

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202100115** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.07.08

(22) Дата подачи заявки
2018.10.18

(51) Int. Cl. **C25B 1/13** (2006.01)
C25B 1/26 (2006.01)
C25B 1/30 (2006.01)
C25B 15/02 (2006.01)
C25B 15/08 (2006.01)
C02F 1/467 (2006.01)

**(54) ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ СИНТЕЗА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ
ОКИСЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ**

(86) **PCT/EP2018/078559**

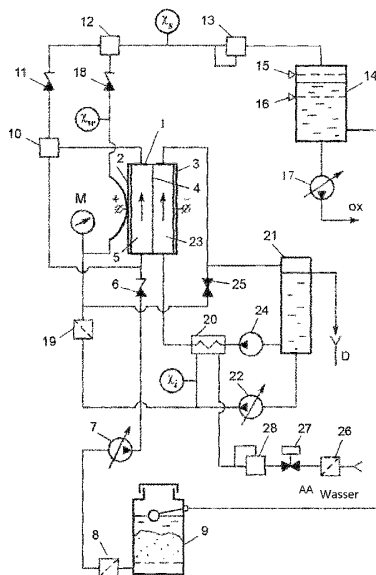
(87) **WO 2020/078553 2020.04.23**

(71) Заявитель:
БЛЮ СЕЙФЕТИ ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:
Витольд Бахир (RU)

(74) Представитель:
Линник Л.Н. (RU)

(57) Изобретение относится к области химических технологий, в частности к устройствам для электролиза водных растворов хлорида щелочного металла для получения хлора, хлорных соединений, кислорода, озона, а также гидропероксидных соединений, и может быть использовано для дезинфекции в медицинской, фармацевтической и пищевой промышленности, а также для очистки и стерилизации воды при помощи водных растворов гипохлористых и гидропероксидных окисляющих веществ.



A1

202100115

202100115

A1

Электрохимическая система для синтеза водных растворов окисляющих веществ

Настоящее изобретение относится к области химических технологий, в частности, к устройствам для электролиза водных растворов хлорида щелочного металла для получения хлора, хлорных соединений, кислорода, озона, а также гидропероксидных соединений и может быть использовано для дезинфекции в медицинской, фармацевтической и пищевой промышленности, а также для очистки и стерилизации воды при помощи водных растворов гипохлористых и гидропероксидных окисляющих веществ.

Растворы гипохлористых и гидропероксидных соединений получают путем электролиза водных растворов хлорида щелочного металла, растворяя продукты анодирования растворов хлоридов в воде, как правило, растворы хлорида натрия, в мембране или с помощью диафрагменного метода. Традиционно при электролизе водных растворов хлористого натрия их очищают от твердообразующих веществ, тяжелых металлов и примесей органических соединений, которые всегда встречаются в исходной каменной соли и которые чрезвычайно сложно убрать традиционными способами из соли, предназначенной для использования, например, в пищевой промышленности. В дополнение к основному устройству - аппарату электролиза - для электрохимического синтеза используются различные вспомогательные устройства, которые в совокупности можно назвать "технической электрохимической системой". Помимо, непосредственно, электрохимического реактора, состоящего из мембранного или диафрагменного электролизера с внешней сепарационной емкостью, теплообменниками, регуляторами давления и объемного расхода жидкостей и газов, большинство технических электрохимических систем содержат дополнительные средства для получения и очистки солевого раствора от твердообразующих веществ, многовалентных ионов металлов, органических примесей, а также системы ионного обмена или установки обратного осмоса для очистки воды от твердообразующих веществ, а также сосуды для сбора продуктов электрохимического синтеза, в частности, растворов каустической соды и гипохлорита.

Способ получения продуктов электролиза из растворов хлорида натрия в технических электрохимических системах известен и описан в патенте под номером RU 2 509 829 C2.

Данный метод реализуется при помощи технической электрохимической системы, которая, помимо мембранного электролизера, содержит сосуд для растворения соли, предназначенный для совмещения процессов хранения соли и получения реального концентрированного солевого раствора с его одновременной очисткой от твердообразующих веществ и многовалентных металлов путем

преобразования растворимых соединений в нерастворимые гидроксиды за счет дозируемого введения католита в солевой раствор. В данном сосуде соляной раствор очищается от органических примесей путем дозированного введения раствора перекиси водорода. Техническая электрохимическая система, в которой реализован вышеупомянутый способ, также содержит фильтр с активированным углем и фильтр с ионообменной смолой для удаления остаточного количества многовалентных катионов, при этом фильтры располагаются последовательно в линии подачи соляного раствора к электролизеру. Ниже по потоку от ионообменного фильтра для предотвращения вредного воздействия гиперкаустического соляного раствора на анодное покрытие и снижения непроизводительного расхода электроэнергии на окисление гидроксид-ионов и массообмена моновалентных катионов натрия через мембрану в катодное пространство соляная кислота дозированно подается в линию подачи соляного раствора в электролизер.

