



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57595 (13) C2

(51) 7 C02F1/44,
B01D61/02,61/08,61/12,65/08МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ОПРІСНЕННЯ ВОДИ І УСТАНОВКА ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 98073546
(22) 13 12 1996
(24) 16 06 2003
(86) PCT/GB96/03060, 13 12 1996
(31) 95/10608
(32) 13 12 1995
(33) ZA
(31) 96/8883
(32) 15 10 1996
(33) ZA
(46) 16 06 2003, Бюл. № 6, 2003 р.
(72) Грехем Уільям, ZA
(73) ПЕРФІЛД ІНТЕРНЕШНЛ ІНВЕСТМЕНТС
ЛІМІТЕД, VG
(56) US, 5 108 604 A, publ. 03 03 1993
US, 4 995 977 A, publ. 26 02 1991
US, 4 556 448 A, publ. 03 12 1985
GB, 1 268 397, publ. 29 03 1972
US, 5 000 845 A, publ. 19 03 1991
US, 4 770 775 A, publ. 13 09 1988
US, 4 277 344 A, publ. 07 07 1981
FR, 2 203 664, publ. 17 05 1974
S. Sourirajan, Revers Osmosis and Synthetic Membranes, National Research Council of Canada, 1977, 374p
(57) 1. Способ опреснения воды, который включает подачу воды, подлежащей опреснению, в фильтрующий элемент, состоящий из образующих солевые каналы мембран обратного осмоса, отличающийся тем, что в подаваемой воде создают перепад давления, одновременно генерируют в потоке воды турбулентность и подают в солевые каналы фильтрующего элемента турбулизированную воду при пониженном давлении.
2. Способ опреснения по п. 1, отличающийся тем, что воду, подлежащую опреснению, разделяют на множество турбулизированных конически расширяющихся водяных струй и каждую турбулизированную водяную струю направляют с ударом в фильтрующий элемент.
3. Способ опреснения по п. 1 или 2, отличающийся тем, что предварительно создают дополнительный источник воды, в основном свободной от растворенных твердых частиц, пропускают морскую воду через мембрану обратного осмоса, затем смешивают эту воду с морской водой и направляют разбавленную таким образом морскую воду в указанный фильтрующий элемент.

4. Способ по любому из пп. 1-3, отличающийся тем, что в опресненную воду добавляют рассол и изменяют таким образом минеральный состав получаемой воды.
5. Способ по любому из пп. 1-4, отличающийся тем, что воду подают с начальным давлением от 50 до 65 бар, а перепад давления создают в пределах от 1,5 до 2,0 бар.
6. Установка для опреснения воды методом обратного осмоса, содержащая помещенный в цилиндрический корпус фильтрующий элемент, состоящий из мембран обратного осмоса, образующих солевые каналы фильтрующего элемента, и насос для подачи в фильтрующий элемент воды, подлежащей опреснению, отличающаяся тем, что между насосом и фильтрующим элементом в цилиндрическом корпусе помещено препятствие, предназначенное для создания перепада давления и генерирования турбулентности в потоке воды таким образом, чтобы давление воды за препятствием на входе в солевые каналы фильтрующего элемента было меньше, чем давление воды перед препятствием, и чтобы поток воды за препятствием был более турбулизированным, чем до препятствия.
7. Установка по п. 6, отличающаяся тем, что препятствие выполнено в виде плиты с множеством отверстий, предназначенных для разделения подаваемой воды на множество турбулизированных водяных струй, в каждой из которых давление воды ниже, чем давление воды перед плитой.
8. Установка по п. 7, отличающаяся тем, что отверстия снабжены дроссельными клапанами, предназначенными для изменения проходных сечений отверстий.
9. Установка по п. 7 или 8, отличающаяся тем, что вход для воды, подлежащей опреснению, выполнен в первом конце цилиндрического корпуса, входы в солевые каналы выполнены в первом конце фильтрующего элемента, а плита выполнена в виде диска, расположенного в цилиндрическом корпусе между первым концом корпуса и первым концом фильтрующего элемента.
10. Установка по п. 9, отличающаяся тем, что насос для подачи воды, подлежащей опреснению, и двигатель для привода последнего помещены внутри цилиндрического корпуса между первым концом корпуса и диском.

(13) C2

(11) 57595

(19) UA

11 Установка по п 9, **отличающаяся** тем, что между насосом и диском установлен фильтр грубой очистки

12 Установка по п 11, **отличающаяся** тем, что фильтр грубой очистки дополнительно сообщен посредством дополнительного нормально закрытого выхода со стоком, а выход насоса снабжен двумя ответвлениями, причем первое ответвление предназначено для подачи воды, подлежащей опреснению, через фильтр грубой очистки к диску и затем через отверстия в диске к фильтрующему элементу, а второе ответвление направлено в обход фильтра грубой очистки и предназначено для подачи промывочной воды к фильтру грубой очистки в обратном направлении и далее в сток через указанный дополнительный выход, открываемый при промывке фильтра грубой очистки

13 Установка по любому из пп 9-12, **отличающаяся** тем, что она снабжена средствами для обработки опресненной воды ультрафиолетовым светом

14 Установка по любому из пп 6-9, **отличающаяся** тем, что в качестве насоса использован плунжерный насос

15 Установка по любому из пп 6-9, **отличающаяся** тем, что в качестве насоса использован поршневой насос с ручным приводом

16 Установка по любому из пп 6-15, **отличающаяся** тем, что она снабжена средствами утилизации энергии давления рассола

17 Установка по любому из пп 6-9, **отличающаяся** тем, что она снабжена вспомогательным насосом со входом всасывания, соединенным с выходом из фильтрующего элемента, предназначенным для отвода опресненной воды, и водяным двигателем для привода вспомогательного насоса, сообщенным с выходом рассола из фильтрующего элемента таким образом, чтобы при работе установки рассол под давлением проходил через водяной двигатель

18 Установка по п 17, **отличающаяся** тем, что в качестве водяного двигателя использована турбина Пельтона

Изобретение относится к опреснению воды, в частности к удалению твердых частиц из морской воды или солоноватой воды

Уровень техники

Суждения о глобальном сокращении количества питьевой и ирригационной воды общеизвестны. В некоторых регионах мира по причине длительной засухи приходят в запустение целые города.

Неистощимым источником воды является только море, но опреснение воды в значительных количествах для обеспечения больших населенных пунктов или очень масштабных ирригационных проектов является дорогостоящим. Многие опреснительные установки работают на основе метода обратного осмоса. В установке такого типа опресняемая вода продавливается через полупроницаемую мембрану, так что растворенные твердые частицы удаляются мембраной (S Sourirajan, Reverse Osmosis and Synthetic Membranes National Research Council of Canada, 1977). Другие установки работают по принципу перегонки.

