catolit (catholyte). Các loại nước được điện hóa có thể được sử dụng cho mục đích khử trùng và tiệt trùng trong nhiều lĩnh vực khác nhau nhờ vào khả năng oxy hóa của các sản phẩm oxy hóa trong chúng.

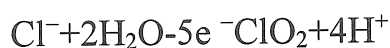
Hiện tượng hoạt hóa điện hóa được thực hiện bởi kỹ sư người Nga Bakhir

V. M. vào năm 1975 trong quá trình nghiên cứu khả năng điều chỉnh các đặc tính của dung dịch khoan thông qua phương pháp điện hóa. Hiện tượng hoạt hóa điện hóa bao gồm sự tương tác của các tác nhân điện hóa và điện lí với nước tại lớp tiếp xúc của bề mặt điện cực trong một buồng điện phân có màng ngăn, trong điều kiện mà việc di chuyển các điện tích không cân bằng qua ranh giới "điện cực - chất điện ly" kết hợp với việc sản phẩm điện phân được tạo ra trong quá trình này bị kích hoạt mạnh.

Từ cuối thế kỷ 19, quá trình điện phân dung dịch natri clorua đã được tiến hành rộng rãi để thu hồi dung dịch xút và clo, được biết đến với tên gọi là điện phân clorua kiềm. Nguyên lý hoạt động của phương pháp màng ngăn là tách dung dịch muối thành hai thành phần. Để làm điều này, một màng ngăn đặc biệt được sử dụng - một vách ngăn chỉ cho phép các ion natri đi qua và giữ lại các ion clo. Khi tiến hành điện phân, clo được hình thành trong một khoang và kiềm natri hydroxit được hình thành trong khoang còn lại. Thông qua việc thực hiện quá trình điện phân với cường độ yếu và vận hành liên tục của buồng điện phân, thay vì sản xuất dung dịch xút ăn da hoặc clo, có thể sản xuất một sản phẩm oxy hóa trong buồng cực dương hoặc tương tự là các sản phẩm khử trong buồng cực âm.

Vì vậy, Vitold Bakhir đã phát triển một thiết bị điện phân liên tục dựa trên phương pháp màng ngăn, còn được gọi là điện phân (Giải pháp hữu ích Nga số 882944). Khi dung dịch natri clorua đi qua buồng cực dương, các chất oxy hóa như clo (ở lượng thấp), hypoclorit, clorit, clorin dioxit, clorat và các chất oxy hóa khác được hình thành là kết quả của quá trình này. Một số phản ứng quan trọng nhất của dung dịch natri clorua trên cực dương được mô tả như sau:





Nếu sử dụng nước máy để điện phân, cần phải loại bỏ các ion canxi có trong nước trước khi điện phân, do khi có sự hiện diện của các ion canxi, có thể gây ra sự cố trong quá trình vận hành do kết tủa canxi, đặc biệt là trên bề mặt của màng ngăn.

Do đó, vẫn có nhu cầu đối với hệ thống sản xuất nước điện hoá cải tiến, tăng hiệu suất nước điện hoá thu được, rút ngắn thời gian sản xuất.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Mục đích của giải pháp hữu ích là đề xuất hệ thống sản xuất nước điện hoá bao gồm ba hệ thống điện phân song song, cụ thể là gồm ống nước chính (1), hệ thống điện phân thứ nhất (100), hệ thống điện phân thứ hai (200), hệ thống điện phân thứ ba (300) và bể chứa nước điện hoá tổng (11), trong đó:

ống nước chính (1) cấp nước cho hệ thống điện phân thứ nhất (100), hệ thống điện phân thứ hai (200), hệ thống điện phân thứ ba (300);

trong đó ba hệ thống điện phân nêu trên có kết cấu giống nhau, cụ thể các hệ thống điện phân tương ứng bao gồm: các ống nước nhánh (102), (202), (302); van điều khiển (121), (221), (321); bộ lọc (103), (203), (303); bể chứa dung dịch điện phân là nước muối NaCl (104), (204), (304); máy trộn (105), (205), (305); lò điện phân (106), (206), (306); bể chứa nước điện hoá từ ngăn cực âm của lò điện phân (107), (207), (307); máy bơm định lượng (108), (208), (308); bể trữ chất làm sạch lò điện phân (109), (209), (309); bể trữ dung dịch sau khi làm sạch lò điện phân (110), (210), (310); đường dẫn nước ra (166a), (266a), (366a) để dẫn nước điện hoá anolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân; đường dẫn nước ra (166b), (266b), (366b) để dẫn nước điện hoá anolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ giản lược thể hiện cấu hình tổng quan của hệ thống sản xuất nước điện hoá minh hoạ theo giải pháp hữu ích.

Hình 2 mô tả bề trộn minh hoạ của hệ thống theo giải pháp hữu ích.

Hình 3 mô tả lò điện phân minh hoạ của hệ thống theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Dưới đây, các ưu điểm, hiệu quả và bản chất của giải pháp hữu ích có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trên các hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau được dự định để biểu thị các thành phần hoặc chi tiết giống nhau hoặc tương đương và được sử dụng thống nhất trong toàn bộ mô tả, do vậy trên một số các hình vẽ hoặc một số phần trên hình vẽ có thể không xuất hiện một hoặc một số các số chỉ dẫn nhằm mục đích làm cho hình vẽ trở nên đơn giản và thuận tiện trong việc thể hiện các thành phần cấu tạo hoặc nguyên lý hoạt động khác nhau của giải pháp hữu ích, trong trường hợp như vậy, mối tương quan giữa các thành phần hoặc chi tiết cụ thể với các số chỉ dẫn biểu thị nó có thể được minh họa rõ khi tham chiếu tới các hình vẽ khác hoặc các phần khác trên hình vẽ. Bên cạnh đó, các thành phần và chi tiết được thể hiện trên hình vẽ là không theo kích thước và hình dạng thực tế, một số thành phần hoặc chi tiết sẽ được phóng đại lên và có thể được biểu thị bởi các khối giản lược nhằm mục đích minh họa và thuận tiện cho việc mô tả. Vì vậy, cần hiểu rằng các phương án được mô tả trong phần mô tả chỉ với mục đích làm ví dụ giúp cho việc hiểu rõ hơn về bản chất và các ưu điểm của giải pháp hữu ích, mà không giới hạn phạm vi của giải pháp hữu ích theo các phương án được mô tả này.

