



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C02F 1/46 (2018.08); C02F 1/469 (2018.08); C02F 1/461 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2016135761, 05.02.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.02.2015

Дата регистрации:
19.03.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
06.02.2014 EP 14154055.9

(43) Дата публикации заявки: 12.03.2018 Бюл. № 8

(45) Опубликовано: 19.03.2019 Бюл. № 8

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 06.09.2016

(86) Заявка РСТ:
EP 2015/052348 (05.02.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/118036 (13.08.2015)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ВЕРСХЮЭРЕН Алвин Рогер Мартэйн (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: EP 2258661 A1, 08.12.2010. EP
2402289 A, 04.01.2012. US 5954937 A,
21.09.1999. RU 2381996 C1, 20.02.2010.

(54) ДЕКАЛЬЦИНИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

(57) Реферат:

Изобретение относится к декальцинирующему устройству. Декальцинирующее устройство для декальцинации водного раствора, содержащее секцию электролитической ячейки, выполненную с возможностью размещения водного раствора, причем секция электролитической ячейки содержит конструкцию первого электрода и конструкцию второго электрода, где конструкция первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод, а конструкция второго электрода содержит второй

электросорбирующий электрод; ион-генерирующее тело; при этом декальцинирующее устройство выполнено с возможностью работы в первом рабочем состоянии для удаления ионов из водного раствора, и декальцинирующее устройство выполнено с возможностью работы во втором рабочем состоянии для регенерации ионов в водный раствор, причем во втором рабочем состоянии ион-генерирующее тело помещено в секцию электролитической ячейки, причем первое рабочее состояние и второе

рабочее состояние отстоят друг от друга в пространстве и/или во времени. Заявлены также бытовое устройство, содержащее декальцинирующее устройство, и способ

декальцинации водного раствора. Технический результат – упрощение и повышение эффективности декальцинации водного раствора. 3 н. и 16 з.п. ф-лы, 18 ил.

R U 2 6 8 2 2 5 4 4 C 2

R U 2 6 8 2 2 5 4 4 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C02F 1/46 (2006.01)*C02F 1/469* (2006.01)*C02F 1/461* (2006.01)*C02F 1/20* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C02F 1/46 (2018.08); *C02F 1/469* (2018.08); *C02F 1/461* (2018.08)(21)(22) Application: **2016135761, 05.02.2015**(24) Effective date for property rights:
05.02.2015Registration date:
19.03.2019

Priority:

(30) Convention priority:
06.02.2014 EP 14154055.9(43) Application published: **12.03.2018** Bull. № 8(45) Date of publication: **19.03.2019** Bull. № 8(85) Commencement of national phase: **06.09.2016**(86) PCT application:
EP 2015/052348 (05.02.2015)(87) PCT publication:
WO 2015/118036 (13.08.2015)Mail address:
**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

VERSKHYUEREN Alvin Roger Martejn (NL)

(73) Proprietor(s):

KONINKLEJKE FILIPS N.V. (NL)**(54) DECALCIFYING DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: chemical industry.

SUBSTANCE: invention relates to a decalcifying device. Decalcifying device for decalcifying an aqueous solution, containing an electrolytic cell section, adapted to accommodate an aqueous solution, the electrolytic cell section contains the design of the first electrode and the design of the second electrode, where the design of the first electrode contains the first electrosorbing electrode, and the second electrode structure comprises a second electrosorbing electrode; ion-generating body; decalcifying device is configured to operate in the first operating state to remove ions from the aqueous

solution, and the decalcifying device is adapted to operate in a second operating state for the regeneration of ions into an aqueous solution, with the ion generating body in the second operating state being placed in an electrolytic cell section, wherein the first operating state and the second operating state are spaced from each other in space and/or in time. Household device containing a decalcifying device and a method for decalcifying an aqueous solution is also claimed.

EFFECT: technical result is to simplify and increase the efficiency of decalcification of an aqueous solution.

19 cl, 18 dwg

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к декальцинирующему устройству. В частности, настоящее изобретение относится к декальцинирующему устройству для декальцинации водного раствора. Настоящее изобретение также касается бытового аппарата,

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Образование накипи, также известное как кальцинация, является проблемой во многих бытовых устройствах, которые используют воду, в частности жесткую водопроводную воду. Повторяющееся использование этих бытовых устройств вызывает нарастание накипи, которая может сильно снижать эффективность или качество функции, обеспечиваемой данным устройством. Чтобы избежать этого снижения функциональности и предотвращать неисправную работу, требуется регулярная чистка, чтобы удалять накипь, также известная как удаление накипи, декальцинация или декальцинирование.

Последствия неудачи при декальцинации устройств могут включать в себя, например, образование накипи в кофеварках, блокирующей течение жидкости или изолирующей нагревающий элемент. В паровых утюгах накипь может приводить к коричневому окрашиванию воды, разбрызгиваемой на одежду. Кроме того, жесткая водопроводная вода, используемая в увлажнителях воздуха на основе ультразвуковых преобразователей, может распространять белую пыль из накипи.

Известно обеспечение декальцинирующих устройств сменными картриджами, например, с ионообменными смолами. Ионообменные смолы декальцинируют воду путем замещения ионов кальция и магния ионами натрия или калия. Однако смолы замещают ионы кальция и магния в воде ионами натрия, что делает обработанную воду очень богатой натрием. Богатая натрием вода обычно не подходит для приготовления чая, соевого молока или разбавления порошкового детского молока.

Альтернативно, электросорбция может применяться для обработки воды. Положительные ионы (например, кальций) и отрицательные ионы (например, бикарбонат) захватываются электродами, движимые электрическим потенциалом, приложенным между обоими электродами.

EP2402289 описывает устройство подачи горячей воды согласно настоящему изобретению, которое содержит средство смягчения воды, включающее в себя, по меньшей мере, пару электродов и пару расщепляющих воду ионообменников, каждая из которых имеет положительный ионообменник и отрицательный ионообменник, траектория течения которой находится в контакте с расщепляющими воду ионообменниками, и вход и выход которой находятся в сообщении с траекторией течения, и нагретая горячая вода направляется в средство смягчения воды. Обслуживание данного устройства не является необходимым, конфигурация устройства простая, устройство может быть уменьшено в размере, и устройство может смягчать воду, имеющую высокую жесткость, и возвращать ее с низким расходом энергии.

US2004231976 раскрывает организацию электрохимической очистки или обработки жидкости с использованием электрохимической ячейки, в которой два электрода обеспечены ионообменными мембранами, расположенными между ними, чтобы разграничивать множество каналов. Согласно данному изобретению, по меньшей мере, несколько каналов имеют соответствующие вторые электроды (+,-), соединенные с ними, для получения чистящего вещества или раствора, причем последний пригоден, чтобы растворять и/или удалять возможные остатки и/или накипь, осажденные внутри ячейки.

US5788826 раскрывает электрохимическую ячейку для удаления ионов из потока раствора, содержащую корпус, имеющий первый и второй электроды. По меньшей мере, одна водорасщепляющая ионообменная мембрана расположена между данными электродами, где водорасщепляющая мембрана содержит (i) катионообменную поверхность, обращенную к первому электроду, и (ii) анионообменную поверхность, обращенную ко второму электроду. Траектория потока раствора задается водорасщепляющей мембраной. Траектория потока раствора содержит (i) вход потока втекающего раствора, (ii) по меньшей мере, один канал, который позволяет потоку втекающего раствора протекать мимо, по меньшей мере, одной поверхности водорасщепляющей мембраны, образуя один или несколько потоков обработанного раствора, и (iii) единственный выход, который объединяет потоки обработанного раствора, образуя единственный вытекающий раствор. Предпочтительно, траектория потока раствора содержит единый и прилегающий канал, который течет мимо катионо- и анионообменных поверхностей водорасщепляющей мембраны и, более предпочтительно, проходит насквозь в непрерывной последовательности и распространяется, по существу, непрерывно от входа до выхода.

US2005029124 раскрывает устройство для обработки втекающего раствора, содержащего ионы, с получением выбираемой концентрации ионов в вытекающем растворе. Данное устройство содержит электрохимическую ячейку, содержащую корпус, содержащий первый и второй электроды. Водорасщепляющая ионообменная мембрана находится между первым и вторым электродами, где данная мембрана содержит анионообменную поверхность, обращенную к первому электроду, и катионообменную поверхность, обращенную ко второму электроду, или наоборот. Корпус также имеет вход втекающего раствора и выход вытекающего раствора с каналом раствора, который позволяет втекающему раствору протекать мимо анионо- и катионообменных поверхностей водорасщепляющей ионообменной мембраны, образуя вытекающий раствор. Источник регулируемого напряжения способен поддерживать первый и второй электроды при множестве разных напряжений во время стадии ионного обмена.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью данного изобретения является обеспечить устройство и способ декальцинации водного раствора, который существенно облегчает или преодолевает указанные выше проблемы.

Данное изобретение определяется независимыми пунктами формулы; зависимые пункты задают преимущественные варианты осуществления.

Согласно одному аспекту настоящего изобретения обеспечивается декальцинирующее устройство (также называемое здесь "устройство") для декальцинации водного раствора (такого как (водопроводная) вода), содержащее секцию электролитической ячейки, организованную так, чтобы принимать водный раствор, где секция электролитической ячейки содержит конструкцию первого электрода и конструкцию второго электрода, где, в особенности, конструкция первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод, и где конструкция второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод, и ион-генерирующее тело, в особенности, где данное ион-генерирующее тело электрически не подсоединено ("плавающий электрод" в случае электрода), где данное декальцинирующее устройство организовано так, чтобы работать в первом рабочем состоянии для удаления ионов из водного раствора, и декальцинирующее устройство организовано так, чтобы работать во втором рабочем состоянии для регенерации ионов в водный раствор, где данное ион-генерирующее тело помещено в секцию электролитической ячейки во втором рабочем состоянии.

Следовательно, ион-генерирующее тело может генерировать ионы, катионы водорода и анионы гидроксила, уравнивая заряд ионов, регенерированных из конструкций первого и второго электродов. Ион-генерирующее тело может также быть способным, по существу, блокировать рекомбинацию между регенерированными ионами из конструкций первого и второго электродов внутри электролитической ячейки во время второго рабочего состояния.

Следовательно, в одном конкретном варианте осуществления ион-генерирующее тело организовано так, чтобы генерировать (во время использования) катионы водорода и анионы гидроксила, уравнивая заряд ионов, регенерированных из конструкций первого и второго электродов, где ион-генерирующее тело организовано так, чтобы блокировать рекомбинацию между регенерированными ионами из конструкций первого и второго электродов внутри электролитической ячейки во время второго рабочего состояния.

При такой организации можно способствовать обеспечению простой и эффективной декальцинации водного раствора, например, в бытовом устройстве. Следовательно, образование накипи в устройстве минимизируется, и поэтому производительность устройства усиливается, а его срок службы увеличивается.

Здесь термин "конструкция первого электрода", "конструкция второго электрода", "первый электросорбирующий электрод" и "второй электросорбирующий электрод" и др. могут также каждый независимо относиться к множеству конструкций первого электрода, конструкций второго электрода, первым электросорбирующим электродам и вторым электросорбирующим электродам и др.

В особенности, в одном варианте осуществления декальцинирующее устройство организовано так, чтобы работать в первом рабочем состоянии и втором рабочем состоянии, которые (а) пространственно и/или (b) временно отделяются друг от друга. Это может означать, что декальцинирующее устройство и/или способ декальцинации могут использоваться и осуществляться (соответственно) в способе периодического типа или способе непрерывного типа. Поэтому первое рабочее состояние и второе рабочее состояние могут выполняться последовательно в одной электролитической ячейке, но могут также выполняться одновременно при использовании двух или более электролитических ячеек. Следовательно, устройство с единственной электролитической ячейкой будет обычно применяться периодическим образом (очистка и регенерация последовательно), тогда как устройство с более чем одной электролитической ячейкой может применяться периодическим образом или непрерывно, причем последняя возможность имеет преимущества непрерывного способа. Поэтому в одном варианте осуществления декальцинирующее устройство организовано так, чтобы работать в первом рабочем состоянии и втором рабочем состоянии, пространственно отделенных друг от друга, т.е., например, в разных электролитических ячейках, а в еще одном варианте осуществления декальцинирующее устройство организовано так, чтобы работать в первом рабочем состоянии и втором рабочем состоянии, отделенных по времени друг от друга, т.е., например, в одной электролитической ячейке, но в разное время (т.е. за стадией очистки следует стадия регенерации). Термин "рабочее состояние" может также относиться к "рабочей стадии" или "режиму работы" и т.д.

Здесь термин "электролитическая ячейка" относится к ячейке, содержащей конструкцию первого электрода и конструкцию второго электрода. В особенности, они разделены пространством обработки. Кроме того, между конструкцией первого электрода и конструкцией второго электрода может быть расположено ион-генерирующее тело. Ион-генерирующее тело, таким образом, может быть организовано

так, чтобы разделять электролитическую ячейку (или секцию электролитической ячейки) на две (отдельных) ячейки. Путем использования течения водного раствора через электролитическую ячейку или путем использования изолирующего расположения (в комбинации с ион-генерирующим телом) (смотри также ниже), две части ячейки

5 (электролитической ячейки) могут быть, по существу, изолированы друг от друга (хотя ниже по ходу водные жидкости из обеих частей могут объединяться снова). Заметим, что, когда может быть использована водорасщепляющая мембрана, водорасщепляющая мембрана может обеспечивать третий объем между соответствующими двумя частями ячейки.

10 Описываемое здесь устройство может включать в себя множество электролитических ячеек, которые в одном варианте осуществления могут быть расположены последовательно, в одном варианте осуществления могут быть расположены параллельно, а в еще одном (гибридном) варианте осуществления некоторые из них могут быть расположены последовательно, а некоторые из них могут быть расположены

15 параллельно.

Ион-генерирующее тело (когда установлено между) может быть организовано так, чтобы, по существу, блокировать рекомбинацию между ионами, десорбированными из соответствующих (обращенных) первого и второго электросорбирующих электродов, и может быть организовано так, чтобы генерировать ионы водорода и гидроксида,

20 поддерживая, тем самым, зарядовый баланс с этими десорбированными ионами. Поэтому термин "установлено между", в особенности, показывает, что ион-генерирующая мембрана расположена между конструкцией первого электрода, особенно первого электросорбирующего электрода, и конструкцией второго электрода, особенно второго электросорбирующего электрода. Из-за вставленного электрода прямая

25 (линейная) миграция ионов от одного электрода к другому может быть невозможной.

Заметим, что первый электросорбирующий электрод и второй электросорбирующий электрод, в особенности, могут быть расположены параллельно друг другу. Кроме того, эти электроды обычно могут иметь похожую высоту или длину. Также, ион-генерирующее тело может иметь, по существу, такую же высоту или длину, делая

30 возможной слоистую структуру из первого электросорбирующего электрода, пространства для водного раствора, ион-генерирующего тела, пространства для водного раствора, второго электросорбирующего электрода. Поэтому ион-генерирующее тело может быть расположено так, чтобы, по меньшей мере, частично проточно изолировать водную жидкость на стороне первого электросорбирующего электрода

35 электролитической ячейки и водную жидкость на стороне второго электросорбирующего электрода электролитической ячейки. Следовательно, ион-генерирующее тело может быть расположено так, чтобы, по меньшей мере, частично проточно изолировать конструкцию первого электрода от конструкции второго электрода.

Данное устройство может дополнительно включать в себя переключающую

40 конструкцию, организованную так, чтобы переносить одну или несколько электролитических ячеек и ион-генерирующее тело, обеспечивая первое рабочее состояние или второе рабочее состояние.

Ион-генерирующее тело может представлять собой водорасщепляющую мембрану. В особенности, водорасщепляющая мембрана может быть установлена промежуточным

45 образом (между электросорбирующими электродами, но не в физическом и электрическом контакте с любым из них).

Водорасщепляющая мембрана генерирует катионы водорода и анионы гидроксида путем автоионизации воды, и поэтому такое расположение предотвращает образование

газа во время второго рабочего состояния, например образования газообразного хлора, и газообразного водорода и газообразного кислорода, которые могут образовываться во время электролиза воды.

5 Водорасщепляющая мембрана может содержать анионообменную мембрану и катионообменную мембрану.

При таком расположении во втором рабочем состоянии анионообменная мембрана позволяет гидроксид ионам проходить сквозь нее к конструкции первого электрода, а катионообменная мембрана позволяет ионам водорода проходить сквозь нее к конструкции второго электрода. Следовательно, эффективность секции
10 электролитической ячейки максимизируется.

Водорасщепляющая мембрана может содержать разделитель потока обменной мембраны между анионообменной мембраной и катионообменной мембраной.

При таком расположении элемент разделителя потока обеспечивает пространство между обменными мембранами для необработанного водного раствора, содержащего
15 ионы. Это может способствовать проводимости и поэтому снижать перепад напряжения по водорасщепляющей мембране. В таком случае может быть три объема (и/или потока) водного раствора.

Водорасщепляющая мембрана может дополнительно содержать протонопроводящий материал между анионообменной мембраной и катионообменной мембраной.

20 При таком расположении протонопроводящий материал между обменными мембранами может облегчать перенос ионов водорода между мембранами, снижая перепад напряжения по водорасщепляющей мембране.

Протонопроводящий материал может представлять собой нафийон.

Декальцинирующее устройство может иметь изолирующее приспособление, которое
25 во втором рабочем состоянии организовано так, чтобы проточно изолировать секцию электролитической ячейки от секции обработанного водного раствора для приема обработанного водного раствора.

Преимуществом этого расположения является то, что можно предотвращать загрязнение обработанной воды получаемым отработанным водным раствором.

30 Изолирующее приспособление может быть организовано так, чтобы проточно изолировать конструкцию первого электрода (от конструкции второго электрода) (во втором рабочем состоянии).

Следовательно, можно предотвращать рекомбинацию между регенерированными ионами из конструкций первого и второго электродов во втором рабочем состоянии.

35 Изолирующее приспособление может быть на ион-генерирующем теле. Это изолирующее приспособление может быть скользким уплотнением, которое действует в качестве преграды потоку, когда ион-генерирующее тело находится в положении между конструкциями электродов. Кроме того, это изолирующее приспособление также может быть использовано для других целей. Как показано ниже, изолирующее
40 приспособление может содержать насос, (обратный) клапан, защитный материал, который может двигаться, блокируя путь течения, или любое альтернативное устройство, которое может быть расположено, чтобы предотвращать проточное сообщение между путями потока и/или резервуарами.

Ион-генерирующее тело может быть промежуточным электродом. Поэтому, в
45 особенности, данный электрод в качестве варианта осуществления ион-генерирующего тела может находиться в промежуточном положении (между электросорбирующими электродами, но не в физическом или электрическом контакте с любым из них).

Следовательно, ион-генерирующее тело может быть получено легко и экономичным

образом.

Промежуточный электрод может быть образован из углерода и/или титана.

Площадь поверхности промежуточного электрода может быть меньше, чем площадь поверхности каждого из конструкции первого электрода и конструкции второго электрода.

Это расположение помогает гарантировать, что реакции электролиза протекают на промежуточном электроде, а не на конструкции первого электрода и конструкции второго электрода.

Ион-генерирующее тело может быть расположено так, чтобы отсутствовать в секции электролитической ячейки в первом рабочем состоянии.

Альтернативно, ион-генерирующее тело может находиться в промежуточном положении в секции электролитической ячейки в первом рабочем состоянии. Поэтому в вариантах осуществления ион-генерирующее тело отсутствует в секции электролитической ячейки в первом рабочем состоянии, или ион-генерирующее тело находится в промежуточном положении в секции электролитической ячейки в первом рабочем состоянии.