Большой проблемой указанных методов опреснения является то, что регенерированная вода в случае способа перегонки является чистой дистиллированной водой, а в случае обратного осмоса - в такой же степени чистой, как и дистиллированная вода. Фактически все минералы, которые в ней содержались, удалены. Вода, не содержащая кальция или магния, является агрессивной по отношению к металлическим трубам и другим металлическим объектам, с которыми она контактирует. Кроме того, дистиллированная вода безвкусна и, будучи лишённой необходимых минералов, не может потребляться людьми в течение длительного времени. Для того, чтобы превратить воду из «скучной» дистиллированной воды в приятную на вкус питьевую воду, в нее

приходится добавлять ряд минералов. В обоих указанных способах необходимые минералы, имевшиеся в морской воде, остаются в рассоле, который является побочным продуктом процесса. Существенную долю стоимости производства воды установками обоих типов, таким образом, составляют затраты на минералы, которые должны снова добавляться в воду, и на персонал, необходимый для этого.

В испарительных установках существенную долю себестоимости получения регенерированной воды составляют также энергозатраты, необходимые для перегонки морской воды.

Мембраны обратного осмоса имеют композитную конструкцию. В одном широко распространенном известном варианте мембрана содержит две пленки из сложного полимерного соединения, образующие совместно солевой канал. В канале имеется элемент для генерирования турбулентности, который обычно представляет собой сетку из полимерных волокон. Несколько таких мембран спирально наматывают на полый сердечник, чтобы образовать фильтрующий элемент, который помещают в цилиндрический корпус. Вода, подлежащая опреснению, подается насосом в фильтрующий элемент, и очищается в нем, проходя через указанные пленки. Опресненная таким образом вода поступает в полость между соседними мембранами и оттуда в сердечник. В стенках сердечника выполнены отверстия, обеспечивающие проход воды в полость сердечника. Рассол, т.е. осадок морской воды и большая часть растворенных твердых частиц, вытекает из множества солевых каналов в сток или в установку для получения соли (Пат. США №5108604, публ. 28.04.1992).

Общеизвестно, что в таком процессе на каждой стороне каждого солевого канала и непосредственно по соседству с каждой пленкой образует-

ся слой поляризованного концентрата. Эти слои, состоящие из мультимолекулярных сгустков, содержат более высокую концентрацию растворенных соединений, чем основная часть потока в солевом канале между пленками. Элемент, генерирующий турбулентность, предназначен для того, чтобы уменьшить толщину слоя поляризованного концентрата и, следовательно, повысить пропускную способность мембраны. У типичных для известного вида мембран обратного осмоса коэффициент задержания растворенных соединений может достигать 99,3%. Растворенные соединения, проходящие через мембрану, в значительной степени состоят из обычной соли, так как ее молекулы меньше, чем молекулы большинства других минералов. Процентная доля в 0,7% представляет 400 - 500 частиц на миллион частиц растворенных соединений в регенерированной воде, в зависимости от начальной солености морской воды, что ниже того порогового значения, при котором растворенные соединения придают вкус воде.

Загрязнение мембран обратного осмоса является большой проблемой, и мероприятия, направленные на замедление загрязнения мембран и для их замены, когда загрязнение мембран все-таки наступает, увеличивают стоимость производства воды. Загрязнение может быть результатом отложения на мембране минералов или органических соединений. Так, например, прежде чем морская вода будет подана на мембраны, она может быть обработана ингибитором, таким как гексаметафосфат натрия. Это замедлит осаждения кальция и магния на мембране в форме карбонатов кальция и магния, но прибавит еще один фактор себестоимости производства.

Изготовители мембран рекомендуют применять относительно низкий коэффициент расхода (отношение объема воды в литрах, проходящей за один час через один квадратный метр мембраны), чтобы не допустить быстрого загрязнения. Обратная промывка мембраны, т.е. подача воды в обратном направлении через солевые каналы, является стандартной процедурой устранения загрязнения. Если мембрана сильно загрязнена, она удаляется из опреснительной установки и подвергается соответствующей обработке с целью устранения загрязнения. В случае, если загрязнение устранить не удастся, мембрана должна быть выброшена.

В результате всех этих факторов вода, опресненная установкой обратного осмоса, оказывается значительно дороже воды, получаемой обычной очисткой из речной или озерной воды. Поэтому, несмотря на глобальный дефицит воды, лишь малый процент воды в мире производится с применением установок обратного осмоса для опреснения морской воды.

Цель изобретения

Основными целями предлагаемого изобретения являются повышение эффективности способа опреснения воды обратным осмосом, существенное уменьшение стоимости воды, производимой с помощью метода обратного осмоса, замедление загрязнения мембран обратного осмоса и производство воды, содержащей необходимые минералы,

без введения дополнительных добавок.

Сущность изобретения

В соответствии с одним из вариантов осуществления предлагаемого изобретения в установке для опреснения воды методом обратного осмоса, содержащей помещенный в цилиндрический корпус фильтрующий элемент, состоящий из мембран обратного осмоса, образующих солевые каналы фильтрующего элемента, и насос для подачи в фильтрующий элемент воды, подлежащей опреснению, между насосом и фильтрующим элементом в цилиндрическом корпусе устройства препятствие, предназначенное для создания перепада давления и генерирования турбулентности в потоке воды таким образом, чтобы давление воды вниз по течению за препятствием на входе в солевые каналы фильтрующего элемента было меньше, чем давление воды вверх по течению перед препятствием, а поток воды за препятствием был более турбулизированным, чем перед препятствием.

Препятствие предпочтительно имеет вид плиты с множеством отверстий в ней, посредством чего поток подаваемой воды преграждается и разделяется на множество конически расширяющихся водяных струй, в каждой из которых давление воды меньше, чем давление воды вверх по течению перед плитой. Отверстия в плите могут быть различных размеров или все отверстия могут иметь один и тот же размер.

В предпочтительном варианте плита выполнена в виде круглого диска, а отверстия расположены по спирали от центра диска. В другом варианте отверстия в плите расположены по концентрическим окружностям, а еще в одном варианте отверстия расположены вдоль радиальных линий от центра диска.