Одним из недостатков технического решения, изложенного в патенте RU 2 509 829 C2, является необходимость использования различных дополнительных реагентов для переработки ионообменного фильтра, окисления органических соединений в соляном растворе и стабилизации pH соляного раствора, поступающего в анодное пространство электролизера, а также необходимость регулярной замены фильтрующего слоя угольного фильтра. В связи с этим данная электрохимическая система нуждается в частом техническом обслуживании, постоянном контроле и внесении соответствующих корректировок в ее эксплуатационные параметры.

Устройство, выбранное в качестве прототипа в соответствии с патентом US 7 897 023 B2, наиболее приближено к технической сущности и результату, который должен быть достигнут. Данное устройство представляет собой электрохимическую систему, состоящую из диафрагменного электролизера с трубчатой керамической ультрафильтрационной диафрагмой, с контуром циркуляции католита и анолита, с соответствующими сепарационными емкостями для отделения электролизных газов и с теплообменниками для охлаждения католита и анолита, устройства, содержащего дозирующий насос с емкостью для растворения соли для подачи очищенного солевого раствора под давлением в анодное пространство, устройства для растворения влажных газообразных продуктов электрохимических анодных реакций в потоке воды с целью получения раствора окисляющего вещества, устройства для стабилизации избыточного давления в анодном пространстве, сосуда для сбора раствора окисляющего вещества и средства для дозированного введения католита из сепарационной емкости катодного контура в синтезируемый раствор окисляющего вещества.

Одним из недостатков данного устройства является то, что в готовом продукте, т.е. в растворе окисляющих веществ гипохлоритов и гидропероксидов в воде, присутствуют мультивалентные ионы,

в том числе ионы тяжелых металлов. Эти ионы обычно встречаются в питьевой воде или природной пресной воде, используемой для приготовления исходного солевого раствора и получения раствора окисляющего вещества путём растворения газообразных продуктов электрохимических анодных реакций в потоке пресной воды, газообразные продукты которого содержат микрокапельки влаги с растворенными в ней синглетным кислородом, озоном и перекисью водорода. Известно, что ионы многовалентных металлов, и в частности, ионы тяжелых металлов, являются катализаторами химического разложения активного хлора и активных соединений кислорода – гипохлористой кислоты и перекиси водорода. По этой причине растворы окисляющих веществ, получаемые в этом устройстве, теряют свою биоактивность в течение нескольких дней в результате самопроизвольного разложения под действием каталитически активных ионов. Еще одним недостатком данного технического решения можно назвать необходимость периодической очистки электродных отсеков электрохимического реактора от окисленных органических соединений различного рода, которые могут в небольших количествах содержаться в каменной соли, используемой для получения исходного солевого раствора, и в воде ниже по течению от устройства умягчения воды ионообменными смолами. В промежутках между циклами очистки электрохимического реактора необходимо периодически изменять заданные эксплуатационные параметры электрохимической системы, адаптируя их к условиям эксплуатации, ухудшающимся с течением времени вследствие образования отложений в электрохимическом реакторе. Эти действия требуют времени и контроля обслуживающего персонала за всеми периферийными устройствами, являющимися составными частями интегрированной технической электрохимической системы синтеза раствора окисляющего вещества, а именно за аппаратом для умягчения воды, аппаратом для приготовления солевого раствора и за регулируемыми устройствами.

Целью изобретения является продление времени сохранения биоцидных свойств готового продукта - раствора окисляющего вещества - посредством очистки воды от твердообразующих веществ и многовалентных ионов металлов, а также увеличение времени непрерывных или многократных краткосрочных операций электрохимической системы между техническими операциями, без необходимости корректировки ее эксплуатационных параметров за счет очистки солевого раствора от органических примесей и полного отказа от использования дополнительных химических реагентов.

Технический результат изобретения заключается в том, что, в отличие от известных технических решений, на входе воды в устройство для смешивания струи пресной воды с газообразными окисляющими веществами установлен фильтр, перед ним выше по течению на линии подачи пресной воды установлено устройство для дозированного ввода католита из сепарационной емкости катодного контура в поток воды, соль растворяется в устройстве подачи солевого раствора в анодное пространство при помощи устройства дозированного ввода раствора окисляющего вещества из сосуда для сбора в

емкость устройства солевого раствора, на выходе из которого установлен фильтр, соединенный с входом дозирующего насоса для подачи солевого раствора под давлением в анодное пространство электролизера.