В особом варианте осуществления декальцинирующее устройство согласно одному аспекту настоящего изобретения отличается тем, что ион-генерирующее тело находится в промежуточном положении в секции электролитической ячейки (или в электролитической ячейке) только во втором рабочем состоянии. В еще одном варианте осуществления декальцинирующее устройство согласно одному аспекту настоящего изобретения отличается тем, что ион-генерирующее тело всегда находится в промежуточном положении в секции электролитической ячейки (или в электролитической ячейке).

Такое расположение помогает упрощать конфигурацию декальцинирующего устройства. Следовательно, изготовление может упрощаться и надежность устройства может быть максимизирована.

Декальцинирующее устройство может быть организовано, в первом рабочем состоянии, так, чтобы прикладывать напряжение между конструкцией первого электрода, имеющей низкий потенциал, и конструкцией второго электрода, имеющей высокий потенциал, чтобы притягивать ионы к конструкциям электродов и удалять ионы из водного раствора, и может быть организовано, во втором рабочем состоянии, так, чтобы обращать полярность, прикладывая напряжение между конструкциями первого и второго электродов с обратными потенциалами, так что конструкция первого электрода имеет высокий потенциал, а конструкция второго электрода имеет низкий потенциал, чтобы регенерировать ионы, удаленные из водного раствора.

Ион-генерирующее тело может не подсоединяться электрически. Следовательно, данное устройство упрощается. Поэтому ион-генерирующее тело может быть плавающим электродом. Как указано выше, ион-генерирующее тело может быть расположено так, чтобы разделять электролитическую ячейку на две части, и это деление может быть особенно полезно во время регенерации. Так как ион-генерирующее тело не нуждается в электрическом подсоединении, конструкция - и, таким образом, производство - данного устройства может сильно упрощаться. Неожиданно оказывается, что с таким плавающим электродом может выполняться эффективная регенерация.

Ионы генерируются без внешнего обеспечения тока к ион-генерирующему телу, так как плавающий электрод расположен между (по меньшей мере, частично) конструкцией первого электрода и конструкцией второго электрода. Плавающий электрод может (по существу) гарантировать, что создаются равные количества катионов водорода и

анионов гидроксида, тем самым (по существу) гарантируя, что общий pH объединенных растворов в электролитической ячейке остается неизменным.

В еще одном варианте осуществления декальцинирующее устройство, заданное здесь, может содержать электролитическую ячейку, содержащую конструкцию первого электрода и конструкцию второго электрода, дополнительно возможно содержащую вход для приема упомянутого водного раствора и выход для выпуска упомянутого водного раствора, где данная электролитическая ячейка, в особенности, организована как проточная ячейка. Когда используют отдельные вход и выход, устройство может быть организовано так, чтобы вызывать течение водного раствора между конструкцией первого электрода, особенно первого электросорбирующего электрода, и конструкцией второго электрода, особенно второго электросорбирующего электрода. В особенности, конструкции электродов могут быть расположены параллельно друг другу. Особенно, электросорбирующие электроды расположены параллельно друг другу. Таким образом, водный раствор может течь между конструкциями электродов или электросорбирующими электродами, соответственно поступаая в электролитическую ячейку на входе и покидая на выходе (обедненный ионами (очищенный) или обогащенный ионами (режим регенерации)).

Согласно другому аспекту настоящего изобретения обеспечивается бытовое устройство, содержащее декальцинирующее устройство, заданное в данных пунктах.

Согласно другому аспекту настоящего изобретения обеспечивается способ декальцинации водного раствора, имеющий первое рабочее состояние для удаления ионов из водного раствора и второе рабочее состояние для регенерации ионов в водный раствор, где первое рабочее состояние содержит (а) введение водного раствора и (b) приложение напряжения между конструкцией первого электрода, имеющей низкий потенциал, и конструкцией второго электрода, имеющей высокий потенциал, в водном растворе, чтобы притягивать ионы к конструкциям электродов и удалять ионы из водного раствора; второе рабочее состояние, в котором ион-генерирующее тело находится между конструкциями первого и второго электродов, задавая первую ячейку и вторую ячейку, где каждая ячейка содержит противоположно заряженные конструкции первого и второго электродов, где второе рабочее состояние содержит: (с) приложение напряжения между конструкциями первого и второго электродов с обратными потенциалами, так что конструкция первого электрода имеет высокий потенциал, а конструкция второго электрода имеет низкий потенциал, чтобы регенерировать ионы, удаленные из водного раствора в первом рабочем состоянии, и (d) удаление полученного отработанного водного раствора из секции электролитической ячейки. Особенно, как указано выше, ион-генерирующее тело не подсоединяется электрически. Кроме того, как также указано выше, особенно, конструкция первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод, а конструкция второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод.

Это обеспечивает максимизацию эффективности способа декальцинации водного раствора.

Во втором рабочем состоянии данный способ может дополнительно содержать изоляцию конструкций первого и второго электродов в секции электролитической ячейки от камеры.

Преимуществом этого способа является то, что можно легко предотвращать прохождение регенерированных ионов в очищенный водный раствор в камере.

В другом варианте осуществления может применяться декальцинирующее устройство, особенно заданное здесь, содержащее электролитическую ячейку, содержащую

упомянутый первый электросорбирующий электрод и упомянутый второй электросорбирующий электрод, где первое рабочее состояние и второе рабочее состояние перемежаются и выполняются в одной электролитической ячейке. Кроме того, в одном варианте осуществления ион-генерирующее тело располагается между каждой из конструкций первого и второго электродов только во время второго рабочего состояния. Альтернативно, ион-генерирующее тело располагается между каждой из конструкций первого и второго электродов во время и первого рабочего состояния, и второго рабочего состояния. Однако в еще одном варианте осуществления применяется декальцинирующее устройство, особенно заданное здесь, особенно включающее в себя две электролитических ячейки, где первая электролитическая ячейка организована для первого рабочего состояния, а вторая электролитическая ячейка организована для второго рабочего состояния, где первое рабочее состояние и второе рабочее состояние применяются одновременно, но в разных электролитических ячейках.

Эти и другие аспекты данного изобретения будут ясны из нижеописанных вариантов осуществления и будут объясняться со ссылками на них.

Поэтому в одном варианте осуществления данное изобретение обеспечивает среди прочего два типа электродов, используемых в двух последовательных стадиях электрического действия или в двух параллельных стадиях.

В одном варианте осуществления на первой стадии (указанной здесь также как "стадия очистки" или "режим очистки" или "режим наполнения") при нормальной (наполняющей) работе прикладывают потенциалы к первому и второму противоположным "электросорбирующим" электродам, чтобы сохранять катионы в первом (низкий потенциал) и анионы во втором электроде (высокий потенциал). Это может гарантировать, что полное содержание ионов в воде, проходящей мимо двух электродов, будет значительно снижаться до достижения полной поглощающей емкости первого и второго электросорбирующих электродов. На второй стадии (также упомянутой здесь как "режим регенерации" или "режим удаления накипи") для поддержания удаления накипи третий, не электросорбирующий электрод (обычно только с геометрической площадью поверхности) помещают между первым и вторым электродами, так что (эффективно) образуются две отдельные ячейки. Приложенные потенциалы обращают (когда используют ту же ячейку, что использовали для стадии очистки) с высоким потенциалом на первом электроде, низким потенциалом на втором электроде и плавающим потенциалом на третьем электроде. Под влиянием этих потенциалов ранее сохраненные катионы и анионы будут эффективно выделяться в их соответствующие ячейки, и каждый уравнивается с помощью OH^- и H^+ соответственно, что образует реакции электролиза, протекающие на третьем, не электросорбирующем электроде. Следовательно, первая ячейка с первым электродом станет щелочной, превращая выделившиеся ионы кальция и магния в твердые гидроксиды. Вторая ячейка со вторым электродом станет кислотной, превращая выделившиеся бикарбонат ионы в газообразный CO_2 , и дополнительно выделившиеся хлорид ионы на третьем электроде будут реагировать с образованием газообразного хлора. В дополнение к реакциям электролиза, на третьем электроде будет образовываться газообразный водород в первой ячейке и газообразный кислород во второй ячейке.

Однако, если регенерирующаяся электросорбирующая ячейка не будет иметь промежуточного ион-генерирующего тела, как описано в настоящем изобретении, это будет означать неэффективную работу. Чтобы избежать проблем кальцинации внутри регенерирующейся ячейки, необходимо поддерживать минимальную скорость потока,

приводящую к значительному объему отходов. Поэтому настоящее изобретение с ион-генерирующим телом или промежуточным электродом обеспечивает большие преимущества над современными растворами и снижает образование отходов.

Поэтому в вариантах осуществления основным элементом данного изобретения является ион-генерирующее тело, присутствующее в регенерируемой ячейке проточной системы с электросорбирующим электродом. Это ион-генерирующее тело предотвращает рекомбинацию десорбированных положительных ионов (особенно Ca^{2+}) с десорбированными отрицательными ионами (особенно HCO_3^-) и, тем самым, предотвращает проблемы кальцинации внутри регенерируемой ячейки, позволяя более компактный поток отходов.

Так как электросорбирующая система с проточным электродом имеет две отдельных электросорбирующих ячейки, ион-генерирующее тело необходимо помещать только в регенерируемой ячейке, и оно не будет влиять на очищающую ячейку. Это позволяет отдельную оптимизацию обеих ячеек с потенциалом для оптимальной производительности и минимальных отходов.

Как указано выше, применяют ион-генерирующее тело. Это ион-генерирующее тело может содержать водорасщепляющую мембрану или просто электрод (такой как Pt пластина). Последний также называют здесь третьим электродом. Преимущества этого третьего электрода следующие:

- Эффективная десорбция. Так как доминирующие ионы, выделяющиеся из первого и второго электросорбирующих электродов, превращаются в другие частицы, эти десорбированные ионы не препятствуют дальнейшему выделению остальных ионов.

- Не требуются катионо/анионообменные мембраны в конструкциях электродов в физическом контакте с электросорбирующими электродами. Это является преимуществом с точки зрения расходов, а также срок службы электрода может увеличиваться путем обращения полярностей первого и второго электродов в последовательных циклах наполнения-удаления накипи. Без третьего электрода обратная полярность в режиме удаления накипи будет приводить к выделению ионов из первого электрода, которые сразу повторно поглощаются на втором (противоположном) электроде, и наоборот. Поэтому без третьего электрода между ними потребуются катионо/анионообменные мембраны, чтобы предотвращать это противоположное повторное поглощение. Заметим, однако, что данное изобретение не исключает катионо/анионообменные мембраны.

- Промежуточный электрод вызывает большую асимметрию в площади поверхности, предотвращая, тем самым, электролиз на электросорбирующем электроде, даже при высоких напряжениях и токах. Это позволяет более быструю регенерацию электросорбирующего электрода.

- Реакции электролиза вызывают визуально наблюдаемые отходы. А именно, ионы кальция и магния в щелочной ячейке будут образовывать твердый осадок гидроксида кальция/магния, который превращает воду в молочную жидкость. Это легко заметно потребителю в виде отходов, вызывая потребность в способе удаления накипи.

- Настоящее изобретение позволяет то, что полный pH объединенных объемов растворов на обеих сторонах промежуточного ион-генерирующего тела, такого как электрод, не становится кислым, избегая возможного повреждения металлических частей в резервуаре и ниже по ходу внутри устройства.

Преимуществом (промежуточной) водорасщепляющей мембраны, особенно когда ионообменные мембраны применяют с пространством между ними, может быть то, что, в дополнение к вышеуказанным преимуществам для (промежуточного) электрода,

образование газа может снижаться или предотвращаться.

В одном варианте осуществления электросорбирующий электрод имеет высокую площадь (внутренней) поверхности, чтобы сохранять ионы. Предпочтительно, эти электроды делают из активированного угля, который обычно и экономично применяют в суперконденсаторах или емкостных деионизационных приложениях. Площади поверхности, по меньшей мере, $500 \text{ м}^2/\text{г}$, такие как, по меньшей мере, $1000 \text{ м}^2/\text{г}$, являются реальными.

В одном варианте осуществления третий промежуточный электрод имеет гораздо меньшую (внутреннюю) площадь, чем электросорбирующие электроды (например, по меньшей мере, в 100 раз меньшую). Это может гарантировать, что реакции электролиза могут протекать только на этом третьем электроде (а не на первом и втором электродах). В особенности, электрод электролиза делают из углерода, например инжекционно формованного углерода, как обычно и экономично применяют в топливных элементах, или стекловидного углерода, или, альтернативно, из титана, покрытого покрытием из оксида рутения или иридия в течение продолжительного срока службы (известно в технике как износостойкий анод DSA).

Авторы неожиданно обнаружили, что третий промежуточный электрод во время регенерации не требует электрического подсоединения. Если этот третий электрод остается неподсоединенным, плавающим, он будет автоматически принимать потенциал между противоположными электросорбирующими электродами. Преимуществом плавающего электрода является то, что он требует меньше компонентов и позволяет больше возможностей для дизайна. Дополнительным преимуществом плавающего электрода является то, что равные количества катионов водорода и анионов гидроксида создаются на противоположных сторонах этих электродов, гарантируя, тем самым, что общий pH объединенных растворов в электролитической ячейки остается неизменным. Альтернативным вариантом осуществления промежуточного электрода является промежуточная биполярная мембрана. Подобно промежуточному электроду, эта биполярная мембрана может обращаться только во время регенерации (хотя другие варианты осуществления также возможны, такие как постоянная вставка и т.д.). Также эта промежуточная биполярная мембрана не нуждается в электрическом подсоединении. Биполярная мембрана может состоять из катионообменной мембраны и анионообменной мембраны, наложенных вместе. Во время регенерации особенно сторона катионообменной мембраны должна быть обращена к отрицательному электросорбирующему электроду и выделять ионы H^+ . Наоборот, сторона анионообменной мембраны должна быть обращена к положительному электросорбирующему электроду и выделять ионы OH^- . Дополнительным преимуществом по сравнению с металлическим промежуточным электродом является то, что биполярная мембрана генерирует H^+/OH^- путем автоионизации воды, не электролиза, поэтому избегают образования газообразных водорода, кислорода и хлора.

Для переключаемой системы (такой как периодическая) переключение между конфигурациями электродов в режимах наполнения и удаления накипи может происходить различными путями, например, (а) путем оставления первого и второго электродов в их положении и промежуточной вставке третьего электрода (например, путем вращения, смотри также где-то в другом месте), (б) путем перемещения первого и второго электродов в новое положение внутри устройства, где между ними может быть установлен третий электрод, (с) путем удаления первого и второго электродов

(предпочтительно в картридже) из устройства и их вставки в другое положение или отдельное устройство "удаления накипи", где может быть вставлен третий промежуточный электрод. Преимущество последнего подхода заключается в том, что после интенсивного применения запасные электросорбирующие электроды могут быть

приобретены и заменены пользователем.

В особенности, в конфигурации удаления накипи с третьим электродом две ячейки предпочтительно не находятся в проточном контакте, так что рекомбинация кислоты и основания минимизируется. Например, это может достигаться с помощью (временного) герметизирующего слоя ниже электрода. Кроме того, этот герметизирующий слой предотвращает утечку отходящей жидкости в резервуар и возможные дополнительные электролитические ячейки ниже по ходу. В альтернативном варианте осуществления функция герметизации может выполняться с помощью затворных вентилях. В этом варианте осуществления обе полуячейки имеют отдельные проточные выходы, по меньшей мере, один из которых содержит затворный клапан перед тем, как они объединяются далее ниже по ходу в один выход. В нормальной операции очистки затворные клапаны будут открыты, но в режиме регенерации с нулевым потоком затворные клапаны будут предотвращать смешивание между жидкостями обеих полуячеек и предотвращать утечку в резервуар и возможные дополнительные электролитические ячейки, расположенные ниже по ходу.

В вариантах осуществления первый и второй электроды могут находиться на входе резервуара с водой, а также внутри резервуара. Преимущество последнего заключается в том, что захват ионов является менее критичным по времени, например в операции наполнения парового утюга занимает, как ожидается, 20 секунд, тогда как время пребывания воды в резервуаре обычно составляет 30 минут.

Альтернативный способ применения электросорбции описан в US2013/0209916, который включен сюда посредством ссылки. Там описан вариант осуществления пористого электрода, содержащего суспензионную фазу активированного углерода, которая может втекать и вытекать из электросорбционной ячейки.

такая система, называемая "электросорбция проточным электродом" допускается в одном варианте осуществления настоящего изобретения для непрерывного способа, состоящего из:

- внутри очищающей электросорбционной ячейки: адсорбция ионов из входящей воды на активированном угле в суспензии;
- перенос суспензии, содержащей адсорбированные ионы, из очищающей электросорбционной ячейки в регенерирующую электросорбционную ячейку;
- внутри регенерирующей электросорбционной ячейки: десорбция ионов из суспензии в поток отходящей воды;
- перенос регенерированной суспензии из регенерирующей электросорбционной ячейки в очищающую электросорбционную ячейку.

По сравнению с обычным периодическим способом, также описанным здесь, этот имеет преимущество в том, что его можно легче оптимизировать, и он может иметь потенциал для прекрасной и более крепкой очистки и минимального получения отходов.

Данное изобретение обеспечивает дополнительный вариант осуществления декальцинирующего устройства, описанного выше, где данное устройство содержит первую электролитическую ячейку и вторую электролитическую ячейку; где первая электролитическая ячейка содержит: первую секцию электролитической ячейки, организованную так, чтобы принимать, по меньшей мере, часть водного раствора; где первая секция электролитической ячейки содержит конструкцию первого электрода и

конструкцию второго электрода, где конструкция первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод, и где конструкция второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод; где вторая электролитическая ячейка содержит: вторую секцию электролитической ячейки, организованную так, чтобы принимать, по меньшей мере, часть водного раствора; где вторая секция электролитической ячейки содержит конструкцию первого электрода и конструкцию второго электрода, где конструкция первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод, и где конструкция второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод; и данное декальцинирующее устройство приспособлено работать с первой электролитической ячейкой в первом рабочем состоянии для удаления ионов из водного раствора; декальцинирующее устройство приспособлено работать со второй электролитической ячейкой во втором рабочем состоянии для регенерации ионов в водный раствор, где ион-генерирующее тело расположено промежуточным образом во второй секции электролитической ячейки во втором рабочем состоянии; где конструкции первого электрода и конструкции второго электрода содержат проточный электросорбирующий материал, при работе отделенный от водного раствора мембранами; где данное декальцинирующее устройство дополнительно содержит систему циркуляции проточного электросорбирующего материала, чтобы вызывать циркуляцию проточного электросорбирующего материала между конструкциями электродов первой электролитической ячейки и второй электролитической ячейки.

С таким устройством может быть обеспечен непрерывный способ очистки.

В US2013/0209916 вышеописанная непрерывная система с проточными электродами может включать в себя проточный анод, содержащий текущий анодный активный материал, и проточный катод, содержащий текущий катодный активный материал.

Анодный активный материал и катодный активный материал могут включать в себя любой материал, применяемый в обычной непрерывной системе с проточными электродами, то есть аккумулятор или аккумуляторную батарею, которая может быть выбрана надлежащим образом специалистами с учетом задач и/или обстоятельств ее применения. В вариантах осуществления анодный активный материал и катодный активный материал могут включать в себя разные материалы или, наоборот, один и тот же материал. Материал электрода, такой как анодный активный материал и/или катодный активный материал, может включать в себя пористый углерод (активированный уголь, углеродный аэрозоль, углеродные нанотрубки и т.д.), порошок графита, порошок оксида металла и подобное, который может смешиваться с электролитом для применения в оживленном состоянии. Этот электролит может, в особенности, включать в себя водорастворимый электролит, такой как NaCl, H₂SO₄, HCl, NaOH, KOH, Na₂NO₃ и т.д., и органический электролит, такой как пропиленкарбонат (ПК), диэтилкарбонат (ДЭК), тетрагидрофуран (ТГФ) и т.д. В одном варианте осуществления анод включает в себя анодный токосъемник; анодный разделяющий слой; анодный проточный канал, образованный между анодным токосъемником и анодным разделяющим слоем; и анодный активный материал, текущий через анодный проточный канал. В одном варианте осуществления катод включает в себя катодный токосъемник; катодный разделяющий слой; катодный проточный канал, образованный между катодным токосъемником и катодным разделяющим слоем; и катодный активный материал, текущий через катодный проточный канал. Кроме того, токосъемник электрода и электродный разделяющий слой могут включать в себя любой компонент, применяемый в обычных непрерывных системах с проточными электродами (аккумуляторах, аккумуляторных батареях и др.), который надлежащим образом может

быть выбран или приспособлен специалистами с учетом задач и условий их применения.