В соответствии со следующей целью настоящего изобретения предложен способ опреснения воды, включающий подачу воды, подлежащей опреснению, в фильтрующий элемент, состоящий из образующих солевые каналы мембран обратного осмоса, при котором в подаваемой воде создают перепад давления, одновременно турбулизуют поток подаваемой воды и подают в солевые каналы фильтрующего элемента турбулизированную воду при пониженном давлении.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения подаваемую воду разделяют на множество турбулизированных конически расширяющихся водяных струй при помощи устанавливаемого в цилиндрическом корпусе установки обратного осмоса между насосом и фильтрующим элементом препятствия, которое создает перепад давления и генерирует турбулентность в потоке подаваемой воды, и каждую турбулизированную водяную струю направляют с ударом в фильтрующий элемент.

Установлено, что наилучший результат обеспечивается при давлении на входе от 50 до 65 бар и при перепаде давления на препятствии от 1,5 до 2,0 бар.

Посредством установки и способа согласно предлагаемому изобретению получают воду, которая имеет приемлемые уровни растворенных в ней твердых частичек, то есть минералов. В оп-

ресненную таким образом воду не требуется вводить добавки, так как она имеет в этом отношении достаточно растворенных твердых частичек, делающих ее приемлемо вкусной. Поскольку в опресненной воде представлены магний и кальций, она не является агрессивной по отношению к металлическим трубам и фитингам и не нуждается в добавках этих минералов.

Установлено, что при введении в солевые каналы, образованные мембранами обратного осмоса, турбулизированной воды толщина слоя поляризованного концентрата уменьшается. Это обстоятельство позволяет увеличивать удельный расход без чрезмерного увеличения загрязнения. Другим техническим результатом является то обстоятельство, что обеспечивается возможность прохождения через мембраны, кроме обычной соли, минералов без увеличения общего содержания солей в опресненной воде до неприемлемого уровня.

Экспериментальные работы показали, что изменяя перепад давления и турбулентность, например, путем изменения размеров отверстий в плите, образующей препятствие, можно управлять количеством различных растворенных твердых частичек, проходящих через мембраны. Следовательно, согласно опытам и экспериментам, можно получать воду, имеющую растворенные твердые частички в заданных количествах.

Следующим преимуществом является то, что, как показали экспериментальные работы, загрязнение мембраны существенно изменяется, когда на нее подается турбулентная вода.

Рассол, который выходит из обычной установки обратного осмоса, имеет большую плотность, чем морская вода и, следовательно, он тонет, когда возвращается в море.

Однако, когда возвращается в море рассол, выходящий из опреснительной установки согласно предлагаемому изобретению, то он не тонет, а выходит на поверхность в виде султана. Как было установлено, этот рассол является аэрированным, а аэрирующим агентом выступает кислород. К тому же пузырьки кислорода имеются и в регенерированной воде.

Испытания показали, что в регенерированной воде и в рассоле кислорода имеется больше, чем его должно было бы быть, исходя из количества кислорода, растворенного в морской воде. Пузырьки кислорода малы, так как вниз по течению за препятствием давление достаточно велико, например 45 - 50 бар. Малые пузырьки в турбулентной воде, вероятно, играют роль в уменьшении толщины слоев поляризованных концентратов. Пузырьки также, возможно, играют роль в предупреждении загрязнения мембран.

Перечень чертежей

Для лучшего понимания предлагаемого изобретения и чтобы показать, как именно может быть получен эффект, приводятся ссылки, в качестве примера, на прилагаемые чертежи, на которых

Фигуры 1А и 1В вместе составляют продольный разрез опреснителя, который представляет собой часть опреснительной установки,

Фигура 2 представляет разрез, выполненный в

той же плоскости, что и на фигурах 1А и 1В, и показывающий одну концевую часть опреснителя в увеличенном масштабе,

Фигура 3 - вид диска,

Фигура 4 - разрез, выполненный в той же плоскости и в том же масштабе, что и на фигуре 2, и показывающий модификацию опреснителя, представленного на фигурах 1А и 1В,

Фигуры 5А и 5В показывают другие варианты диска,

Фигура 6 - схематический разрез опреснительной установки с ручным приводом,

Фигура 7 - схематически иллюстрирует опреснительную установку с приводом от двигателя,

Фигура 8 - схематически иллюстрирует дальнейший вариант опреснительной установки,

Фигура 9 - схематическое представление подводной опреснительной установки,

Фигура 10 - схема размещения оборудования опреснительной установки,

Фигура 11 - иллюстрирует подводную опреснительную установку,

Фигура 12А и 12В вместе иллюстрируют опреснительную установку, которая размещена внутри единого наружного корпуса,

Фигура 13 иллюстрирует плавучую опреснительную установку,

Фигура 14 показывает бак и связанную с ним систему трубопроводов.

Подробное описание чертежей

Рассмотрим вначале фигуры 1А и 1В, на которых показан опреснитель 10, содержащий цилиндрический корпус 12 с торцевыми заглушками 14 и 16, закрепленными на его противоположных концах. Входная труба 18 для воды с растворенными в ней соединениями, проходит через торцевую заглушку 14 и подает воду в камеру 20. Труба 18 соединена со стороны нагнетания с насосом (на фигуре 1А не показан), способным нагнетать воду с давлением примерно 50 - 60 бар. Труба 22 выхода рассола проходит из камеры 24 через торцевую заглушку 16. Уплотнения 26 и 28 окружают торцевые заглушки 14 и 16 и уплотняют зазоры между заглушками 14 и 16 и корпусом 12.

Фильтрующий элемент 30 обратного осмоса установлен плотно в корпусе 12. Элемент 30 содержит сердечник 32, включающий центральную трубу 34, которая образует выход регенерированной воды через торцевую заглушку 16. Другой конец трубы 34 установлен в глухое отверстие 38 (см также фигуру 2), предусмотренное для этого в поддерживающей плите, которая выполнена в виде диска 40. Диск 40 и заглушка 14 образуют стенки, ограничивающие камеру 20. Уплотнение 42 окружает диск 40 между диском 40 и корпусом 12. Между диском 40 и фильтрующим элементом 30 имеется промежуток (см фигуру 2). Фильтрующий элемент 30 содержит, в дополнение к сердечнику 32, полупроницаемую мембрану, которая намотана на сердечник 32. Намотанная мембрана заполняет все пространство между сердечником 32 и внутренней поверхностью корпуса 12 и, кроме зазора между ней и диском 40, пространство между диском 40 и камерой 24.

На рынке имеются фильтрующие элементы, пригодные для использования в предлагаемом

изобретении, которые производятся и продаются корпорацией Filmtec, являющейся филиалом компании Доу Хемикел (Dow Chemical Company). Изделие имеет обозначение FT30. В описании к патенту США №4277344 подробно описана мембрана, работающая по принципу обратного осмоса.

Намотка мембраны фильтрующего элемента 30 сложна. Она предварительно формируется в серии плоских мешков, которые затем наматываются на сердечник 32 внахлестку.

