

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202291108** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2023.07.24

(22) Дата подачи заявки  
2020.11.09

(51) Int. Cl. *E03B 3/28* (2006.01)  
*F24F 3/14* (2006.01)  
*F24F 11/41* (2018.01)  
*B01D 5/00* (2006.01)  
*B01D 53/26* (2006.01)  
*F25B 39/02* (2006.01)  
*F25B 39/04* (2006.01)  
*F25B 41/06* (2006.01)  
*F25D 21/00* (2006.01)  
*F25D 21/06* (2006.01)  
*F25D 21/14* (2006.01)  
*C02F 1/22* (2006.01)  
*C09K 5/02* (2006.01)  
*C09K 5/04* (2006.01)  
*C09K 5/06* (2006.01)  
*F28D 20/02* (2006.01)

**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОДЯНОГО ПАРА**

(31) **MX/a/2020/001916**

(32) **2019.11.12**

(33) **MX**

(86) **PST/MX2020/050039**

(87) **WO 2021/096343 2021.05.20**

(71) Заявитель:

**ХЕРНАНДЕС МАЙЕН АЛЬФОНСО;  
СТЮАРТ ЛАНГ ДАНИЕЛЬ;  
КОНСОЛИДАНДО ЕЛЬ  
ПАТРИМАНИО, С.А.П.Ай. ДЕ Си.Ви.  
(MX); ХЕЛАКСИКА, ИНК (US)**

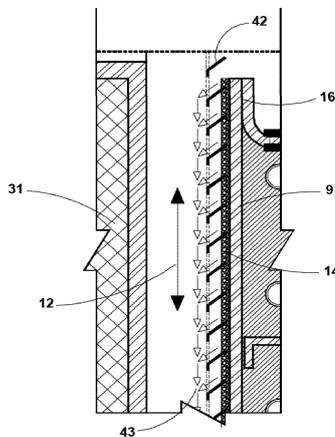
(72) Изобретатель:

**Стюарт Ланг Даниель (MX)**

(74) Представитель:

**Нюховский В.А. (RU)**

(57) Изобретение относится к системе для привлечения, захвата и преобразования атмосферного водяного пара в воду в жидком состоянии с использованием термодинамических процессов осаждения, фазовых переходов и плавления.



**A1**

**202291108**

**202291108**

**A1**

# УСТРОЙСТВО ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОДЯНОГО ПАРА

## ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА ДРУГИЕ СВЯЗАННЫЕ ЗАЯВИК

[0001] Эта заявка претендует на приоритет перед Временной заявкой США № 61/413,995, поданной 16 июля 2010 года, и временной заявкой США № 61/532,104, поданной 8 сентября 2011 года. Содержание этих приоритетных заявок включено в настоящий документ путем ссылки в полном объеме.

[0002] Эта заявка также связана с заявкой US № 61/413,995, поданной 16 ноября 2010 года; заявкой US № 61/532,104, поданной 8 сентября 2011 года; заявкой PCT/US2012/065170, поданной 15 ноября 2012 года; заявкой PCT/US2012/065174, поданою 15 ноября 2012 г.; заявкой PCT/US2017/041530, поданою 11 июля 2016 г.; патентом MX № 344188 от 8 декабря 2016 г.; и патентом US №9 711 705 B2, от 18 июля 2017 года. Все эти связанные заявки включены в настоящий документ путем ссылки в полном объеме.

## Область техники

[0003] Это изобретение относится к сбору и/или источнику атмосферной воды с использованием термодинамического процесса, известного как осаждение воды. Это изобретение также в целом относится к устройствам, предназначенным для привлечения и захвата водяного пара в атмосфере, мгновенного фазового перехода захваченного водяного пара в твердое состояние в форме инея, процесса, известного как осаждение, механизма извлечения приобретенного инея, процесса фазового перехода извлеченного инея в его твердое состояние, жидкое состояние и, наконец, хранить и/или делать доступной для использования жидкую воду для широкого спектра применений, систем, продуктов, устройств и/или компонентов, включая, например, питьевую воду, питьевую воду, сельское хозяйство и другое коммерческое или личное использование.

## Уровень техники

[0004] Многие устройства, системы и продукты существуют и используются сегодня для сбора водяного пара из атмосферы с использованием конденсации. Поскольку конденсация воды зависит как от температуры, так и от давления, такие устройства, системы и продукты должны быть спроектированы и/или спроектированы таким образом, чтобы приспособиться к множеству постоянно меняющихся внешних температур и давлений поступающего атмосферного воздуха и составляющих его водяных паров. Из-за вышеупомянутых конструктивных и/или инженерных соображений эти колебания температуры и давления окружающей среды значительно увеличивают стоимость

встроенной системы и текущие энергозатраты для достижения требуемых условий конденсации воды в системе, а также обеспечивают общую эффективность сбора системы.

