



(51) МПК
C02F 1/04 (2006.01)
B01D 1/00 (2006.01)
B01D 9/02 (2006.01)
C02F 103/08 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C02F 1/04 (2021.02); B01D 1/00 (2021.02); B01D 9/02 (2021.02); C02F 2103/08 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020134436, 20.10.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.10.2020

Дата регистрации:
22.06.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.10.2020

(43) Дата публикации заявки: 11.12.2020 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 22.06.2021 Бюл. № 18

Адрес для переписки:

300001, Тульская обл., г. Тула, ул. Епифанская,
29-211, Курчаков Владимир Иванович

(72) Автор(ы):

Потапов Олег Аркадьевич (RU),
Федотов Александр Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Потапов Олег Аркадьевич (RU),
Федотов Александр Николаевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 81720 U1, 27.03.2009. RU 2155625 C2, 10.09.2000. SU 1783987 A3, 23.12.1992. DE 1717080 A1, 23.12.1971. WO 2011090399 A1, 28.07.2011. ГРОШЕВА Л.П. Расчетные определения некоторых свойств растворов, методическое пособие, Новгородский государственный университет, 2006.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ МОРСКОЙ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

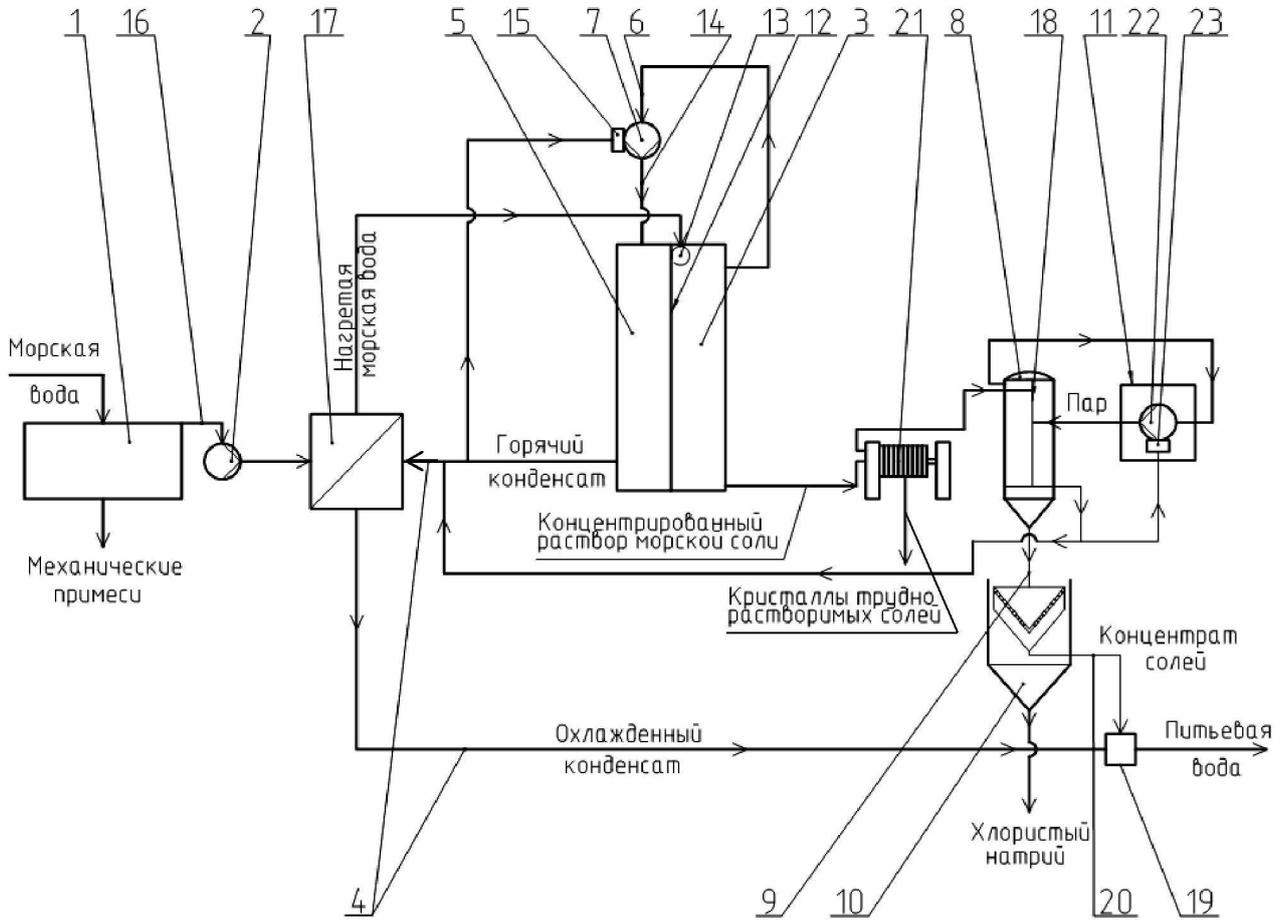
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к области питьевого водоснабжения и может быть использована для получения питьевой воды из морской путем ее глубокой переработки. Способ включает очистку морской воды от нерастворимых примесей, разделение потока морской воды выпариванием на конденсат и концентрированный рассол, компрессию выпара, кристаллизацию с получением кристаллов с их выделением фильтрацией. Выпаривание морской воды проводят до концентрации пересыщения хлористого натрия с его кристаллизацией и выделением из полученного при кристаллизации концентрата его кристаллов фильтрацией. Освобожденный от кристаллов хлористого натрия концентрат смешивают с конденсатом. При этом компрессию выпара производят с его увлажнением до состояния насыщения, а выпаривание проводят передачей морской воде через поверхность теплообмена теплоты конденсации сжатого и увлажненного выпара.

