



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01D 3/00 (2021.08); C02F 1/14 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2020138271, 23.11.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.11.2020

Дата регистрации:
13.12.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.11.2020

(45) Опубликовано: 13.12.2021 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
Центр интеллектуальной собственности,
Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU),
Алхарбави Насир Тавфик Алван (IQ)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: US 2007193872 A1, 23.08.2007. US
8673119 B2, 18.03.2014. US 2015329378 A1,
19.11.2015. RU 2646004 C1, 28.02.2018.

(54) ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМАЯ СОЛНЕЧНАЯ ДИСТИЛЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА НЕПРЕРЫВНОГО
ДЕЙСТВИЯ (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Изобретение относится к энергонезависимой солнечной дистилляционной системе непрерывного действия, характеризующейся тем, что она содержит в верхней части корпуса солнечного дистиллятора с светопрозрачным покрытием и заполненным соленой водой испаритель диффузионно-абсорбционной холодильной системы, состоящей из генератора пара хладагента, соединенного с ее конденсатором, размещенным в воде дистиллятора, и нагревателя паров хладагента, подключенным через контроллер заряда АКБ к фотоэлектрическим модулям, причем к испарителю в его нижней части подсоединен сборник конденсата с емкостью пресной воды, светопрозрачное покрытие дистиллятора и фотоэлектрические модули ориентированы на направление солнца, а к емкости солнечного дистиллятора подсоединен теплоаккумулятор с

фазовым переходом вещества, например парафином, а также к энергонезависимой солнечной дистилляционной системе непрерывного действия, характеризующейся тем, что она содержит в верхней части корпуса солнечного дистиллятора с светопрозрачным покрытием и заполненным соленой водой испаритель диффузионно-абсорбционной холодильной системы, состоящей из генератора пара хладагента, соединенного с ее конденсатором, размещенным в воде дистиллятора, и нагревателя паров хладагента, подключенным к высокотемпературному баку-аккумулятору тепловой энергии, соединенному с теплообменником концентратора солнечной энергии, причем теплообменник установлен в оптическом фокусе концентратора, а последний ориентирован на направление солнца. 2 н.п. ф-лы, 4 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B01D 3/00 (2021.08); **C02F 1/14** (2021.08)(21)(22) Application: **2020138271, 23.11.2020**(24) Effective date for property rights:
23.11.2020Registration date:
13.12.2021

Priority:

(22) Date of filing: **23.11.2020**(45) Date of publication: **13.12.2021 Bull. № 35**

Mail address:

**620002, Rossiya, g. Ekaterinburg, ul. Mira,19,
Tsentr intellektualnoj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Shcheklein Sergei Evgenevich (RU),
Alkharbavi Nasir Tavfik Alvan (IQ)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia "Uralskii federalnyi universitet
imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Eltsina"
(RU)**(54) **NON-VOLATILE CONTINUOUS OPERATION SOLAR DISTILLATION SYSTEM (VARIANTS)**

(57) Abstract:

FIELD: physical processes.

SUBSTANCE: invention relates to a non-volatile continuous operation solar distillation system characterised by containing in the upper part of the body of the solar distillation unit with a translucent coating and filled with salt water an evaporator of a diffusion-absorption refrigeration system consisting of a cooling agent vapour generator connected with the condenser thereof placed in the water of the distillation unit and of a cooling agent vapour heater connected via an accumulator battery charge controller to photovoltaic modules, wherein a condensate collector with a fresh water container is connected to the evaporator in the lower part thereof, the translucent coating of the distillation unit and the photovoltaic modules are oriented in the direction of the sun, and a heat accumulator with a phase transition of a substance, e.g., paraffin, is connected to the container of the solar

distillation unit, as well as to a non-volatile continuous operation solar distillation system characterised by containing in the upper part of the body of the solar distillation unit with a translucent coating and filled with salt water an evaporator of a diffusion-absorption refrigeration system consisting of a cooling agent vapour generator connected with the condenser thereof placed in the water of the distillation unit and a cooling agent vapour heater connected to a high-temperature heat energy accumulator tank connected with the heat exchanger of a solar energy concentrator, wherein the heat exchanger is installed in the optical focus of the concentrator and the latter is oriented in the direction of the sun.

EFFECT: creation non-volatile solar distillation system with continuous operation.