**[0005]** В некоторых изделиях проектирование с учетом переменных атмосферных условий окружающей среды добавляет дополнительные размеры, вес и компоненты к общей упаковке, увеличивая конечный продукт, затраты на монтаж и эксплуатацию. В большинстве случаев способность и эффективность системы сбора атмосферной воды напрямую зависят от относительной влажности и температурного режима окружающей среды. Низкая относительная влажность и высокие температуры ухудшают общую производительность, и во многих случаях полезный сбор воды ограничивается системами, находящимися в атмосферных условиях с относительной влажностью более тридцати процентов. Кроме того, во всех существующих коммерчески доступных системах на основе конденсации при более низких уровнях относительной влажности сбор воды в жидком состоянии уменьшается, а стоимость единицы приобретенной воды увеличивается. Кроме того, в тех случаях, когда точка росы воды в атмосфере ниже точки замерзания воды, существующие коммерчески доступные системы на основе конденсации не способны собирать воду.

**[0006]** Существует множество других водных секторов для приобретения и доставки пригодной для использования воды в жидком состоянии, таких как водохранилища, реки, водоносные горизонты, колодцы подземных вод, очистные сооружения сточных вод и опреснительные установки. Многие из этих источников и систем успешно использовались на протяжении веков. Однако с постоянно растущим глобальным населением дефицит воды становится все более распространенным явлением. Кроме того, пропускная способность нынешних водохранилищ, рек и водоносных горизонтов постоянно снижается на фоне постоянно растущего спроса человека на воду и изменения климата. Загрязнение этих источников также усугубляет неспособность населения и промышленности иметь доступ к пригодной для использования воде в жидком состоянии. Кроме того, все вышеупомянутые источники имеют встроенные затраты на энергию и техническое обслуживание при приобретении воды из источника.

**[0007]** Кроме того, во многих случаях все вышеупомянутые источники полагаются на распределительные системы, которые зависят от вспомогательного обслуживания и энергии. Эти дополнительные требования повышают стоимость поставляемой единицы воды для конечного пользователя.

**[0008]** В настоящее время существует множество способов распределения, используемых для транспортировки воды конечному потребителю. Вот некоторые распространенные примеры: акведуки, трубы, грузовики, корабли и/или различные

комбинации этих методов. Однако эти методы, как правило, не оправдывают ожиданий, поскольку затраты на электроэнергию и/или техническое обслуживание системы водоснабжения увеличиваются с увеличением численности населения и возраста системы. Во многих случаях, даже в странах первого мира, более тридцати - пятидесяти процентов поставляемой воды теряется из-за протекающих труб на пути к конечным потребителям. В случае использования современных систем значительный объем приобретенной поставляемой воды испаряется в атмосферу по мере того, как она перемещается от места источника к местной распределительной установке, местной для конечных потребителей. Более того, в некоторых случаях потребление энергии для сбора, распределения и доставки воды достигает двадцати процентов от общего энергопотребления населения.

**[0009]** Соответственно, существует потребность в усовершенствованных устройствах, системах и/или продуктах для сбора и доставки пригодной к употреблению чистой воды более эффективно и действенно, чтобы удовлетворить возрастающую потребность в воде растущего населения человека. Кроме того, поскольку человеческие популяции все чаще мигрируют в города с растущими коммерческими и промышленными интересами внутри этих популяций или поблизости от них, существует необходимость в усовершенствованных устройствах, системах и продуктах для эффективного и действенного получения необходимой воды на местном уровне, чтобы сократить или устранить распределение, доставку воды и связанные с этим расходы на техническое обслуживание. Настоящее раскрытие направлено на преодоление и/или улучшение, по меньшей мере, одного из недостатков известного уровня техники.

### **Сущность изобретения**

**[0010]** Примеры осуществления, описанные здесь, могут относиться к сбору водяного пара, полученного из атмосферы (также называемого атмосферным водяным паром), с использованием термодинамического процесса осаждения, приводящего к улавливанию инея и/или льда. В примерных вариантах осуществления захваченный иней и/или лед может быть извлечен из зоны сбора или поверхности и сохранен в терморегулируемой среде, позволяющей инею растаять в воду в жидком состоянии.

**[0011]** В примерных вариантах осуществления полученный атмосферный водяной пар может быть собран, преобразован, сохранен и /или доставлен и, следовательно, доступен по требованию в желаемом местоположении пользователя. Например, в примерных вариантах осуществления устройства, системы и / или воздуховоды могут устранять или уменьшать потребность в распределяемой и/или подаваемой воде в жидком состоянии.