На рис. 1 приведена принципиальная гидравлическая схема электрохимической системы синтеза раствора окисляющего вещества из хлоридов щелочных металлов, предпочтительно хлорида натрия.

Электрохимическая система состоит из диафрагменного электролизера - электрохимического реактора (1) с коаксиально расположенными электродами - анода (2), катода (3) и диафрагмы (4). Технологическая схема анодного синтеза окисляющих веществ состоит из анодного пространства (5) реактора (1), входное отверстие которого соединено через обратный клапан (6) с выходом дозирующего насоса высокого давления (7), входное отверстие которого, в свою очередь, соединено с фильтром (8), присоединенным к резервуару для растворения соли (9), в котором происходит приготовление и очистка исходного солевого раствора. Выход анодного пространства (5) соединен с сепарационной емкостью (10) для отделения газообразных продуктов электрохимических анодных реакций от анолита. Выход в нижней части сепарационной емкости (10) соединен с входом анодного пространства (5) электрохимического реактора (1), в котором таким образом замкнут анодный контур анолита. Выход в верхней части сепарационной емкости (10) подключен через обратный клапан (11) к устройству (12) для растворения газообразных продуктов электрохимических анодных реакций в пресной воде. Выход устройства (12) соединен с регулятором давления выше по потоку (13), который во время работы электрохимической системы обеспечивает то, чтобы давление в анодном контуре электрохимического реактора (1) постоянно превышало давление в катодном контуре, создавая в потоке раствора окисляющего вещества регулируемое предварительно заданное гидравлическое сопротивление. В гидравлической линии, соединяющей выход устройства (12) с регулятором давления выше по потоку (13), расположен измерительный датчик проводимости раствора окисляющего вещества " χ_s ". Выход регулятора давления (13) подключен ко входу в сосуд для сбора раствора окисляющего вещества (14), оборудованного измерительными датчиками для допустимых максимальных (15) и минимальных (16) уровней раствора окисляющего вещества.

Один из выходов сосуда для сбора раствора окисляющего вещества (14) подключен ко входу сосуда (9) для получения и очистки соляного раствора, расположенного ниже сосуда для сбора раствора окисляющего вещества (14). Другой выход сосуда (14) подключается ко входу дозирующего насоса (17), предназначенного для введения раствора окисляющего вещества в объект использования, например, до точки подачи окисляющего вещества в водопроводную сеть для очистки питьевой воды.

Вода поступает в устройство (12) для растворения газообразных продуктов электрохимических анодных реакций через обратный клапан (18) и систему теплообмена анодного контура электрохимического реактора (1) от выхода фильтра (19). В гидравлической линии, соединяющей выход теплообменной системы анодного контура электрохимического реактора (1) и вход обратного клапана (18), расположен измерительный датчик проводимости воды " χ_w ". Вода, прошедшая через теплообменник (20) контура циркуляции катода, подается на вход фильтра (19) с добавлением католита из циркуляционного сосуда сепарации католита (21). Католит подается в поток воды на выходе из теплообменника контура циркуляции катода (20) при помощи дозирующего насоса (22). В гидравлической линии, соединяющей выход воды и вход фильтра (19), перед точкой ввода католита из сосуда сепарации/циркуляции католита (21) расположен измерительный датчик проводимости " χ_i " отработанной воды. Помимо теплообменника (20) для охлаждения католита и помимо сосуда сепарации/циркуляции католита (21), катодный контур католита состоит из катодного пространства (23) электрохимического реактора (1), циркуляционного насоса (24) и клапана (25) для заполнения сосуда сепарации/циркуляции католита (21) при пуске системы и подачи очищенной воды при работе системы. Сосуда сепарации/циркуляции католита (21) оснащен линией отвода католита, образующегося во время работы системы. Вода подается в электрохимическую систему для синтеза раствора окисляющего вещества из сети водоснабжения под давлением через фильтр грубой очистки (предварительной очистки) (26), электромагнитный клапан (27) и регулятор давления за элементом потока (28).

Электрохимическая система синтеза раствора окисляющего вещества работает следующим образом.