Мембраны, которые организованы так, чтобы сохранять текучий электросорбирующий материал при работе отделенным от водного раствора, также могут называться анодным разделяющим слоем и катодным разделяющим слоем соответственно. Анодный разделяющий слой может представлять собой микропористую изолирующую разделяющую мембрану или анионообменную (проводящую) мембрану, тогда как катодный разделяющий слой может представлять собой микропористую изолирующую разделяющую мембрану или катионообменную (проводящую) мембрану. Разделяющие слои используют для электрического и физического разделения, и микропористая изолирующая разделяющая мембрана позволяет только ионный перенос, тогда как ионообменная (проводящая) мембрана может избирательно переносить катионы или анионы. Анодный активный материал или катодный активный материал может включать в себя суспензионную фазу активного материала, включающую анодный активный материал или катодный активный материал, смешанный с электролитом.

В одном варианте осуществления непрерывная система с проточными электродами может включать в себя анод, включающий в себя анодный токосъемник, анодный разделяющий слой и анодный активный материал, текущий через анодный проточный канал, образованный между анодным токосъемником и анодным разделяющим слоем; катод, включающий в себя катодный токосъемник; катодный разделяющий слой и катодный активный материал, текущий через катодный проточный канал, образованный между катодным токосъемником и катодным разделяющим слоем. Водный раствор находится (или течет) между анодом и катодом. Непрерывная система с проточными электродами может представлять собой одну ячейку, в которой две или более ячеек могут быть установлены последовательно и может одновременно и непрерывно течь материал электрода, а также электролит. В одном варианте осуществления материал электрода может быть микрокапсулированным, чтобы увеличить площадь контакта между водным раствором и материалом электрода. В особенности, используют анодный разделяющий слой (плотный слой, избирательно пропускающий анионы, блокируя сквозной проток жидкого электролита) и катодный разделяющий слой (плотный слой, избирательно пропускающий только катионы).

Когда используют активный материал электрода, инкапсулированный каждым ион-избирательным слоем, может быть необходимо обеспечивать ион-проводящие плотные слои между двумя электродами. Альтернативно, когда используют микропористую изолирующую разделительную мембрану, позволяющую сквозной проток водного раствора, а также ионов, площадь контакта между водным раствором и инкапсулированными частицами активного материала электрода увеличивается.

Микрокапсулированный электрод может включать в себя в некоторых вариантах осуществления сердцевину в центре и оболочку, окружающую периферию данной сердцевины, где материал оболочки имеет свойство обмена ионов, присутствующих в электролите. Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения материал оболочки может включать в себя полимерную мембрану, содержащую группу сульфоновой кислоты (SO_3^-), карбоксильную группу (COO^-) или группу фосфорной кислоты (PO_4^-) и др., которые способны обменивать катионы; или полимерную мембрану, содержащую присоединенную к ней первичную, вторичную, третичную или четвертичную аммониевую группу, которая способна обменивать анионы. В частности, в жидкофазном способе структура сердцевина/оболочка может быть образована,

например, с помощью эмульсионного способа, использующего поверхностно-активное вещество, способа полимеризации, полимеризующего мономеры для получения материала оболочки, или способа инъекции или экструдирования сердцевины и оболочки, одновременно или раздельно, чтобы сформировать микрокапсулированный электрод. Так как микрокапсулированный электрод включает в себя одну гранулу или индивидуальные гранулы, агломерированные вместе, и окружающую их оболочку, он имеет преимущество в том, что площадь электрода на единицу массы или объема больше, чем для объемного электрода, полностью образованного из агломерированных гранул.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Варианты осуществления данного изобретения будут теперь описаны, только в качестве примера, со ссылкой на сопровождающие чертежи, где:

Фиг.1 показывает утюг с паровой системой с декальцинирующим устройством;

Фиг.2 показывает кувшин для воды с декальцинирующим устройством;

Фиг.3 представляет собой схематичное изображение декальцинирующего устройства в режиме обработки;

Фиг.4 представляет собой схематичное изображение декальцинирующего устройства, показанного на фиг.3, в режиме регенерации;

Фиг.5 представляет собой схематичное изображение другого варианта осуществления декальцинирующего устройства в режиме обработки;

Фиг.6 представляет собой схематичное изображение другого варианта осуществления декальцинирующего устройства в режиме регенерации;

Фиг.7 представляет собой схематичное изображение другого варианта осуществления декальцинирующего устройства в режиме обработки;

Фиг.8 представляет собой схематичное изображение другого варианта осуществления декальцинирующего устройства в режиме регенерации;

Фиг.9 представляет собой схематичное изображение другого варианта осуществления декальцинирующего устройства в режиме обработки;

Фиг.10 представляет собой схематичное изображение другого варианта осуществления декальцинирующего устройства в режиме регенерации;

Фиг.11a-11b, 12a-12b, 13, 14a-14b, 15a-15b, 16a-16b, 17a-17b и 18 оценивают некоторые альтернативные устройства (11a-11b, 12a-12b, 13, 14a-14b, 15a-15b), а также заданные здесь устройства (16a-16b, 17a-17b; 18).

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

На фиг.1 показан утюг 10 с паровой системой. Утюг 10 с паровой системой содержит основу 11, входной резервуар 12 на основе 11, действующий как проточный резервуар, и удерживаемый рукой, гладящий элемент 13. Входной резервуар 12 организован так, чтобы удерживать неочищенный водный раствор, такой как водопроводная вода, подаваемый в парогенератор (не показан) на основе 11. Парогенератор превращает подаваемый водный раствор в пар, который подается в ручку через шланг 14. Альтернативно, парогенератор (не показан) может быть в гладящем элементе 13. Гладящий элемент 13 может быть расположен напротив ткани одежды, выпуская пар на одежду. Следовательно, ткань одежды может сжиматься и отпариваться.

Утюг 10 с паровой системой содержит декальцинирующее устройство 20. Подробное описание декальцинирующего устройства 20 следует. Декальцинирующее устройство 20 находится между входным резервуаром 12 и парогенератором. Декальцинирующее устройство 20 содержит вход, сообщающийся с входным резервуаром 12, секцию обработки 21 и секцию обработанного водного раствора (не показано). Секция

обработки 21 находится между входным резервуаром 12 и секцией обработанного водного раствора. Альтернативно, секция обработки 21 находится в, по соседству или на расстоянии от входного резервуара 12. Секция обработки 21 находится в проточном сообщении с водным раствором во входном резервуаре 12. Необработанный водный раствор, принятый во входном резервуаре 12, подается через секцию обработки 21, где он обрабатывается. Обработанный водный раствор затем подается из секции обработки 21 в секцию обработанного водного раствора. В этом варианте осуществления секция обработанного водного раствора представляет собой парогенератор (не показан) или проток, ведущий к парогенератору. Однако в альтернативном варианте осуществления секция обработанного водного раствора представляет собой проточный выход из секции обработки 21, включающий такой проток, как труба или шланг, или проточный резервуар, такой как бак, но не ограничивается этим.

Хотя на фиг.1 показан утюг 10 с паровой системой, декальцинирующее устройство 20 может быть использовано с альтернативным устройством ухода за одеждой, как станет ясно далее. Например, декальцинирующее устройство может быть использовано с паровым утюгом или отпаривателем одежды. Преимущество использования декальцинирующего устройства 20 в устройствах ухода за одеждой заключается, например, в том, что декальцинирующее устройство 20 способно действовать в качестве меры, предотвращающей кальцинацию в парогенераторе. Это позволяет разрабатывать парогенератор без необходимости учитывать кальцинацию со временем. Поэтому размер парогенератора может быть минимизирован. Кроме того, накипь не будет получаться и не будет попадать на обрабатываемую одежду.

Декальцинирующее устройство 20 не ограничивается использованием с устройством ухода за одеждой. Предусматривается, что декальцинирующее устройство 20 может быть интегрировано в бытовые устройства, включая паровой очиститель пола, пароварку, чайник, кофеварку, эспрессо-кофеварку, чайзаварочное устройство, карбонизатор воды, смягчитель воды, очиститель воды, увлажнитель воздуха и т.д., но не ограничивается этим. Применение декальцинирующего устройства 20 в чайниках и кофеварках может помогать минимизировать обслуживание и предотвращать попадание накипи в горячие напитки. Обработанный водный раствор также может применяться в приготовлении детского молока из порошка, помогая снижать нагрузку на почки ребенка, и в изготовлении соевого молока, помогая извлекать белок. Кроме того, предусматривается, что декальцинирующее устройство 20 может быть использовано в соединении с подачей воды в кухонную раковину или для устройств декальцинации воды в зданиях в целом.

Декальцинирующее устройство в целом указано численным обозначением 5. Для ясности, на некоторых фигурах (и в формуле изобретения) данное устройство обозначается альтернативно.

Например, на фиг.2 показан кувшин 15 для воды, содержащий камеру 16 и секцию 21 обработки. Секция 21 обработки находится в камере 16 для водного раствора. В этом варианте осуществления камера 16 выступает и как входной резервуар, и как секция обработанного водного раствора. Необработанный водный раствор подается в секцию 21 обработки через проток (не показан), где он частично обрабатывается и вытесняется обратно в камеру 16 через другой проток (не показан). Частично обработанный водный раствор подается затем обратно в секцию 21 обработки и продолжает рециркулировать до тех пор, пока не очищается до желаемого уровня.

На фиг.3 и 4 показано схематичное изображение одного варианта осуществления декальцинирующего устройства 5, указанного здесь как декальцинирующее устройство

20. Декальцинирующее устройство 20 содержит секцию 21 обработки и камеру 22, выступающую как секция обработанного водного раствора.

Декальцинирующее устройство 20 организовано так, чтобы работать в режиме обработки с удалением веществ из водного раствора для снижения минерального содержания в водном растворе, например, превращая "жесткую" воду в "мягкую" воду. Декальцинирующее устройство 20 также организовано так, чтобы иметь возможность работать в режиме регенерации с выделением отходящих продуктов из секции 21 обработки, которые были удалены из водного раствора во время режима обработки. "Жесткая" вода содержит такие молекулы, как хлорид натрия (NaCl) и карбонат кальция (CaCO_3), растворенные в воде (H_2O).

На фиг.3 декальцинирующее устройство 20 находится в первом рабочем состоянии. В первом рабочем состоянии декальцинирующее устройство 20 находится в режиме обработки. То есть, декальцинирующее устройство 20 организовано так, чтобы удалять вещества, такие как ионы натрия, кальция, хлорида и бикарбоната, но не ограничиваясь этим, из водного раствора, полученного декальцинирующим устройством 20. Это устройство может применяться для удаления ионов тяжелых металлов, например, железа, кобальта, меди, марганца, молибдена, цинка, ртути, плутония и свинца из воды.

На фиг.4 декальцинирующее устройство 20 находится во втором рабочем состоянии. Во втором рабочем состоянии декальцинирующее устройство 20 находится в режиме его регенерации. То есть, декальцинирующее устройство 20 организовано так, чтобы регенерировать секцию 21 обработки путем выделения веществ, удаленных из водного раствора в режиме обработки.

Декальцинирующее устройство 20 дополнительно содержит вход 23 жидкости и выход (123) жидкости. Вход 23 может формировать выход жидкости (или один из них). В настоящем варианте осуществления проточный вход 23 задается секцией 21 обработки. То есть, траектория течения формируется через секцию 21 обработки. Следовательно, водный раствор проходит через секцию 21 обработки, поступая в камеру 22. Траектория течения задает пространство 24 обработки. Камера 22 выступает как секция обработанного водного раствора, составляя нижнюю по ходу часть или выход жидкости секции 21 обработки. Секция 21 обработки, в особенности, может задаваться в вариантах осуществления как пространство между первым электросорбирующим электродом 34 и вторым электросорбирующим электродом 35. Кроме того, секция 21 обработки, в особенности, может (также) задаваться в вариантах осуществления как пространство между входом 23 жидкости и выходом 123 жидкости. В настоящем варианте осуществления вход 23 жидкости задается секцией 21 обработки. То есть, траектория течения формируется через секцию 21 обработки. Следовательно, водный раствор проходит через секцию 21 обработки, поступая в камеру 22. Траектория течения задает пространство 24 обработки. Камера 22 выступает как секция обработанного водного раствора, составляя нижнюю по ходу часть или выход жидкости секции 21 обработки. Секция 21 обработки, в особенности, может задаваться в вариантах осуществления как пространство между первым электросорбирующим электродом 34 и вторым электросорбирующим электродом 35. Кроме того, секция 21 обработки, в особенности, может (также) задаваться в вариантах осуществления как пространство между входом 23 жидкости и выходом 123 жидкости. Поэтому электролитическая ячейка, указанная обозначением 126, также может задаваться в вариантах осуществления как пространство между первым электросорбирующим электродом 34 и вторым электросорбирующим электродом 35. Кроме того, электролитическая ячейка, в особенности, может (также) задаваться в вариантах осуществления как пространство между входом 23 жидкости

и выходом 123 жидкости.

Секция 21 обработки находится у входа 23 жидкости камеры 22, так что водный раствор, подаваемый на вход 23 жидкости, проходит через секцию 21 обработки, достигая камеры 22. Следовательно, траектория течения задается через секцию 21 обработки от входа 23 жидкости. В таком варианте осуществления обрабатываемый водный раствор, например 'жесткая' вода, обрабатывается в секции 21 обработки, когда он проходит по траектории течения в секции 21 обработки. При таком расположении секция 21 обработки может иметь ограничитель потока (не показан), чтобы ограничивать скорость течения воды по траектории течения. Ограничитель потока действует, ограничивая скорость течения до такой скорости, что водный раствор, текущий через секцию обработки, очищается до желаемой степени с удалением желательных примесей из водного раствора. Ограничитель потока может ограничивать площадь сечения траектории течения, ограничивая скорость потока, например, траектория течения может иметь ограниченный диаметр. Альтернативно, ограничительный элемент может быть расположен на траектории течения. При таком расположении траектория течения имеет заданное сопротивление потоку.

Секция 21 обработки может быть погружена в водный раствор, когда водный раствор поступает в камеру 22. Это обеспечивает продолжающуюся очистку водного раствора в камере 22 после того, как он прошел вдоль траектории течения.

Альтернативно, секция 21 обработки находится независимо от входа 23 жидкости. В одном таком расположении секция 21 обработки может находиться возле выхода жидкости, не зависящего от входа 23 жидкости. Секция 21 обработки может находиться у нижнего конца 24 камеры 22. При таком расположении камера 22 выступает как входной резервуар необработанной жидкости. При таком расположении обрабатываемый водный раствор, например 'жесткая' вода, обрабатывается секцией 21 обработки, когда он проходит по траектории течения, задающей пространство 24 обработки в секции 21 обработки от камеры 22 до выхода жидкости. При таком расположении секция 21 обработки может быть погружена в водный раствор, когда водный раствор поступает в камеру 22. Это обеспечивает обработку водного раствора в камере 22 до того, как водный раствор вытекает из выхода жидкости.

В одном варианте осуществления секция 21 обработки погружена в водный раствор, когда водный раствор поступает в камеру 22. При одном таком расположении секция 21 обработки может находиться на расстоянии от входа 23 жидкости и выхода жидкости, так что секция 21 обработки находится в середине камеры 22. Секция 21 обработки находится в проточном сообщении с водным раствором в камере 22. То есть, секция 21 обработки открыта водному раствору. Поэтому водный раствор в камере 22 может обрабатываться в пространстве 24 обработки. В варианте осуществления, где секция 21 обработки находится в середине камеры 22, камера 22 выступает и как входной резервуар, и как секция обработанного водного раствора. Частично обработанный водный раствор, который течет в пространстве 24 обработки, выходит из секции 21 обработки и возвращается в камеру 22. Частично обработанный водный раствор может следовать этому процессу до достижения желаемого уровня очистки. Секция 21 обработки может находиться в камере 22. Секция 21 обработки может находиться на расстоянии от камеры 22 и соединяться посредством протока. Секция 21 обработки может находиться возле камеры 22.

В вышеописанных вариантах осуществления секция 21 обработки неподвижно установлена в камере 22 или относительно нее, выступающей как секция обработанного водного раствора. Альтернативно, секция 21 обработки может устанавливаться с

возможностью удаления. Такая организация позволяет удалять секцию 21 обработки или заменять ее альтернативной секцией 21 обработки. В одном расположении секция 21 обработки может удаляться из проточного сообщения с камерой 22, чтобы передвигаться в режим регенерации.

5 Секция 21 обработки имеет секцию 26 электролитической ячейки. Секция 26 электролитической ячейки содержит конструкцию первого электрода 27 и конструкцию второго электрода 28. Конструкции первого и второго электродов 27, 28 присоединены к источнику энергии (не показан). Конструкции первого и второго электродов 27, 28 погружены в водный раствор, поступающий в камеру 22. То есть, конструкции первого и второго электродов 27, 28 находятся в контакте с водным раствором. Конструкции первого и второго электродов 27, 28 находятся на расстоянии друг от друга.

10 Пространство 24 обработки задается между конструкциями электродов 27, 28. Конструкция первого электрода 27 имеет первую обрабатываемую поверхность 29, которая обращена к конструкции второго электрода 28. Конструкция второго электрода 28 имеет вторую обрабатываемую поверхность 30, которая обращена к конструкции первого электрода 27. Задняя сторона конструкции первого электрода 27 имеет оболочку 31 конструкции первого электрода, хотя оболочка 31 может отсутствовать. Задняя сторона конструкции второго электрода 28 имеет оболочку 32 конструкции второго электрода, хотя оболочка 32 может отсутствовать.

20 Конструкции первого и второго электродов 27, 28 физически отделены друг от друга в секции 26 электролитической ячейки. Например, в одном варианте осуществления может использоваться разделитель потока конструкции электрода (не показано). Водный раствор поступает в пространство 24 обработки между конструкцией 27 первого электрода и конструкцией 28 второго электрода. В настоящем варианте осуществления конструкции первого и второго электродов 27, 28 являются вытянутыми. Конструкции первого и второго электродов 27, 28 имеют продольные оси, распространяющиеся в камере 22. Конструкции первого и второго электродов 27, 28 (в особенности) параллельны друг другу.

30 Конструкция 27 первого электрода присоединяется к одному концу источника энергии. В режиме обработки, как показано на фиг.3, конструкция 27 первого электрода имеет отрицательный электрический заряд (-). Конструкция 28 второго электрода присоединяется к другому концу источника энергии. В режиме обработки, как показано на фиг.3, конструкция 28 второго электрода имеет положительный электрический заряд (+). Водный раствор обеспечивает электрическое соединение между погруженной частью конструкции 27 первого электрода и погруженной частью конструкции 28 второго электрода, замыкая электрическую цепь.

35 Конструкции первого и второго электродов 27, 28 содержат электросорбирующие электроды, приспособленные адсорбировать вещества на своей поверхности. Конструкция 27 первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод 34, а конструкция 28 второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод 35. Первый и второй электросорбирующие электроды 34, 35 организованы так, что каждый имеет большую площадь поверхности. Первый и второй электросорбирующие электроды 34, 35 могут иметь пористую структуру. То есть, первый и второй электросорбирующие электроды 34, 35 имеют высокую площадь внутренней поверхности, позволяющую сохранение ионов. Это обеспечивает высокую площадь внутренней поверхности при малом внешнем объеме.