2 cl, 4 dwg

Изобретение относится к энергетике, в частности к производству пресной воды путем термической дистилляции технической, морской, минерализованной, далее - соленой воды при помощи солнечной энергии. Данная система может использоваться в районах с дефицитом пресной воды и повышенным уровнем солнечного излучения, особенно

в отдаленных районах с минимальным энергетическим обеспечением. Известны различные устройства аналогичного назначения, такие как «Integrated solar liquid heater, distiller and pasteurizer system», описанное в патенте US 2007/0193872 A1, МПК B01D 3/42 авторов Eduardo Garcia, Adjuntas, PR (US), George Vaida, San Juan, PR (US) [1].

Система солнечного нагрева, дистилляции и пастеризации, описанная в данной работе, содержит в себе интегрированную дистилляционную сборку, состоящую из колонны, отражателя и держателя, композитную систему аккумуляирования тепла и не менее одного вакуумного солнечного коллектора с селективным поглощением. Узел ректификационной колонны заполнен испаряющейся жидкой средой, поступающей в трубчатый солнечный коллектор, в котором происходит процесс испарения.

Поплавковый клапан, встроенный в раму, автоматически поддерживает требуемый уровень жидкости внутри ректификационной колонны. Высота поплавкового клапана устанавливается при помощи регулируемого крепления поплавка. В узле ректификационной колонны собирается и концентрируется испарившаяся среда, образующаяся в присоединенных вакуумных трубках солнечного коллектора. Колонна также отделяет пар от испаряющейся жидкой среды, а затем направляет его в систему сбора дистиллята. Узел отражателя содержит в себе отражающую панель, выполненную из одного или нескольких листов отражающего материала, как правило, плоских или сформированных во множество параллельных прямых желобов для оптимальной концентрации солнечного излучения. Этот отражатель также служит для распределения напряжений и деформаций конструктивных элементов крепежа.

Недостатки данной модели заключаются в ее значительной сложности и возможности работы только в течение дневного времени.

Известно так же устройство «Photovoltaic panel-interfaced solar-greenhouse distillation systems» описанное в патенте US 2011/0120854 A1, МПК B01D 3/00 автора James Weifu Lee, Cockeysville, MD (US) [2].

В этой работе предложена гибридная технология солнечно-парниковой дистилляции с фотоэлектрической панелью для использования солнечного тепла и проведения дистилляции жидкости параллельно с генерацией солнечной электроэнергии. Побочное солнечное тепло, поглощаемое на фотоэлектрической панели, эффективно используется для параллельной дистилляции жидкости. Тем самым реализуется одновременные отвод тепла от фотоэлектрической панели при непосредственном контакте с ней и производство продуктов дистилляции, в результате чего солнечная энергия используется более эффективно. Применение такой технологии позволяет производить ряд продуктов дистилляции, таких как: пресная вода, морская соль, дистиллированная вода, горячая вода, горячий пар, растворы солей в дополнение к выработке солнечной электроэнергии.

Недостаток этого изобретения состоит в том, что использование жесткой воды приводит к известкованию фотоэлектрической панели, и, следовательно, снижению эффективности генерации электроэнергии. Кроме того, система сложна в исполнении, а также требует периодического обслуживания и зависит от постоянства солнечного излучения для производства пресной воды и возможности работы только в течение дневного времени.

Кроме того, известно изобретение «Multi-effect solar distillation system and associated

methods» по патенту US 2015/0329378 A1, МПК CO2F 1/04 авторов Dale E. POLK, JR., TITUSVILLE, FL (US); TIMOTHY A. POLK, TITUSVILLE, FL (US) [3].

Система солнечной дистилляции включает в себя солнечные панели и водосборники, расположенные около солнечных панелей, для приема технологической воды на очистку.

5 Технологическая вода течет от первого водосборника к последнему, нагреваясь отраженным солнечным светом. Соседние водосборники соединены между собой паровыми трубками. По ходу нагрева технологической воды в водосборниках происходит образование водяного пара. Водяной пар протекает через соответствующие паровые трубки по направлению к последнему водосборнику, к которому присоединена
10 возвратная паровая трубка. К возвратной трубке присоединена дистилляционная труба для сбора водяного пара. Дистилляционная труба проходит через водосборники, от последнего к первому. По мере того, как водяной пар проходит через дистилляционную трубу, он конденсируется, причем конденсат представляет собой очищенную технологическую воду.