При первоначальном запуске электрохимической системы (в системе отсутствует вода и растворы) резервуар (9) заполняется каменной солью в количестве, необходимом для синтеза заранее определенного количества раствора окисляющего вещества, при максимальном расходе 0,8 грамма соли на 1 литр раствора окисляющего вещества. Например, для производства 25 000 литров раствора окисляющего вещества с концентрацией активных веществ (гипохлористых и гидропероксидных соединений) 500 мг/л необходимо добавить 20 кг соли в резервуар (9). В резервуар (9) добавляется умягченная, очищенная вода так, чтобы соль оказалась полностью покрыта водой. Эта процедура выполняется один раз, при первом запуске системы. Отверстие для подачи воды на вход механического фильтра (26) подключено к напорному трубопроводу пресной (питьевой) воды. Питание на закрытый в стандартном положении электромагнитный клапан (27) подается при помощи отдельного переключателя. Предварительно заданный объемный расход воды в системе и заданное давление в анодном контуре регулируются нижним (28) и верхним (13) регуляторами давления в соответствии с показаниями манометра М и внешнего расходомера (не показан на чертеже).

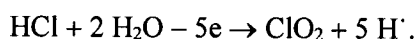
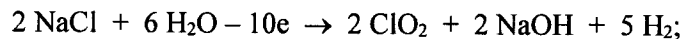
Сепарационная емкость католита (21) заполняется водой при помощи клапана (25) до тех пор, пока струя воды не выйдет из линии отвода сепарационной емкости (21), после чего клапан приводится в положение, обеспечивающее подачу воды в сосуд для сепарации/циркуляции католита (21) со скоростью 20-30 капель в минуту (определяется исходя из скорости соударения капель из линии слива сепарационной емкости католита (21)). Включается дозирующий насос (7), а анодное пространство (5) электрохимического реактора (1) заполняется соевым раствором из емкости (9). Процесс заправки завершается, когда показания измерительного датчика проводимости окисляющего вещества " χ_s " примерно в два раза начинают превышать показания измерительного датчика проводимости воды " χ_w ". Управление по разомкнутому контуру электрических устройств системы (насосов, источников питания электрохимического реактора) переключается на автоматический блок управления (не показан на чертеже), подключенный к измерительным датчикам уровня раствора окисляющего вещества в сосуде для сбора (14) и к измерительным датчикам проводимости кондиционированной, умягченной воды " χ_w ", раствора окисляющего вещества " χ_s " и отработанной воды " χ_i ". При достижении уровня раствора окисляющего вещества в сосуде для сбора (14) ниже измерительного датчика (16) или между измерительными датчиками (16) и (17) включаются источник питания электрохимического реактора (не показан на чертеже), циркуляционный насос католита (24), насос (22) для дозированного введения католита в поток пресной воды и насос для дозированного введения соляного раствора (7) в анодное пространство (5) электрохимического реактора (1). Блок автоматического управления электрическими приборами электрохимической системы обеспечивает управление по замкнутому контуру скорости подачи католита дозирующим насосом (22) в выходную пресную воду на основании показаний измерительного датчика в части проводимости воды " χ_w " и " χ_i ", поддерживая проводимость воды ниже по течению от фильтра (19), данные показания поддерживаются измерительным датчиком на уровне проводимости " χ_w " в границах заданных значений диапазона измерения, определяемого коэффициентом $\chi_w = (1,0 - 1,5)\chi_i$. Автоматический блок управления аналогичным образом обеспечивает управление по замкнутому контуру скорости подачи соляного раствора дозирующим насосом (7) в анодное пространство (5) электрохимического реактора (1) на основании показаний измерительного датчика в части проводимости " χ_w " и " χ_s ", поддерживая проводимость раствора окисляющего вещества " χ_s " в границах заданных значений диапазона измерения, определяемого коэффициентом $\chi_s = (1,5 - 2,5)\chi_w$.

Во время работы установки, в электрохимическом реакторе (1) происходят следующие реакции.

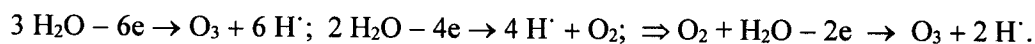
Основной реакцией в электрохимическом реакторе (1) является выделение молекулярного хлора в анодном пространстве (5) и образование гидроксида натрия в катодном пространстве (23):



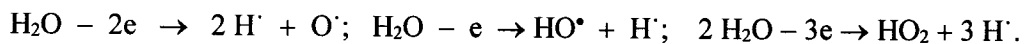
При этом диоксид хлора синтезируется с меньшим коэффициентом использования тока в анодном пространстве непосредственно из соляного раствора и соляной кислоты, образующейся в непосредственной близости от анода при растворении молекулярного хлора ($\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$):