При настоящей организации первый и второй электросорбирующие электроды 34, 35 образованы из активированного угля. Однако будет понятно, что могут быть

использованы другие подходящие материалы. Электрод из активированного угля может иметь площадь поверхности порядка $1000 \text{ м}^2/\text{г}$.

Хотя в настоящем варианте осуществления, показанном на фиг.3, каждая из конструкций первого и второго электродов 27, 28 имеет один электросорбирующий электрод, будет понятно, что данное изобретение не ограничивается этим. В альтернативной конструкции конструкция 27 первого электрода может содержать больше чем один первый электросорбирующий электрод 34. Конструкция 28 второго электрода может содержать больше чем один второй электросорбирующий электрод 35. В такой конструкции, имеющей два или больше первых электросорбирующих электродов 34 и/или два или больше вторых электросорбирующих электродов 35, первые и вторые электросорбирующие электроды 34, 35 могут быть расположены попеременно в секции 26 электролитической ячейки. Также будет понятно, что форма, размер и положение электродов могут задаваться так, чтобы удовлетворять конкретному набору требований.

В одном варианте осуществления каждая из конструкций 27, 28 первого и второго электродов может дополнительно содержать на себе слой ионообменной мембраны. В такой конструкции избирательность ионообменных мембран выбирают так, что это позволяет проход катионов и анионов, поглощаемых соответствующими электросорбирующими электродами 34, 35. Следовательно, конструкция 27 первого электрода может содержать катионообменную мембрану, обращенную к конструкции 28 второго электрода. Конструкция 28 второго электрода может содержать анионообменную мембрану, обращенную к конструкции 27 первого электрода. Одно преимущество включения ионообменных мембран в конструкции электродов заключается в том, что это увеличивает емкость адсорбции ионов.

Декальцинирующее устройство 20 дополнительно содержит секцию 40 регенерации. Секция 40 регенерации показана на фиг.4. Секция 40 регенерации содержит ион-генерирующее тело 41. Ион-генерирующее тело 41 может быть помещено между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов. То есть, ион-генерирующее тело 41 может быть помещено в пространстве 24 обработки. Ион-генерирующее тело обычно показано численным обозначением 7. Обозначение 41, в частности, относится к промежуточному электроду в качестве варианта осуществления ион-генерирующего тела.

Ион-генерирующее тело 41 организовано так, чтобы образовывать ионы водорода и ионы гидроксида. Ион-генерирующее тело 41 не имеет прямого электрического подсоединения. То есть, ион-генерирующее тело 41 не подсоединяется к источнику энергии.

В еще одном аспекте ион-генерирующее тело 41 может подсоединяться к источнику энергии (т.е. электрод не будет плавающим).

В настоящей конструкции ион-генерирующее тело 41 содержит промежуточный электролизный электрод. Промежуточный электролизный электрод организован так, чтобы позволять протекать реакциям электролиза на его поверхности. Площадь поверхности промежуточного электролизного электрода меньше, чем площадь поверхности первого и второго электросорбирующих электродов 34, 35. В настоящем варианте осуществления промежуточный электролизный электрод образован из углерода, например инжекционно формованного углерода или стекловидного углерода. Однако будет понятно, что промежуточный электролизный электрод может быть образован из других подходящих материалов, например из титана, покрытого оксидом рутения или иридия. Такая конструкция может увеличивать срок службы

промежуточного электролизного электрода.

Секция 40 регенерации дополнительно содержит изолирующее приспособление 42. Изолирующее приспособление 42 организовано так, чтобы изолировать пространство 24 обработки. То есть, изолирующее приспособление 42 организовано так, чтобы

5 изолировать пространство 24 обработки от камеры 22 или ее остатка, которая выступает в качестве секции обработанного водного раствора. Изолирующее приспособление 42 может содержать насос, (обратный) клапан, защитный материал, который может двигаться, блокируя путь течения, или любое альтернативное устройство, которое предотвращает проточное сообщение между путями протока и/или резервуарами.

10 В настоящем варианте осуществления изолирующее приспособление 42 представляет собой клапан. Данный клапан содержит скользящее уплотнение 43, выступающее в качестве барьера. Уплотнение 43 расположено у дальнего конца ион-генерирующего тела 41. Уплотнение 43 образовано из резиновой пластины, хотя будет понятно, что предусматриваются альтернативные конструкции. В некоторых вариантах

15 осуществления изолирующее приспособление 42 может отсутствовать, как станет ясно далее. Таким образом, изолирующее приспособление 42 в вариантах осуществления (временно) закрывает выход 123 жидкости. Следовательно, электролитическая ячейка может быть организована как проточная ячейка, а также как ячейка, которая может работать периодическим образом.

20 Заметим, что в вариантах осуществления переключающая конструкция (не показана) или другая альтернативная конструкция (не показана) может быть организована, чтобы контролировать изолирующее приспособление.

Секция 40 обработки находится в пространстве 24 обработки с возможностью удаления и размещения. Секция 40 обработки удаляется из пространства 24 обработки

25 во время первого рабочего состояния, то есть режима обработки, декальцинирующего устройства 20. Секция 40 обработки размещается в пространстве 24 обработки во время второго рабочего состояния, то есть режима регенерации, декальцинирующего устройства 20. Когда секция 40 регенерации размещается в пространстве 24 обработки, ион-генерирующее тело 41 расположено между конструкцией первого электрода 27 и

30 конструкцией второго электрода 28. Ион-генерирующее тело 41 разделяет секцию 21 обработки на первую ячейку 44 и вторую ячейку 45.

Первая ячейка 44 задается ион-генерирующим телом 41 и конструкцией 27 первого электрода. Вторая ячейка 45 задается ион-генерирующим телом 41 и конструкцией 28 второго электрода. Ион-генерирующее тело 41 разделяет пространство 24 обработки

35 секции 21 обработки, задавая пространство 46 первой ячейки, в которое поступает часть водного раствора, и пространство 47 второй ячейки, в которое поступает часть водного раствора. Ион-генерирующее тело 41 выступает, разделяя пространство 24 обработки на пространство 46 первой ячейки и пространство 47 второй ячейки. Ион-генерирующее тело 41 разделяет конструкции 27, 28 первого и второго электродов. То

40 есть, ион-генерирующее тело 41 распространяется по пространству 24 обработки и, таким образом, действует, отделяя конструкции 27, 28 первого и второго электродов друг от друга. Так как изолирующее приспособление 42 расположено на дальнем конце ион-генерирующего тела 41, изолирующее приспособление 42 способно изолировать пространство 47 второй ячейки от пространства 46 первой ячейки, предотвращая

45 проточное сообщение между пространствами двух ячеек 46, 47 и остатком камеры 22.

Ион-генерирующее тело 41 имеет первую поверхность 48, которая образует часть первой ячейки 44, и вторую поверхность 49, которое образует часть второй ячейки 45. Первая поверхность 48 обращена к конструкции 27 первого электрода. Вторая

поверхность 49 обращена к конструкции 28 второго электрода.

Ион-генерирующее тело 41 находится на расстоянии от конструкций 27, 28 первого и второго электродов. То есть, декальцинирующее устройство 20 организовано так, что ион-генерирующее тело 41 не контактирует непосредственно с конструкциями 27, 28 первого и второго электродов.

Как описано выше, в режиме обработки декальцинирующего устройства конструкция 27 первого электрода получает отрицательный электрический заряд (-), а конструкция 28 второго электрода получает положительный электрический заряд (+).

В режиме регенерации декальцинирующего устройства 20 полярность конструкций 27, 28 первого и второго электродов обращается. То есть, конструкция 27 первого электрода получает положительный электрический заряд (+), а конструкция 28 второго электрода получает отрицательный электрический заряд (-). Контроллер (не показан) способен подавать электрическую энергию и обращать полярность конструкций 27, 28 первого и второго электродов. Контроллер (не показан) может быть ручным устройством.

Переключающая конструкция (не показана) обеспечивается, чтобы изменять декальцинирующее устройство 20 между его режимом обработки и его режимом регенерации. Переключающая конструкция содержит контроллер, организованный так, чтобы изменять полярность конструкций 27, 28 первого и второго электродов. Переключающая конструкция позволяет перемещать секцию 40 регенерации между режимом обработки, в котором ее выводят из положения между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов, и режимом регенерации, в котором ее помещают между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов.

Переключающая конструкция позволяет вводить ион-генерирующее тело 41 в секцию 26 электролитической ячейки. Ион-генерирующее тело 41 образует в ней барьер. Ион-генерирующее тело 41 также задает первую ячейку 44 и вторую ячейку 45 секции 26 электролитической ячейки. Будет понятно, что переключающей конструкции для переключения между режимом обработки и режимом обработки можно помогать разными путями.

Например, в варианте осуществления, показанном на фиг.3 и 4, секция 40 регенерации может скользить в пространство 24 обработки, и при этом ион-генерирующее тело 41 поступает между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов, и уплотнением 43, изолирующим пространство 24 обработки от остальной камеры 22, выступающей как секция обработанного водного раствора. Это может быть линейным движением или, в альтернативной конструкции, радиальным движением. В такой конструкции секция 40 регенерации может быть картриджем, который вставляют в камеру 22.

В альтернативной конструкции секция 21 обработки движется в камере 22, выступающей как секция обработанного водного раствора, поступая над секцией 40 регенерации. При такой конструкции секция 21 обработки может располагаться в камере 22 или где-то еще. Также будет понятно, что секция 21 обработки и секция 40 регенерации могут двигаться в сообщении друг с другом и без него.

В альтернативной конструкции секция 21 обработки может удаляться из камеры 22, выступающей как секция обработанного водного раствора. В такой конструкции секция 21 обработки может быть образована в виде картриджа, который может удаляться из камеры 22 и вставляться в другое положение или в отдельное устройство для удаления накипи (не показано), где находится секция 40 регенерации.

Во время работы декальцинирующего устройства 20 декальцинирующее устройство 20 исходно находится в режиме обработки, как показано на фиг.3. Секция 40 регенерации

не находится в пространстве обработки. Секция 21 обработки находится в проточном сообщении с камерой 22, которая выступает как секция обработанного водного раствора.

Декальцинирующее устройство 20 работает так, что подается напряжение между конструкцией 27 первого электрода и конструкцией 28 второго электрода.

Водный раствор вводят через вход 23 жидкости. Водный раствор течет в контейнер через вход 23 жидкости у верхнего конца камеры 22. Водный раствор может вводиться в камеру 22 до ее заполнения.

В настоящей конструкции декальцинирующее устройство 20 работает в режиме обработки, когда водный раствор подается в камеру 22, выступающую в качестве секции обработанного водного раствора. Однако будет понятно, что, альтернативно или дополнительно, декальцинирующее устройство 20 может работать после подачи водного раствора в декальцинирующее устройство 20. Одно преимущество работы декальцинирующего устройства 20 во время заполнения камеры 22 заключается в том, что водный раствор обрабатывается, когда он поступает в камеру 22. Также будет понятно, что в конструкции, в которой декальцинирующее устройство 20 работает в режиме обработки после введения водного раствора, можно максимизировать долю нежелательных веществ, удаляемых из водного раствора.

В настоящей конструкции водный раствор, вводимый в контейнер пользователем, представляет собой 'жесткую' воду. Такая 'жесткая' вода обычно включает в себя нежелательные вещества ионы натрия, хлорида, кальция и бикарбоната. Во время работы декальцинирующего устройства 20 приложенное напряжение вызывает разность потенциалов между конструкцией 27 первого электрода и конструкцией 28 второго электрода. Обычно разность потенциалов от 1 до 5 вольт используется в режиме обработки. Катионы Na^+ (показаны стрелкой 50 на фиг.3) и Ca^{2+} (показаны стрелкой 51 на фиг.3) имеют положительный заряд и поэтому притягиваются к конструкции 27 отрицательно заряженного, первого электрода, выступающего в качестве катода. Следовательно, в режиме обработки конструкция 27 первого электрода выступает в качестве катода, притягивающего катионы натрия и кальция.

Анионы Cl^- (показаны стрелкой 52 на фиг.3) и HCO_3^- (показаны стрелкой 53 на фиг.3) имеют отрицательный заряд и поэтому притягиваются к конструкции 28 положительно заряженного, второго электрода, выступающего в качестве анода. Следовательно, в режиме обработки конструкция 28 второго электрода выступает в качестве анода, притягивающего анионы хлорида и бикарбоната.

Когда разность потенциалов прикладывается между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов, катионы (Na^+ , Ca^{2+}), образованные в водном растворе, притягиваются к конструкции 27 первого электрода и принимаются ей, а анионы (Cl^- , HCO_3^-), образованные в водном растворе, притягиваются к конструкции 28 второго электрода и принимаются ей. Когда катионы достигают катода, они адсорбируются из водного раствора на поверхности конструкции 27 первого электрода. Когда анионы достигают анода, они адсорбируются из водного раствора на поверхности конструкции 28 второго электрода. После достижения заданного периода времени источник энергии отсоединяют, и конструкции 27, 28 первого и второго электродов деактивируются. Конструкция электрода с внешним объемом 0,016 литра (16 мл) обычно способна полностью деионизовать один литр (1 л) 'жесткой' (17 dH) воды. Следовательно, уровень нежелательных веществ, таких как хлорид натрия NaCl и карбонат кальция CaCO_3 ,

снижается до желаемого уровня.

Катионы (Na^+ , Ca^{2+}), удаленные из обработанного водного раствора, остаются на конструкции 27 первого электрода. Анионы (Cl^- , HCO_3^-), удаленные из обработанного водного раствора, остаются на конструкции 28 второго электрода. Водный раствор в камере 22, следовательно, очищается и теперь готов к применению. Такая очищенная вода может применяться без образования накипи.

Пользователь переключает декальцинирующее устройство 20 в режим регенерации. Декальцинирующее устройство 20 приводится в действие, помещая секцию 40 регенерации в пространство 24 обработки. Декальцинирующее устройство 20 также приводится в действие, обращая полярность конструкций 27, 28 первого и второго электродов.

Когда секция 40 регенерации поступает в пространство 24 обработки, как показано на фиг.4, ион-генерирующее тело 41 разделяет пространство 24 обработки на пространство 46 первой ячейки и пространство 47 второй ячейки. Изолирующее приспособление 42 изолирует пространство 24 обработки от остальной камеры 22. Изолирующее приспособление 42 изолирует пространство 47 второй ячейки и пространство 46 первой ячейки друг от друга. Пользователь применяет переключающую конструкцию, чтобы переключать между первой конфигурацией, то есть режимом обработки, и второй конфигурацией, то есть режимом регенерации. В результате отсутствует проточное соединение между первой ячейкой 44 и второй ячейкой 45 или камерой 22.

Когда декальцинирующее устройство 20 работает, обращая полярность конструкций 27, 28 первого и второго электродов, конструкция 27 первого электрода имеет высокий потенциал или положительный заряд (+). Конструкция 28 второго электрода имеет низкий потенциал или отрицательный заряд (-). В режиме регенерации приложенная разность потенциалов обычно будет больше, чем разность потенциалов, приложенная в режиме обработки из-за присутствия падения напряжения по ион-генерирующему телу 41. Обычно разность потенциалов от 1 В до 40 В прикладывают между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов. Будет понятно, что конструкции 27, 28 первого и второго электродов не обеспечиваются обратной полярностью до того, как секция 40 регенерации поступает в пространство 24 обработки. То есть, источник энергии не обеспечивает обратной полярности к конструкциям 27, 28 первого и второго электродов до тех пор, пока изолирующее приспособление 42 не помещают, чтобы изолировать пространство 24 обработки от остальной камеры 22. Некоторое количество обработанного или необработанного водного раствора остается в пространстве 24 обработки. Альтернативно, некоторое количество обработанного или необработанного водного раствора может вводиться в пространство 24 обработки.

Во второй конфигурации, режиме регенерации, конструкция 27 первого электрода выступает в качестве анода, отталкивая катионы натрия и кальция Na^+ (показан стрелкой 54 на фиг.4) и Ca^{2+} (показан стрелкой 55 на фиг.4) от своей поверхности 29. Следовательно, нежелательные вещества отталкиваются от конструкции 27 первого электрода в небольшой объем водного раствора в пространстве 24 обработки.

Во второй конфигурации, режиме регенерации, конструкция 28 второго электрода выступает в качестве катода, отталкивая анионы хлорида и бикарбоната Cl^- (показан стрелкой 56 на фиг.4) и HCO_3^- (показан стрелкой 57 на фиг.4) от своей поверхности 30. Следовательно, нежелательные вещества отталкиваются от конструкции 28 второго

электрода в небольшой объем водного раствора в пространстве 24 обработки.

В обращенном электрическом поле анионы (Cl^- , HCO_3^-) притягиваются к конструкции 27 первого электрода, выступающего в качестве анода. Промежуточный электролизный электрод, образующий ион-генерирующее тело 41, предотвращает анионы (Cl^- , HCO_3^-), десорбированные конструкцией 28 второго электрода, от реадсорбции на конструкции 27 первого электрода. В обращенном электрическом поле катионы (Na^+ , Ca^{2+}) притягиваются к конструкции 28 второго электрода, выступающего в качестве катода. Промежуточный электролизный электрод, образующий ион-генерирующее тело 41, предотвращает катионы (Na^+ , Ca^{2+}), десорбированные конструкцией 27 первого электрода, от реадсорбции на конструкции 28 второго электрода.

Кроме того, ион-генерирующее тело 41 выступает, предотвращая анионы (Cl^- , HCO_3^-), десорбированные конструкцией 28 второго электрода, от рекомбинации с катионами (Na^+ , Ca^{2+}), десорбированными конструкцией 27 первого электрода, предотвращая, тем самым, образование CaCO_3 внутри секции 21 обработки.

Промежуточный электролизный электрод, образующий ион-генерирующее тело 41, не имеет электрического подсоединения; однако будет понятно, что промежуточный электролизный электрод имеет потенциал между потенциалами конструкций 27, 28 первого и второго электродов. Следовательно, промежуточный электролизный электрод способен разлагать воду (H_2O), полученную в первой и второй ячейках 44, 45.

В первой ячейке 44 промежуточный электролизный электрод выделяет гидроксид анионы OH^- (показаны стрелкой 59 на фиг.4) и газообразный водород (H_2). Гидроксид анионы (OH^-) реагируют с десорбированными катионами натрия и кальция (Na^+ , Ca^{2+}), образуя гидроксид натрия (NaOH) и гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Следовательно, водный раствор в первой ячейке 44 становится щелочным раствором.

Во второй ячейке 45 промежуточный электролизный электрод выделяет катионы водорода H^+ (показаны стрелкой 58 на фиг.4) и газообразный кислород (O_2). Катионы водорода (H^+) реагируют с десорбированными анионами хлорида и бикарбоната (Cl^- , HCO_3^-), образуя соляную кислоту (HCl) и угольную кислоту (H_2CO_3).

Процессы во второй ячейке 45 могут также производить газообразный диоксид углерода (CO_2) и газообразный хлор (Cl_2). Угольная кислота (H_2CO_3) разлагается на воду (H_2O) и диоксид углерода (CO_2), поддерживая равновесие между молекулами. Газообразный хлор (Cl_2) образуется на поверхности промежуточного электролизного электрода, когда два аниона хлорида (Cl^-) отдают электрон промежуточному электролизному электроду и объединяются. Водный раствор во второй ячейке 45 становится кислым раствором.

Преимущественно, реакции десорбированных ионов с гидроксид анионами (OH^-) в первой ячейке 44 и катионами водорода (H^+) во второй ячейке 45 означают, что десорбированные ионы превращаются в другие соединения и поэтому не препятствуют десорбции остальных адсорбированных ионов на поверхности конструкций 27, 28 электродов.