Các thuật ngữ tương đối về không gian, chẳng hạn như “phía trước”, “phía sau” “chiều dài”, “chiều rộng”, “chiều cao”, “ở trên”, “trên”, hoặc các thuật ngữ tương tự bất kỳ, có thể được sử dụng ở đây cho các mục đích mô tả, và, nhờ đó, để mô tả mối quan hệ của một thành phần với (các) thành phần khác như được minh họa trên các hình vẽ. Hiển nhiên là, các thuật ngữ này có thể hoán đổi vị trí hoặc vai trò trong mô tả đối tượng thực tế theo giải pháp hữu ích, ví dụ, nếu đối tượng được minh họa trên các hình vẽ được xoay lại 180 độ chẳng hạn, các thành phần được mô tả là “phía trước” hoặc “phía sau” sẽ được hoán đổi cho nhau. Do

đó, các thuật ngữ tương đối về không gian được lấy làm ví dụ cho việc mô tả có thể chứa đựng cả các nghĩa chỉ về các mối tương quan về không gian khác nữa phụ thuộc vào việc định hướng đối tượng được mô tả, ví dụ thuật ngữ “phía trước” có thể chứa đựng nghĩa “phía sau”, chẳng hạn.

Thuật ngữ "anolit" (anolyte) mô tả chất lỏng thu được từ buồng cực âm trong quá trình điện phân. Hệ thống theo giải pháp hữu ích tối ưu hoá việc sản xuất anolit. Do đó, trong trường hợp này, "nước theo giải pháp hữu ích" được đề cập đến là nước điện hoá anolit.

Theo một phương án, giải pháp hữu ích đề cập đến hệ thống sản xuất nước điện hoá bao gồm ba hệ thống điện phân có kết cấu giống nhau, cụ thể là gồm ống nước chính 1, hệ thống điện phân thứ nhất 100, hệ thống điện phân thứ hai 200, hệ thống điện phân thứ ba 300 và bể chứa nước điện hoá tổng 11, trong đó:

ống nước chính 1 cấp nước cho hệ thống điện phân thứ nhất 100, hệ thống điện phân thứ hai 200, hệ thống điện phân thứ ba 300;

trong đó ba hệ thống điện phân nêu trên có kết cấu giống nhau, cụ thể các hệ thống điện phân tương ứng bao gồm: các ống nước nhánh 102, 202, 302; van điều khiển 121, 221, 321; bộ lọc 103, 203, 303; bể chứa dung dịch điện phân là nước muối NaCl 104, 204, 304; máy trộn 105, 205, 305; lò điện phân 106, 206, 306; bể chứa nước điện hoá từ ngăn cực âm của lò điện phân 107, 207, 307; máy bơm định lượng 108, 208, 308; bể trữ chất làm sạch lò điện phân 109, 209, 309; bể trữ dung dịch sau khi làm sạch lò điện phân 110, 210, 310; đường dẫn nước ra 166a, 266a, 366a để dẫn nước điện hoá anolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân; đường dẫn nước ra 166b, 266b, 366b để dẫn nước điện hoá anolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân;

trong đó, ống nước chính 1 được nối với các ống nước nhánh 102, 202 và 302 của các hệ thống điện phân; van điều khiển 121, 221 và 321 và các bộ lọc 103, 203, 303 được bố trí trên các ống dẫn nhánh để điều khiển nước vào và loại bỏ các ion canxi và các tạp chất có trong nước trước khi dẫn nước đến máy trộn 105, 205, 305;

bộ lọc 103, 203, 303 bao gồm các lỗ lọc có độ rộng khoảng 80 đến 100 μ m, bể chứa thứ nhất 104, 204, 304 chứa dung dịch điện phân là dung dịch nước muối có độ mặn lớn hơn 5ppt (miligam muối trên 1 lít nước);

nước và dung dịch điện phân được trộn đồng nhất với nhau trong máy trộn 105, 205, 305 trước khi xả vào lò điện phân 106, 206, 306; hỗn dịch nước và dung dịch điện phân sau khi được kích hoạt trong lò điện phân 106, 206, 306 được tách thành anolit và catolit và được dẫn khỏi lò điện phân 106, 206, 306 tương ứng bằng hai đường dẫn nước ra 166a và 166b, 266a và 266b, 366a và 366b,

trong đó đường dẫn nước ra 166a, 266a, 366a được sử dụng để dẫn nước điện hoá anolit ra khỏi ngăn cực âm tương ứng của lò điện phân 106, 206, 306; đường dẫn nước ra 166b, 266b, 366b được sử dụng để dẫn nước catolit ra khỏi ngăn cực dương,

trong đó đường dẫn nước ra 166a, 266a, 366a nước điện hoá anolit đến bể chứa nước điện hoá anolit 107, 207, 307; bơm định lượng 108, 208, 308 được bố trí giữa bể chứa nước điện hoá anolit 107, 207, 307 và bể chứa tổng 11 để định lượng có kiểm soát anolit từ bể chứa nước điện hoá anolit 107, 207, 307 vào bể chứa tổng 11; bể trữ chất làm sạch lò điện phân 109, 209, 309 lưu trữ chất lỏng làm sạch lò điện phân 106, 206, 306; và bể trữ dung dịch sau khi làm sạch lò điện phân 110, 210, 310 được sử dụng để lưu trữ chất lỏng thu được sau khi làm sạch lò điện phân 106, 206, 306; bể chứa tổng 11 thu ba dòng nước điện hoá anolit từ ba lò điện phân 106, 206, 306 và cho ra nước điện hoá anolit thành phẩm;

trong đó máy trộn 105, 205, 305 của hệ thống điện phân tương ứng là máy trộn bi để đảm bảo sự trộn đều, liên tục của nước với dung dịch điện phân,

trong đó, máy trộn 105 bao gồm: thùng chứa 151, bi 152, ống dẫn thứ nhất 153, ống dẫn thứ hai 154, ống xả 155, và cảm biến độ mặn 156; thùng chứa 151 hình trụ được bố trí các viên bi 152 được biểu thị theo cách được lấy làm ví dụ trên Hình 2. Nước được dẫn vào máy trộn 105 qua ống dẫn nhánh 102 đến ống dẫn thứ nhất 153 và dung dịch điện phân được dẫn từ bể chứa 104 vào máy trộn 105 qua ống dẫn thứ hai 154, các viên bi 152 được làm rung đảm bảo sự trộn kỹ,