В анодном пространстве реактора образуется озон в результате прямого разложения воды и окисления высвобождающегося кислорода:

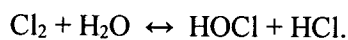


Реакция активного образования соединений кислорода протекает при низком коэффициенте использования тока:

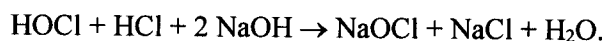


Коэффициент использования тока при образовании диоксида хлора, озона, синглетного кислорода и перекиси водорода повышается по мере снижения минерального содержания исходного водного раствора хлорида натрия, достигая 20-30% при концентрации соли в исходном растворе в диапазоне 80-150 г/л при анодной плотности от пяти до семи тысяч ампер на квадратный метр (5000-7000 А/м²). Как только содержание соли в исходном растворе возрастает до 250-300 г/л, коэффициент использования тока при образовании диоксида хлора, озона, синглетного кислорода и перекиси водорода снижается до 1-2% при анодной плотности 5000-7000 А/м² и до 0,1-0,2% при 2000-3000 А/м².

Растворение газообразного продукта анодирования раствора хлорида натрия в воде, как правило, протекает в реакции, которую можно характеризовать следующим образом:



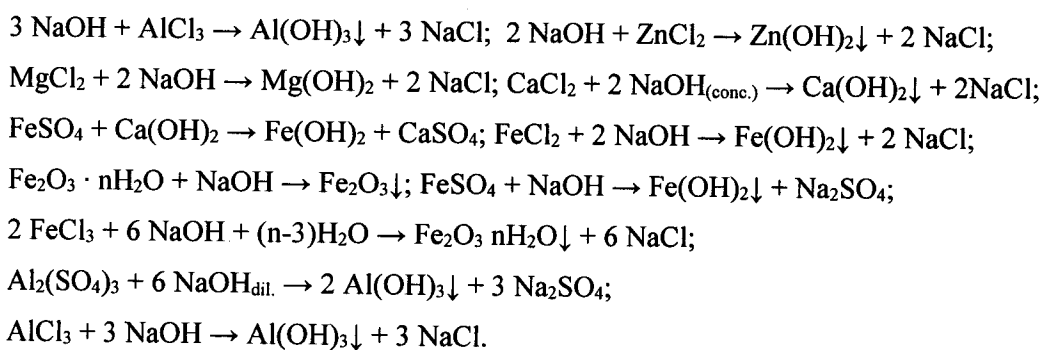
Известно, что важнейшим антимикробным агентом является гипохлористая кислота, содержание которой в растворе ограничивается снижением pH в результате образования соляной кислоты. Уровень pH можно изменить введением раствора гидроксида щелочного металла, например, гидроксида натрия. Однако это приводит к образованию нежелательных (хлорид натрия) и малореактивных (гипохлорит натрия) продуктов. Как соль слабой кислоты и сильного основания (гидроксид натрия), гипохлорит натрия обладает в 250-350 раз более низкой антимикробной активностью, чем гипохлористая кислота.



Избежать образования гипохлорита натрия при одновременном повышении pH раствора окисляющего вещества, увеличении концентрации гипохлористой кислоты, удалением твердообразующих веществ и многовалентных ионов металлов, в том числе железа, можно путем введения в водный поток католита, содержащего свободные гидроксильные группы.

Известно, что католит обладает чрезвычайно высокой химической адсорбционной активностью в реакциях гидратообразования. Повышенную реакционную способность католита можно объяснить, помимо других факторов, большим количеством свободных гидроксильных групп и растворенного в католите водорода.

Взаимодействие присутствующих в воде католита и электролитов приводит к образованию водорастворимых соединений:



Образовавшиеся гидроксиды и флокулированный осадок, частицы агрегатов гидроксидов с адсорбированными молекулами органических соединений, микроколлоидные частицы и пузырьки водорода осаждаются на фильтр (19), а умягченная вода, очищенная от катионов многовалентных металлов, с низкой концентрацией растворенного водорода и свободных гидроксильных групп, поступает в агрегат для растворения окисляющих веществ (12), что приводит к увеличению концентрации гипохлористой кислоты в растворе окисляющего вещества в соответствии со следующей реакцией: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- \leftrightarrow 2 \text{ HOCl}$.