Устройство включает блок фильтрации механических примесей 1 подводимой морской воды, соединенные с ним последовательно насос 2 и испаритель 3, конденсатор 5 с магистралью конденсата 4, паровой компрессор 7, соединенный с испарителем своим входом 14, и кристаллизатор 8, выход 9 которого связан с фильтрующим устройством 10, и источник пара 11. Испаритель 3 и конденсатор 5 имеют общую поверхность теплообмена 12, снабженную распределительным устройством 13 для морской воды со стороны испарителя 3, а паровой компрессор 7 установлен своим выходом 14 на входе в конденсатор 5 и снабжен форсункой 15 подачи воды в пар. На выходе 16 блока фильтрации механических примесей 1 размещен теплообменник 17, при этом кристаллизатор 8 снабжен поверхностью теплообмена 18, греющая сторона которой сообщается с источником пара 11. Фильтрующее устройство 10 выполнено с возможностью отфильтровывать концентрат солей, при этом

магистраль конденсата 4 после его выхода из теплообменника 17 снабжена смесителем 19, соединенным с выходом 20 концентрата фильтрующего устройства 10. Группа изобретений обеспечивает глубокую переработку морской воды с получением воды питьевого

качества, а также снижение воздействия на окружающую природную среду и исключение необходимости самостоятельной утилизации концентрированных горячих рассолов. 2 н. и 9 з.п. ф-лы, 3 табл., 1 ил., 1 пр.



RU 2750147 C2

RU 2750147 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C02F 1/04 (2006.01)
B01D 1/00 (2006.01)
B01D 9/02 (2006.01)
C02F 103/08 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

C02F 1/04 (2021.02); B01D 1/00 (2021.02); B01D 9/02 (2021.02); C02F 2103/08 (2021.02)(21)(22) Application: **2020134436, 20.10.2020**(24) Effective date for property rights:
20.10.2020Registration date:
22.06.2021

Priority:

(22) Date of filing: **20.10.2020**(43) Application published: **11.12.2020 Bull. № 35**(45) Date of publication: **22.06.2021 Bull. № 18**

Mail address:

300001, Tulsкая obl., g. Tula, ul. Epifanskaya, 29-211, Kurchakov Vladimir Ivanovich

(72) Inventor(s):

**Potapov Oleg Arkadevich (RU),
Fedotov Aleksandr Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Potapov Oleg Arkadevich (RU),
Fedotov Aleksandr Nikolaevich (RU)**(54) **METHOD FOR PRODUCING DRINKING WATER FROM SEAWATER AND DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION**

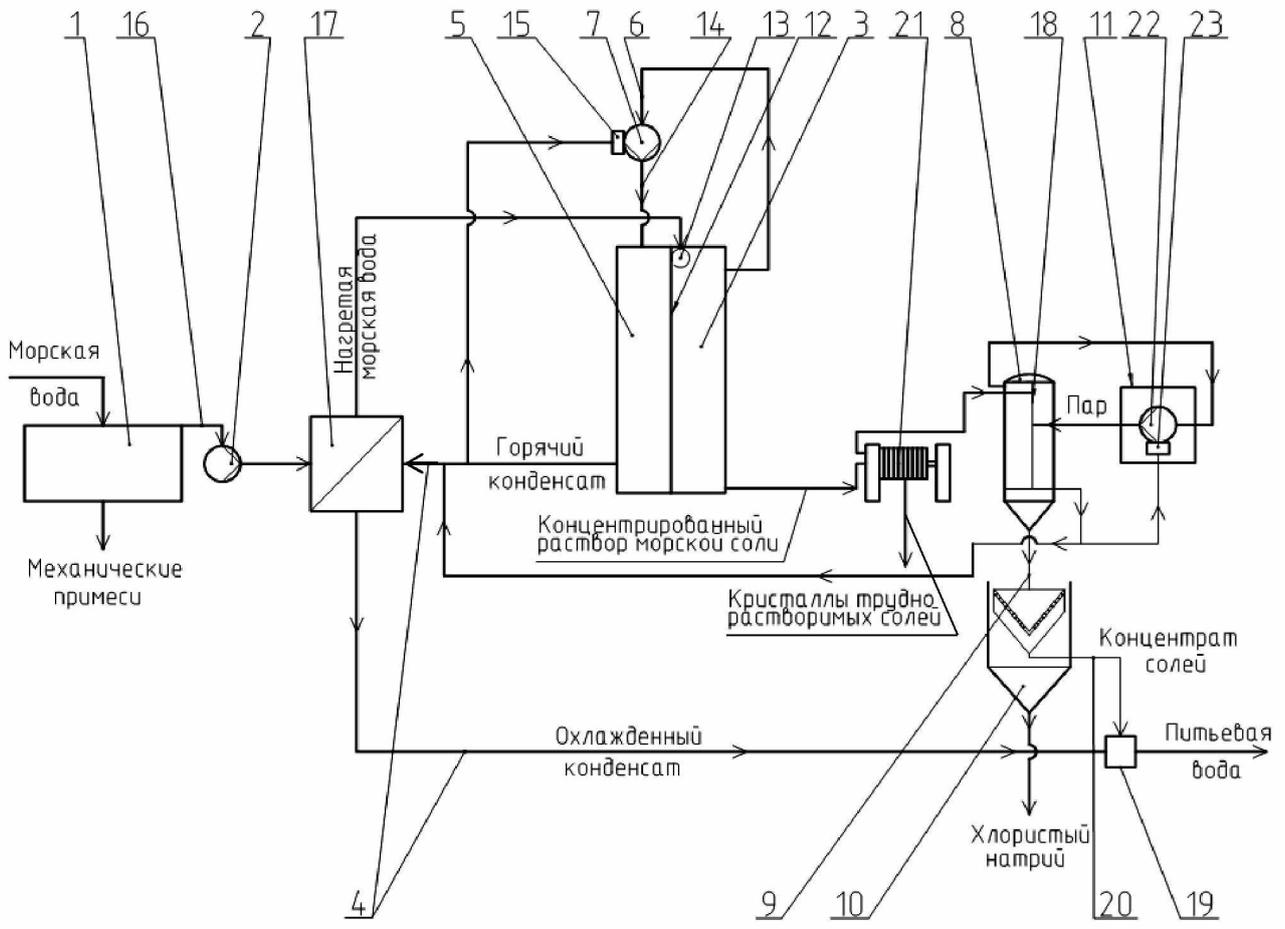
(57) Abstract:

FIELD: drinking water supply.

SUBSTANCE: group of inventions relates to the field of drinking water supply, it can be used to produce drinking water from the seawater by its deep processing. The method includes purification of seawater from insoluble impurities, separation of the seawater flow by evaporation into condensate and concentrated brine, compression of the vapor, and crystallization to obtain crystals with their separation by filtration. Evaporation of seawater is carried out to the concentration of sodium chloride supersaturation with its crystallization and separation of its crystals from the concentrate obtained during crystallization by filtration. The concentrate released from the sodium chloride crystals is mixed with the condensate. The vapor is compressed with its humidification to the saturation state, and the evaporation is carried out by transferring the heat of condensation of the compressed and moistened vapor to the seawater through the heat exchange surface. The device includes unit 1 for filtering mechanical impurities of the supplied seawater, pump 2 and evaporator 3

connected to it in series, condenser 5 with condensate line 4, steam compressor 7 connected to evaporator by its inlet 14, crystallizer 8, outlet 9 of which is connected to filter device 10, and steam source 11. Evaporator 3 and condenser 5 have common heat exchange surface 12, equipped with distribution device 13 for seawater on the side of evaporator 3, and steam compressor 7 is installed with its outlet 14 at inlet to condenser 5 and is equipped with nozzle 15 for water supplying to the steam. At outlet 16 of unit 1 for filtering mechanical impurities, heat exchanger 17 is placed, wherein crystallizer 8 is equipped with heat exchange surface 18, the heating side of which communicates with steam source 11. Filter device 10 is designed with possibility to filter out the salt concentrate, wherein condensate line 4 after its output from heat exchanger 17 is equipped with mixer 19 connected to concentrate outlet 20 of filter device 10.

EFFECT: group of inventions provides deep processing of seawater to produce drinking water, as well as reducing the impact on the environment and



RU 2750147 C2

RU 2750147 C2

Группа изобретений относится к области питьевого водоснабжения и, в частности, к получению питьевой воды из морской путем ее глубокой переработки.

Известен способ опреснения морской воды, приведенный в описании работы вариантов опреснительной установки обратного осмоса [Описание изобретения к международной заявке PCT WO2011090399 от 26.03.2010, МПК В01D 61/08, С02F 1/44, опубл. 28.07.2011], который включает фильтрацию морской воды с целью удаления механических примесей подводимой морской воды, и разделение потока морской воды на обессоленную и концентрированный рассол с помощью процесса обратного осмоса на мембране обратного осмоса.

Недостатком данного способа является наличие после его применения не только чистой воды, но и концентрированного рассола (рапы), утилизация которого приводит к загрязнению окружающей природной среды. Кроме того, полученная чистая вода является полностью обессоленной и непригодна к употреблению в качестве питьевой. Кроме того, в силу особенностей работы установок обратного осмоса происходит тепловое загрязнение окружающей среды из-за высокой температуры рапы.

Также известен способ опреснения морской воды, раскрытый в работе опреснительной установки [Описание полезной модели к патенту РФ № 81720 от 16.12.2008, МПК С02F 1/04, опубл. 27.03.2009 Бюл. № 9], который включает очистку морской воды от нерастворимых примесей, разделение потока морской воды выпариванием на конденсат и концентрированный рассол, компрессию выпара, кристаллизацию с получением кристаллов с их выделением фильтрацией. В установке этот процесс реализуется следующим образом: насос через фильтр подает морскую воду в испаритель, где за счет барботирования перегретым паром происходит ее нагрев и сгущение за счет испарения. Далее сгущенный рассол направляется в кристаллизатор-разбрызгиватель, где под действием перегретого пара происходит испарение воды с поверхности капель до кристаллизации содержащихся в каплях солей. Пар из кристаллизатора направляется в барботер испарителя, после чего выпар испарителя разделяется на два потока - один после сжатия и нагрева направляется в барботер, а второй - в конденсатор, в котором образуется обессоленная вода в виде конденсата.

Полученная в результате конденсации пара в конденсаторе вода является полностью обессоленной и не пригодна для использования в качестве питьевой. Кроме того, кристаллизация соли испарением воды с поверхности капель приводит к получению в кристаллах смеси солей, составляющих морскую соль, что приводит к необходимости утилизации концентрированного рассола морской соли и сбросу его в специальные накопители или обратно в море, что отрицательно сказывается на экологической обстановке окружающей природной среды из-за высокого содержания солей и высокой температуры рассола.