Диск 40 (см. Фигуру 3) снабжен серией из восьми отверстий 44 1, 44 2 и т.д. Отверстия отличаются размерами, в иллюстрируемом исполнении отверстия имеют диаметры 8,805мм, 9,185мм, 8,077мм, 7,772мм, 7,675мм, 7,351мм, 7,094мм и 7,881мм, соответственно. Диаметр диска 40 равен примерно 20см, как и внутренний диаметр корпуса 12 и наружный диаметр фильтрующего элемента 30.

За диском 40, между ним и намотанной мембраной, имеется звездообразная опора 46 (показана контурной линией на фигуре 3), содержащая центральную ступицу, наружное кольцо и спицы, расположенные между ступицей и кольцом.

Опора 46, являющаяся частью фильтрующего элемента, поставляемого фирмой Фильмтек (Filmtec), образует ряд клинообразных окон. Каждое из отверстий 44 1, 44 2 и т.д. совпадает с одним из этих окон, так что каждая водяная струя ударяет в фильтрующий элемент.

Когда вода под давлением протекает через узкое отверстие, струя воды, выходящая из отверстия, расширяется в коническую форму и на расстоянии от отверстия рассыпается на капельки. Коническая часть струи воды между отверстием и точкой, где струя рассыпается, турбулентная, имеющая в себе вихри и водовороты. Фильтрующий элемент 30 расположен так, что струи воды, выходящие из отверстий 44 1 и т.д., ударяют в фильтрующий элемент и входят в солевые каналы, прежде чем они рассыпятся в водяную пыль, состоящую из капелек.

Разрушение струй в иллюстрируемом узле замедляется, так как непосредственно после начала подачи воды, зазор между диском 40 и элементом 30 заполняется водой под давлением.

Заявитель имеет основания утверждать, что из воды, поступающей в фильтрующий элемент 30 при определенном, как указано выше, давлении, удаляется не 99,3% от растворенных соединений, а меньший процент. При давлении на входе 50 бар и с описанным выше диском система опресняет морскую воду в питьевую воду, которая удовлетворяет требованиям стандарта 241-1984 Южно-Африканского Бюро Стандартов.

Давление вниз по течению за отверстиями 44 1, 44 2 и т.д. равно примерно 48,5 - 49,5 бар, когда давление в камере 20 составляет 50 бар. Заявитель обнаружил также очень незначительное понижение температуры за диском 40 и предполагает также, что это результат генерирования турбулентности в потоке.

Конструкция, представленная на фигуре 4, отличается от конструкции, показанной на фигурах 1А, 1В, 2 и 3 тем, что различные давления на ниж-

ней по течению стороне диска 40 достигаются путем помещения по окружности клапанов 48 управления потоком воды. Клапаны 48 содержат заслонки или диафрагмы для изменения эффективной площади их проходного сечения, и одновременно создания препятствия, которое генерирует турбулентность и вызывает падение давления. Каждый клапан 48 имеет подведенный к нему кабель 50 управления, и каждый клапан 48 помещен в трубки 52. Трубки 52 имеют один и тот же диаметр и проходят через диск 40. Клапаны 48 приводятся в действие электрически, и степень их открытия может контролироваться программным контроллером. Положение каждого клапана 48 определяет давление на выходе из соответствующей трубки 52. Изменение давления посредством контроллера дает возможность изменять по желанию содержание в регенерированной воде растворенных соединений. Хотя клапаны показаны расположенными в трубках диска 40, они могут, в реальном исполнении, быть внутри диска и по соседству с выходами из отверстий в диске 40.

Диск 40 фигуры 3 имеет отверстия, расположенные по окружности. На фигуре 5А отверстия расположены по спирали концентрично с диском. Спираль разворачивается в том же направлении, что и направление намотки фильтрующего элемента 30. На фигуре 5В отверстия расположены вдоль нескольких радиальных линий. Диаметры отверстий на фигурах 5А и 5В меньше, чем диаметры отверстий, показанных на фигуре 3, а их количество больше.

На фигуре 6 показана приводимая вручную опреснительная установка 54, содержащая цилиндрический корпус 56, который имеет коммерчески доступный фильтрующий элемент 58, подобный описанному выше и обозначенному позицией 30 на фигурах 1А и 1В. Уплотнение 60 охватывает фильтрующий элемент 58, чтобы предотвратить перетекание воды между корпусом 56 и фильтрующим элементом 58. По соседству с одной из торцевых поверхностей фильтрующего элемента 58 имеется диск 62. Между диском 62 и корпусом 56 имеется уплотнение 64. Смещение диска 62 влево предотвращено с помощью стопорного кольца 66.

Отверстия в диске 62 не показаны. Между диском 62 и фильтрующим элементом 58 имеется осевой зазор.

Рядом с другим концом фильтрующего элемента 58 установлена торцевая заглушка 68, которая имеет центральное отверстие 70 с внутренней резьбой и дополнительное отверстие 72, которое радиально отстоит от отверстия 70.

Фильтрующий элемент 58, как показано, имеет центральную трубу 74, выступающую в противоположных направлениях из намотанной мембраны. Один конец трубы расположен в глухом отверстии в диске 62, а второй конец трубы 74 выходит в отверстие 70 торцевой заглушки 68. Отверстие 72 сообщается с камерой 78, которая образована между торцевой заглушкой 68 и смежным с ней концом фильтрующего элемента 58.

Фильтрующий элемент 58, диск 62 и торцевая заглушка 68 подобны аналогичным компонентам опреснителя 10, показанного на фигурах 1А и 1В.

Влево от диска 62 корпус 56 образует цилиндр для поршня 80. Поршень 80 снабжен штоком 82, который выходит из корпуса 56 через уплотнительную конструкцию 84. Опора 86 поддерживает уплотнительную конструкцию 84.

Два уплотнения 88 и 90 и кольцо 92 0-образного сечения охватывают поршень 80.

Приводная ручка 94 соединена со штоком 82 посредством шарнирного соединения (не показано). Ручка 94 также шарнирно соединена с концевой плитой 98, которая закреплена на фланце 100 корпуса 56. При качании ручки 94 поршень 80 будет совершать возвратно-поступательные движения вперед и назад в своем цилиндре.

Отверстие 72 сообщено посредством трубопровода 102 с камерой 104, которая окружает шток 82 и уплотнительную конструкцию.

Одноходовой клапан обеспечивает выход воды из камеры 108, образованной между диском 62 и поршнем 80. Клапан 106 установлен в отверстии стенки корпуса 56. В стенке корпуса 56 предусмотрено также отверстие 110 сброса давления.