đồng nhất nước với dung dịch điện phân và được xả vào lò điện phân 106 thông qua ống xả 155, cảm biến độ mặn 156 được bố trí trong máy trộn 105 trước ống xả 155 để đo độ mặn của hỗn dịch trong máy trộn 105 và chỉ cho phép hỗn dịch đạt độ mặn 5ppt đi vào lò điện phân 106,

Theo một phương án cụ thể, khi hỗn dịch trong máy trộn 105 đạt độ mặn 5ppt, cảm biến độ mặn 156 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển để mở ống xả 155 xả hỗn dịch vào lò điện phân 106;

lò điện phân 106 của hệ thống điện phân thứ nhất 100 bao gồm cực dương 161, cực âm 162, vòng đệm 163, màng ngăn 164;

cực dương 161 theo giải pháp hữu ích được chế tạo ở dạng ống titan rỗng được phủ rutheni dioxit (RuO_2) và được nối với cực dương của nguồn điện (không được hiển thị trên hình vẽ);

cực âm 162 theo giải pháp hữu ích được chế tạo ở dạng ống thép không gỉ được bố trí đồng trục với cực dương 161 và được nối với cực âm của nguồn điện (không được hiển thị trên hình vẽ);

song song với cực dương 161 và cực âm 162, được bố trí ở giữa cực dương 161 và cực âm 162 là màng ngăn 164 hình ống được bịt kín bởi các vòng đệm 163 và chia buồng phản ứng hình vòng khuyên giữa cực dương 161 và cực âm 162 thành một ngăn cực dương và một ngăn cực âm, màng ngăn 164 ngăn sự trộn lẫn của chất lỏng trong ngăn cực dương và ngăn cực âm, nhưng cho phép dòng điện chạy, sự di chuyển của các ion được linh hoạt hơn, màng ngăn 164 được làm từ zirconium dioxit (ZrO) lỗ rỗng, có tính dẫn điện hoặc ion, nhưng gần như kín chất lỏng.

Khi khởi động lò điện phân (106), trong một khoảng thời gian nhất định, cũng có thể vớt bỏ ‘anolit’, tức là nước/dung dịch điện phân đã được kích hoạt điện hóa anolit để loại trừ sự suy giảm chất lượng ban đầu, cho đến lò điện phân 106 đạt được trạng thái hoạt động mong muốn.

Sau đây là các kích thước hình học của lò điện phân 106 được sử dụng:

Chiều dài ngăn cực âm: 18,5 cm;

Thể tích ngăn cực âm: 10 ml;

Diện tích bề mặt cực âm: 92,4 cm²;

Chiều dài ngăn cực dương: 21,0 cm;

Thể tích ngăn cực dương: 7 ml;

Diện tích bề mặt cực dương: 52,7 cm²;

Khoảng cách giữa cực âm và cực dương: khoảng 3 mm (gồm màng ngăn).

Lò điện phân 106 được vận hành với lưu lượng nước từ 60 đến 140 l/h, nhưng rõ ràng các lưu lượng cao hơn cũng có thể, bằng cách sử dụng các bình phản ứng lớn hơn và/hoặc nhiều bình phản ứng song song; lò điện phân 106 được vận hành ở mức tải đầy đủ và nếu cần có thể được ngắt kết nối và các tải cao điểm có thể được hấp thụ bằng cách sử dụng một bể chứa được mô tả sau đây cho nước/dung dịch điện phân loãng anolit đã được kích hoạt điện hóa.

Theo một phương án cụ thể, lò điện phân 106 cũng được trang bị một nguồn điện có thể điều khiển không được hiển thị trong Hình 1 để giữa cực dương 161 và cực âm 162 để điều khiển dòng điện mong muốn được đo bằng một ampe kế không được hiển thị, một máy đo pH không được hiển thị nằm ở đầu ra anolit (166a). Một máy bơm có thể điều khiển, không hiển thị, tích hợp vào lò điện phân 106 được sử dụng để vận chuyển nước/dung dịch điện phân loãng qua lò điện phân 106, bơm điều khiển lưu lượng và do đó kiểm soát thời gian lưu trú của nước/dung dịch điện phân trong lò phản ứng (106); một thiết bị điều khiển cũng không được hiển thị, ví dụ ở dạng bộ xử lý dữ liệu điện tử, được thiết lập để kiểm soát các thông số nói trên theo cách mà anolit đi ra khỏi ngăn anode của lò phản ứng qua đầu ra 66 a có giá trị pH trong khoảng 6,5 đến 8,5.

Để làm sạch lò điện phân 106 được cung cấp bể trữ chất làm sạch lò điện phân 109 để nhận chất lỏng làm sạch ví dụ axit axetic hoặc chất tương tự và bể trữ dung dịch sau khi làm sạch lò điện phân 110 để nhận chất lỏng làm sạch đã qua sử dụng và đường cung cấp dẫn từ bể trữ chất làm sạch lò điện phân 109 vào lò điện phân 106 được ghép nối tùy ý với các cửa vào 165a, 165b của lò điện phân 106, đường dẫn từ lò điện phân 106 vào bể trữ dung dịch sau khi làm sạch lò điện

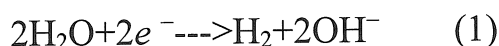
phân 110 được ghép nối với các đầu ra 166a hoặc 166b, do đó lò điện phân 106 tức là cả ngăn cực âm và ngăn cực dương đều được rửa sạch.

Theo một phương án cụ thể, giải pháp hữu ích còn đề xuất phương pháp sản xuất nước điện hóa anolit bằng cách sử dụng hệ thống sản xuất nước điện hoá theo giải pháp hữu ích bao gồm các bước:

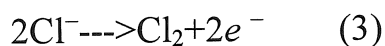
B1: Dẫn nước và dung dịch điện phân là nước muối NaCl vào các bể trộn để thu được hỗn dịch đạt độ mặn 5ppt; dẫn hỗn dịch vào bể điện phân để thu được nước điện hoá anolit ở ngăn cực âm;

B2: Giảm nồng độ chất oxy hóa được tạo trong B1 để tạo nước điện hóa có giá trị pH nằm trong khoảng từ 7 đến 9.