В зависимости от количества, собранного в сосуде (14) электрохимической системы, раствор окисляющего вещества также используется, помимо основного предназначения, в небольших количествах в качестве агента для растворения соли в сосуде (9), за счет процессов окисления агент разлагает органические примеси, изначально присутствующие в каменной соли, такие примеси сложно удалить обычными способами при производстве соли для бытовых нужд и многочисленных применений в промышленных целях. Фильтр (8), расположенный на выходе из сосуда (9), удерживает

окисленные и коагулированные инородные органические соединения. Растворение соли при помощи растворе окисляющего вещества обеспечивает микробиологическую чистоту агента в сосуде для растворения соли. Как следствие, он больше не нуждается в постоянном мониторинге до конца процесса растворения всей введенной соли. До подачи в анодное пространство электрохимического реактора необходимости удаления из соляного раствора многовалентных ионов металлов, в том числе и ионов тяжелых металлов, нет. Все металлические катионы, которые под действием градиента давления и электрического поля попадают в анодный отсек в составе соляного раствора, удаляются потоком жидкостного фильтра в катодное пространство за счет пористой ультрафиолетовой среды керамической диафрагмы. В катодном пространстве многовалентные катионы металлов преобразуются в гидроксиды и выводятся из системы через линию слива из циркуляционного сосуда сепарации католитов (21).

Электрохимическая система была испытана в сравнении с прототипом устройства, собранного по патенту US 7 897 023 B2 и дополненного ионообменником (умягчителем воды) и сосудом для растворения соли и приготовления солевого раствора. Для проведения более точного сравнительного анализа, вода из ионообменного умягчителя использовалась не только для приготовления солевого раствора, но и для растворения газообразных продуктов анодного пространства электрохимического реактора. К напорному трубопроводу питьевой воды был подключен ионообменный умягчитель. Выполненное согласно патенту США устройство также было дополнено сосудом для сбора раствора окисляющего вещества. В двух сравниваемых системах был использован электрохимический реактор, состоящий из четырех электрохимических модульных элементов (ячеек) согласно патенту EP 0 842 122 B1. В водном исходном солевом растворе содержалось 250 г/л хлорида натрия, содержание твердообразующих веществ в исходном растворе составляло 0,3 мг-экв/л (в соответствии с величиной 0,3566 мг-экв/л в электрохимической системе согласно патенту US 7 897 023 B2) и 4,5 мг-экв/л в сосуде (9) системы согласно новому техническому решению. Причиной расхождения послужило низкое содержание твердообразующих веществ в воде - ниже ионообменного умягчителя - и значительно более высокое содержание твердообразующих веществ в стандартной питьевой воде магистрали, из которой изначально был получен исходный солевой раствор в электрохимической системе согласно новому техническому решению. Сила тока, проходящего через электрохимический реактор в прототипе прибора, составляла 40 ампер при напряжении 5 вольт. Аналогичные значения были выставлены для электрохимического реактора в электрохимической системе согласно новому техническому решению. В каждой из сравниваемых систем соответственно было приготовлено 52 г/ч окисляющего вещества. Раствор окисляющего вещества, приготовленный в опытной системе из расчета 100 л/ч, имел концентрацию окисляющего вещества 500 мг/л, pH 2,8 и общее содержание минералов 0,86 г/л. Содержание твердообразующих веществ в растворе окисляющего вещества составляло 0,2 мг-экв/л.

При дозированном введении католита, образуемого при синтезе раствора окислителя, уровень pH раствора на выходе повышался до 6,0 с одновременным увеличением минерального содержания раствора до 1,5 г/л. Раствор окисляющего вещества, получаемый в агрегате из расчета 100 л/ч согласно новому техническому раствору, имел pH 3,0 при концентрации окислителя 500 мг/л и общем содержании минералов 0,66 г/л. При дозированном введении католита в исходную воду pH раствора окисляющего вещества повышался с одновременным увеличением содержания минералов до 0,82 г/л. Твердость раствора окисляющего вещества находилась в области 0,8 мг-экв/л, однако за 2 часа работы падала до 0,6 мг-экв/л. Оценка результатов исследований показывает, что введение католита по потоку перед фильтром (19) существенно снижает жесткость воды для растворения газообразных продуктов анодирования раствора хлорида натрия, а введение в сосуд (9) раствора окисляющего вещества с пониженным содержанием твердообразующих веществ для получения соляного раствора существенно снижает содержание твердообразующих веществ в растворе окисляющего вещества.