Задача, на решение которой направлено первое изобретение группы и достигаемый технический результат заключаются в получении воды питьевого качества из морской воды и снижении воздействия на окружающую природную среду за счет ее глубокой переработки, исключающей необходимость самостоятельной утилизации концентрированных горячих рассолов.

Для решения поставленной задачи и достижения заявленного технического результата в первом изобретении группы - способе получения питьевой воды из морской, - включающем очистку морской воды от нерастворимых примесей, разделение потока морской воды выпариванием на конденсат и концентрированный рассол, компрессию выпара, кристаллизацию с получением кристаллов с их выделением фильтрацией, выпаривание морской воды проводится до концентрации пересыщения хлористого

натрия с кристаллизацией хлористого натрия и выделением из полученного при кристаллизации концентрата его кристаллов фильтрацией, а освобожденный от кристаллов хлористого натрия концентрат смешивают с конденсатом, при этом компрессию выпара производят с его увлажнением до состояния насыщения, а выпаривание проводится передачей морской воде через поверхность теплообмена теплоты конденсации сжатого и увлажненного выпара.

Кроме этого:

- компрессию производят со всем количеством выпара;
- морская вода перед выпариванием нагревается путем обмена теплом с конденсатом;
- концентрированный рассол перед кристаллизацией фильтруют;
- кристаллизацию хлористого натрия ведут до состояния насыщения любой из сопутствующих ей в морской воде растворимых солей.

Известен опреснительный модуль обратного осмоса (два варианта), включающий блок фильтрации механических примесей подводимой морской воды, гидропривод и мембрану обратного осмоса [Описание изобретения к международной заявке РСТ WO2011090399 от 26.03.2010, МПК В01D 61/08, С02F 1/44, опубл. 28.07.2011].

Изобретение решает задачу автономности и компактности опреснительного модуля, а также повышение его ремонтпригодности и надежности.

Недостатком опреснительного модуля является то, что при работе мембраны обратного осмоса имеет место наличие на ее выходе не только чистой воды, но и концентрированного рассола (рапы), утилизация которого приводит к загрязнению окружающей природной среды содержащимися в рапе солями и теплом. Кроме того, полученная чистая вода является полностью обессоленной и непригодна к употреблению в качестве питьевой.

Известна опреснительная установка, включающая блок фильтрации механических примесей подводимой морской воды, соединенные с ним последовательно насос и испаритель в виде барботажной камеры, сообщающийся с испарителем конденсатор с магистралью конденсата, соединенные с испарителем своим входом паровой компрессор и кристаллизатор, выход которого связан с фильтрующим устройством, источник пара и другие элементы [Описание полезной модели к патенту РФ № 81720 от 16.12.2008, МПК С02F 1/04, опубл. 27.03.2009 Бюл. № 9]. Полезная модель решает задачу получения дистиллята с помощью простого и надежного в эксплуатации устройства. Декларируется отсутствие обратных сбросов в окружающую водную среду растворов с повышенной соленостью и температурой и уменьшение выбросов тепла в окружающую природную среду.

Настоящая установка обладает низкой эффективностью, т.к. пар, направляемый в барботер после механического сжатия и нагревания не меняет точку росы, поскольку при нагревании и сжатии становится перегретым и его энтальпия повышается незначительно. Пар от кристаллизатора также не обладает достаточно высокой энтальпией, поэтому количество испаренной в испарителе воды незначительно превышает количество воды, полученной от конденсации пара, приходящего от барботера. В результате, в конденсаторе будет образовываться количество конденсата, незначительно превышающее или примерно равное количеству перегретого пара от пароперегревателя. При этом, полученная в результате конденсации пара вода является полностью обессоленной и не пригодна для использования в качестве питьевой.

Кроме того, кристаллизация соли испарением воды с поверхности капель приводит к получению в кристаллах смеси всех, характерных для морской воды солей, что не снижает концентрацию хлористого натрия в рассоле и не делает его пригодным для

минерализации конденсата до свойств питьевой воды. В кристаллизаторе не представляется возможным провести процесс кристаллизации хлористого натрия до момента появления состояния насыщения остальных, помимо хлористого натрия, содержащихся в морской воде солей. Кроме того, в процессах испарения и кристаллизации происходит накопление кристаллов труднорастворимых солей (гипса и карбонатов кальция). Это, как упоминалось выше по тексту, приводит к необходимости утилизации концентрированного рассола морской соли и сбросу его в специальные накопители или обратно в море. Высокое содержание солей и высокая температура рассола отрицательно сказываются на экологической обстановке окружающей природной среды.

Задача, на решение которой направлено второе изобретение группы и достигаемый технический результат также заключаются в получении воды питьевого качества из морской воды и снижении воздействия на окружающую природную среду за счет ее глубокой переработки, исключая необходимость самостоятельной утилизации концентрированных горячих рассолов.