Фиг.3-4 схематично изображают один вариант осуществления устройства, которое

может быть организовано так, чтобы работать в первом рабочем состоянии и втором рабочем состоянии, разделенных по времени друг от друга.

Как показано на фиг.4, ион-генерирующее тело может быть расположено так, чтобы, по меньшей мере, частично проточно изолировать водную жидкость на стороне первого электросорбирующего электрода электролитической ячейки и водную жидкость на

стороне второго электросорбирующего электрода электролитической ячейки. Следовательно, ион-генерирующее тело, в особенности, может быть расположено так, чтобы, по меньшей мере, частично проточно изолировать конструкцию первого электрода от конструкции второго электрода. Вместе с изолирующим приспособлением 42 изоляция может быть полной. Ион-генерирующее тело 41 разделяет электролитическую ячейку, показанную обозначением 126. Электролитическая ячейка 126 задается, в частности, элементом, содержащим конструкцию первого электрода и конструкцию второго электрода. В особенности, они разделены пространством обработки.

Большая асимметрия площади поверхности, вызванная промежуточным электролизным электродом, образующим ион-генерирующее тело 41, имеющим площадь поверхности, которая гораздо меньше, чем площадь поверхности конструкций 27, 28 первого и второго электродов, означает, что электролиз протекает только на промежуточном электролизном электроде. Это предотвращает протекание электролиза на конструкциях 27, 28 первого и второго электродов и поэтому позволяет максимизировать рабочий ток. Преимущественно, это позволяет более быструю регенерацию конструкций 27, 28 первого и второго электродов.

Промежуточный электролизный электрод предотвращает щелочной раствор в первой ячейке 44 от взаимодействия с кислым раствором во второй ячейке 45. Следовательно, ионы, адсорбированные на конструкциях 27, 28 первого и второго электродов, предотвращаются от рекомбинации.

Кроме того, путем предотвращения рекомбинации адсорбированных ионов промежуточный электролизный электрод вызывает осаждение гидроксида кальция в первой ячейке. Это делает раствор туманным. Следовательно, видимый индикатор показывает пользователю, что процесс удаления накипи был успешным.

Изолирующее приспособление 42 предотвращает утечку водного раствора отходов, генерируемого во время режима регенерации, в очищенный водный раствор в остальной камере 22, выступающей в качестве секции обработанного водного раствора.

Следовательно, очищенный водный раствор не загрязняется. Водный раствор отходов может легко удаляться из декальцинирующего устройства 20. Кроме того, объем образованного водного раствора отходов минимизируется. Водный раствор отходов может сливаться, когда камера 22 еще полна обработанным водным раствором. В одном варианте осуществления декальцинирующее устройство 20 может содержать камеру отходов (не показана), в которой щелочной раствор и кислый раствор объединяются, чтобы нейтрализовать растворы перед их устранением.

Декальцинирующее устройство 20 может затем возвращаться в нейтральный режим или режим обработки.

Хотя в вышеописанном варианте осуществления тело 41, генерирующее ионы водорода и ионы гидроксида, содержит один промежуточный электролизный электрод, будет понятно, что предусматриваются альтернативные конструкции. Например, в альтернативной конструкции три электрода могут применяться с двумя ион-генерирующими телами. В такой конструкции два внешних электрода могут выступать как конструкции первого электрода, а внутренний электрод как конструкция второго

электрода. Внутренний электрод будет способен функционировать в двух направлениях на любой стороне его тела.

Хотя варианты осуществления декальцинирующего устройства показаны и описаны со ссылкой на фиг.3 и 4, будет понятно, что предусматриваются альтернативные варианты осуществления. На фиг.5 и 6 показан альтернативный вариант осуществления декальцинирующего устройства 60. Декальцинирующее устройство 60, показанное на фиг.5 и 6, в общем такое же, как варианты осуществления декальцинирующего устройства 20, описанные выше, и поэтому подробное описание будет опущено здесь. Кроме того, признаки и компоненты декальцинирующего устройства 60 настоящего варианта осуществления, соответствующие признакам и компонентам декальцинирующего устройства 20, описанного выше, будут сохранять ту же терминологию и численные обозначения. Однако в декальцинирующем устройстве 60, показанном на фиг.5 и 6, используется другой тип ион-генерирующего тела 61, содержащий промежуточную водорасщепляющую мембрану.

На фиг.5 декальцинирующее устройство 5, обозначенное здесь как декальцинирующее устройство 60, показано в первом рабочем состоянии. В первом рабочем состоянии декальцинирующее устройство 60 находится в режиме обработки. То есть, декальцинирующее устройство 60 организовано так, чтобы удалять вещества, такие как ионы натрия, кальция, хлорида и бикарбоната, но не ограничиваясь этим, из водного раствора, полученного декальцинирующим устройством 60. На фиг.6 декальцинирующее устройство 60 находится во втором рабочем состоянии. Во втором рабочем состоянии декальцинирующее устройство 60 находится в режиме его регенерации. То есть, декальцинирующее устройство 60 организовано так, чтобы регенерировать секцию 21 обработки путем выделения веществ, удаленных из водного раствора в режиме обработки.

В настоящем варианте осуществления секция 40 регенерации показана на фиг.6. Секция 40 регенерации содержит ион-генерирующее тело 61. Ион-генерирующее тело 61 содержит промежуточную водорасщепляющую мембрану.

Промежуточная водорасщепляющая мембрана, образующая ион-генерирующее тело 61, может быть помещена между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов. То есть, ион-генерирующее тело 61 может быть помещено в пространстве 24 обработки. Промежуточная водорасщепляющая мембрана организована так, чтобы образовывать ионы водорода и ионы гидроксида. Промежуточная водорасщепляющая мембрана не имеет прямого электрического подсоединения.

Секция 40 регенерации дополнительно содержит изолирующее приспособление 42. Изолирующее приспособление 42 организовано так, чтобы изолировать пространство 24 обработки. То есть, изолирующее приспособление 42 организовано так, чтобы изолировать пространство 24 обработки от камеры 22 или ее остатка, которая выступает в качестве секции обработанного водного раствора. Когда секция 40 регенерации помещена в пространстве 24 обработки, водорасщепляющая мембрана находится между конструкцией 27 первого электрода и конструкцией 28 второго электрода. Водорасщепляющая мембрана ион-генерирующего тела 61 разделяет секцию 21 обработки на пространство 46 первой ячейки и пространство 47 второй ячейки.

Переключающая конструкция (не показана) обеспечивается, чтобы изменять декальцинирующее устройство 60 между его режимом обработки и его режимом регенерации. Переключающая конструкция содержит контроллер, чтобы изменять полярность конструкций 27, 28 первого и второго электродов. Переключающая конструкция также содержит переключающий механизм (не показан). В одном варианте

осуществления переключающая конструкция может быть организована так, чтобы перемещать секцию 40 регенерации между положением между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов и положением вне конструкций 27, 28 первого и второго электродов. Будет понятно, что такой переключающий механизм может вызвать

линейное или вращательное действие и может, например, приводиться в действие рукояткой, рычагом или мотором. Переключающий механизм может вызывать перемещение секции 40 регенерации и/или конструкций 27, 28 первого и второго электродов.

Водорасщепляющая мембрана, образующая ион-генерирующее тело 61, содержит два слоя, сложенных вместе. Первый слой образован с помощью анионообменной мембраны 62. Второй слой образован с помощью катионообменной мембраны 63. Соединение 64 задается между анионообменной мембраной 62 и катионообменной мембраной 63. Среди прочего, обозначения 61 и 81 и др. могут относиться к водорасщепляющей мембране в качестве варианта осуществления ион-генерирующего

тела 7. Анионообменная мембрана 62 позволяет анионам (отрицательно заряженным молекулам) пересекать мембрану 62, но, по существу, блокирует катионы (положительно заряженные молекулы). Анионообменная мембрана 62 содержит положительно заряженные, поверхностные группы, например, четвертичный аммоний или любой другой подходящий материал. Катионообменная мембрана 63 позволяет катионам (положительно заряженным молекулам) пересекать мембрану 63, но, по существу, блокирует анионы (отрицательно заряженные молекулы). Катионообменная мембрана 63 содержит отрицательно заряженные, поверхностные группы, например, сульфонат или любой другой подходящий материал.

Водорасщепляющая мембрана, образующая ион-генерирующее тело 61, ориентирована так, что анионообменная мембрана 62 обращена к конструкции 27 первого электрода, а катионообменная мембрана 63 обращена к конструкции 28 второго электрода. Ориентация такова, что во втором рабочем состоянии регенерированные ионы из конструкций 27, 28 первого и второго электродов блокируются обращенными к ним ионообменными мембранами 62, 63 водорасщепляющей мембраны.

Работа вариантов осуществления декальцинирующего устройства 60, описанных со ссылкой на фиг.5 и 6. в общем такая же, как у вариантов осуществления декальцинирующего устройства 20, описанных со ссылкой на фиг.3 и 4, и поэтому подробное описание будет опущено здесь.

Когда декальцинирующее устройство 20 находится в режиме обработки, как показано на фиг.5, конструкция 27 первого электрода получает отрицательный электрический заряд (-), а конструкция 28 второго электрода получает положительный электрический заряд (+). Секция 40 регенерации отсутствует между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов.

Когда разность потенциалов прикладывается между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов, катионы Na^+ , Ca^{2+} (показанные стрелками 66, 67 соответственно) притягиваются к конструкции 27 первого электрода, выступающей в качестве катода.

Анионы Cl^- , HCO_3^- (показанные стрелками 68, 69 соответственно) притягиваются к конструкции 28 второго электрода, выступающей в качестве анода. Когда катионы достигают конструкции 27 первого электрода, они адсорбируются из водного раствора на поверхности конструкции 27 первого электрода. Когда анионы достигают конструкции 28 второго электрода, они адсорбируются из водного раствора на

поверхности конструкции 28 второго электрода.

Когда водный раствор был обработан в течение заданного периода времени, уровни катионов (Na^+ , Ca^{2+}) и анионов (Cl^- , HCO_3^-) снижаются до желаемого уровня. Тогда

водный раствор в камере 22 очищен. Ионы натрия и кальция (Na^+ , Ca^{2+}) собираются на конструкции 27 первого электрода, а ионы хлорида и бикарбоната (Cl^- , HCO_3^-) собираются на конструкции 28 второго электрода.

Когда секция 40 регенерации поступает в пространство 24 обработки, как показано на фиг.6, ион-генерирующее тело 61 (здесь, в особенности, водорасщепляющая мембрана 142) разделяет пространство 24 обработки на пространство 46 первой ячейки и пространство 47 второй ячейки. Изолирующее приспособление 42 изолирует пространство 24 обработки от остальной камеры 22, выступающей в качестве секции обработанного водного раствора. Изолирующее приспособление 42 изолирует пространство 46 первой ячейки и пространство 47 второй ячейки друг от друга.

Пользователь применяет переключающую конструкцию, чтобы переключать между первой конфигурацией, то есть режимом обработки, и второй конфигурацией, то есть режимом регенерации.

Когда декальцинирующее устройство 60 работает, обращая полярность конструкций 27, 28 первого и второго электродов в режиме регенерации, конструкция 27 первого электрода имеет высокий потенциал или положительный заряд (+). Конструкция 28 второго электрода имеет низкий потенциал или отрицательный заряд (-). Будет понятно, что конструкции 27, 28 первого и второго электродов не обеспечиваются обратной полярностью до того, как секция 40 регенерации поступает в пространство 24 обработки. То есть, источник энергии не обеспечивает обратной полярности к конструкциям 27, 28 первого и второго электродов до тех пор, пока изолирующее приспособление 42 не помещают, чтобы изолировать пространство 24 обработки от остальной камеры 22. Некоторое количество обработанного или необработанного водного раствора остается в пространстве 24 обработки. Альтернативно, некоторое количество обработанного или необработанного водного раствора может вводиться в пространство 24 обработки.

Во второй конфигурации, режиме регенерации, конструкция 27 первого электрода выступает в качестве анода, отталкивая катионы натрия и кальция Na^+ (показан стрелкой 71 на фиг.6) и Ca^{2+} (показан стрелкой 72 на фиг.6). Следовательно, нежелательные вещества отталкиваются от конструкции 27 первого электрода в небольшой объем водного раствора в пространстве 24 обработки. Конструкция 28 второго электрода выступает в качестве катода, отталкивая анионы хлорида и бикарбоната Cl^- (показан стрелкой 73 на фиг.6) и HCO_3^- (показан стрелкой 74 на фиг.6). Следовательно, нежелательные вещества отталкиваются от конструкции 28 второго электрода в небольшой объем водного раствора в пространстве 24 обработки. Обозначение 75 показывает выделившиеся OH^- , а обозначение 76 показывает выделившиеся H^+ .

Водорасщепляющая мембрана ион-генерирующего тела 61 ориентирована так, что анионообменная мембрана 62 обращена к конструкции 27 первого электрода, а катионообменная мембрана 63 обращена к конструкции 28 второго электрода.

Анионообменная мембрана 62 водорасщепляющей мембраны блокирует катионы (например, Na^+ , Ca^{2+}) и, таким образом, предотвращает их от повторной адсорбции конструкцией 28 второго электрода, выступающего в качестве катода. Катионообменная

мембрана 63 блокирует анионы (например, Cl^- , HCO_3^-) и, образом, предотвращает их от повторной адсорбции конструкцией 27 первого электрода, выступающего в качестве анода. Следовательно, анионы (Cl^- , HCO_3^-) и катионы (Na^+ , Ca^{2+}) предотвращаются от прохода сквозь водорасщепляющую мембрану. Водорасщепляющая мембрана действует, предотвращая рекомбинацию десорбированных катионов Ca^{2+} и анионов HCO_3^- , предотвращая кальцинирование за счет CaCO_3 .

Водорасщепляющая мембрана ион-генерирующего тела 61 расщепляет молекулы воды (H_2O) на катионы водорода (H^+) и анионы гидроксида (OH^-) путем автоионизации. Молекулы воды расщепляются в соединении 64 водорасщепляющей мембраны. Вода (H_2O) у соединения 64 между анионообменной и катионообменной мембранами 62, 63 частично диссоциирует на ионы водорода (H^+) и гидроксида (OH^-). Молекулы воды (H_2O) переносятся к соединению 64 водорасщепляющей мембраны путем диффузии.

Гидроксид анионы (OH^-) проходят через анионообменную мембрану 62 под действием электрического поля. Гидроксид анионы (OH^-) притягиваются к конструкции 27 первого электрода, выступающего в качестве анода, в пространстве 46 первой ячейки. В пространстве 46 первой ячейки гидроксид анионы (OH^-) реагируют с катионами (Na^+ , Ca^{2+}), десорбированными с поверхности конструкции 27 первого электрода, с образованием осадка и щелочного раствора.

Катионы водорода (H^+) проходят через катионообменную мембрану 63 под действием электрического поля. Катионы водорода (H^+) притягиваются к конструкции 28 второго электрода, выступающего в качестве катода, в пространстве 47 второй ячейки. В пространстве 47 второй ячейки катионы водорода (H^+) реагируют с анионами (Cl^- , HCO_3^-), десорбированными с поверхности конструкции 28 второго электрода, с образованием кислого раствора. Использование водорасщепляющей мембраны обеспечивает разложение воды путем автоионизации, а не электролиза, и, таким образом, предотвращается образование газообразного хлора (Cl_2). Образование газообразного водорода (H_2) и кислорода (O_2), получаемых электролизом воды, также предотвращается.

В альтернативном варианте осуществления вода может течь через пространство 24 обработки во время режима регенерации. Такая конструкция может включать в себя отдельную траекторию течения для воды, независимо от камеры 22, выступающей в качестве секции обработанного водного раствора. Преимуществом такой конструкции является то, что регенерированные ионы вымываются из секции электролитической ячейки, например, в камеру отходов (не показана). Кроме того, водорасщепляющая мембрана обеспечена постоянным потоком молекул воды (H_2O), которые могут использоваться для получения ионов водорода (H^+) и гидроксида (OH^-). Кроме того, продукты процесса регенерации могут вымываться из секции электролитической ячейки входящим течением отходящей воды. Щелочной и кислый растворы могут затем рекомбинировать далее ниже по ходу от секции электролитической ячейки с получением нейтрального раствора, контактирующего с отходами, которые затем могут безопасно устраняться. Отдельная траектория течения также может использоваться вместе с

вариантами осуществления, описанными выше со ссылками на фиг.3 и 4, а также вариантами осуществления, описанными ниже.

На фиг.7 и 8 показан альтернативный вариант осуществления декальцинирующего устройства 80. Декальцинирующее устройство 80, показанное на фиг.7 и 8, в общем такое же, как варианты осуществления декальцинирующего устройства 60, описанные выше со ссылками на фиг.5 и 6, и поэтому подробное описание будет опущено здесь. Кроме того, признаки и компоненты декальцинирующего устройства 80 настоящего варианта осуществления, соответствующие признакам и компонентам декальцинирующего устройства 60, описанного выше, будут сохранять ту же терминологию и численные обозначения. Однако, хотя в вышеописанных вариантах осуществления ион-генерирующее тело выводится из пространства 24 обработки в режиме обработки и принимается в пространство 24 обработки в режиме регенерации, в альтернативном варианте осуществления ион-генерирующее тело 81 неподвижно установлено в пространстве 24 обработки.

На фиг.7 декальцинирующее устройство 5, обозначенное здесь как декальцинирующее устройство 80, показано в первом рабочем состоянии. В первом рабочем состоянии декальцинирующее устройство 80 находится в режиме обработки. То есть, декальцинирующее устройство 80 организовано так, чтобы удалять вещества, такие как ионы натрия, кальция, хлорида и бикарбоната, но не ограничиваясь этим, из водного раствора, полученного декальцинирующим устройством 80. На фиг.8 декальцинирующее устройство 80 находится во втором рабочем состоянии. Во втором рабочем состоянии декальцинирующее устройство 80 находится в режиме его регенерации. То есть, декальцинирующее устройство 80 организовано так, чтобы регенерировать секцию 21 обработки путем выделения веществ, удаленных из водного раствора в режиме обработки.

В настоящем варианте осуществления секция 40 регенерации показана на фиг.7 и 8. Секция 40 регенерации содержит ион-генерирующее тело 81. Ион-генерирующее тело 81 содержит промежуточную водорасщепляющую мембрану. Конструкция промежуточной водорасщепляющей мембраны идентична описанной выше со ссылкой на фиг.5 и 6, и поэтому подробное описание будет опущено. Водорасщепляющая мембрана ион-генерирующего тела 81 содержит анионообменную мембрану 82 и катионообменную мембрану 83. Хотя изолирующее приспособление опущено, будет понятно, что декальцинирующее устройство 80 может иметь изолирующее приспособление, например, обратный клапан, переключаемый клапан или насос.

Промежуточная водорасщепляющая мембрана, образующая ион-генерирующее тело 81, может быть помещена между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов в режимах и обработки, и регенерации. То есть, водорасщепляющая мембрана ион-генерирующего тела 81 разделяет секцию 21 обработки на пространство 46 первой ячейки и пространство 47 второй ячейки. Водорасщепляющая мембрана ориентирована так, что анионообменная мембрана 82 обращена к конструкции 27 первого электрода, а катионообменная мембрана 83 обращена к конструкции 28 второго электрода.

Когда декальцинирующее устройство 80 находится в режиме обработки, как показано на фиг.7, конструкция 27 первого электрода получает отрицательный электрический заряд (-), а конструкция 28 второго электрода получает положительный электрический заряд (+). Секция 40 регенерации находится между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов.

Когда разность потенциалов прикладывается между конструкциями 27, 28 первого

и второго электродов, катионы Na^+ , Ca^{2+} (показанные стрелками 86, 87 соответственно) притягиваются к конструкции 27 первого электрода, выступающей в качестве катода.