Отводной трубопровод (не показан) ввинчен в резьбовое отверстие 70, и регенерированная питьевая вода протекает из трубы 74 в этот отводной трубопровод.

При работе опреснительной установки, показанной на фигуре 6, корпус 56 устанавливается так, чтобы клапан 106 был погружен в соленую или солоноватую воду, которая подлежит опреснению. Верхний конец ручки 94 толкают или тянут, приводя поршень 80 в возвратно-поступательное движение. При движении поршня влево клапан 106 открывается и солоноватая или соленая вода всасывается в камеру 108. Когда ручка 94 тянется влево, поршень 80 начинает свой рабочий ход и движется в сторону диска 62. Клапан 106 закрывается вследствие повышения давления в камере 108. Вода из камеры 108 нагнетается через отверстия в диске 62, через фильтрующий элемент 58, а из фильтрующего элемента выходит питьевая вода через трубу 74 или рассол через отверстие 72 и трубопровод 102. Поршень 80 продолжает движение вправо до тех пор, пока уплотнение 90 не пройдет клапан 106.

После нескольких движений ручки 94 начинает создаваться давление в трубопроводе 102 и, следовательно, в камере 104. Перемещение поршня 80 вперед сопровождается возникновением давления в трубопроводе 102 и камере 104. Когда поршень 80 достигает переднего конца его хода, уплотнение 88 проходит над отверстием 110 сброса давления и давления в камере 104 падает. В результате обратному ходу поршня 80 нет сопротивления ввиду отсутствия давления в камере 104.

Давление, необходимое для нагнетания воды через фильтрующий элемент 58 и разделения ее на поток питательной воды и поток рассола, составляет порядка от пятидесяти до двадцати пять бар (для солоноватой воды) и от пятидесяти до шестидесяти бар (для морской воды). Требуемое давление варьируется в зависимости от количества растворенных в воде соединений. Потери давления в фильтрующем элементе 58 относительно малы и давление рассола в трубопроводе 72 со-

ставляет от 75% до 85% от давления воды на входе в фильтрующий элемент 58. Этот остаток давления, который в противном случае мог бы быть потерян, используется, как было описано в работе насоса.

Обратимся к фигуре 7, на которой представлена опреснительная установка, содержащая корпус 112, установленный вертикально. Концы корпуса закрыты торцевыми заглушками 114 и 116, снабженными уплотнительными кольцами (не показаны), помещенными между торцевыми заглушками 114 и 116 и корпусом 112. Непосредственно под заглушкой 114 находится камера 118 и диск 120. Ниже диска 120 помещен фильтрующий элемент 122. Между диском 120 и фильтрующим элементом 122 образован осевой зазор 124. Фильтрующий элемент 122 имеет центральную трубу 126. Верхний конец трубы 126 помещен в диск 120, а нижний конец трубы 126 помещен в торцевую заглушку 116. Впускная труба 128 входит в камеру 118. Отводящий рассол трубопровод 130 проходит через торцевую заглушку 116, а отводящий опресненную воду трубопровод 132 проходит через торцевую заглушку 114 и соединяется с верхним концом трубы 126. Диск 120 имеет конструкцию, подобную показанной, например, на фигуре 3, фигуре 5А или фигуре 5В. Детали соответствуют описанным ранее в опреснителе 10.

Вертикально расположенный насос 134 типа Грунфос (Grundfos) соединен своим входом всасывания через фильтр 138 с водоемом или иным источником воды, подлежащей опреснению. С выходом нагнетания насоса 134 соединен трубопровод 128, снабженный контрольным клапаном 140.

Трубопровод 130 через тройник 142 и контрольный клапан 144 соединен с турбиной 146 Пельтона. Другой отвод тройника 142 через контрольный клапан 148 соединен с трубопроводом 150, через который рассол сливается в сток. Выходная сторона турбины 146 Пельтона также соединена со сливом в сток.

Двигатель 152 насоса 134 может иметь электрическое питание как непосредственно от электрической сети, например, напряжением 220 вольт, так и от солнечной панели 154, аккумуляторной батареи 156 или от преобразователя 158. Регулятор 160 предусмотрен для изменения частоты вращения двигателя 152.

Центральный вал турбины 146 Пельтона механически связан с валом ротора двигателя 152. Как было указано выше со ссылкой на фигуру 6, на фильтрующем элементе 122 имеет место перепад давления, однако рассол, выходящий из фильтрующего элемента 122, имеет существенное давление. Направляя часть рассола или весь рассол под давлением через турбину Пельтона, можно уменьшить количество электроэнергии, потребляемой двигателем 152, за счет использования части энергии давления, которая в противном случае была бы потеряна.

На фигуре 8 показана установка, более простая, чем та, что представлена на фигуре 7. Подобные элементы обеих установок обозначены одинаковыми номерами позиций. В этом варианте осуществления предлагаемого изобретения оп-

ресняемая вода входит в нижнюю часть корпуса 112, а не сверху, а насос 162 и двигатель 164 не является единым агрегатом. Наоборот, они смонтированы бок о бок на их основаниях 166 и 168, соответственно. Вход в корпус 112 осуществляется через трубопровод 128. Опресненная вода выходит через трубопровод 132, а рассол выходит через трубопровод 130.

Турбина 146 Пельтона кинематически связана с насосом 162.

Опреснительная установка, представленная на фигуре 9, содержит вертикальный корпус 170, помещенный в скважину солоноватой воды или погруженный в морскую воду. Насос 172 приводится двигателем 174. Сторона нагнетания насоса соединена с камерой 176, верхней границей которой является диск 178. Над диском 178 находится фильтрующий элемент 180.

Между фильтрующим элементом и расположенной над ним торцевой заглушкой 182 образована камера. Рассол, выходящий из фильтрующего элемента 180, поступает в эту камеру, а регенерированная вода выходит из фильтрующего элемента 180 через трубопровод 184.

Турбина 186 Пельтона смонтирована в корпусе 170 над торцевой заглушкой 182.

Камера между торцевой заглушкой 182 и фильтрующим элементом 180 сообщена посредством трубопровода 188 с турбиной Пельтона. Разумеется, в камере имеется значительное давление. Рассол, поступающий в камеру под давлением из фильтрующего элемента 180, выходит через трубопровод 188 и турбину 186 Пельтона в отводной трубопровод 190.

Турбина 186 Пельтона приводит насос в действие (не показан). Насос установлен соосно с турбиной 186 Пельтона и соединен с трубопроводом 184. Насос, приводимый турбиной Пельтона, предназначен для подъема регенерированной воды по полой колонне 192 на поверхность земли (если корпус 170 находится в скважине) или на поверхность бассейна (если корпус 170 погружен в бассейн соленой воды).