Для решения поставленной задачи и достижения заявленного технического результата во втором изобретении группы - устройстве для получения питьевой воды из морской, - включающем блок фильтрации механических примесей подводимой морской воды, соединенные с ним последовательно насос и испаритель, конденсатор с магистралью конденсата, паровой компрессор, соединенный с испарителем своим входом и кристаллизатор, выход которого связан с фильтрующим устройством, и источник пара, испаритель и конденсатор имеют общую поверхность теплообмена, снабженную распределительным устройством для морской воды со стороны испарителя, а паровой компрессор установлен своим выходом на входе в конденсатор и снабжен форсункой подачи воды в пар, а на выходе блока фильтрации механических примесей размещен теплообменник, при этом кристаллизатор снабжен поверхностью теплообмена, греющая сторона которой сообщается с источником пара, а фильтрующее устройство выполнено с возможностью отфильтровывать концентрат солей, при этом магистраль конденсата после его выхода из теплообменника снабжена смесителем, соединенным с выходом концентрата фильтрующего устройства.

Кроме этого:

- теплообменник своей греющей стороной сообщается с магистралью конденсата со стороны конденсатора;
- фильтрующее устройство выполнено в виде центрифуги;
- между испарителем и кристаллизатором установлен фильтр;
- форсунка подачи воды в паровой компрессор сообщается с магистралью конденсата до его входа в теплообменник;
- источник пара выполнен в виде парового компрессора с собственной форсункой подачи воды, при этом вход компрессора связан с объемом кристаллизатора со стороны подвода концентрированного раствора морской соли, а форсунка подачи воды и объем кристаллизатора со стороны подачи пара сообщаются с магистралью конденсата до его входа в теплообменник.

Группа изобретений иллюстрируется чертежом, на котором схематично представлен способ получения питьевой воды из морской на примере работы соответствующего устройства.

Как известно, морская вода имеет специфический, приведенный в Таблице 1 химический состав (<http://ctcmetar.ru/metallurgiya-magniya/8391-prirodnye-rastvory-magnievyyh-soley.html>).

Таблица 1

Примерный состав солей в морской воде

ВОДОЁМ	СОДЕРЖАНИЕ, %									
	СУММА СОЛЕЙ	MgCl ₂	NaCl	KCl	MgSO ₄	CaSO ₄	Ca(HCO ₃) ₂	MgBr ₂	K ₂ SO ₄	CaCO ₃
ОКЕАНЫ	3,59	0,38	2,72	0,07	0,16	0,13	0,02	0,007	0,09	0,01
СРЕДИЗЕМНОЕ МОРЕ	3,59	0,31	2,84	0,05	0,24	0,13	0,02	–	–	–
ЧЕРНОЕ МОРЕ	1,86	0,16	1,45	0,04	0,12	0,06	0,03	0,003	–	–
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ	1,29	0,06	0,81	0,02	0,31	0,09	–	0,001	–	–
АРАЛЬСКОЕ МОРЕ	1,02	0,01	0,56	0,02	0,26	0,15	0,02	–	–	–

Подобный состав имеет кровь человека. В Таблице 2 приведены соотношения химических элементов, содержащихся в усредненной морской воде и плазме крови человека по сухому веществу, % (https://present5.com/presentation/38356841_437427902/image-15.jpg).

Таблица 2

Примерный состав плазмы крови человека

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И СОЕДИНЕНИЯ	МОРСКАЯ ВОДА	КРОВЬ
Na	30.5	39
Mg	3.8	0.5
K	1.2	1
Ca	1.8	2.6
Cl	55.2	45.0
CO ₂	0.5	11
ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ	7	0.9
ИТОГО	100%	100%

Сравнение таблиц позволяет сделать вывод, что только избыточная концентрация некоторых элементов, в частности солей натрия, не позволяет употреблять ее в качестве питьевой, т.к. метаболизм человека не в состоянии без вреда принять высокую концентрацию хлористого натрия. Например, люди, попавшие в кораблекрушение в океане и употреблявшие в качестве питья морскую воду, быстро погибали. Точно также

не пригодна для употребления вода дистиллированная, приводящая к обессоливанию организма, которую перед употреблением необходимо «подсолить», при этом процесс подсоливания (минерализации) зачастую сводится к преимущественному добавлению вместе с морской солью хлорида натрия. Известна допустимая (1000 мг/л) и оптимальная (в районе 400 мг/л) концентрация минеральных солей в питьевой воде. При этом, если «подсаливать» морской водой, то наиболее ценные соли поступят в воду в минимальном количестве, а хлористый натрий будет в ненужном избытке.

Но самым ценным в морской воде является набор микроэлементов. Морская вода содержит всю таблицу Менделеева в незначительной концентрации. Если из морской воды удалить избыток хлористого натрия, то все микроэлементы останутся в ней.

Необходимость для человеческого организма всего спектра химических элементов неоспорима, человек во все время своего существования на земле жил и использовал эти микроэлементы, хотя полностью их влияние на метаболизм наукой не изучено.

Попытки искусственной минерализации обессоленной воды предпринимаются, однако очевидно, что разнообразие химических элементов, в том числе редкоземельных, в морской воде экономически достижимым искусственным образом воссоздано быть не может. Поэтому полная искусственная минерализация дистиллированной воды до свойств питьевой неосуществима.

Способ получения питьевой воды из морской включает очистку морской воды от нерастворимых механических примесей, разделение потока морской воды выпариванием на конденсат (дистиллированную воду) и концентрированный рассол с преобладанием хлористого натрия, компрессию выпара, кристаллизацию с получением кристаллов с их выделением фильтрацией, при этом выпаривание морской воды проводится до концентрации пересыщения хлористого натрия с кристаллизацией хлористого натрия и выделением из полученного при кристаллизации концентрата его кристаллов фильтрацией, а освобожденный от кристаллов хлористого натрия концентрат, представляющий собой необходимые для организма соли, смешивают с конденсатом, в результате чего появляется пригодная к употреблению и полезная питьевая вода, при этом компрессию выпара производят с его увлажнением до состояния насыщения, а выпаривание проводится передачей морской воде через поверхность теплообмена теплоты конденсации сжатого и увлажненного выпара.