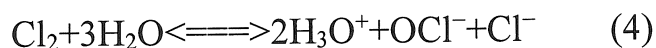
Tương tự như quá trình điện phân tại bể điện phân, quá trình điện hoá theo giải pháp hữu ích bao gồm oxy hóa kích hoạt điện hóa tại cực dương (điện cực dương), trong khi quá trình khử diễn ra tại cực âm (điện cực âm). Khi sử dụng dung dịch muối trung tính pha loãng, như dung dịch natri clorua, chủ yếu là hydro được tạo ra tại cực âm theo phương trình phản ứng sau (1):



Theo các phương trình phản ứng (2) và (3) sau đây, ở cực dương được tạo ra các chất oxy hóa (O_2) và clo (Cl_2), được biết là có hiệu quả trong việc khử trùng nước. Cũng cần lưu ý rằng do sự hình thành các ion H_3O^+ , nước/dung dịch điện phân loãng trong ngăn cực dương của lò phản ứng điện phân trở thành axit:

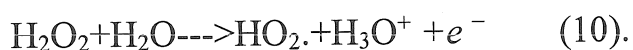
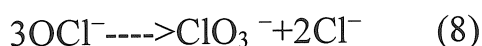
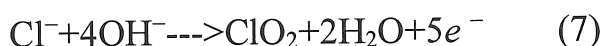
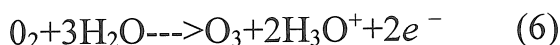


Clo phân ly trong nước theo phản ứng cân bằng (4) ở dạng ion hypochlorit (OCl^-) và ion clorua (Cl^-), có thể phản ứng với một cation thích hợp, ví dụ: Na^+ từ chất điện phân, hoặc với một proton hoặc ion H_3O^+ với muối (natri) tương ứng hoặc với axit tương ứng, tức là với axit hypochlorơ (HOCl) và hydro clorua hoặc axit clohydric loãng (HCl):



Bằng các phản ứng thứ cấp, các chất khác được tạo ra từ các chất nói trên

được hình thành ở cực dương và được biết là có hoạt tính liên quan đến việc khử trùng nước. Đó là cụ thể là hydro peroxit (H_2O_2) từ phương trình phản ứng (5), ozon (O_3) từ phương trình phản ứng (6)), clo dioxit (ClO_2) từ phương trình phản ứng (7)), clorat (ClO_3^-) từ phương trình phản ứng (8)) và các gốc khác nhau (phương trình phản ứng (9) và (10)).



Nhược điểm của quy trình kích hoạt điện hóa nằm ở việc thiếu khả năng kiểm soát chất lượng. Điều này xuất phát từ việc các thông số quy trình thường phải dựa vào kinh nghiệm để đạt hiệu quả khử trùng đầy đủ. Ví dụ, lượng dung dịch điện phân thêm vào, hiệu điện thế hoặc dòng điện và nhiều yếu tố khác không chỉ phụ thuộc vào lò phản ứng điện phân mà còn vào các tham số như thể tích phản ứng, bề mặt cực dương và cực âm, thời gian tiếp xúc nước trong lò phản ứng và đặc biệt là thành phần của nước cần khử trùng.

Thực tế là, các thông số quy trình thường phải được thiết lập dựa trên kinh nghiệm với từng loại nước cụ thể. Ví dụ, trong trường hợp đối với một loại nước, những thông số này có thể được điều chỉnh để đảm bảo hoạt động khử trùng đạt yêu cầu. Tuy nhiên, trong trường hợp nước khác có thể gặp khó khăn trong việc đạt được hoạt động khử trùng thích hợp.

Vấn đề lớn là sự biến đổi của thành phần nước, bao gồm khả năng dẫn điện và khả năng oxi hóa khử, gây ra sự không ổn định trong quá trình điện phân và làm cho việc định lượng và điều chỉnh quy trình trở nên phức tạp. Điều này thường dẫn đến việc sử dụng các thông số quy trình được thiết lập theo kinh nghiệm, điều mà không thể đảm bảo tính nhất quán và hiệu quả đối với tất cả các loại nước khác nhau.

Để hiệu chỉnh một lò phản ứng điện phân có hình dạng cố định theo một hàm số của nước cần được xử lý, tức là để thực hiện việc thiết lập các tham số quy trình cần thiết trong một khoảng giá trị để kiểm soát giá trị pH của dung dịch nước điện hoá loãng, để kiểm soát giá trị pH của dung dịch nước điện hoá loãng trong khoang anode của lò phản ứng điện phân về một giá trị pH mong muốn ở một dòng điện mong muốn cố định được xác định trước giữa các điện cực của lò phản ứng điện phân, thời gian lưu (T_v) phụ thuộc vào thành phần của nước cần được xử lý và/hoặc lưu lượng thể tích (V') của dung dịch nước điện hoá loãng trong hoặc qua lò phản ứng điện phân phụ thuộc vào thành phần đã cho của nước cần được xử lý.

Theo một phương án, thời gian lưu (T_v) và/hoặc lưu lượng thể tích (V') trong hoặc qua lò phản ứng điện phân được xác định là hàm số của độ dẫn điện (K) và/hoặc độ cứng (H) của nước. Vì đặc biệt độ dẫn điện của nước có ảnh hưởng tương đối lớn đến thời gian lưu của nước/dung dịch điện phân trong lò phản ứng cần thiết để đạt được giá trị pH mong muốn hoặc trong trường hợp thực hiện quá trình dẫn (bán) liên tục, đối với lưu lượng thể tích tương ứng thông qua bộ phản ứng, bằng cách này có thể xác định ban đầu thời gian lưu/lưu lượng thể tích thích hợp cho nước cần được xử lý và để xác định sự phụ thuộc này, một dòng điện thích hợp được áp dụng cho các điện cực của bộ phản ứng.