Анионы Cl^- , HCO_3^- (показанные стрелками 88, 89 соответственно) притягиваются к

5 конструкции 28 второго электрода, выступающей в качестве анода. В настоящей конструкции неподвижное ион-генерирующее тело 81, разделяющее пространства 46, 47 первой и второй ячеек, будет, по существу, блокировать катионы и анионы.

Следовательно, во время режима обработки катионы, происходящие преимущественно из пространства 46 первой ячейки, способны достигать конструкции 27 первого

10 электрода и будут адсорбироваться из водного раствора на поверхности конструкции 27 первого электрода. Анионы, происходящие преимущественно из пространства 47 второй ячейки, способны достигать конструкции 28 второго электрода и будут

адсорбироваться из водного раствора на поверхности конструкции 28 второго электрода. В альтернативном варианте осуществления две или больше секций 21

15 обработки установлены последовательно. В такой конструкции скорость, с которой очищается водный раствор до достижения желаемого уровня деионизации,

максимизируется. В настоящей конструкции высокая разность потенциалов, например в интервале от 1 В до 40 В, прикладывается во время режима обработки из-за присутствия неподвижного ион-генерирующего тела 81 во время режима обработки.

20 Когда водный раствор был обработан в течение заданного периода времени, уровни катионов (Na^+ , Ca^{2+}) и анионов (Cl^- , HCO_3^-) снижаются до желаемого уровня. Тогда водный раствор в камере 22 очищен. Ионы натрия и кальция (Na^+ , Ca^{2+}) собираются

на конструкции 27 первого электрода, а ионы хлорида и бикарбоната (Cl^- , HCO_3^-)

25 собираются на конструкции 28 второго электрода.

Пользователь применяет переключающую конструкцию, чтобы переключать между первой конфигурацией, то есть режимом обработки, и второй конфигурацией, то есть режимом регенерации.

30 Когда декальцинирующее устройство 80 работает, обращая полярность конструкций 27, 28 первого и второго электродов в режиме регенерации, конструкция 27 первого электрода имеет высокий потенциал или положительный заряд (+). Конструкция 28 второго электрода имеет низкий потенциал или отрицательный заряд (-). В режиме регенерации обычно применяют разность потенциалов в интервале от 1 В до 40 В.

35 Во второй конфигурации, режиме регенерации, конструкция 27 первого электрода выступает в качестве анода, отталкивая катионы натрия и кальция Na^+ (показан стрелкой 91 на фиг.8) и Ca^{2+} (показан стрелкой 92 на фиг.8). Следовательно, нежелательные

вещества отталкиваются от конструкции 27 первого электрода в небольшой объем водного раствора в пространстве 24 обработки. Конструкция 28 второго электрода

40 выступает в качестве катода, отталкивая анионы хлорида и бикарбоната Cl^- (показан стрелкой 93 на фиг.8) и HCO_3^- (показан стрелкой 94 на фиг.8). Дополнительно,

обозначение 95 показывает выделившиеся OH^- , а обозначение 96 показывает

45 выделившиеся H^+ . Следовательно, нежелательные вещества отталкиваются от конструкции 28 второго электрода в небольшой объем водного раствора в пространстве

24 обработки. Катионы (Na^+ , Ca^{2+}), освобожденные конструкцией 27 первого электрода, неспособны преодолевать анионообменную мембрану 82 и проходить через

водорасщепляющую мембрану к конструкции 28 второго электрода. Анионы (Cl^- , HCO_3^-), освобожденные конструкцией 28 второго электрода, неспособны преодолевать катионообменную мембрану 83 и достигать конструкции 27 первого электрода.

В режиме регенерации приложенная полярность электродов позволяет водорасщепляющей мембране ион-генерирующего тела 81 расщеплять молекулы воды (H_2O) на катионы водорода (H^+) и анионы гидроксида (OH^-) путем автоионизации.

Молекулы воды расщепляются в соединении 84 водорасщепляющей мембраны. Вода (H_2O) у соединения 84 между анионообменной и катионообменной мембранами 82, 83 частично диссоциирует на ионы водорода (H^+) и гидроксида (OH^-). Молекулы воды (H_2O) переносятся к соединению 84 водорасщепляющей мембраны путем диффузии.

Гидроксид анионы (OH^-) проходят через анионообменную мембрану 82 под действием электрического поля. Гидроксид анионы (OH^-) притягиваются к конструкции 27 первого электрода, выступающего в качестве анода, в пространстве 46 первой ячейки. В пространстве 46 первой ячейки гидроксид анионы (OH^-) реагируют с катионами (Na^+ , Ca^{2+}), десорбированными с поверхности конструкции 27 первого электрода, с

образованием осадка и щелочного раствора. Катионы водорода (H^+) проходят через катионообменную мембрану 83 под действием электрического поля. Катионы водорода (H^+) притягиваются к конструкции 28 второго электрода, выступающего в качестве катода, в пространстве 47 второй ячейки. В пространстве 47 второй ячейки катионы водорода (H^+) реагируют с анионами (Cl^- , HCO_3^-), десорбированными с поверхности конструкции 28 второго электрода, с образованием кислого раствора. Использование водорасщепляющей мембраны обеспечивает разложение воды путем автоионизации, а не электролиза, и, таким образом, предотвращается образование газообразного хлора (Cl_2). Образование газообразного водорода (H_2) и кислорода (O_2), получаемых электролизом воды, также предотвращается.

В вышеописанных вариантах осуществления конструкция декальцинирующего устройства 80 упрощается, так как нет необходимости перемещать секцию 40 регенерации и конструкции 27, 28 электродов относительно друг друга. Следовательно, надежность работы может улучшаться, а производство может упрощаться.

В другом альтернативном варианте осуществления водорасщепляющая мембрана, описанная в любом из вышеописанных вариантов осуществления, содержит разделитель потока обменной мембраны (не показано), расположенную между анионообменной мембраной 82 и катионообменной мембраной 83 и приспособленную отделять их друг от друга. Разделитель потока обменной мембраны обеспечивает пространство, чтобы необработанная вода текла между обменными мембранами 82, 83. В режиме обработки разделитель потока обменной мембраны позволяет анионам в пространстве 46 первой ячейки пересекать анионообменную мембрану 82 и переноситься течением внутри разделителя потока обменной мембраны к камере 22. И, аналогично, позволяет катионам в пространстве 47 второй ячейки пересекать катионообменную мембрану 83 и переноситься течением внутри разделителя потока обменной мембраны к камере 22. Преимущество этого разделителя потока обменной мембраны состоит в том, что ионы в потоке воды способны помогать проводимости водного раствора, что снижает падение напряжения по водорасщепляющей мембране.

В другом альтернативном варианте осуществления водорасщепляющая мембрана, описанная в любом из вышеописанных вариантов осуществления, содержит протонопроводящий материал, например нафийон, расположенный между анионообменной мембраной 82 и катионообменной мембраной 83. Протонопроводящий материал способствует переносу ионов водорода между анионообменной мембраной 82 и катионообменной мембраной 83. Это помогает снижать падение напряжения по водорасщепляющей мембране. Однако часть водного раствора также может использоваться в качестве протонопроводящего материала. Например, в таком случае может быть три объема (и/или потока) водного раствора.

В другом альтернативном варианте осуществления ион-генерирующее тело 81, неподвижно установленное в пространстве 24 обработки, содержит промежуточный электролизный электрод, как описано выше со ссылкой на фиг.3 и 4, вместо водорасщепляющей мембраны. Следовательно, в первом рабочем состоянии, то есть в режиме обработки, путем электролиза катионы водорода будут генерироваться из ион-генерирующего тела 81 в пространство 46 первой ячейки, образуя кислый раствор в пространстве 46 первой ячейки. Гидроксид анионы будут генерироваться в пространство 47 второй ячейки, образуя щелочной раствор в пространстве 47 второй ячейки. Кислый и щелочной растворы затем будут способны смешиваться в камере 22, образуя, по существу, нейтральный и частично деионизованный раствор. Преимущество этого варианта осуществления заключается в том, что высокие электрические токи могут достигаться через конструкции 27, 28 первого и второго электродов, максимизируя скорость обработки.

В другом варианте осуществления конструкции 27, 28 первого и второго электродов образуют из гибкого материала, например из ткани из волокон активированного угля. Ион-генерирующее тело 81 также может быть образовано из гибкого материала, например тонкого электродного листа и пакета тонких анион- и катионообменных мембран. В одном варианте осуществления каждое из пространств 46, 47 первой и второй ячеек включает в себя разделитель потока конструкции электрода (не показано), например, сетку из полипропилена ромбовидной формы. Пакет, включающий конструкции 27 первого электрода, разделитель потока конструкции электрода, ион-генерирующее тело 81, разделитель потока конструкции электрода и конструкцию 28 второго электрода, может иметь спиральную конструкцию, так что секция 21 обработки имеет цилиндрическую форму. Эта конструкция помогает минимизировать размер декальцинирующего устройства 80.

На фиг.9 и 10 показан альтернативный вариант осуществления декальцинирующего устройства 5, обозначенного здесь как декальцинирующее устройство 100. Декальцинирующее устройство 100, показанное на фиг.9 и 10, в общем такое же, как варианты осуществления декальцинирующего устройства, описанные выше, и поэтому подробное описание будет опущено здесь. Кроме того, признаки и компоненты декальцинирующего устройства 100 настоящего варианта осуществления, соответствующие признакам и компонентам декальцинирующего устройства, описанного выше, будут сохранять ту же терминологию и численные обозначения. Однако в настоящем варианте осуществления конфигурация секции 21 обработки отличается.

В варианте осуществления, показанном на фиг.9 и 10, секция 21 обработки имеет, в общем, цилиндрическую конструкцию. Секция 26 электролитической ячейки имеет дуговидный профиль. Конструкция 27 первого электрода и конструкция 28 второго электрода образуют дуги. Конструкция 27 первого электрода содержит внутренний

первый электрод 27a и внешний первый электрод 27b. Конструкция 28 второго электрода расположена между внутренним первым и вторым электродами 27a, 27b. Внутреннее пространство 24a обработки задается между внутренним первым электродом 27a и конструкцией 28 второго электрода. Внешнее пространство 24b обработки задается между внешним первым электродом 27b и конструкцией 28 второго электрода. Внутреннее и внешнее пространства обработки 24a, 24b образуют пространство 24 обработки.

Секция 40 регенерации способна приниматься в пространство 24 обработки. Секция 40 регенерации является дуговидной. Секция 40 регенерации содержит внутреннее ион-генерирующее тело 101 и внешнее ион-генерирующее тело 102. Внутреннее и внешнее ион-генерирующие тела 101, 102 являются дуговидными.

Секция 21 обработки и секция 40 регенерации изогнуты дугой вокруг одной продольной оси. Секция 40 регенерации способна вращаться вокруг продольной оси относительно секции 21 обработки.

Внутреннее ион-генерирующее тело 101 способно вращаться, чтобы быть принятым во внутреннем пространстве 24a обработки. Следовательно, внутреннее ион-генерирующее тело 101 способно быть принятым между внутренним первым электродом 27a конструкции 27 первого электрода и конструкцией 28 второго электрода. Внешнее ион-генерирующее тело 102 способно вращаться, чтобы быть принятым во внешнем пространстве 24b обработки. Следовательно, внешнее ион-генерирующее тело 102 способно быть принятым между внешним первым электродом 27b конструкции 27 первого электрода и конструкцией 28 второго электрода.

Дуговидная конструкция помогает минимизировать размер декальцинирующего устройства 100.

В настоящей конструкции каждое из внутреннего и внешнего ион-генерирующих тел 101, 102 содержит промежуточный электролизный электрод. Альтернативно, каждое из внутреннего и внешнего ион-генерирующих тел 101, 102 содержит водорасщепляющую мембрану (не показано). Промежуточный электролизный электрод и водорасщепляющая мембрана, в общем, идентичны описанным выше со ссылкой на фиг.3-8 за исключением того, что они являются дуговидными, и поэтому подробное описание будет опущено здесь.

Переключающая конструкция (не показана) обеспечивает движение декальцинирующего устройства 100 между режимами обработки и регенерации. В режиме обработки внутреннее и внешнее ион-генерирующие тела 101, 102 повернуты так, чтобы отводиться от пространства 24 обработки. В режиме регенерации внутреннее и внешнее ион-генерирующие тела 101, 102 повернуты так, чтобы быть принятыми в пространстве 24 обработки. Переключающая конструкция содержит ручку (не показано) или нечто аналогично, прикрепленное к секции 40 регенерации, действующее в качестве ввода пользователя. Альтернативно, может быть использован мотор, который управляется контроллером. Следовательно, когда пользователь поворачивает ручку, внутреннее и внешнее ион-генерирующие тела 101, 102 поворачиваются в положение между конструкциями 27, 28 первого и второго электродов.

Работа декальцинирующего устройства 100, в общем, такая же, как декальцинирующего устройства, описанного выше, и поэтому подробное описание будет опущено здесь. Обращение полярности конструкций 27, 28 первого и второго электродов может выполняться в ответ на действие ручки, выступающей как ввод пользователя.

Хотя в описанных здесь вариантах осуществления декальцинирующее устройство

содержит камеру для водного раствора, будет понятно, что данная камера может быть опущена. Например, декальцинирующее устройство может быть элементом, который способен приниматься в камере для водного раствора, или может быть элементом, который расположен поточным образом или в трубе, вдоль которой течет водный

5 раствор. Труба может проходить в камеру или может образовывать камеру.

Фиг.11a-11b, 12a-12b, 13, 14a-14b, 15a-15b, 16a-16b, 17a-17b и 18 оценивают некоторые альтернативные устройства (11a-11b, 12a-12b, 13, 14a-14b, 15a-15b), а также заданные здесь устройства (16a-16b, 17a-17b; 18).

Фиг.11a-11b схематично показывает режим очистки (11a) и режим регенерации (11b).

10 Применяются электросорбирующие электроды 34, 35. В режиме регенерации не прикладывается никакая разность потенциалов и не используется ион-генерирующее тело. Ионы, адсорбированные в режиме очистки, выделяются в режиме регенерации, но кальцинация может происходить внутри электролитической ячейки 126 во время регенерации. Обозначение 801 показывает вход водного раствора. Обозначения 802 и

15 803 показывают выход и выход отходов соответственно. Обозначения 811 и 812 показывают насосы или другие устройства, создающие течение, причем обозначение 811 здесь, например, показывает дренажный насос, а обозначение 812 показывает выходной насос или насос применения.

Фиг.12a-12b отличаются от фиг.11a-11b тем, что ионообменные (ИО) мембраны

20 связаны с электросорбирующими электродами 34, 35. Соответствующие мембраны показаны обозначениями 861 (катионообменная мембрана, предполагая отрицательный потенциал соответствующего электросорбирующего электрода 34 во время режима очистки) и 862 (анионообменная мембрана, предполагая положительный потенциал соответствующего электросорбирующего электрода 35 во время режима очистки). Во

25 время регенерации разность потенциалов может обращаться. Ионы, адсорбированные в режиме очистки, выделяются в режиме регенерации, но кальцинация может происходить внутри электролитической ячейки 126 во время регенерации.

Фиг.13 схематично изображает другую возможность, когда применяют не электросорбирующие электроды, а обычные электроды 871 (отрицательный потенциал

30 во время очистки) и 872 (положительный потенциал во время очистки), такие как, например, Pt пластины или стержни. Дополнительно, применяют ионообменные мембраны 861, 862, но удаленные от электродов 871, 872 и с разделителем между ионообменными мембранами 861, 862. Такая конфигурация может быть использована в качестве непрерывного способа, но недостатком является высокий поток отходов.

35 Заметим, что только центральная часть между ионообменными мембранами обеспечивает очищенный водный раствор.

Фиг.14a-14b схематично изображают, по существу, такой же вариант осуществления, как схематично изображено на фиг.12a-12b, за исключением того, что применяются не электросорбирующие электроды, а обычные электроды 871 (отрицательный потенциал

40 во время очистки) и 872 (положительный потенциал во время очистки), такие как, например, Pt пластины или стержни. В таком варианте осуществления ионы не сохраняются в электросорбирующих электродах, но некоторые ионы могут сохраняться в ионообменных мембранах. Однако они имеют ограниченную емкость адсорбции, гораздо ниже, чем у электросорбирующих электродов. Кроме того, кальцинация также

45 может происходить внутри электролитической ячейки 126 во время регенерации.

Фиг.15a-15b схематично изображают, по существу, такой же вариант осуществления, как схематично изображено на фиг.14a-14b, за исключением того, что ионообменные мембраны 861, 862 теперь удалены от электродов. Нет пространства между

ионообменными мембранами 861, 862. Однако они имеют ограниченную емкость адсорбции, гораздо ниже, чем у электросорбирующих электродов. Кроме того, может происходить образование газа (газообразный кислород, водород и хлор).

5 Так как примеры на фиг.11a-15b обеспечивают решения ниже оптимальных, настоящее изобретение предлагает альтернативное устройство, имеющее преимущества над этими системами. Фиг.16a-16b схематично изображают вариант осуществления согласно данному изобретению, такой как аналогичен вариантам осуществления, например, на фиг.5-8. В этом, схематично изображенном варианте осуществления, в качестве примера, ионообменные мембраны 861, 862 являются стационарными, а также
10 доступными в режиме очистки. Здесь ионообменные мембраны 861, 862 организованы как ион-генерирующее тело, так как во время регенерации ионообменные мембраны расщепляют воду. Поэтому здесь использована водорасщепляющая мембрана 142. (Конкретные) варианты осуществления водорасщепляющей мембраны 142 также показаны обозначениями 61, 81. Преимущества этого варианта осуществления
15 заключаются в том, что нет кальцинации во время регенерации ячейки и нет образования газа. Кроме того, объем отходов может быть гораздо меньше, так как во время регенерации поток может быть низким (или нулевым). Только с целью изображения, расстояние внутренней мембраны на фиг.16a больше, чем на фиг.16b. Кроме того, заметим, что, когда используется водорасщепляющая мембрана, водорасщепляющая
20 мембрана может обеспечивать третий объем (или разделитель потока обменной мембраны), показанный обозначением 1142, между соответствующими двумя частями ячейки. Здесь ионообменные мембраны 861, 862 также обозначены как ионообменные мембраны 146, 144, причем ионообменная мембрана 146, 861 является катион-избирательной, и ионообменные мембраны 144, 862 являются ион-избирательными.
25 Центральный объем может быть в проточном контакте с выходом 802 (или секцией обработанного водного раствора) во время очистки и может быть в проточном контакте с выходом отходов 803 во время регенерации. Здесь (конкретные) варианты осуществления анионообменной мембраны 144 также показаны обозначениями 62, 82. Здесь (конкретные) варианты осуществления катионообменной мембраны 146 также
30 показаны обозначениями 63, 83.

Высота электросорбирующих электродов 34, 35 и ион-генерирующего тела 7 показана обозначением Н. Схематично показанный вариант осуществления устройства 5 показывает, что все они имеют, по существу, одинаковую высоту.

Фиг.17a-17b схематично изображают, по существу, такой же вариант осуществления, как схематично изображено на фиг.16a-16b, за исключением того, что вместо
35 ионообменных мембран 861, 862 (т.е. ион-генерирующего тела 7), расположенных между электросорбирующими электродами 34, 35, теперь ион-генерирующее тело 7 представляет собой электрод (здесь плавающий электрод). Этот вариант осуществления может иметь такие же преимущества, как предыдущий вариант осуществления, хотя
40 может происходить некоторое образование газа. Дополнительным преимуществом этого варианта осуществления является то, что электролитическая ячейка может быть очень тонкой.

Здесь (конкретный) вариант осуществления ион-генерирующего тела также показан обозначениями 41, 61, 81, 101, 102.