Обе системы работали непрерывно по 10 часов ежедневно в течение 10 дней. Пробы растворов окисляющих вещества брались дважды: по окончании второго дня работы сравниваемых электрохимических систем (20 часов работы) и через 10 дней (100 часов работы). После двадцати часов работы системы раствор из опытного образца показал следующие значения: pH – 6,4; концентрация окислителя – 480 мг/л; содержание минералов – 1,4 г/л. Спустя десять дней концентрация окислителя в отобранной пробе (количество раствора – 1 л) упала до 460 мг/л. Содержание твердообразующих веществ в растворе окислителя прототипа составляло 0,9 мг-экв/л, что говорит о том, что производительность ионообменного фильтра снизилась. Раствор из системы согласно новому техническому раствору через 20 часов работы системы показал следующие значения: pH – 5,9; концентрация окислителя – 510 мг/л; общее содержание минералов – 0,83 г/л. Через 10 дней концентрация окислителя в отобранной пробе (образце раствора) не изменилась. Содержание твердообразующих веществ в растворе окисляющего вещества опытного образца составляло 0,6 мг-экв/л, что свидетельствует о том, что добавление католита в исходную воду по потоку перед фильтром позволило очистить воду от твердообразующих веществ. Таким образом, окисляющие вещества дольше сохраняются в растворе.

После ста часов работы системы раствор из опытного образца показал следующие значения: pH – 6,3; концентрация окислителя – 470 мг/л; общее содержание минералов – 1,4 г/л. Спустя десять дней концентрация окислителя в отобранной пробе (количество раствора – 1 л) упала до 440 мг/л. Содержание твердообразующих веществ в растворе окисляющего вещества прототипа составило 3,8 мг-экв/л, что, по всей видимости, связано со значительным ухудшением производительности ионообменного фильтра. Раствор из системы согласно новому техническому раствору через сто часов

работы показал следующие значения: pH – 5,9; концентрация окислителя – 500 мг/л; общее содержание минералов – 0,83 г/л. Через 10 дней работы концентрация окислителя в отобранной пробе (образце раствора) не изменилась. Содержание твердообразующих веществ в растворе окисляющего вещества системы согласно новому техническому решению составляло 0,6 мг-экв/л, что свидетельствует о том, что добавление католита в исходную воду по потоку перед фильтром позволило эффективно очистить воду от твердообразующих веществ на более длительный срок. В результате окисляющие вещества дольше сохраняются в растворе. При осмотре сосуда для растворения соли и приготовления солевого раствора была обнаружена биопленка микроорганизмов в сосуде прототипа системы. Согласно новому техническому решению, в сосуде (9) системы не было обнаружено каких-либо следов биопленки. Данный факт является чрезвычайно важным, так как при окислении в анодном пространстве электрохимического реактора образующиеся в процессе активности биопленки органические вещества могут негативно сказаться на электролитическом разложении хлористого натрия за счет образования трудноудаляемых примесей на электродах и диафрагме (мембране).