Thời gian lưu (T_v) và/hoặc lưu lượng thể tích (V') được xác định theo phương trình đường thẳng có dạng:

$$T_v = k_1 \cdot K + k_2 \quad \text{và/hoặc} \quad V' = k_3 \cdot H + k_4$$

Trong đó k_1, k_2, k_3 và k_4 là các hằng số đặc trưng của lò phản ứng, các phương trình đường thẳng này có thể dễ dàng được xác định bằng cách kích hoạt điện hóa nước có độ dẫn điện khác nhau tại một thời gian lưu cụ thể trong hoặc qua bộ phản ứng và dưới lưu lượng thể tích cụ thể, đặc biệt là lưu lượng thể tích điện phân đầu vào ổn định và với dòng điện cụ thể, đặc biệt là dòng điện đồng đều giữa các điện cực của bộ phản ứng điện phân và giá trị pH được kiểm soát trong phạm vi giá trị thay đổi, sau đó thời gian lưu hoặc lưu lượng thể tích cần

thiết cho các nước khác nhau được biểu đồ hóa theo hàm số của độ dẫn điện của nước và bộ phản ứng được vận hành với lưu lượng thể tích hoặc thời gian lưu tương ứng.

Để kiểm soát giá trị pH của dung dịch nước điện hoá loãng trong khoang anode của lò phản ứng điện phân đến giá trị pH nằm trong khoảng từ 6,5 đến 7,5 cho một thời gian lưu cố định được xác định trước (T_v) của nước/dung dịch nước điện hoá trong bộ phản ứng điện phân và/hoặc cho một lưu lượng thể tích được xác định trước (V') của nước/dung dịch nước điện hoá thông qua lò phản ứng điện phân đó, dòng điện tĩnh mong muốn ($I_{des,stat}$) phụ thuộc vào nước cần được xử lý được xác định dưới dạng một hàm số của độ dẫn điện (K) và/hoặc độ cứng (H) của nước.

Tốt nhất là, dòng điện tĩnh mong muốn ($I_{des,stat}$) được xác định theo phương trình đường thẳng có dạng:

$$I_{des,stat} = K_1 \cdot K + K_2 \text{ và/hoặc } I_{des,stat} = K_3 \cdot H + K_4$$

Trong đó K_1 , K_2 , K_3 và K_4 là các hằng số đặc trưng của lò phản ứng.

Để đảm bảo kiểm soát động học dựa trên các tham số thực tế có thể biến đổi theo thời gian, theo một phương án ưu tiên, để kiểm soát giá trị pH của dung dịch nước điện hoá loãng trong khoang anode của bộ phản ứng điện phân đến giá trị pH nằm trong khoảng 6,5 đến 7,5 ở một dòng điện tĩnh mong muốn được xác định trước ($I_{des,stat}$) giữa các điện cực của bộ phản ứng điện phân, một dòng điện động mong muốn ($I_{des,dyn}$) phụ thuộc vào thời gian lưu của nước/dung dịch nước điện hoá trong lò phản ứng điện phân và/hoặc lưu lượng thể tích của nước/dung dịch nước điện hoá thông qua lò phản ứng điện phân được xác định, để kiểm soát lò phản ứng với mục đích duy trì giá trị pH của nước điện hoá anode đã được kích hoạt điện hóa trong khoảng 6,5 đến 8,5 diễn ra tại chỗ dựa trên các tham số thực tế được đo như thời gian lưu hoặc lưu lượng thể tích.

Tốt nhất là, dòng điện động mong muốn ($I_{des,dyn}$) được xác định theo phương trình đường thẳng có dạng:

$$I_{des,dyn} = K_5 \cdot T_v + K_6 \text{ và/hoặc } I_{des,dyn} = K_7 \cdot V' + K_8$$

Trong đó K_5 K_6 K_7 và K_8 là các hằng số đặc trưng của lò phản ứng.

Trong trường hợp kiểm soát như trên, thực hiện ứng dụng trên các điện cực của lò phản ứng điện phân, bao gồm cả các thành phần thiết lập tĩnh phụ thuộc vào nước sử dụng và các thành phần kiểm soát động học phụ thuộc vào các tham số thực tế đo được, ưu tiên là ứng dụng của tổng dòng điện mong muốn ($I_{des,tot}$), được tạo thành từ tổng của dòng điện tĩnh mong muốn ($I_{des,stat}$) và dòng điện động mong muốn ($I_{des,dyn}$):

$$I_{des,tot} = I_{des,stat} + I_{des,dyn}.$$

Theo phương án hiện tại, hàm của độ cứng của nước cần kích hoạt điện hóa từ ống nước chính (1) cho cùng một giá trị và theo quy tắc có giá trị pH trong phạm vi trung tính từ 6 đến 8, lò điện phân 106 hiệu chuẩn sao cho giá trị pH trong ngăn cực dương của lò điện phân 106 xấp xỉ 7,5. Các giá trị mong muốn thích hợp của dòng điện chạy giữa các điện cực và dòng thể tích qua lò phản ứng hoặc thời gian lưu trú của dung dịch nước/điện phân trong lò điện phân 106 nói trên, đặc biệt là trong ngăn anot của lò điện phân 106 trong đó thu được chất anolit.

Với độ cứng hoặc độ dẫn điện ngày càng tăng của nước cần kích hoạt điện hóa, cần phải có dòng điện cao hơn và/hoặc lưu lượng thể tích thấp hơn hoặc thời gian lưu trú lâu hơn, để đạt được sự chuyển đổi của nước pha loãng/dung dịch điện phân liên quan đến hoạt hóa điện hóa của nó để đạt giá trị pH xấp xỉ 7,5.

Sau khi hiệu chuẩn cho nhiều loại nước có độ cứng khác nhau, theo phương án hiện tại, các đường hiệu chuẩn sau đây được thiết lập cho dòng điện tĩnh mong muốn ($I_{des,stat}$) hoặc lưu lượng thể tích mong muốn qua lò điện phân 106 (V'_{des}):

$$I_{des,stat} = 0.418A \times \text{độ cứng}[^{\circ}] + 0.953 A$$

$$V'_{des} = 0.95 l/h \times \text{độ cứng}[^{\circ}] + 43.80 l/h$$

Sau khi thiết lập các đường hiệu chuẩn như đã nêu ở trên, dòng điện chảy giữa cực dương 161 và cực âm 162 của lò điện phân 106 được thiết lập dựa trên hàm số theo độ cứng của nước cần kích hoạt điện hóa ở giá trị mong muốn tương ứng. Điều tương tự cũng áp dụng cho lưu lượng thể tích qua lò điện phân 106 của dung dịch nước pha loãng/ dung dịch điện phân.