Для дополнительного улучшения показателей настоящего способа, компрессию производят, хотя это и необязательно, со всем количеством выпара, при этом морскую воду перед выпариванием нагревают путем обмена теплом с конденсатом, концентрированный рассол перед кристаллизацией фильтруют для отделения из него небольшого количества кристаллов труднорастворимых солей, а кристаллизацию хлористого натрия ведут до состояния насыщения любой из сопутствующих ей в морской воде растворимых солей.

Настоящий способ реализован на соответствующем устройстве для получения питьевой воды из морской, которое включает блок фильтрации механических примесей 1 подводимой морской воды, соединенные с ним последовательно насос 2 и испаритель 3, сообщающийся с испарителем 3 конденсатор 5 с магистралью конденсата 4, соединенные с испарителем 3 своим входом 6 паровой компрессор 7 и кристаллизатор 8, выход 9 которого связан с фильтрующим устройством 10, и источник пара 11. Испаритель 3 и конденсатор 5 имеют общую поверхность теплообмена 12, снабженную распределительным устройством 13 для морской воды со стороны испарителя 3, а паровой компрессор 7 установлен своим выходом 14 на входе в конденсатор 5 и снабжен форсункой 15 подачи воды (горячего конденсата) в пар, а на выходе 16 блока

фильтрации механических примесей 1 размещен теплообменник 17, при этом кристаллизатор 8 снабжен поверхностью теплообмена 18, греющая сторона которой сообщается с источником пара 11, а фильтрующее устройство 10 выполнено с
5 4 после его выхода из теплообменника 17 снабжена смесителем 19, соединенным с выходом 20 концентрата фильтрующего устройства 10.

Дополнительно, теплообменник 17 своей греющей стороной сообщается с магистралью конденсата 4, фильтрующее устройство 10 выполнено, предпочтительно, в виде центрифуги, между испарителем 3 и кристаллизатором 8 установлен фильтр 21,
10 а форсунка 15 подачи воды в паровой компрессор 7 сообщается с магистралью конденсата 4, при этом источник пара 11 выполнен в виде парового компрессора 22 с собственной форсункой 23 подачи воды, при этом вход компрессора 22 связан с объемом кристаллизатора 8 со стороны подвода концентрированного раствора морской соли, а форсунка 23 подачи воды и объем кристаллизатора 8 со стороны подачи пара
15 сообщаются с магистралью конденсата 4 до его входа в теплообменник 17.

Проанализируем существенные признаки группы изобретений.

Выпаривание морской воды до концентрации пересыщения хлористого натрия проводится с целью кристаллизации хлористого натрия и выделением из полученного при кристаллизации концентрата его кристаллов механической фильтрацией, например,
20 с помощью, центрифуг, механических или тканевых фильтров.

Именно смешение освобожденного от кристаллов хлористого натрия концентрата с конденсатом позволяет получить готовую к употреблению питьевую воду, при этом побочный продукт - хлорид натрия - является самостоятельным и востребованным на
рынке продуктом.

Компрессия выпара с его увлажнением до состояния насыщения обеспечивает повышение температуры его конденсации, что обеспечивает передачу теплоты конденсации через поверхность теплообмена 12 морской воде в испарителе 3, а
25 выпаривание проводится именно передачей морской воде через поверхность теплообмена 12 теплоты конденсации сжатого и увлажненного выпара, позволяет
30 многократно, пока работает устройство, использовать теплоту парообразования, затраченную при испарении, возвращая ее в процесс испарения в качестве теплоты конденсации.

Осуществление компрессии со всем количеством выпара позволяет вести процесс выпаривания без подачи дополнительного количества пара в технологическую цепочку.
35 В этом случае количество сконденсировавшейся воды (конденсата) равно количеству воды испаренной.

Нагрев морской воды перед выпариванием путем обмена теплом с конденсатом позволяет нагреть морскую воду до температуры кипения без дополнительных затрат тепла, при этом охладить конденсат, что обеспечивает возможность его подачи после
40 минерализации в сети питьевого водоснабжения. Разницы в температурах кипения и конденсации влаги (за счет компрессии и увлажнения выпара) обеспечивает компенсацию потерь тепла и достаточный перепад температуры на поверхности теплообмена в теплообменнике 17.

Фильтрация концентрированного рассола перед кристаллизацией является
45 необязательной технологической операцией, однако она позволяет исключить попадание мути (микрочастиц гипса и карбонатов кальция) в питьевую воду.

Процесс кристаллизации хлористого натрия следует вести до состояния насыщения любой из сопутствующих ему в морской воде растворимых солей. Тем самым отсекается

включение в состав «чистого» хлористого натрия дополнительных балластных примесей, характерных для обычной поваренной соли. Оставшийся в концентрате хлористый натрий после добавления в конденсат всего концентрата составляет в полученной питьевой воде примерно 17 мг/л, что не ухудшает, но дополнительно улучшает

5 потребительские свойства питьевой воды.

Следует отметить, что полученные в результате реализации способа другие побочные продукты, а именно механические примеси и труднорастворимые соли после их классификации могут быть с успехом использованы в строительной отрасли.