15 Недостаток данного изобретения состоит в сложности реализации, высокой стоимости, а также в том, что для его размещения требуется большая площадь и возможность работы только в течение дневного времени.

Аналогичное техническое решение изобретения описано в статье «Numerical investigation of a simple solar still coupled to a compression heat pump» автора Hanen B.H. и др. [4].
20

Система состоит из емкости с соленой водой, прозрачного защитного стекла и компрессионного теплового насоса, в котором используется хладагент (R134a). Тепловой насос состоит из испарителя, расположенного на верхнем уровне под прозрачным защитным стеклом, и конденсатора, погруженного в емкость с соленой водой.

25 Конденсатор способствует повышению температуры воды и ее последующему испарению на протяжении дневного времени, особенно во время слабого солнечного излучения, так как в это время на испарителе происходит конденсация большей части водяного пара. Таким образом, емкость с соленой водой нагревается как солнечным излучением, проходящим через прозрачное защитное стекло, так и конденсатором.

30 Следовательно, часть воды испаряется и конденсируется на стеклянной крышке и испарителе.

Недостаток этой системы состоит в зависимости от внешнего электропитания, она потребляет электричество на протяжении всего своего рабочего периода, при этом производя шум.

35 Также представляет значительный интерес для ее изучения работа Romdhance Ben Slama, исследование под названием «Analysis of Solar Still Combined with Heat Pump» [5].

Система включает в себя тепловой насос, который используется для двух целей: нагрев соленой воды конденсатором и конденсация образующегося водяного пара на испарителе. Конденсатор и испаритель располагаются в одной камере, причем
40 конденсатор расположен в нижней ее части и погружен в объем соленой воды, а испаритель изолирован перегородкой в верхней части камеры под защитным стеклом. Соленая вода нагревается как конденсатором, так и солнечным излучением. Недостаток этой системы состоит в зависимости от внешнего электропитания, так как она потребляет электричество на протяжении всего своего рабочего периода, при этом за
45 счет солнечной энергии работа возможна только в течение дневного времени.

Все указанные выше методы солнечной дистилляции воды способны работать только в дневное время, а для повышения производительности требуют дополнительных расходов электрической энергии от внешнего источника, либо (в случае применения

тепло- аккумуляции) существенного усложнения и удорожания оборудования установки.

Задачей предлагаемого технического решения является устранение указанных недостатков, уменьшение стоимости солнечных дистилляционных установок и повышение их производительности.

5 Технический результат предлагаемого решения заключается в следующем:

- увеличение теплопроизводительности солнечной дистилляционной системы путем использования диффузионно-абсорбционного холодильного эффекта, движущей силой которого является нагревательный элемент – генератор паров хладагента;

- обеспечения работы системы при отсутствии энергоснабжения от внешних
10 источников (энергонезависимость) и солнечной радиации (непрерывность работы в суточном цикле).

Технический результат достигается тем, что система содержит в верхней части корпуса солнечного дистиллятора с светопрозрачным покрытием и заполненным соленой водой, испаритель диффузионно-абсорбционной холодильной системы, состоящей из генератора
15 пара хладагента, соединенного с ее конденсатором, размещенным в воде дистиллятора, и нагревателя паров хладагента, подключенным через контроллер заряда АКБ к фотоэлектрическим модулям, причем к испарителю в его нижней части подсоединен сборник конденсата с емкостью пресной воды, а светопрозрачное покрытие дистиллятора и фотоэлектрические модули ориентированы на направление солнца.

20 Технический результат достигается так же тем, что к емкости солнечного дистиллятора в системе подсоединен теплонакопитель с фазовым переходом вещества, например, парафином.

Технический результат достигается так же тем, что система содержит в верхней части корпуса солнечного дистиллятора с светопрозрачным покрытием и заполненным
25 соленой водой, испаритель диффузионно-абсорбционной холодильной системы, состоящей из генератора пара хладагента, соединенного с ее конденсатором, размещенным в воде дистиллятора, и нагревателя паров хладагента, подключенным к высокотемпературному баку-аккумулятору тепловой энергии, соединенному с теплообменником концентратора солнечной энергии, причем теплообменник установлен
30 в оптическом фокусе концентратора, а последний установлен на направление солнца.

В результате поиска по источникам патентной и научно-технической информации совокупность признаков, характеризующая описываемое решение «Энергонезависимая солнечная дистилляционная система непрерывного действия (варианты)», нами не обнаружена.