Trong quá trình hoạt động của lò điện phân 106 của hệ thống điện phân thứ nhất 100, giá trị pH của dung dịch anolit luôn được kiểm soát sao cho giá trị pH của anolit nằm trong khoảng 6,5 đến 7,5 bằng cách kiểm soát bổ sung của thành phần dao động ($I_{des,dyn}$) của dòng điện tổng mong muốn ($I_{des,tot}$) được áp dụng cho các điện cực 161, 162 của lò điện phân 106 trong khi xem xét lưu lượng thể tích thực sự đo được (V') qua lò phản ứng 106:

$$I_{des,tot} = I_{des,stat} + I_{des,dyn}.$$

Trong đó, $I_{des,dyn} = K_7 \cdot V' + K_8$, dựa trên giá trị pH đo được, dòng điện được áp dụng vào các điện cực 161, 162 được tăng lên khi giá trị pH tăng lên trên 7,5 (nghĩa là nếu lưu lượng thể tích đo được tăng lên hoặc nếu tỷ lệ chuyển đổi thu được trong quá trình kích hoạt điện hóa giảm), trong khi đó dòng điện được giảm nếu giá trị pH giảm xuống dưới 7,5.

để kiểm soát giá trị pH giá trị pH của dung dịch anolit từ lò điện phân 106 của hệ thống điện phân thứ nhất 100 ở mức 6,5 đến 8,5 bởi dòng điện tổng kiểm soát ở khoảng $20V \pm 2V$, ORP 800 đến 950

Hệ thống điện phân thứ hai 200 theo phương án ưu tiên của giải pháp hữu ích có cấu trúc tương tự hệ thống điện phân thứ nhất 100;

giá trị pH giá trị pH của dung dịch anolit từ lò điện phân 206 của hệ thống điện phân thứ hai 200 ở mức 6,5 đến 8,5 bởi dòng điện tổng kiểm soát ở khoảng $120V \pm 2V$, ORP đạt 800 đến 950

Hệ thống điện phân thứ ba 300 theo phương án ưu tiên của giải pháp hữu ích có cấu trúc tương tự hệ thống điện phân thứ nhất 100 và hệ thống điện phân thứ hai 200;

giá trị pH của dung dịch anolit từ lò điện phân 306 của hệ thống điện phân thứ ba 300 ở mức 6,5 đến 8,5 bởi dòng điện tổng mong muốn kiểm soát ở khoảng $20V \pm 2V$, ORP 800 đến 950.

trong thời gian dài, muối kết tinh được hình thành từ nhiều nguồn khác nhau phản ứng phụ với điện cực quá trình điện phân ở lò điện phân 106, 206 và 306 sự thay đổi nhiệt độ hoặc áp suất trong môi trường ở thùng chứa thứ hai 107, muối

kết tinh ngưng đọng và tan trong nước điện hoá anolit, muối thường tan thành các ion dương và ion âm có thể tương tác với các ion khác trong quá trình điện phân dẫn đến sự thay đổi độ pH của nước điện hoá anolit trong thùng chứa thứ hai 107 thay đổi theo thời gian.

Để kiểm soát độ pH nước điện hoá anolit để tạo sản phẩm, theo phương án ưu tiên của giải pháp hữu ích, nước ở thùng chứa thứ hai 107 của mỗi hệ thống điện phân được một bơm định lượng 108 bơm đến bể chứa tổng 11 để trộn đồng nhất các nước/dung dịch nước điện hoá anolit có độ pH khác nhau từ ba hệ thống điện phân 100, 200, 300;

Mỗi máy cho vào 1 bình dung tích 1000l và có hệ thống khuấy trộn theo nguyên lý bình thông nhau và tự phối trộn theo nguyên lý vật lý thông thường.

nước điện hoá anolit chuẩn đầu ra ở bể chứa tổng 11 dùng để đóng gói sản phẩm đạt ORP 850-900, pH=7,3-7,8.

Việc kiểm soát độ pH của sản phẩm nước điện hoá anolit theo phương án của giải pháp hữu ích ở mức trung tính từ 7,3 đến 7,8 không những tác dụng khử khuẩn, sát khuẩn nhẹ.

Làm sạch lò điện phân của hệ thống sản xuất nước điện hoá anolit theo giải pháp hữu ích

Sau một thời gian hoạt động, điện cực của lò điện phân sẽ bị bám bẩn. Theo đó, dòng điện hoạt hóa sẽ yếu đi làm giảm chất lượng của nước điện hoá anolit. Vì vậy, hệ thống theo giải pháp hữu ích còn bao gồm bể trữ chất làm sạch lò điện phân, cụ thể là axit axetic; và bể trữ để chứa dung dịch thu được sau khi làm sạch lò điện phân. Lò điện phân được trang bị các ampe kế và cảm biến để phát hiện trường hợp dòng hồ ampe kế chỉ ở mức <8,5 thì dừng điện hoá và chuyển sang chế độ rửa. Lượng axit axetic 10% dư được bơm từ từ vào lò điện phân. Lượng dung dịch axit axetic 10% cho mỗi lần rửa (tính với mỗi lò điện phân) khoảng 0,4 lít (0,1 lít axit axetic 36% pha với 0,3 lít nước sạch). Rửa lại buồng điện hóa bằng nước sạch và dẫn dung dịch thu được sau rửa về lại bể trữ để chứa dung dịch thu được sau khi làm sạch lò điện phân.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống sản xuất nước điện hóa bao gồm: bao gồm ba hệ thống điện phân có kết cấu giống nhau (100), (200) và (300) được bố trí song song với nhau; ống nước chính (1); và bể chứa nước điện hoá tổng (11), trong đó:

 ống nước chính (1) cấp nước cho hệ thống điện phân thứ nhất (100), hệ thống điện phân thứ hai (200), và hệ thống điện phân thứ ba (300);

 hệ thống điện phân thứ nhất (100) bao gồm ống nước nhánh (102), bộ lọc (103), bể chứa dung dịch điện phân là nước muối NaCl (104), máy trộn (105), lò điện phân (106), bể chứa (107) để chứa nước điện hoá từ ngăn cực âm của lò điện phân, máy bơm định lượng (108), bể trữ (109) để chứa chất làm sạch lò điện phân, bể trữ (110) để chứa dung dịch thu được sau khi làm sạch lò điện phân, đường dẫn nước ra (166a) để dẫn nước điện hoá anolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân, đường dẫn nước ra (166b) để dẫn nước catolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân;

 hệ thống điện phân thứ hai (200) bao gồm ống nước nhánh (202), bộ lọc (203), bể chứa dung dịch điện phân là nước muối NaCl (204), máy trộn (205), lò điện phân (206), bể chứa (207) để chứa nước điện hoá từ ngăn cực âm của lò điện phân, máy bơm định lượng (208), bể trữ (209) để chứa chất làm sạch lò điện phân, bể trữ (210) để chứa dung dịch thu được sau khi làm sạch lò điện phân, đường dẫn nước ra (266a) để dẫn nước điện hoá anolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân, đường dẫn nước ra (266b) để dẫn nước catolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân;

 hệ thống điện phân thứ ba (300) bao gồm ống nước nhánh (302), bộ lọc (303), bể chứa dung dịch điện phân là nước muối NaCl (304), máy trộn (305), lò điện phân (306), bể chứa (307) để chứa nước điện hoá từ ngăn cực âm của lò điện phân, máy bơm định lượng (308), bể trữ (309) để chứa chất làm sạch lò điện phân, bể trữ (310) để chứa dung dịch thu được sau khi làm sạch lò điện phân, đường dẫn nước ra (366a) để dẫn nước điện hoá anolit khỏi ngăn cực âm của lò điện phân;

phân, đường dẫn nước ra (366b) để dẫn nước catolit khỏi ngăn cực dương của lò điện phân;

trong đó, ống nước chính (1) được nối với các ống nước nhánh (102), (202) và (302) của các hệ thống điện phân; van điều khiển (121), (221) và (321) và các bộ lọc (103), (203), (303) được bố trí trên các ống dẫn nhánh để điều khiển nước vào và loại bỏ các ion canxi cũng như các tạp chất có trong nước trước khi dẫn nước đến máy trộn (105), (205), (305);

bộ lọc (103), (203), (303) bao gồm các lỗ lọc có độ rộng nằm trong khoảng từ 80 đến 100 μ m;

bể chứa (104), (204), (304) chứa dung dịch điện phân là dung dịch nước muối có độ mặn lớn hơn 5ppt (miligam muối/lít nước);

máy trộn (105), (205), (305) là các máy trộn bi để trộn đồng nhất nước vào và dung dịch điện phân với nhau để thu được hỗn dịch nước và dung dịch điện phân có độ mặn đạt 5ppt trước khi xả vào lò điện phân (106), (206), (306);

trong đó, máy trộn bao gồm thùng chứa, bi, ống dẫn thứ nhất, ống dẫn thứ hai, ống xả, và cảm biến độ mặn: thùng chứa có hình trụ bao gồm các viên bi được làm rung có tác dụng đảo trộn nước được cấp từ ống dẫn nhánh đến ống dẫn thứ nhất và dung dịch điện phân được cấp từ bể chứa đến ống dẫn thứ hai, cảm biến độ mặn được bố trí trong máy trộn ở ngay trước ống xả để đo độ mặn của hỗn dịch trong máy trộn và gửi tín hiệu mở ống xả cho phép hỗn dịch đạt độ mặn 5ppt được xả vào lò điện phân thông qua ống xả;

lò điện phân để điện hoá hỗn dịch thành nước điện hoá anolit và catolit bao gồm cực dương, cực âm, vòng đệm, màng ngăn: cực dương bằng titan ở dạng ống rỗng được phủ rutheni dioxit (RuO_2) và được nối với cực dương của nguồn điện; cực âm làm bằng thép không gỉ ở dạng ống được bố trí đồng trục với cực dương và được nối với cực âm của nguồn điện; màng ngăn được bố trí song song, giữa với cực dương và cực âm, hình ống được bịt kín bởi các vòng đệm và chia buồng phản ứng hình vòng khuyên giữa cực dương và cực âm thành một ngăn cực dương

và một ngăn cực âm, màng ngăn có tác dụng ngăn sự trộn lẫn của chất lỏng trong ngăn cực dương và ngăn cực âm, nhưng cho phép dòng điện chạy, sự di chuyển của các ion được linh hoạt hơn, màng ngăn được làm từ zirconium dioxide (ZrO_2) lỗ rỗng, có tính dẫn điện hoặc ion, nhưng gần như không cho chất lỏng đi qua;

hỗn dịch được tách thành nước điện hoá anolit và catolit và được dẫn khỏi lò điện phân (106), (206), (306) tương ứng bằng hai đường dẫn nước ra (166a) và (166b), (266a) và (266b), (366a) và (366b);