Перечисленные особенности способа получения питьевой воды из морской

10 обеспечиваются соответствующим устройством и, соответственно, его элементами. Например, общая поверхность теплообмена испарителя 3 и конденсатора 5, снабженная распределительным устройством 13 (например, трубой с перфорированными стенками) для морской воды со стороны испарителя 3 обеспечивает возможность передачи тепла конденсации выпара морской воде. Наличие парового компрессора 7 на входе в

15 конденсатор 5 и снабжение компрессора 7 форсункой 15 подачи воды в пар позволяет повысить потенциал выпара, т.е. повысить температуру его конденсации, что обеспечивает разность температур на поверхности теплообмена 12 и, соответственно, передачу теплоты конденсации от конденсата к морской воде, т.е. обеспечивает процесс выпаривания без введения в процесс дополнительного тепла. Размещение

20 теплообменника 17 на выходе 16 (сразу же после насоса 2) блока фильтрации 1 механических примесей позволяет утилизировать тепло, содержащееся в конденсате, понизить его температуру и исключить издержки на подогрев поступающей на переработку морской воды. В свою очередь, кристаллизатор 8 снабжен собственной поверхностью теплообмена 18, греющая сторона которой сообщается с источником

25 пара 11. Именно за счет этого происходит выделение кристаллизацией хлористого натрия из раствора концентрата, как технологического отхода в процессе получения питьевой воды и, одновременно, самостоятельного товарного продукта. Процесс кристаллизации хлористого натрия до состояния насыщения любой из сопутствующих ей в морской воде растворимых солей контролируют посредством приборов,

30 определяющих плотность растворов, например, поляриметры, измерители содержания воды на основе емкостных датчиков, поглощении радиоволн определенных частот, лабораторными методами и т.п.

Раствор концентрата для выведения из него хлористого натрия проходит фильтрующее устройство 10, в качестве которого могут выступать, помимо центрифуги,

35 также циклоны, механические или тканевые фильтры, и другие устройства. В результате образуется концентрат с содержанием рафинированных примесей, характерных для качественной питьевой воды. Таким образом, смешение концентрата с охлажденным конденсатом позволяет получить готовую к употреблению питьевую воду. При этом следует отметить, что процесс получения концентрата и охлажденного конденсата, и

40 их смешение идет непрерывно, что исключает возможность искусственного увеличения концентрации солей в питьевой воде. Иными словами, из морской воды удаляют механические примеси, труднорастворимые соли и избыток хлористого натрия. На выходе получается вода питьевого качества с уникальными свойствами, не характерными для иных технологий ее получения.

45 Выполнение источника пара 11 в виде парового компрессора 22 с собственной форсункой 23 подачи воды, причем вход компрессора 22 связан с объемом кристаллизатора 8 со стороны подвода концентрированного раствора морской соли, а форсунка 23 подачи воды и объем кристаллизатора 8 со стороны подачи пара

сообщаются с магистралью конденсата 4 до его входа в теплообменник 17 позволяет при кристаллизации выпаривать влагу с минимальными энергетическими затратами, исключив ее тепловое воздействие на окружающую природную среду, при этом практически вся влага, содержащаяся в морской воде преобразуется в питьевую воду.

5 Остальные признаки устройства также обеспечивают реализацию соответствующих существенных признаков способа.

Конкретную реализацию способа получения питьевой воды из морской рассмотрим на примере работы устройства.

Пример:

10 Морская вода поступает на блок фильтрации механических примесей 1 подводимой морской воды, где освобождается от механических примесей: песка, ила, останков морских обитателей. Далее очищенная морская вода насосом 2 подается на теплообменник 17, где она нагревается конденсатом из конденсатора 5 и уже горячая подается через распределительное устройство 13 на поверхность теплообмена 12 в
15 испарителе 3, где происходит испарение содержащейся в морской воде влаги, в результате чего концентрация хлористого натрия доводится до состояния насыщения. Полученный пар выводится из испарителя 3 паровым компрессором 7, им же механически сжимается и увлажняется горячим конденсатом с помощью форсунки 15 до состояния насыщения. В результате этого повышается потенциал пара, подаваемого
20 паровым компрессором 7 в конденсатор 5. Разности потенциалов сжатого пара и пара в испарителе 3 достаточно, чтобы обеспечить передачу теплоты парообразования через поверхность теплообмена 12 от конденсатора 5 к испарителю 3. В результате этого на поверхности теплообмена 12 со стороны конденсатора 5 происходит конденсация пара, а со стороны испарителя 3 - испарение влаги из морской воды, причем на килограмм
25 конденсата приходится равное количество испаренной из морской воды влаги. Потери компенсируются введением дополнительного количества воды форсункой 15. Таким образом происходит многократное использование теплоты парообразования без его потерь.

Конденсат в конденсаторе 5 стекает в его нижнюю часть и поступает в магистраль
30 конденсата 4. Настоящая жидкость является обессоленной (дистиллированной) водой. Горячая дистиллированная вода из конденсатора 5 по магистрали конденсата 4 направляется на теплообменник 17, где отдает свое тепло фильтрованной морской воде, которая нагретой направляется в испаритель 3.