35 Таким образом, предлагаемое техническое решение соответствует критерию «новое». На основании сравнительного анализа предложенного решения с известным уровнем техники, можно утверждать, что между совокупностью отличительных признаков, выполняемых ими функций и достигаемой задачей, предложенное техническое решение не следует явным образом из уровня техники и соответствует по нашему мнению
40 критерию охраноспособности «изобретательский уровень». Предложенное техническое решение может найти массовое применение в качестве недорогого альтернативного источника пресной воды, использующего энергию солнца.

На чертеже Фиг. 1 изображена «Энергонезависимая солнечная дистилляционная система непрерывного действия» (Вариант 1), использующая теплонакопитель с фазовым
45 переходом вещества и фотоэлектрические панели; на чертеже Фиг. 2 представлена «Энергонезависимая солнечная дистилляционная система непрерывного действия» (Вариант 2) с использованием концентратора солнечной энергии и высокотемпературного аккумулятора; на чертеже Фиг. 3 поясняется принцип работы

холодильной диффузионно-абсорбционной холодильной системы, используемый в обоих вариантах, а на чертеже Фиг. 4 изображены графики работы по результатам проведенных экспериментов.

«Энергонезависимая солнечная дистилляционная система непрерывного действия» (Вариант 1) содержит (Фиг. 1): емкость 1 с соленой водой в корпусе солнечного дистиллятора, светопрозрачное покрытие 2, испаритель 3 диффузионно-абсорбционной холодильной системы, ее генератор 4 пара хладагента, сборник 5 конденсата пресной воды, емкость 6 сбора пресной воды, конденсатор 7 диффузионно-абсорбционной холодильной системы, нагреватель 8 генератора паров хладагента, фотоэлектрические модули 9, контроллер 10 заряда АКБ, аккумуляторную батарею 11 (АКБ) и теплонакопитель 12 с фазовым переходом вещества, например, парафином.

«Энергонезависимая солнечная дистилляционная система непрерывного действия» (Вариант 2) содержит емкость 1 с соленой водой в корпусе солнечного дистиллятора, светопрозрачное покрытие 2, испаритель 3 диффузионно-абсорбционной холодильной системы, ее генератор 4 пара хладагента, сборник 5 конденсата пресной воды, емкость 6 сбора пресной воды, конденсатор 7 диффузионно-абсорбционной холодильной системы, нагреватель 8 генератора паров хладагента, концентратор 13 солнечной энергии, в оптическом фокусе которого размещен теплообменник 14 концентратора, соединенный с баком-аккумулятором 15 высокотемпературной теплоты, а теплообменник последнего подключен к нагревателю генератора паров хладагента.

На Фиг. 3 – принцип работы диффузионно-абсорбционной холодильной системы поясняется перемещение хладагента в его жидком и газообразном состоянии в точках (зонах) трубок 16, 17, 18, 19, 20, 21.

На Фиг. 4 результаты эксперимента представлены графиками, где по оси ординат производительность: мл/м^2 , а по оси абсцисс - время в часах.

«Энергонезависимая солнечная дистилляционная система непрерывного действия. Варианты» работает следующим образом. Вариант 1.

Соленая вода помещается в емкость 1 солнечного дистиллятора, светопрозрачное покрытие 2 которого ориентировано по направлению на солнце. Испаряющиеся пары воды поднимаются в верхнюю часть корпуса дистиллятора и попадают на холодную поверхность испарителя 3 диффузионно-абсорбционной холодильной системы, конденсируются там, а конденсат стекает в сборник 5 и далее в емкость 6 сбора пресной воды.

Для сохранения тепловой энергии в емкости 1 дистиллятора на период отсутствия солнечной инсоляции к корпусу дистиллятора присоединен теплонакопитель 12 с фазовым переходом вещества.

Электроснабжение в данном варианте нагревателя генератора 8 обеспечивается солнечными фотоэлектрическими модулями 9, подзаряжающие так же через контроллер 10 заряда АКБ 11.

Холодильная диффузионно-абсорбционная система, в составе которой находится испаритель 3, функционирует следующим образом (Фиг. 3).