45 Заметим, что все варианты осуществления согласно данному изобретению описаны и схематично изображены для декальцинирующего устройства 5, имеющего единственную электролитическую ячейку. Однако данное изобретение не ограничивается такими вариантами осуществления. Напротив, декальцинирующее устройство может

включать в себя множество таких ячеек, включая трубы и насосы, позволяя, тем самым, непрерывную очистку водного раствора, где некоторые ячейки могут очищать, другие регенерироваться, позднее это может обращаться, все еще производя, таким образом, очищенный водный раствор.

5 Фиг.18 схематично изображает дополнительный вариант осуществления декальцинирующего устройства 5. Устройство 5 содержит первую электролитическую ячейку 1126 и вторую электролитическую ячейку 2126.

Первая электролитическая ячейка 1126 содержит первую секцию электролитической ячейки 1026, организованную так, чтобы принимать, по меньшей мере, часть водного
10 раствора. Кроме того, первая секция электролитической ячейки содержит конструкцию 1027 первого электрода и конструкцию 1028 второго электрода, где конструкция 1027 первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод 1034 и где конструкция 1028 второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод 1035.

15 Аналогично, вторая электролитическая ячейка 2126 содержит вторую секцию электролитической ячейки 2026, организованную так, чтобы принимать, по меньшей мере, часть водного раствора. Вторая секция электролитической ячейки содержит конструкцию 2027 первого электрода и конструкцию 2028 второго электрода. Конструкция 2027 первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод
20 2034, а конструкция 2028 второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод 2035.

Обозначения 1126 и 2126 применяются, чтобы показать разные электролитические ячейки 126. Обозначения 1027 и 2027, и обозначения 1028 и 2028 применяются, чтобы показать разные конструкции электродов (первого и второго соответственно).

25 Аналогично, обозначения 1026 и 2026 применяются, чтобы показать разные секции электролитической ячейки 26. Аналогично, это может быть применимо к другим обозначениям.

Данное декальцинирующее устройство, в особенности, организовано так, чтобы работать с первой электролитической ячейкой 1126 в первом рабочем состоянии для
30 удаления ионов из водного раствора, и декальцинирующее устройство организовано так, чтобы работать со второй электролитической ячейкой 2126 во втором рабочем состоянии для регенерации ионов в водный раствор, где ион-генерирующее тело 7 (смотри также выше), особенно водорасщепляющая мембрана 142, схематично изображенная здесь, находится в промежуточном положении во второй секции
35 электролитической ячейки 2016 во втором рабочем состоянии.

Кроме того, конструкции 1027, 2027 первого электрода и конструкции 1028, 2028 второго электрода содержат текучий электросорбирующий материал 1311, 1312, при работе отделяемый от водного раствора мембранами 1321, 1322. Декальцинирующее устройство дополнительно содержит систему 1300 циркуляции текучего
40 электросорбирующего материала, приспособленную вызывать циркуляцию текучего электросорбирующего материала между конструкциями электродов 1027, 1028, 2027, 2028 первой электролитической ячейки 1126 и второй электролитической ячейки 2126. В качестве примера, система 1300 циркуляции текучего электросорбирующего материала содержит два замкнутых контура, один с первым насосом или другим, вызывающим
45 течение средством 1301, приспособленным вызывать циркуляцию первого текучего электросорбирующего материала 1311, и вторым насосом или другим, вызывающим течение средством 1302, приспособленным вызывать циркуляцию второго текучего электросорбирующего материала 1312. Заметим, что текучие электросорбирующие

материалы 1311, 1312 могут быть одинаковыми (но могут течь в отдельных петлях).

В таком варианте осуществления снова нет декальцинации во время регенерации. Для архитектуры непрерывного режима на фиг.18 предпочтительным вариантом осуществления ион-генерирующего тела 7 является водорасщепляющая мембрана, состоящая из катионообменной мембраны и анионообменной мембраны в прямом контакте. Поэтому предпочтительно водорасщепляющая мембрана не содержит разделителя потока между обеими ион-избирательными мембранами. Это отличается от архитектуры периодического типа на фиг.16a,b, где разделитель потока преимущественно предотвращает накопление ионов во время режима очистки. Однако, альтернативно, вместо водорасщепляющей мембраны 142 (промежуточный) электрод 41 также может применяться в качестве варианта осуществления ион-генерирующего тела 7.

Функцией мембран 1321, 1322 является сохранять текучий электросорбирующий материал отделенным от водного раствора, но позволять перенос ионов между ними. Мембраны 1321 и 1322 являются микропористыми полимерными листами с отверстиями субмикронного размера и предпочтительно нанометрического размера. Необязательно, эти полимеры могут содержать ионообменные функциональные группы. Например, мембрана 1322 у конструкции 1027 первого электрода первой электролитической ячейки 1126 может содержать группу сульфоновой кислоты (SO_3^-), карбоксильную группу (COO^-) или группу фосфорной кислоты (PO_4^-), способную к обмену катионов.

Аналогично мембрана 1322 у конструкции 1027 первого электрода второй электролитической ячейки 2126. И, например, мембрана 1321 у конструкции 1028 второго электрода первой электролитической ячейки 1126 может содержать первичные, вторичные, третичные или четвертичные аммониевые группы, способные обменивать анионы. Аналогично для мембраны 1321 у конструкции 2028 второго электрода второй электролитической ячейки 2126.

Поэтому в одном варианте осуществления данное изобретение обеспечивает (также) непрерывную систему с проточными электродами, содержащую проточный анод, содержащий текучий анодный активный материал, и проточный катод, содержащий текучий катодный активный материал. В особенности, анод содержит анодный токосъемник; анодный разделяющий слой; анодный проточный канал, образованный между анодным токосъемником и анодным разделяющим слоем; и анодный активный материал, текущий через анодный проточный канал, и/или катод содержит катодный токосъемник; катодный разделяющий слой; катодный проточный канал, образованный между катодным токосъемником и катодным разделяющим слоем; и катодный активный материал, текущий через катодный проточный канал. Кроме того, в одном варианте осуществления анодный разделяющий слой представляет собой микропористую изолирующую разделяющую мембрану или анионообменную (проводящую) мембрану, и/или катодный разделяющий слой представляет собой микропористую изолирующую разделяющую мембрану или катионообменную (проводящую) мембрану. В еще одном варианте осуществления анодный активный материал или катодный активный материал смешивают с электролитом с образованием активного материала в фазе суспензии. Также в одном варианте осуществления анодный активный материал и катодный активный материал включают в себя один и тот же материал. Кроме того, в одном варианте осуществления разделяющий слой представляет собой микропористую изолирующую разделяющую мембрану, а анодный активный материал и/или катодный активный материал является микрокапсулированным.

Термин "по существу", например "по существу состоит" будет понятен здесь специалисту в данной области техники. Термин "по существу" может также включать в себя варианты осуществления с "совершенно", "полностью", "все" и т.д. Здесь в вариантах осуществления прилагательное "по существу" также может отсутствовать.

5 Когда применимо, термин "по существу" может также относиться к 90% или выше, например 95% или выше, особенно 99% или выше, особенно 99,5% или выше, включая 100%. Термин "содержать" также включает в себя варианты осуществления, где термин "содержит" означает "состоит из". Термин "и/или" особенно относится к одному или нескольким предметам, упомянутым до и после "и/или". Например, выражение "предмет
10 1 и/или предмет 2" и подобные фразы могут относиться к одному или нескольким предметам 1 и предметам 2. Термин "содержащий" может в одном варианте осуществления относиться к "состоящий из", но может в другом варианте осуществления также относиться к "содержащий, по меньшей мере, заданные предметы и, возможно, один или несколько других предметов".

15 Кроме того, термины первый, второй, третий и подобные в данном описании и в формуле изобретения используются для различения между подобными элементами, а не обязательно для описания последовательного или хронологического порядка. Следует понимать, что используемые таким образом термины являются взаимозаменяемыми в определенных обстоятельствах, и что варианты осуществления
20 данного изобретения, описанные здесь, способны работать в других последовательностях, чем описанные или изображенные здесь.

Устройства здесь находятся среди других, описанных во время работы. Как будет ясно специалисту в данной области техники, данное изобретение не ограничивается способами работы или устройствами в работе.

25 Следует заметить, что вышеупомянутые варианты осуществления иллюстрируют, а не ограничивают данное изобретение, и что специалисты в данной области техники будут способны разработать многочисленные альтернативные варианты осуществления без отклонения от объема формулы изобретения. В формуле изобретения любые численные обозначения, помещенные между скобками, не следует рассматривать как
30 ограничивающие пункт формулы изобретения. Применение глагола "содержать" и его спряжений не исключает присутствия элементов или этапов, иных, чем указано в пункте формулы изобретения. Артикль "а" или "an", предшествующий элементу, не исключает присутствия множества таких элементов. Данное изобретение может быть осуществлено с помощью оборудования, содержащего несколько различных элементов, или с
35 помощью надлежащим образом программированного компьютера. В относящемся к устройству пункте, перечисляющем несколько средств, несколько из этих средств могут воплощаться с помощью одного и того же предмета оборудования. Простой факт, что определенные меры указаны в многочисленных разных зависящих пунктах формулы, не означает, что комбинация эти мер не может быть преимущественно использована.

40 Данное изобретение дополнительно применяется к устройству, содержащему один или несколько отличительных признаков, описанных в данном описании и/или показанных на приложенных чертежах. Данное изобретение также принадлежит к способу или процессу, содержащему один или несколько отличительных признаков, описанных в данном описании и/или показанных на приложенных чертежах.

45 Различные аспекты, обсуждаемые в этом патенте, могут быть объединены, чтобы обеспечить дополнительные преимущества. Кроме того, некоторые из признаков могут формировать основу для одной или нескольких выделенных заявок.

(57) Формула изобретения

1. Декальцинирующее устройство (5) для декальцинации водного раствора, содержащее

5 секцию (26) электролитической ячейки, выполненную с возможностью размещения водного раствора, причем секция электролитической ячейки содержит конструкцию (27) первого электрода и конструкцию (28) второго электрода, где конструкция (27) первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод (34), а конструкция (28) второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод (35);

10 ион-генерирующее тело (7);

при этом декальцинирующее устройство выполнено с возможностью работы в первом рабочем состоянии для удаления ионов из водного раствора,

и декальцинирующее устройство выполнено с возможностью работы во втором рабочем состоянии для регенерации ионов в водный раствор, причем во втором рабочем состоянии ион-генерирующее тело помещено в секцию электролитической ячейки, 15 причем первое рабочее состояние и второе рабочее состояние отстоят друг от друга (а) в пространстве и/или (b) во времени.

2. Декальцинирующее устройство (5) по п. 1, в котором ион-генерирующее тело выполнено с возможностью генерирования катионов водорода и анионов гидроксида, 20 уравнивая заряд ионов, регенерированных как из конструкции первого, так и конструкции второго электродов, при этом ион-генерирующее тело выполнено с возможностью блокировки рекомбинации между регенерированными ионами из конструкций первого и второго электродов внутри электролитической ячейки во втором рабочем состоянии.

3. Декальцинирующее устройство (5) по пп. 1, 2, в котором ион-генерирующее тело представляет собой водорасщепляющую мембрану.

4. Декальцинирующее устройство (5) по пп. 1, 2, в котором ион-генерирующее тело представляет собой промежуточный электрод (41).

5. Декальцинирующее устройство (5) по п. 3, в котором водорасщепляющая мембрана (142) содержит анионообменную мембрану (144) и катионообменную мембрану (146), 30 выполненные с возможностью блокировки во втором рабочем состоянии ионов, десорбированных из соответствующих обращенных конструкций (27, 28) первого и второго электродов.

6. Декальцинирующее устройство (5) по п. 5, в котором водорасщепляющая мембрана (142) дополнительно содержит разделитель (1142) потока обменной мембраны между анионообменной мембраной (144) и катионообменной мембраной (146).

7. Декальцинирующее устройство (5) по п. 5 или 6, в котором водорасщепляющая мембрана (142) дополнительно содержит протонопроводящий материал между анионообменной мембраной (144) и катионообменной мембраной (146).

8. Декальцинирующее устройство (5) по п. 4, в котором площадь поверхности промежуточного электрода (41) меньше, чем площадь поверхности каждой из конструкции (27) первого электрода и конструкции (28) второго электрода.

9. Декальцинирующее устройство (5) по пп. 1, 2, 5, 6, 8, дополнительно содержащее изолирующее приспособление (42), которое во втором рабочем состоянии выполнено 45 с возможностью изолирования по текучей среде секции (26) электролитической ячейки от секции (22) обработанного водного раствора для размещения обработанного водного раствора.

10. Декальцинирующее устройство (5) по п. 9, в котором изолирующее приспособление

(42) выполнено с возможностью изолирования по текучей среде конструкции (27) первого электрода от конструкции (28) второго электрода во втором рабочем состоянии, причем изолирующее приспособление (42) находится на ион-генерирующем теле (7).

11. Декальцинирующее устройство (5) по любому из пп. 1, 2, 5, 6, 8, 10, в котором ион-генерирующее тело (7) выполнено с возможностью изъятия из секции (26) электролитической ячейки в первом рабочем состоянии или размещения в секции (26) электролитической ячейки в первом рабочем состоянии.

12. Декальцинирующее устройство (5) по любому из пп. 1, 2, 5, 6, 8, 10, выполненное с возможностью в первом рабочем состоянии приложения напряжения между конструкцией (27) первого электрода, имеющей низкий потенциал, и конструкцией (28) второго электрода, имеющей высокий потенциал, чтобы притягивать ионы к конструкциям электродов и удалять ионы из водного раствора, и выполненное с возможностью во втором рабочем состоянии изменения полярности для такого приложения напряжения между конструкциями первого и второго электродов с обратными потенциалами, что конструкция первого электрода имеет высокий потенциал, а конструкция второго электрода имеет низкий потенциал, чтобы регенерировать ионы, удаленные из водного раствора.

13. Декальцинирующее устройство (5) по любому из пп. 1, 2, 5, 6, 8, 10, содержащее электролитическую ячейку (126), содержащую конструкцию (27) первого электрода и конструкцию (28) второго электрода, дополнительно содержащую вход (23) для получения упомянутого водного раствора и выход (123) для выпуска упомянутого водного раствора, причем электролитическая ячейка (126) выполнена как проточная ячейка.

14. Декальцинирующее устройство (5) по любому из пп. 1, 2, 5, 6, 8, 10, содержащее первую электролитическую ячейку (1126) и вторую электролитическую ячейку (2126); при этом первая электролитическая ячейка (1126) содержит:

секцию (1026) первой электролитической ячейки, выполненную с возможностью размещения по меньшей мере части водного раствора, причем секция первой электролитической ячейки содержит конструкцию (1027) первого электрода и конструкцию (1028) второго электрода, где конструкция (1027) первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод (1034), а конструкция (1028) второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод (1035); и

вторая электролитическая ячейка (2126) содержит:

секцию (2026) второй электролитической ячейки, выполненную с возможностью размещения по меньшей мере части водного раствора, причем секция второй электролитической ячейки содержит конструкцию (2027) первого электрода и конструкцию (2028) второго электрода, где конструкция (2027) первого электрода содержит первый электросорбирующий электрод (2034), а конструкция (2028) второго электрода содержит второй электросорбирующий электрод (2035), при этом

декальцинирующее устройство выполнено с возможностью работы с первой электролитической ячейкой (1126) в первом рабочем состоянии для удаления ионов из водного раствора, и

декальцинирующее устройство выполнено с возможностью работы с первой электролитической ячейкой (2126) во втором рабочем состоянии для регенерации ионов в водный раствор, причем во втором рабочем состоянии ион-генерирующее тело помещено в секцию второй электролитической ячейки;

конструкции (1027, 2027) первого электрода и конструкции (1028, 2028) второго электрода содержат текучий электросорбирующий материал (1311, 1312), при работе

отделенный от водного раствора мембранами (1321, 1322); и

декальцинирующее устройство дополнительно содержит систему (1300) циркуляции
текущего электросорбирующего материала, выполненную с возможностью
осуществления циркуляции текучего электросорбирующего материала между
5 конструкциями (1027, 1028, 2027, 2028) электродов первой электролитической ячейки
(1126) и второй электролитической ячейки (2126).

15. Бытовое устройство, содержащее декальцинирующее устройство (5) по любому
из пп. 1-14.

16. Способ декальцинации водного раствора, имеющий первое рабочее состояние
10 для удаления ионов из водного раствора и второе рабочее состояние для регенерации
ионов в водный раствор, согласно которому

применяют декальцинирующее устройство, содержащее электролитическую ячейку,
содержащую первый электросорбирующий электрод и второй электросорбирующий
электрод, причем первое рабочее состояние и второе рабочее состояние перемежают
15 и выполняют в одной электролитической ячейке,

причем в первом рабочем состоянии:

(а) вводят водный раствор и

(б) прикладывают напряжение между конструкцией (27) первого электрода, имеющей
низкий потенциал, и конструкцией (28) второго электрода, имеющей высокий потенциал,
20 в водном растворе, чтобы притягивать ионы к конструкциям электродов и удалять
ионы из водного раствора;

во втором рабочем состоянии помещают ион-генерирующее тело (7) между
конструкциями первого и второго электродов, образуя первую ячейку (44) и вторую
ячейку (45),

25 причем каждая ячейка содержит противоположно заряженные конструкции первого
и второго электродов,

причем во втором рабочем состоянии:

(с) прикладывают напряжение между конструкциями первого и второго электродов
с обратными потенциалами так, что конструкция первого электрода имеет высокий
30 потенциал, а конструкция второго электрода имеет низкий потенциал, чтобы
регенерировать ионы, удаленные из водного раствора в первом рабочем состоянии, и

(d) удаляют полученный отработанный водный раствор из секции (26)
электролитической ячейки,

при этом конструкция (27) первого электрода содержит первый электросорбирующий
35 электрод (34) и конструкция (28) второго электрода содержит второй
электросорбирующий электрод (35).

17. Способ по п. 16, согласно которому ион-генерирующее тело располагают между
конструкциями первого и второго электродов только во втором рабочем состоянии.

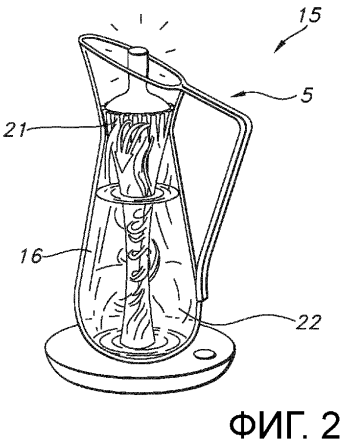
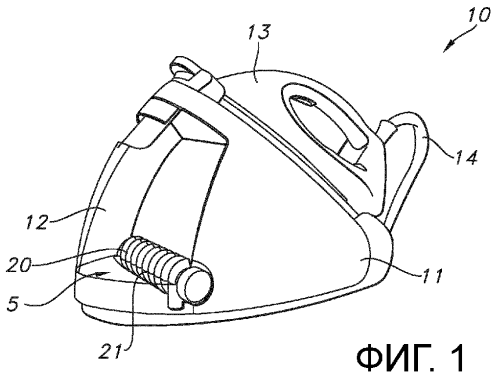
18. Способ по п. 16, согласно которому ион-генерирующее тело располагают между
40 конструкциями первого и второго электродов и в первом рабочем состоянии, и во
втором рабочем состоянии.

19. Способ по пп. 16-18, согласно которому используют декальцинирующее
устройство по п. 14 и согласно которому применяют первое рабочее состояние и второе
рабочее состояние одновременно, но в разных электролитических ячейках упомянутого
45 декальцинирующего устройства.