Концентрированный до состояния насыщения хлористого натрия раствор морской
35 соли, образовавшийся в результате испарения влаги из морской воды в испарителе 3 фильтруется на фильтре 21 с целью удаления из него взвеси кристаллов труднорастворимых солей (гипса, карбонатов), образовавшихся в процессе нагревания и выпаривания морской воды, и направляется на кристаллизатор 8, в котором происходит дополнительное выпаривание воды из концентрированного раствора
40 морской соли путем передачи тепла от теплоносителя через поверхность теплообмена 18 с образованием пересыщенного раствора хлористого натрия, в котором образуются кристаллы хлористого натрия. Процесс кристаллизации ведут до состояния насыщения любой из других растворимых солей раствора. Аналогично испарителю 3 с конденсатором 5 происходит испарение влаги в кристаллизаторе 8. Выпар от
45 кристаллизации механически сжимается паровым компрессором 22, увлажняется водой из форсунки 23 и направляется на поверхность теплообмена 18, где конденсируется, передавая тепло поверхности теплообмена 18, которая, в свою очередь, передает это тепло концентрату, заставляя его кипеть. Конденсат с поверхности теплообмена 18

кристаллизатора 8 стекает в магистраль конденсата 4. Конденсат из магистрали конденсата 4 подается в форсунку 23, при этом, как упоминалось выше, происходит доведение механически сжатого пара от кристаллизации до состояния насыщения, чем повышается температура его конденсации. Следует отметить, что во всех случаях на форсунки 15 и 23 подается лишь малая часть горячего конденсата, а его основная часть в охлажденном виде поступает в смеситель 19.

Смесь кристаллов хлористого натрия и межкристалльной жидкости (ульфель) направляют на фильтрующее устройство 10, в качестве которого предпочтительно использовать центрифугу, на которой кристаллы хлористого натрия отделяются от межкристалльной жидкости.

Межкристалльная жидкость - концентрат, - представляет собой концентрированный раствор полезных для организма человека солей в их природном соотношении. Этот раствор направляется на смеситель 19, где вводится в охлажденный конденсат с целью его минерализации, в результате чего получается готовая к употреблению питьевая вода.

Примерный, но далеко не полный химический состав полученной воды для случая глубокой переработки воды Черного моря приведен в Таблице 3.

Таблица 3

Примерный химический состав питьевой воды, полученной из воды Чёрного моря, %%

Mg	S	Ca	K	Br	Na	Li	Be	Zn
0.12	0,091	0,04	0,04	0,0067	0,17	0.000018	6.0×10^{-11}	2×10^{-7}

После реминерализации конденсата концентратом солей морской воды, в питьевой воде, практически лишённой хлористого натрия, присутствует большая часть таблицы периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.

Аналогичным образом перерабатывают океаническую воду и воду других морей и во всех случаях получается вода питьевого качества с некоторыми различиями в ее общей минерализации.

В результате использования изобретений за счет глубокой переработки морской воды была получена вода питьевого качества и снижено воздействие на окружающую природную среду, исключая необходимость самостоятельной утилизации концентрированных горячих рассолов.

(57) Формула изобретения

1. Способ получения питьевой воды из морской, включающий очистку морской воды от нерастворимых примесей, разделение потока морской воды выпариванием на конденсат и концентрированный рассол, компрессию пара, кристаллизацию с получением кристаллов с их выделением фильтрацией, отличающийся тем, что выпаривание морской воды проводится до концентрации пересыщения хлористого натрия с кристаллизацией хлористого натрия и выделением из полученного при кристаллизации концентрата его кристаллов фильтрацией, а освобожденный от кристаллов хлористого натрия концентрат смешивают с конденсатом, при этом компрессию пара производят с его увлажнением до состояния насыщения, а выпаривание проводится передачей морской воде через поверхность теплообмена теплоты конденсации сжатого и увлажненного пара.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что компрессию производят со всем

количеством выпара.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что морская вода перед выпариванием нагревается путем обмена теплом с конденсатом.

5 4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что концентрированный рассол перед кристаллизацией фильтруют.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что кристаллизацию хлористого натрия ведут до состояния насыщения любой из сопутствующих ей в морской воде растворимых солей.

10 6. Устройство для получения питьевой воды из морской по пп. 1-5, включающее блок фильтрации механических примесей подводимой морской воды, соединенные с ним последовательно насос и испаритель, конденсатор с магистралью конденсата, паровой компрессор, соединенный с испарителем своим входом, и кристаллизатор, выход которого связан с фильтрующим устройством, и источник пара, отличающееся тем, что испаритель и конденсатор имеют общую поверхность теплообмена, снабженную
15 распределительным устройством для морской воды со стороны испарителя, а паровой компрессор установлен своим выходом на входе в конденсатор и снабжен форсункой подачи воды в пар, а на выходе блока фильтрации механических примесей размещен теплообменник, при этом кристаллизатор снабжен поверхностью теплообмена, греющая сторона которой сообщается с источником пара, а фильтрующее устройство выполнено
20 с возможностью отфильтровывать концентрат солей, при этом магистраль конденсата после его выхода из теплообменника снабжена смесителем, соединенным с выходом концентрата фильтрующего устройства.

7. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что теплообменник своей греющей стороной сообщается с магистралью конденсата со стороны конденсатора.

25 8. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что фильтрующее устройство выполнено в виде центрифуги.

9. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что между испарителем и кристаллизатором установлен фильтр.

30 10. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что форсунка подачи воды в паровой компрессор сообщается с магистралью конденсата до его входа в теплообменник.

11. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что источник пара выполнен в виде парового компрессора с собственной форсункой подачи воды, при этом вход компрессора связан с объемом кристаллизатора со стороны подвода концентрированного раствора морской соли, а форсунка подачи воды и объем
35 кристаллизатора со стороны подачи пара сообщаются с магистралью конденсата до его входа в теплообменник.

40

45