Концентрированный раствор хладагента (например, аммиака) по трубке 16, поступает из абсорбера в генератор и нагревается малоэнергоемким электронагревателем (в эксперименте 75-150 Вт), в результате чего образуются пары аммиака. Из-за выталкивающей силы образующиеся пары аммиака движутся вверх, унося разбавленный раствор в верхнюю часть канала. Затем пары аммиака отделяются от разбавленного раствора. В точке 17 хладагент в виде паров аммиака поступают в конденсатор с повышенным давлением и температурой, где конденсируются за счет отвода тепла в

окружающий воздух. В точке 18 конденсат поступает в испаритель, в котором парциальное давление снижается из-за присутствия в нем газообразного водорода. В условиях низкого давления аммиак испаряется, поглощая тепловую энергию из охлаждаемого пространства дистиллятора. Пары аммиака диффундируют через газообразный водород с образованием охлажденной смеси, стекающей в абсорбер в точке 19 из-за выталкивающей силы. Внутри абсорбера абсорбируется слабый раствор, поступающий по линии 16 в пузырьковый насос, причем при абсорбции происходит отвод тепла в окружающую среду. В результате температура газообразного водорода растет, и он поступает обратно в испаритель по линии 21 из-за выталкивающей силы. Концентрированный раствор (вода + аммиак) возвращается в абсорбере из генератора по линии 20. Таким образом, циркуляция жидкостей по системе поддерживается гравитацией и выталкивающей силой. Единственным источником движущей силы в холодильной установке является тепловая энергия солнца, получаемая через фотоэлектрическое преобразование (вариант 1), либо непосредственно путем использования концентратора солнечной энергии (вариант 2).

Вариант 2 (Фиг. 2). Особенность работы устройства по варианту 2 заключается в том, что электроснабжение нагревателя генератора 8 вместо фотоэлектрических модулей обеспечивается концентратором 13 солнечной энергии, в фокусе которого производится высокотемпературный нагрев, например, силиконового масла в теплообменнике 14, причем тепловая энергия силиконового масла аккумулируется в баке-аккумуляторе 15, из которого тепло передается в теплообменник нагревателя генератора 8.

Функционирование холодильной диффузионно-абсорбционной системы (Фиг. 3) в варианте 2 происходит аналогичным образом.

Результаты эксперимента.

Достигнутый с использованием предложенной технологии технический результат иллюстрируют экспериментальные графики получения опресненной воды, приведенные на Фиг. 4 а, б для двух отдельных экспериментов: в дневное время (а) и в ночное время (б). На графиках приведено сравнение полученных результатов (верхняя кривая) с технологией обычного термического солнечного опреснения (нижняя кривая).

График показывают, что предлагаемое техническое решение позволило решить поставленную задачу:

- производительность опреснения воды возросла более чем в 3 раза;
- обеспечена работа установки, как в дневной, так и в ночной период времени.

Предлагаемая опреснительная система не требует внешних источников энергии, основана на использовании только солнечной энергии как для целей нагрева и испарения воды, так и для охлаждения полученных паров с целью конденсации. Нагрев соленой воды осуществляется прямым солнечным излучением, падающим на зачерненную поверхность днища и боковых стенок бассейна. Охлаждение (для конденсации паров воды) осуществляется диффузионно-абсорбционной холодильной системой, движущей силой которой является нагревательный элемент - генератор паров хладагента.

Для обеспечения работы системы при отсутствии солнечной радиации (ночной период) предлагается два варианта системы, отличающиеся производительностью и затратами на изготовление.

Учитывая изложенное, следует ожидать полезное использование предлагаемого устройства в народном хозяйстве.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

[1] Т.Н.Е. Firm and O.F. Karlf. «Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2007 / 0009410 A1», vol. 1, no. 19, 2007.

[2] D. Kr and V. Artemov. «(12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2012/0184582 A1», vol. 1, no. 19, 2012.

[3] R. U. S. A. Data. «(12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2015 / 0258769 A1 lifted-off layer Patent Application Publication». vol. 1, no. 19, 2015.

[4] H. Ben Halima, N. Frikha, and R. Ben Slama «Numerical investigation of a simple solar still coupled to a compression heat pump», DES, vol. 337, pp. 60-66, 2014.