Источником питания двигателя 174 служит ряд солнечных панелей 194, которые используются для зарядки батарей 196. Предусмотрено также питание от сети переменного электрического тока, например, напряжением 220 вольт, через понижающий трансформатор-выпрямитель 200. Питание к двигателю 174 подается через блок 202 управления. Панели 194 и выпрямитель 200 служат для зарядки батарей 196. Ток от батарей 196 проходит через преобразователь 204, который преобразует постоянный ток напряжением 12 вольт, выходящий из батарей, в переменный ток напряжением 220 вольт. Переключение выключателя 206 дает возможность подавать напряжение или от преобразователя 204 или от сети 198 в зависимости от степени заряженности батарей. Блок 202 управления повышает напряжение с 220 вольт на входе до 380 вольт на выходе для питания двигателя 174.

Преимуществом установки согласно фигуре 9 является то, что только регенерированная вода подается на поверхность.

Установка, показанная на фигуре 10, содер-

жит корпус 208 с фильтрующим элементом 210 в нем. Вход 212 предназначен для опресняемой воды, а для вывода рассола служит выход 214. Для вывода регенерированной воды предназначен выход 216. Средства для создания перепада давления вверх по течению от фильтрующего элемента 210 и образования водяных струй, ударяющих в фильтрующий элемент, подобны тем, которые показаны на фигуре 4.

Источником 218 воды, подлежащей опреснению, может быть бассейн морской воды или источник солоноватой воды. Подающий насос 220 закачивает воду из источника 218 и подает ее через фильтры грубой очистки - песочный фильтр 222 и дисковый фильтр 224. Насос 226 высокого давления со стороны всасывания соединен с дисковым фильтром 224, а со стороны нагнетания - со входом 212.

Выход 216 сообщается с резервуаром 228, в котором опресненная вода подвергается ультрафиолетовому облучению. Облучение воды ультрафиолетовыми лучами является обычным процессом в очистке воды. Выходящая из резервуара 228 вода направляется в накопительный бак 230.

В случае, когда установка бездействует в течение некоторого времени, например, из-за наличия в запасе достаточного количества опресненной воды, существует риск развития бактерий и водорослей на фильтрующем элементе 210. Это может быть устранено только постоянной циркуляцией воды через фильтрующий элемент 210. С этой целью бак 230 может быть соединен через насос 232 и вентиль 234 с входом 212. Вентиль 236 закрыт, когда открыт вентиль 234. Использование этой цепи обеспечивает постоянную циркуляцию регенерируемой воды через фильтрующий элемент 210, тем самым, предупреждая рост бактерий. Так как давление, создаваемое насосом 232, относительно низкое, оно обеспечивает только "промывочное" действие и недостаточно для того, чтобы продавить воду через мембраны, и, как следствие, вернуть ее в бак 230. Поэтому вода, использованная для промывки, направляется в сток.

Выход 214 рассола сообщен с турбиной 268 Пельтона для того, чтобы использовать остаточное давление за фильтрующим элементом 210. Турбина 268 Пельтона может быть использована для перекачивания регенерированной воды, или для генерирования электричества, или для привода ротора любого из насосов 220 или 226.

В трубопроводах могут быть установлены датчики 240 потока и расходомер 242. Также может быть предусмотрено измерение pH и электропроводности регенерированной воды (244 и 246). Вся полученная информация передается на главный контроллер 248, который осуществляет общее управление системой. В трубопроводах также установлены вентили 250, 252, 254, 256, 258, 260, 262 и 264.

Для промывки дискового фильтра 224 вентили 234 и 250 закрывают, а вентили 236 и 262 открывают. Вода из бака 230 с помощью насоса 232 подается через открытый вентиль 236, продавливается через фильтр 224 в обратном направлении и удаляется в сток через открытый вентиль 262.

Датчик 266 уровня в баке 230 используется для того, чтобы определить, когда бак наполнен. Результирующий сигнал может быть использован для прекращения подачи воды от источника 218 и включения рециркуляции через насос 232 и вентиль 234 для предотвращения бактериального обрастания.

Крутящий момент турбины 268 Пельтона может контролироваться с помощью встроенного датчика 270 крутящего момента. Если крутящий момент превышает заданное значение, то вентиль 256 открывается, и рассол, минуя турбину 268 Пельтона, направляется прямо в сток через вентиль 256.

Положение клапанов, управляющих потоком воды, направляемой на фильтрующий элемент 210, может устанавливаться с использованием клавиатуры 272, подобной той, что используется в персональных компьютерах.

Установка, показанная на фигуре 11, содержит вертикально расположенный опреснитель 10, представленный на фигурах 1А и 1В, который помещен в водоем 274. Одинаковые детали обозначены одинаковыми номерами позиций. Так, вход для опресняемой воды имеет номер 18, выход для опресненной воды показан соединенным с трубой 34, а выход для рассола имеет номер 22.

Показанный на фигуре 11 насос 276 представляет собой вертикально действующий плунжерный насос, вход в который расположен сверху, а выход - внизу. В выходном трубопроводе 278 установлен вспомогательный насос 280. Двигатель насоса 280 соединен с солнечной панелью 282. Работа насоса 280 обеспечивает поток через плунжерный насос 276. Это достигается посредством закачивания воды через плунжерный насос 276 и вывода ее через выходной трубопровод 284.

Насос 276 содержит клапаны 286 и 288 управления потоком, один из которых помещен в верхнем конце насоса, а второй - в нижнем конце насоса. Когда насос 276 начинает работать, направляющийся вниз через насос 276 поток отсасывает клапан 286 в открытое положение и прижимает клапан 288 в закрытое положение. Когда клапан 288 закрывается, ударная волна нагнетает воду под высоким давлением через одноходовой клапан 290 во вход 18 корпуса 12. Во входе 18 имеется также дополнительный одноходовой клапан 292.

С клапаном 290 соединена диафрагма 294. Когда клапан 290 открывается, диафрагма продавливается через положение мертвой точки. Как только ударное давление рассеивается, диафрагма 294 ускоряет перекрытие клапана 290.

Клапаны 286 и 288 соединены с помощью стержня 296 и действуют в унисон. Когда поток через плунжерный насос установится, насос 280 может быть выключен в открытом положении так, чтобы поток мог проходить через него.

Высота напора воды в бассейне (ограниченном боковой стенкой 298 и нижней стенкой 300) обеспечивает непрерывную работу насоса 276.

Остаточное давление рассола в выходе 22 может быть использовано так, как описано выше.