1

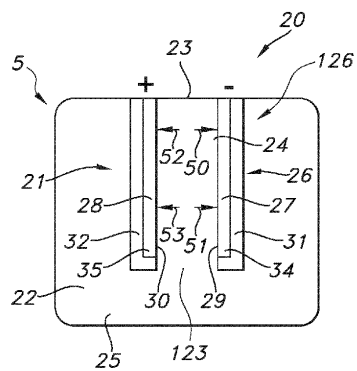
535889

1/11

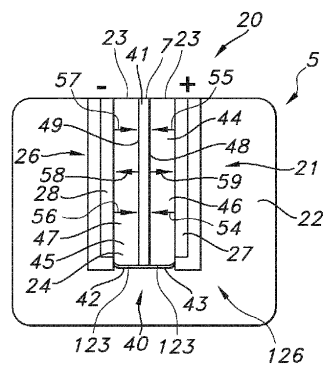


2

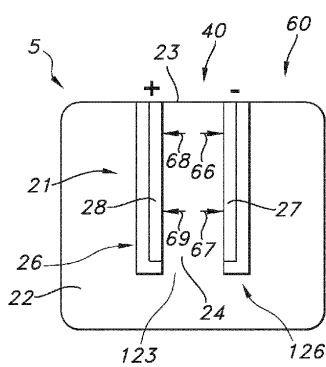
2/11



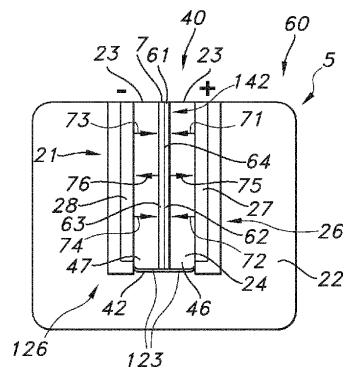
ФИГ. 3



ФИГ. 4

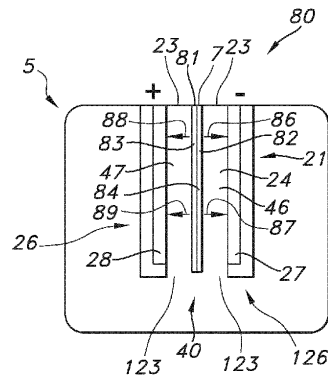


ФИГ. 5

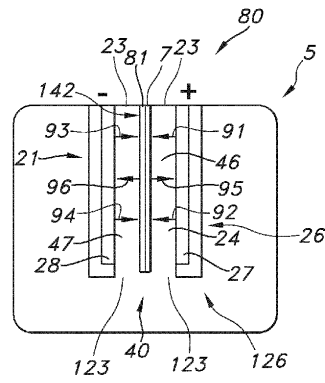


ФИГ. 6

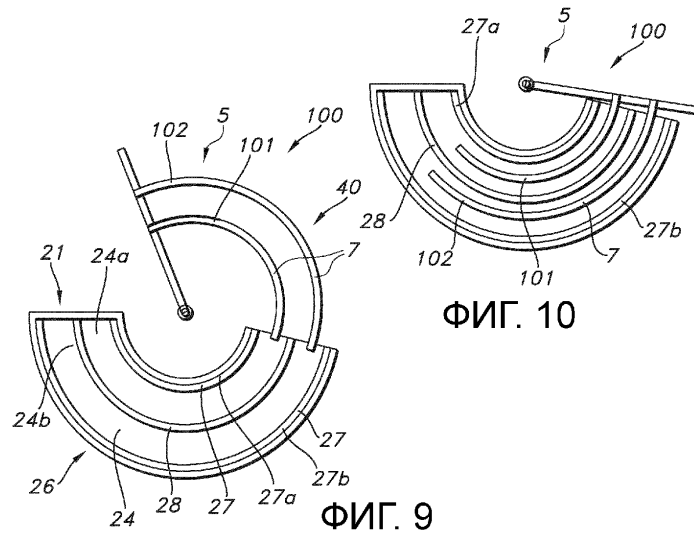
3/11



ФИГ. 7



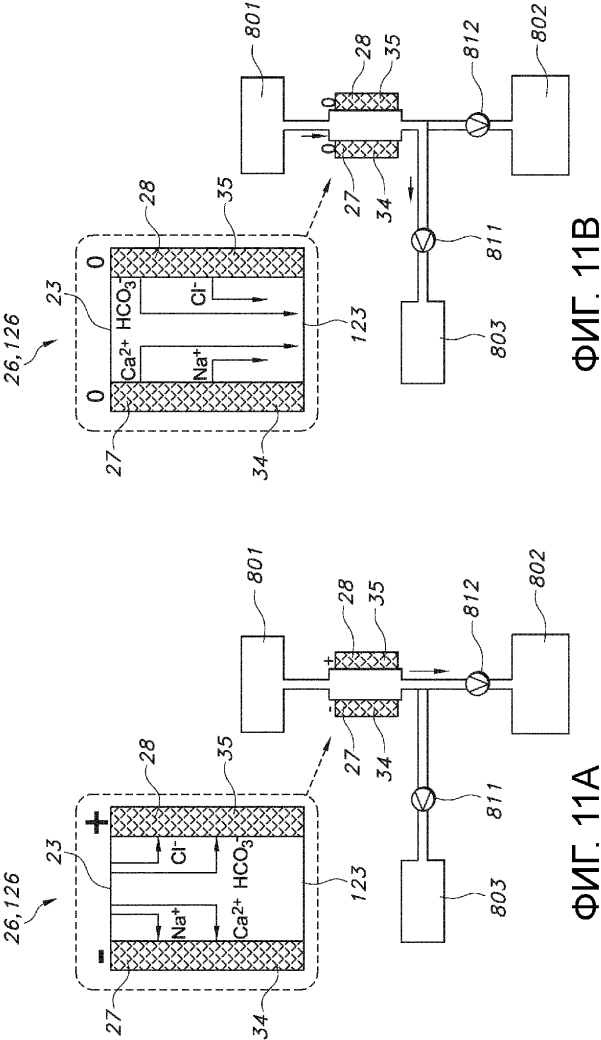
ФИГ. 8



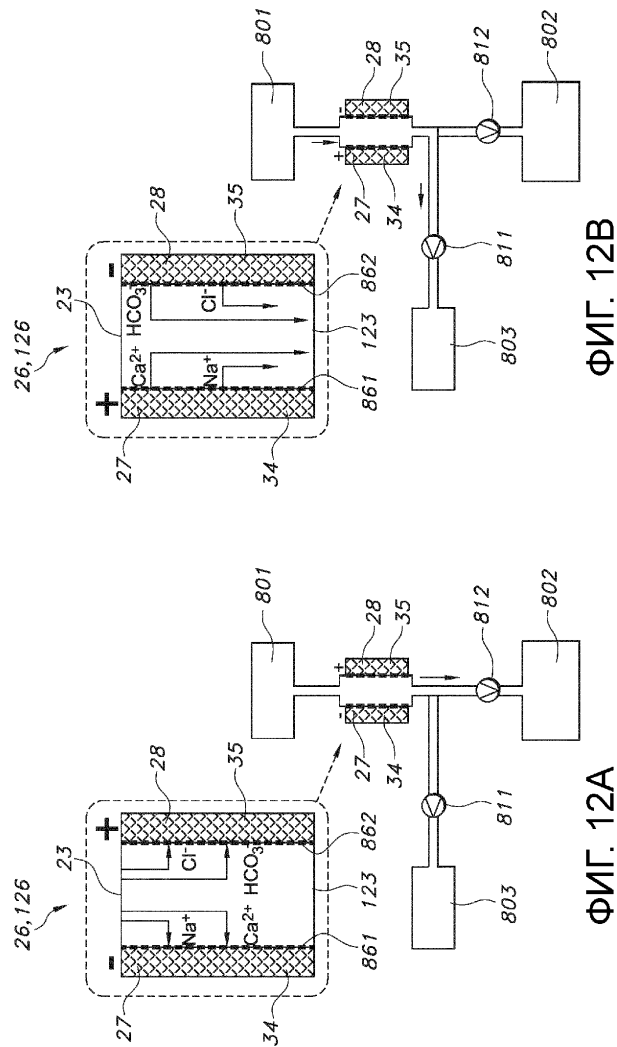
ФИГ. 9

ФИГ. 10

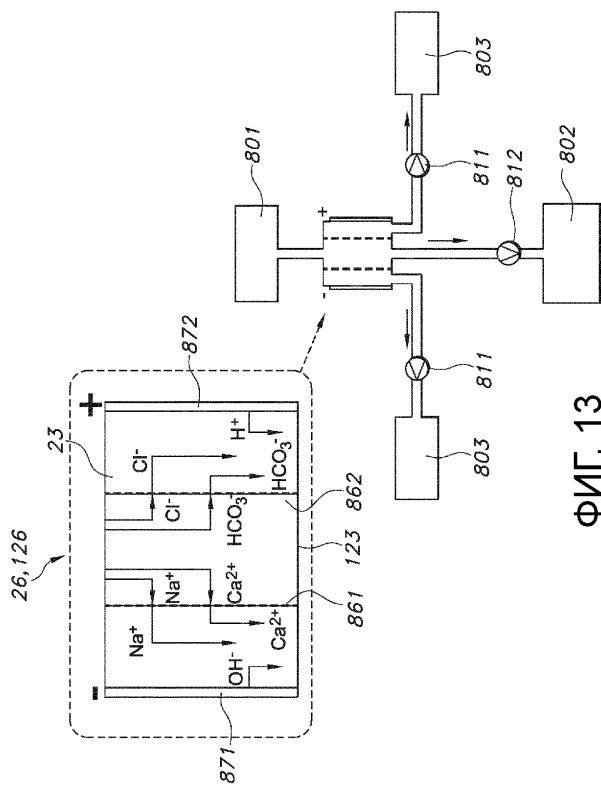
4/11



5/11

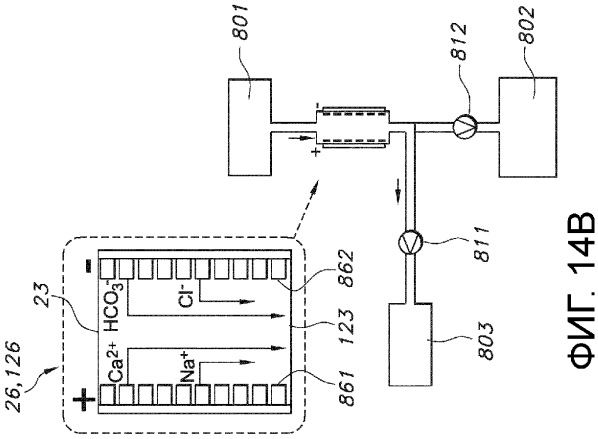


6/11

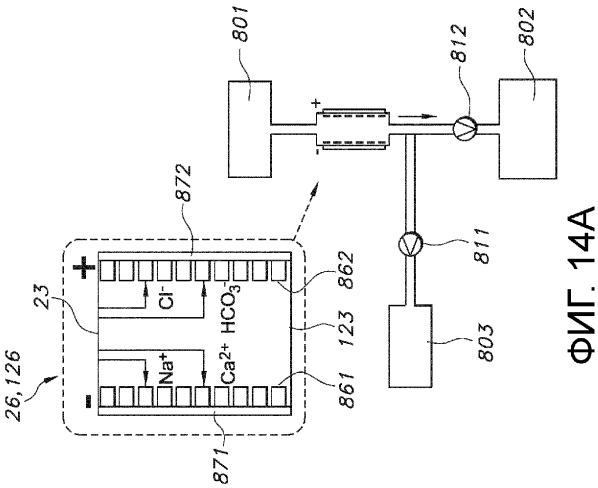


ФИГ. 13

7/11

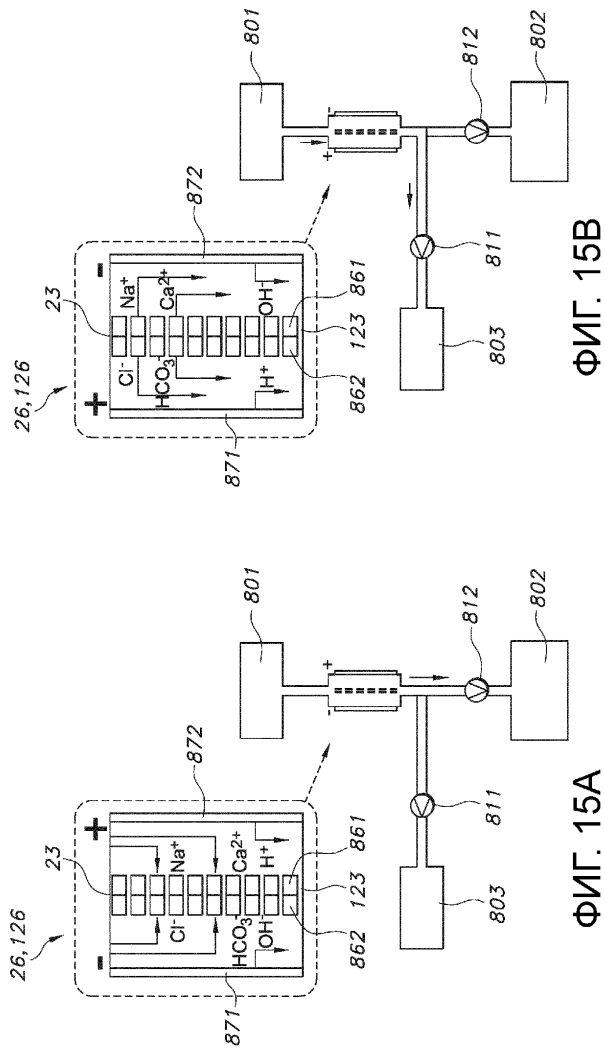


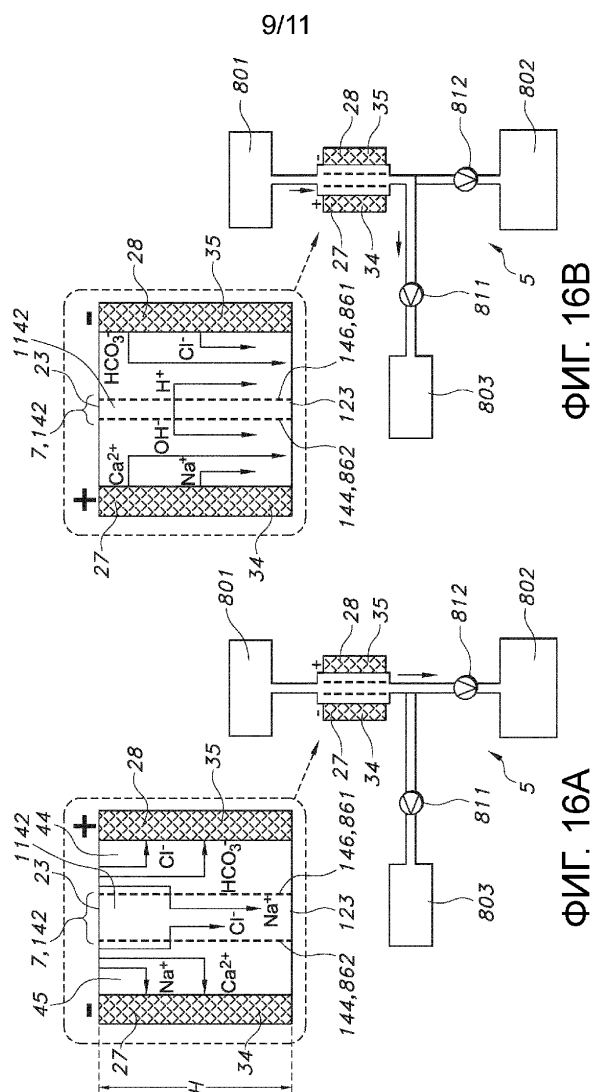
ФИГ. 14В



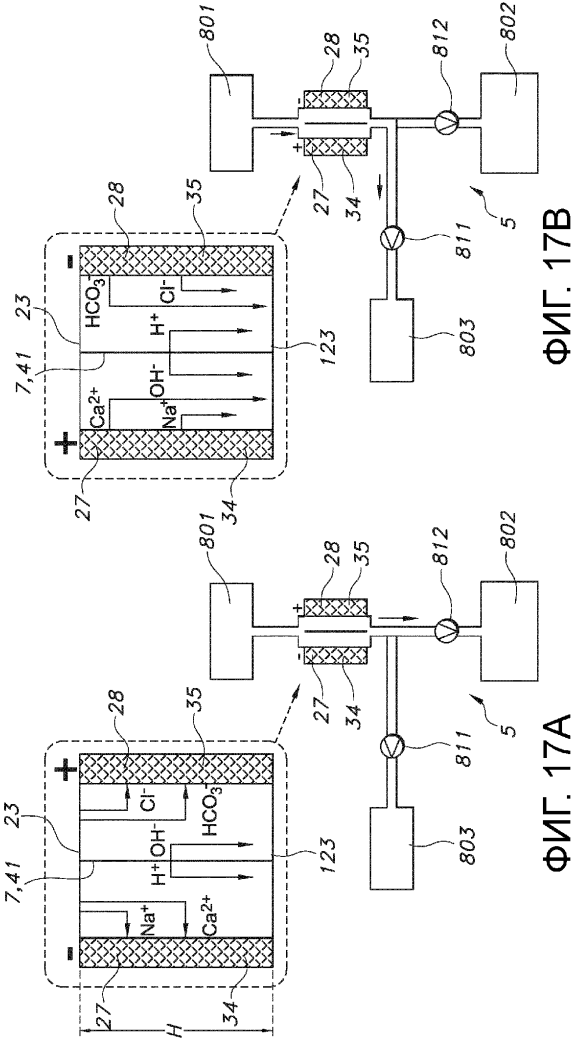
ФИГ. 14А

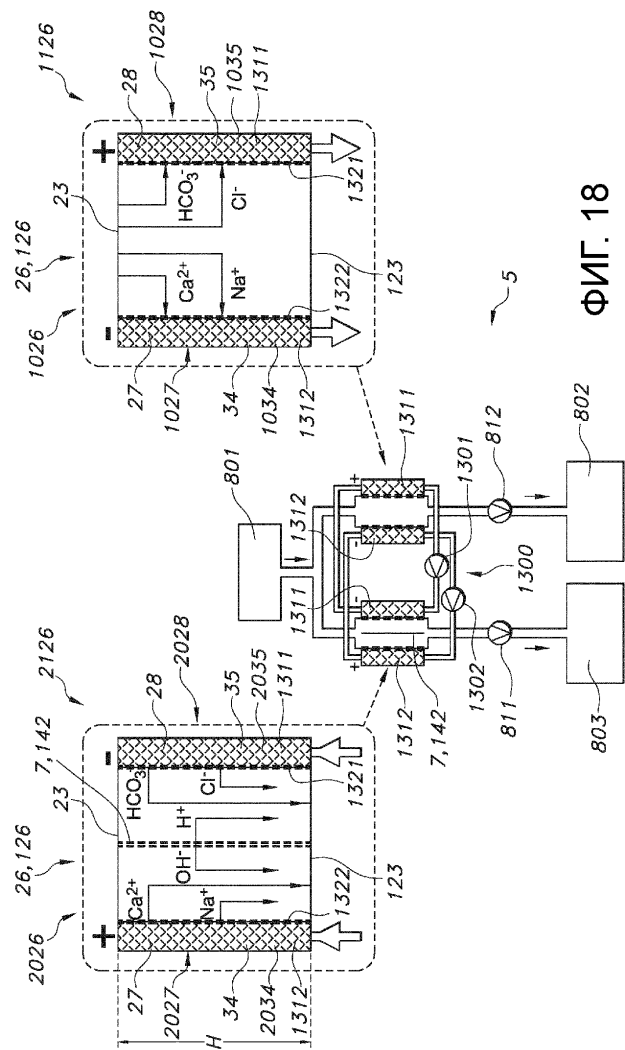
8/11





10/11





ФИГ. 18