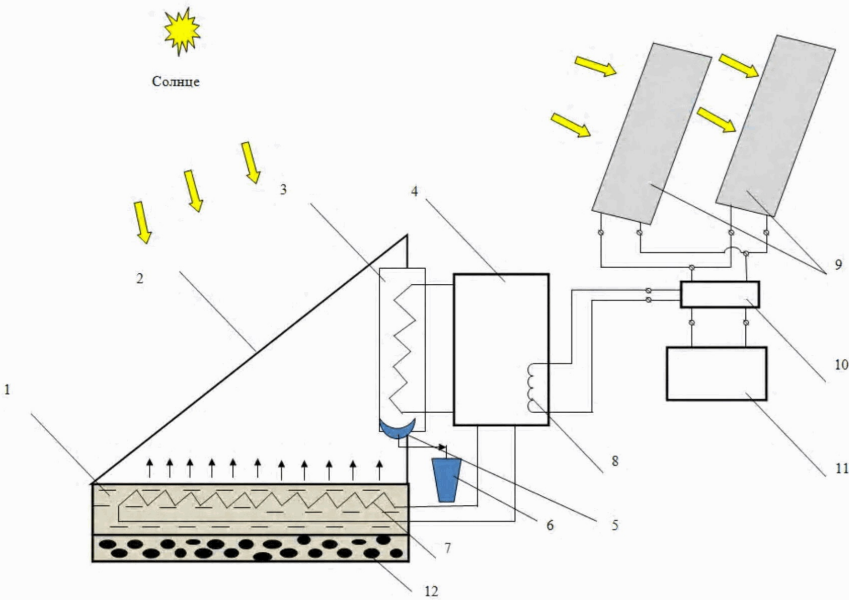
[5] R. Ben Slama. «Analysis of Solar Still Combined with Heat Pump», J. Thermodyn. Catal., vol. 7, no. 2, 2016.

(57) Формула изобретения

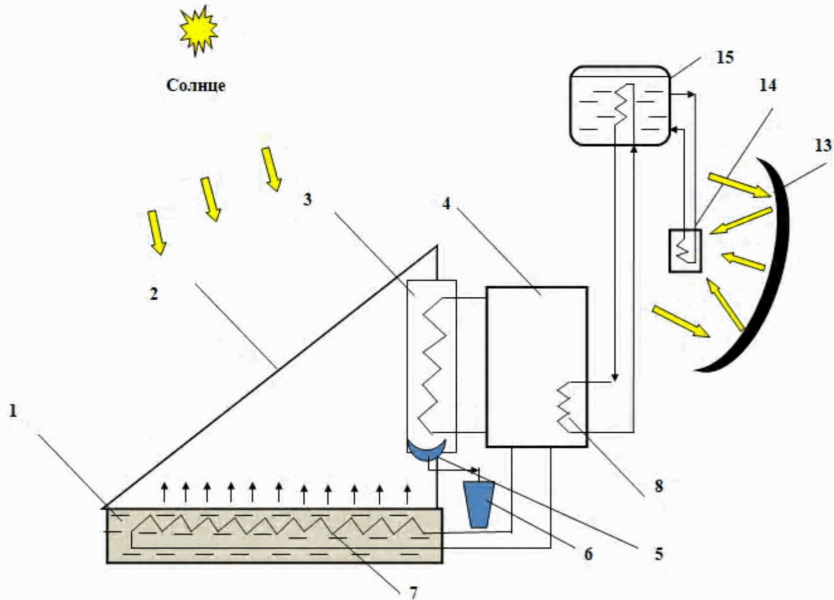
1. Энергонезависимая солнечная дистилляционная система непрерывного действия, характеризующаяся тем, что она содержит в верхней части корпуса солнечного дистиллятора с светопрозрачным покрытием и заполненным соленой водой испаритель диффузионно-абсорбционной холодильной системы, состоящей из генератора пара хладагента, соединенного с ее конденсатором, размещенным в воде дистиллятора, и нагревателя паров хладагента, подключенным через контроллер заряда АКБ к фотоэлектрическим модулям, причем к испарителю в его нижней части подсоединен сборник конденсата с емкостью пресной воды, светопрозрачное покрытие дистиллятора и фотоэлектрические модули ориентированы на направление солнца, а к емкости солнечного дистиллятора подсоединен теплонакопитель с фазовым переходом вещества, например парафином.

2. Энергонезависимая солнечная дистилляционная система непрерывного действия, характеризующаяся тем, что она содержит в верхней части корпуса солнечного дистиллятора с светопрозрачным покрытием и заполненным соленой водой испаритель диффузионно-абсорбционной холодильной системы, состоящей из генератора пара хладагента, соединенного с ее конденсатором, размещенным в воде дистиллятора, и нагревателя паров хладагента, подключенным к высокотемпературному баку-аккумулятору тепловой энергии, соединенному с теплообменником концентратора солнечной энергии, причем теплообменник установлен в оптическом фокусе концентратора, а последний ориентирован на направление солнца.