Желательно, чтобы стенка 298 отделяла бассейн 274 от моря. Во время морского прилива во-

да перетекает над стенкой 298 и наполняет бассейн 274. Это обеспечивает необходимый напор для работы насоса 276. Когда наступает отлив и вода больше не поступает в бассейн, уровень воды в бассейне постепенно падает, так как вода вытекает через плунжерный насос 276 и выходной трубопровод 284.

Подводная опреснительная установка, представленная на фигурах 12А и 12В, содержит цилиндрический корпус 302, внутри которого в одном из его концов установлен электрический двигатель 304, приводящий насос 306. Насос 306 может быть любого подходящего типа, например, поршневой насос, шнековый насос и т.д. Вход соленой воды в насос 306 не показан, а выход из насоса обозначен позицией 308. Выход 308 разделяется на два ответвления 310 и 312, в которых установлены клапаны 314 и 316. Ответвление 310 подведено к центру дискового фильтра 318, который расположен в полости 320. Диск 322 формирует границу полости 320, а по другую сторону от диска 322 находится фильтрующий элемент 324. Диск 322 такой же, как показанные выше на фигурах 1А, 1В, 2 и 3 или на фигуре 4, или фигурах 5А или 5В. Отверстия в диске 322 не показаны.

Ответвление 312 подведено непосредственно в полость 320, а выход 326 проходит от центра фильтра 318 через диск 322. Выход 326 снабжен вентилем (не показан), который нормально закрыт.

Дисковый фильтр 318 может быть очищен, если закрыть вентиль 314 и одновременно открыть вентиль 316 и вентиль, установленный в выходе 326. В этом случае вода течет в полость 320, из полости 320 через дисковый фильтр 318 в обратном направлении и далее через выход 326, вынося наружу частицы грязи, которые могли задержаться в фильтре 318.

В пределах корпуса 302 регенерированная вода обрабатывается ультрафиолетовым облучением в узле 328 (см. Фиг. 12В).

Рассол, как было показано выше, может подаваться обратно в двигатель или в насос, с тем, чтобы использовать его остаточное давление для уменьшения потребляемой мощности двигателя 304.

Силовое питание может быть обеспечено подобно тому, как это было показано, например, на фигурах 7 и 11.

Плавучая опреснительная установка, представленная на фигуре 13, содержит корпус 330, якорный блок 332, закрепленный на дне моря или просто опущенный на дно моря, и якорную цепь 334, соединяющую корпус 330 с якорным блоком 332.

Горизонтальная перегородка 336 отделяет пространство 338, расположенное над перегородкой 336, от заполненной водой камеры 340, которая находится под перегородкой 336. Отверстия 340, выполненные в корпусе 330, пропускают морскую воду в камеру 340.

Электрический двигатель 344 смонтирован так, что большая его часть находится в камере 340 и, таким образом, охлаждается морской водой, которая поступает в камеру 340. Сверху над двигателем 340 установлен насос 346, который

приводится двигателем 344. Вода из камеры 340 всасывается насосом 346 через фильтр 348.

Выпускное отверстие насоса 346 соединено посредством трубопроводов 350 с тремя опреснителями 10, аналогичными тому, который показан на фигурах 1А и 1В. Хотя в корпусе 330 показано три опреснителя 10, в действительности может быть использовано любое их количество от одного и более.

Рассол выходит из опреснителей 10 через трубопроводы 352 и удаляется в сток через выход 354. Регенерированная вода выходит через трубопроводы 356 и проходит через устройство 358 ультрафиолетового облучения к выходу 360. В рассматриваемом варианте осуществления изобретения от выхода 360 к берегу проложен трубопровод (не показан), а от берега протянут кабель (не показан) силового питания двигателя 344.

На верхнем конце корпуса 330 установлена солнечная панель 362, которая используется для питания свето- и радиомаяка 364, который предусмотрен для предупреждения проходящих кораблей об опасности столкновения с плавучей установкой.

Чтобы уйти от необходимости подвода энергии к установке и отказаться от использования двигателя 334 и насоса 346, может быть предусмотрен поршневой насос между корпусом 330 и якорным блоком 332. Точнее, снизу корпуса 330 может быть прикреплен шток (не показан) с поршнем на его нижнем конце. На якорном блоке 332 может быть установлен цилиндр, в который помещается указанный поршень. Поршень и цилиндр образуют насос, который может быть двойного или одинарного действия.

Понятно, что корпус 330 может периодически подниматься и опускаться в зависимости от величины проходящих волн. Когда корпус 330 поднимается, он поднимает поршневой шток и поршень относительно цилиндра, прикрепленного к якорному блоку. Нижняя камера цилиндра при этом увеличивается в размере и может быть заполнена морской водой через обратный клапан. Когда корпус 330 опускается во впадину между двумя волнами, поршень движется вниз, вызывая уменьшение объема указанной нижней камеры. Под влиянием увеличившегося в нижней камере давления открывается второй обратный клапан, и морская вода подается из нижней камеры в систему трубопроводов 350. По желанию поршневой шток может быть выполнен полым и служит каналом для подачи воды из нижней камеры в систему 350.

Верхняя камера цилиндра может быть открыта просто в море. Однако, предпочтительнее, чтобы и она имела одноходовой входной клапан и одноходовой выходной клапан для того, чтобы качать воду и когда поршень опускается относи-

тельно цилиндра, и когда он поднимается относительно цилиндра.