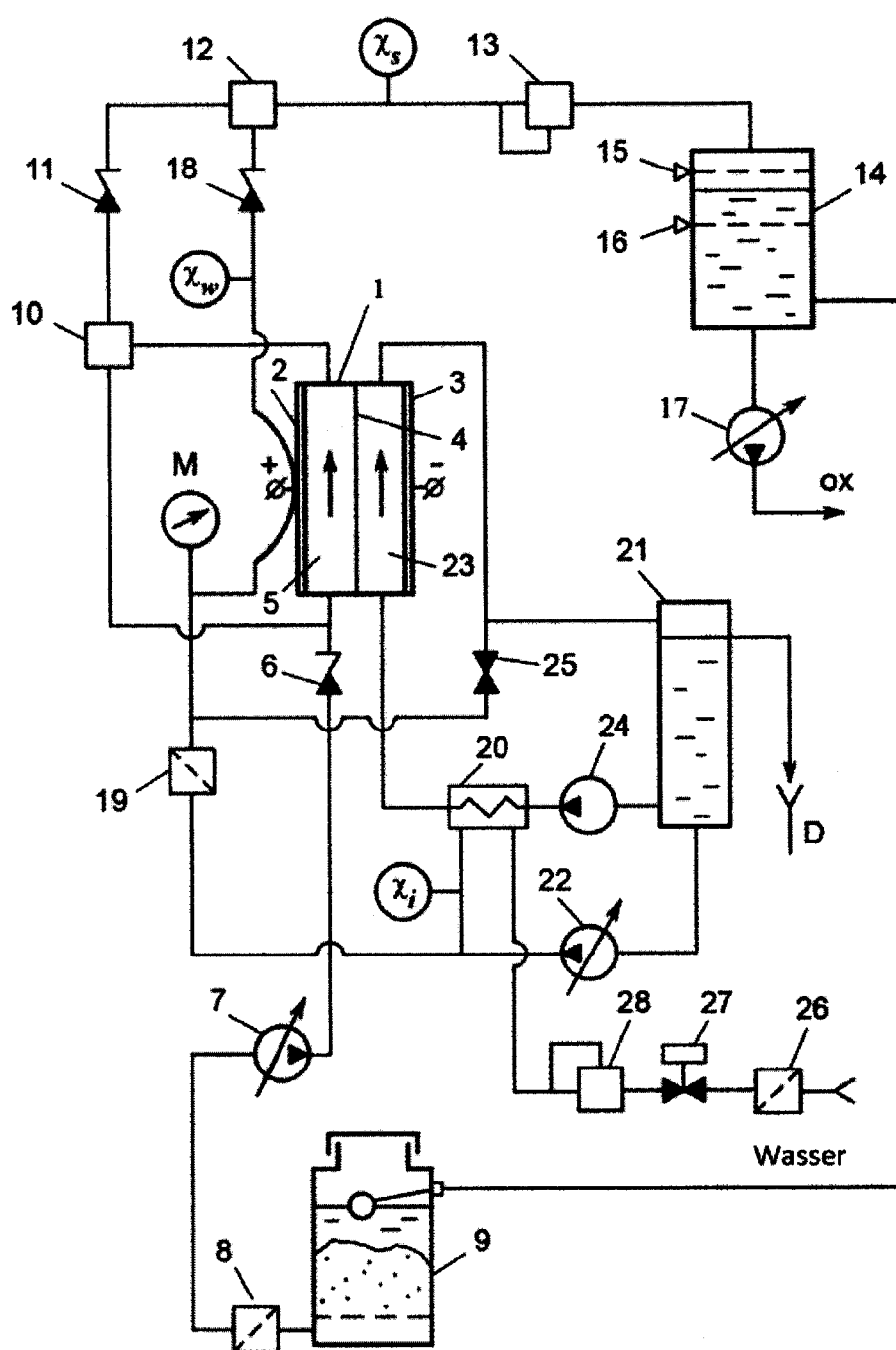
Справочные знаки

1	реактор
2	анод
3	катод
4	диафрагма
5	анодное пространство
6	обратный клапан
7	дозировующий насос высокого давления
8	фильтр
9	соль
10	сепарационная емкость,
11	обратный клапан
12	устройство
13	регулятор давления выше по потоку
14	раствор окисляющего вещества
15	максимальный уровень
16	минимальный уровень
17	дозировующий насос
18	обратный клапан
19	вход фильтра
20	теплообменник
21	Катодит
22	дозировующий насос
23	катодное пространство
24	циркуляционный насос
25	клапан
26	фильтр грубой очистки (предварительный фильтр)
27	электромагнитный клапан
28	регулятор давления ниже по потоку

Формула

Электрохимическая система синтеза раствора окисляющего вещества из воды и раствора хлорида натрия, состоящая из диафрагменного электролизера с трубчатой керамической ультрафильтрационной диафрагмой (4), с контуром циркуляции католита и анолита, с соответствующими сепарационными емкостями (10, 21) для отделения электролизных газов и с теплообменниками (20) для охлаждения католита и анолита, устройством для подачи водного соляного раствора в анодное пространство (5) диафрагменного электролизера (4) под давлением, данное устройство состоит из дозирующего насоса (7) с емкостью (9) для растворения соли, устройства для растворения влажных газообразных продуктов электрохимических анодных реакций в потоке пресной воды с целью получения раствора окисляющего вещества, устройства для стабилизации избыточного давления в анодном пространстве (5), сосуда для сбора (14) раствора окисляющего вещества и средства для дозированного введения католита из сепарационной емкости (21) катодного контура в синтезируемый раствор окисляющего вещества, обладающая особенностью, заключающейся в том, что

на линии подачи пресной воды в устройство для растворения влажных газообразных продуктов электрохимических анодных реакций установлен фильтр (19), перед которым выше по потоку на линии подачи пресной воды установлено устройство для дозированного ввода католита из сепарационной емкости (21) катодного контура в поток воды, протекающей к фильтру (19), соль растворяется в емкости (9) устройства подачи водного солевого раствора в анодное пространство (5) в растворе окисляющего вещества при помощи устройства дозированного ввода раствора окисляющего вещества из сосуда для сбора (14) раствора окисляющего вещества в сосуд для растворения соли (9), на выходе из которого установлен фильтр (8), соединенный с входом дозирочного насоса (7) для подачи солевого раствора под давлением в анодное пространство (5) электролизера.



Фиг. 1