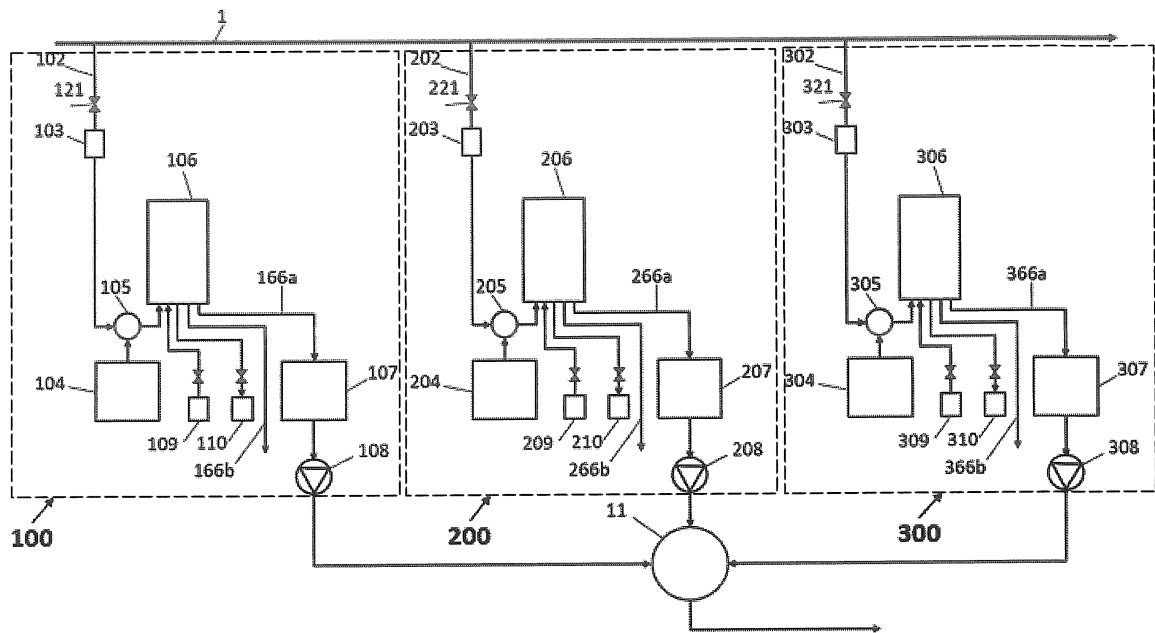
trong đó đường dẫn nước ra (166a), (266a), (366a) dẫn nước điện hoá anolit ra khỏi ngăn cực âm đến bể chứa nước điện hoá anolit (107), (207), (307); đường dẫn nước ra (166b), (266b), (366b) để dẫn nước catolit ra khỏi ngăn cực dương tương ứng của lò điện phân (106), (206), (306);

bơm định lượng (108), (208), (308) được bố trí giữa bể chứa nước điện hoá anolit (107), (207), (307) và bể chứa tổng (11) để định lượng có kiểm soát anolit từ bể chứa nước điện hoá anolit (107), (207), (307) vào bể chứa tổng (11);

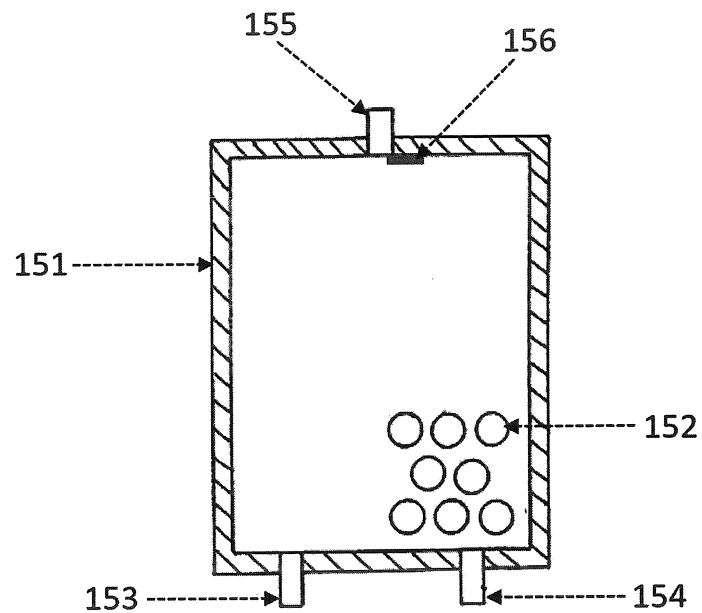
bể trữ chất làm sạch lò điện phân (109), (209), (309) lưu trữ chất lỏng làm sạch lò điện phân (106), (206), (306);

bể trữ dung dịch sau khi làm sạch lò điện phân (110), (210), (310) được sử dụng để lưu trữ chất lỏng thu được sau khi làm sạch lò điện phân (106), (206), (306); và

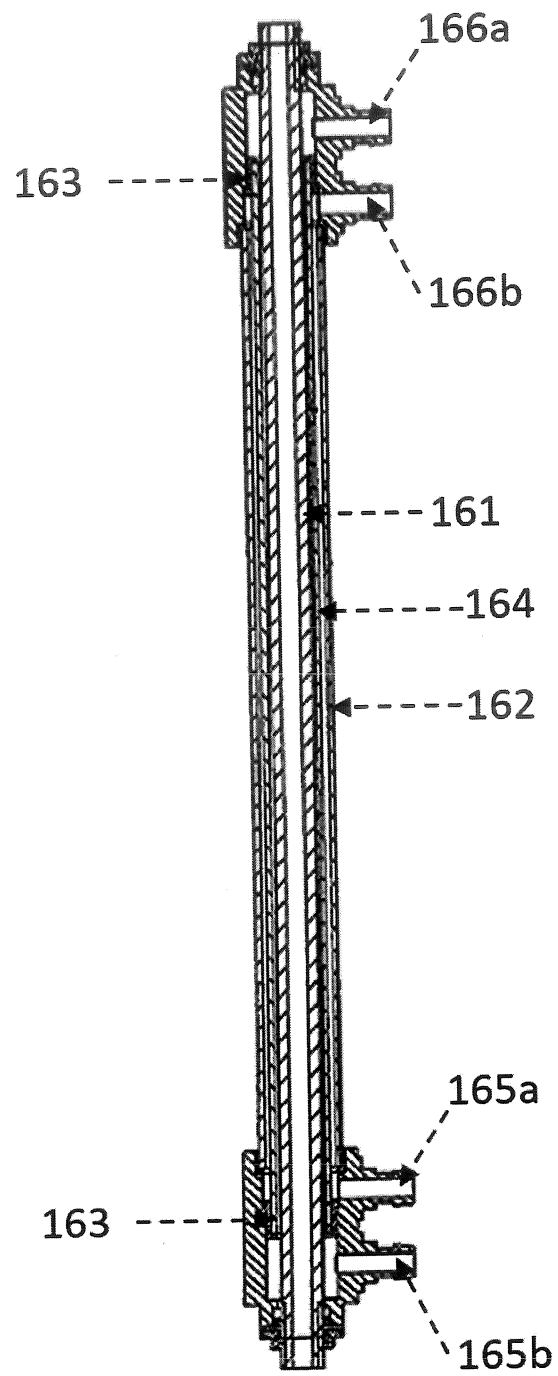
bể chứa tổng (11) thu ba dòng nước điện hoá anolit từ ba lò điện phân (106), (206), (306) và cho ra nước điện hoá anolit thành phẩm.



Hình 1



Hình 2

**Hình 3**