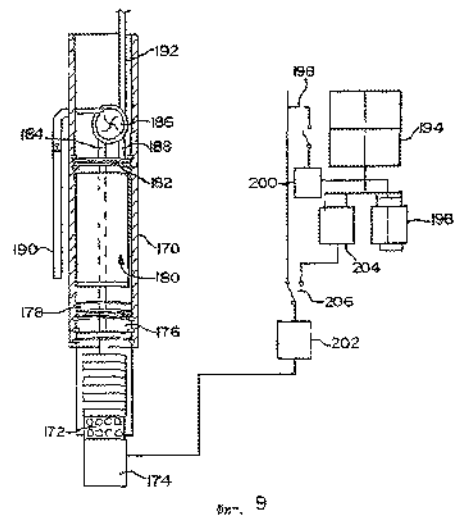
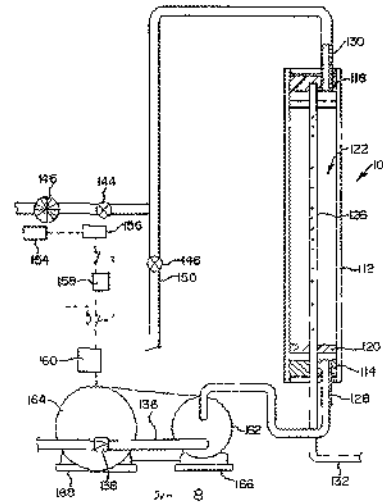
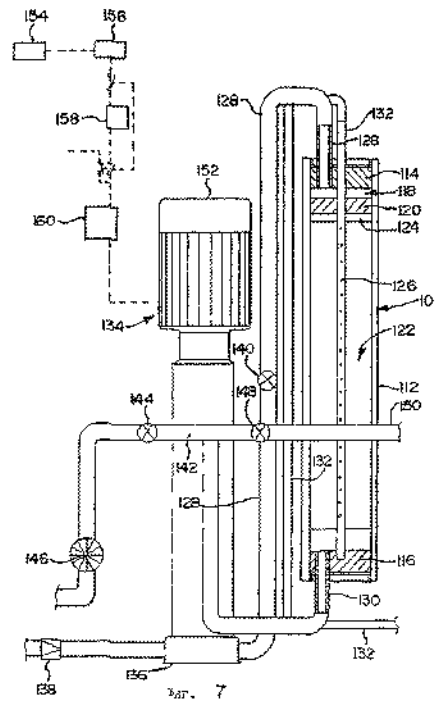
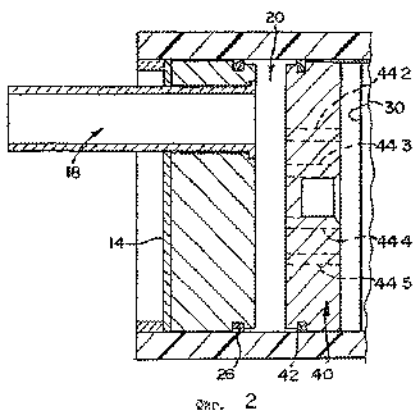
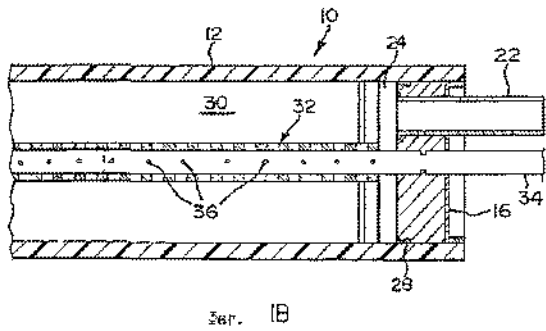
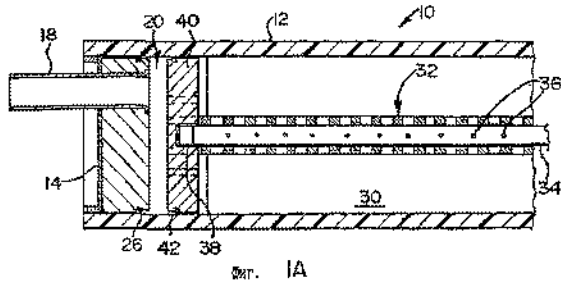
На фигуре 14 представлен вертикально вытянутый бак 366, снабженный входом 368 морской воды, через который морская вода закачивается в бак. В верхнем конце бака предусмотрены вентиляционные отверстия 370. Выход 372 соединен с входом всасывания насоса, который подает воду в опреснитель, показанный на фигурах 1А и 1В. Выход регенерированной воды из опреснителя, показанного на фигурах 1А и 1В, соединен с входом 372 бака 366 так, чтобы вода с малой концентрацией растворенных в ней соединений возвращалась в бак. Выход 374 позволяет дренировать бак и удалять плотные частицы, выпавшие в осадок. Предусмотрено также вертикально вытянутое смотровое стекло 376.

Когда опреснительная установка начинает работу, бак 366, который является частью установки, содержит регенерированную воду в объеме, примерно равном одной трети объема воды, который он будет содержать в конечном итоге.

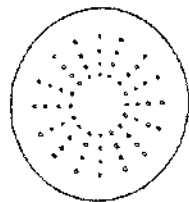
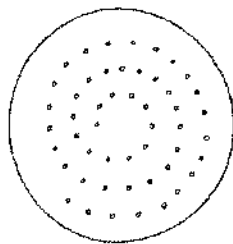
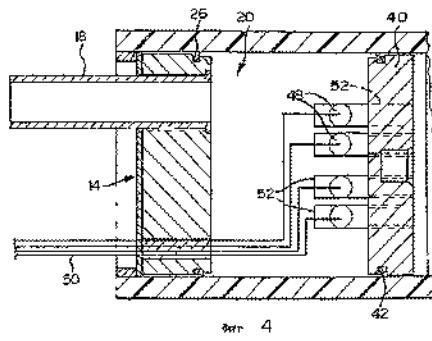
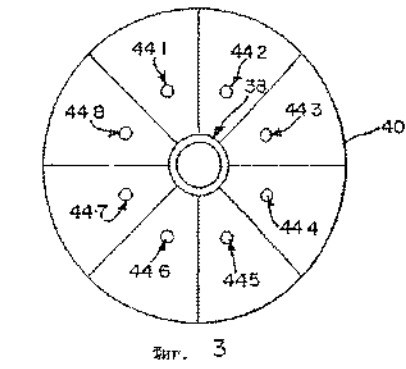
Морская вода закачивается через вход 368, а регенерированная вода подается через вход 372. После этого вода непрерывно откачивается из бака 366 через выход 372. Морская вода, поступающая через вход 368, разбавляется, прежде чем она выйдет из бака через выход 372. Установлено, что, несмотря на то, что некоторое количество регенерируемой воды рециркулирует, и не вся регенерируемая вода немедленно удаляется из установки, общий выход регенерированной воды повышается и требуется меньшее давление, чтобы обеспечить удаление из воды нежелательных растворенных соединений.

Экспериментальные исследования показали, что хотя регенерированная вода с малым количеством растворенных соединений может подаваться через вход 372, предпочтительнее использовать обычный опреснитель, который обеспечит подачу воды того же состава, что и дистиллированная вода, в качестве источника, который соединен с входом 372.

Было также обнаружено, что в воду, полученную способом и устройством согласно предлагаемому изобретению, может быть добавлено небольшое количество рассола без повышения общего содержания соли до недопустимого уровня. Данная процедура может быть использована, например, там, где не могут быть созданы условия, которые будут способствовать обеспечению достаточного количества одного минерала в воде. Дополнение данного минерала, который отсутствует в достаточном количестве, путем добавления рассола является, таким образом, возможным способом достижения требуемого минерального баланса.



21



57595

22