1

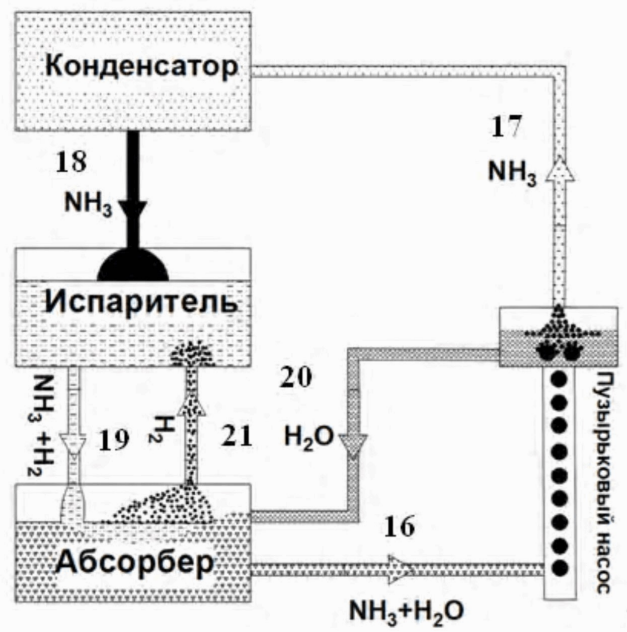


Фиг. 1

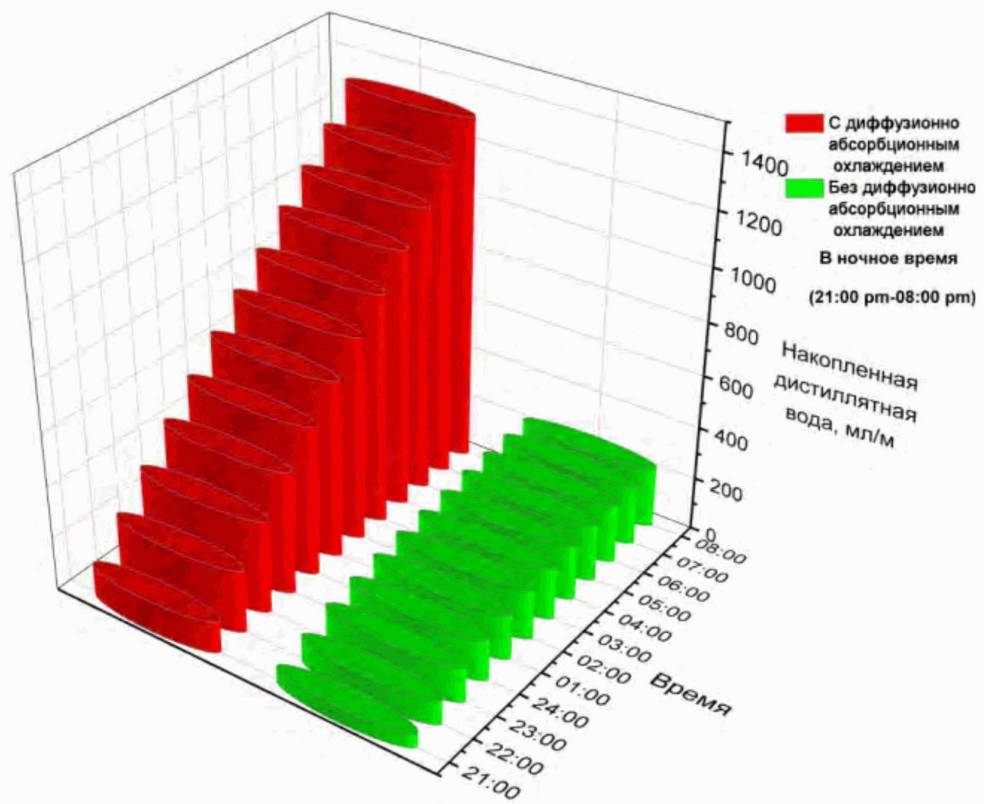


Фиг. 2

2



Фиг. 3



а

Фиг.4