**[0012]** В примерных вариантах осуществления желаемое количество атмосферного водяного пара может быть получено из атмосфер различных температур. Например, в примерных вариантах осуществления устройства, системы и / или продукты могут приобретать желаемое количество атмосферного водяного пара в любой климатической зоне (например, тропической, умеренной или полярной).

**[0013]** В примерных вариантах осуществления желаемое количество атмосферного водяного пара может быть получено из атмосфер на различных высотах. Например, в примерных вариантах осуществления устройства, системы и/или продукты могут приобретать желаемое количество атмосферного водяного пара на уровне моря и/или больших высотах и на любой высоте между ними.

**[0014]** В примерных вариантах осуществления желаемое количество атмосферного водяного пара может быть получено из атмосфер при различных уровнях относительной влажности (R. Н.). Например, в дополнительных вариантах осуществления устройства, системы и/или продукты могут получать требуемое количество атмосферного водяного пара при уровнях менее 5% R. Н., 10% R. Н., 20% R. Н., 30% R. Н. и/ или больших уровнях R. Н.

**[0015]** В примерных вариантах осуществления желаемое количество атмосферного водяного пара может быть получено из атмосфер наружных сред.

**[0016]** В дополнительных вариантах осуществления желаемое количество атмосферного водяного пара может быть получено из атмосфер внутренних сред.

**[0017]** В примерных вариантах осуществления желаемое количество атмосферного водяного пара может быть получено в комбинации атмосфер внутренней и/или наружной среды.

**[0018]** В примерных вариантах осуществления полученный атмосферный водяной пар может притягиваться в устройство, систему и/или продукт путем использования более низкой температуры в зоне сбора системы, чем температура окружающей атмосферы.

**[0019]** В примерных вариантах осуществления полученный атмосферный водяной пар может быть втянут в устройство, систему и/или продукт путем использования более низкого давления в зоне сбора системы, чем давление окружающей атмосферы.

**[0020]** В примерных вариантах осуществления полученный атмосферный водяной пар может быть привлечен в устройство, систему и/или продукт с использованием некоторой комбинации более низкой температуры и более низкого давления в зоне сбора системы, чем в окружающей атмосфере.

**[0021]** В примерных вариантах осуществления захваченный иней может быть извлечен посредством соскабливания инея с поверхности сбора.

**[0022]** В примерах осуществления захваченный иней может быть извлечен посредством использования вибрационных частот на поверхности сбора.

**[0023]** В примерных вариантах осуществления захваченный иней может быть извлечен с помощью силы тяжести, чему способствует применение антиобледенительных покрытий на поверхностях сбора.

**[0024]** В примерных вариантах осуществления низкая температура коллекторной поверхности может быть достигнута с помощью системы холодильного цикла (например, компрессора, конденсационного змеевика, расширительного устройства, испарительного змеевика и рабочей жидкости).

**[0025]** В примерах осуществления низкая температура области сбора или поверхности может быть достигнута с помощью системы цикла Стирлинга (например, охладителя Стирлинга и регенератора).

**[0026]** В примерных вариантах осуществления низкая температура области сбора или поверхности может быть достигнута с помощью эффекта Пельтье (например, термоэлектрического модуля охладителей и радиаторов).

**[0027]** В примерных вариантах осуществления низкая температура области сбора или поверхности может быть достигнута с помощью термоакустической холодильной системы (например, электроакустического преобразователя, резонатора, регенератора, высокотемпературных и низкотемпературных теплообменников и акустической среды или рабочей жидкости).

**[0028]** В примерных вариантах осуществления низкотемпературная зона сбора или поверхность может быть первоначально достигнута посредством контролируемого высвобождения картриджа с жидким азотом и впоследствии поддерживаться любым из ранее описанных способов охлаждения.

**[0029]** В примерных вариантах осуществления низкотемпературная зона сбора или поверхность может поддерживаться любым из ранее описанных способов охлаждения с добавлением материала с фазовым переходом (PCM), используемого в качестве теплового барьера внутри зоны сбора, для уменьшения работы, требуемой системой, используемой для процесса охлаждения. Например, инкапсуляция испарительного змеевика внутри PCM с точкой фазового перехода от  $-35^{\circ}\text{C}$  к фазе от жидкости к твердому телу позволяет сконструировать систему охлаждения таким образом, чтобы выбранная система охлаждения включалась при  $-36^{\circ}\text{C}$ , а затем снова выключалась, например, при  $-40^{\circ}\text{C}$ . минимальный объем работы, поддерживающий  $^{\circ}\text{C}$  тепловую дельту  $4^{\circ}\text{C}$ , вместо того, чтобы постоянно работать при гораздо большей тепловой дельте от температуры окружающей среды атмосферы, например  $30^{\circ}\text{C}$ , до желаемого  $-40^{\circ}\text{C}$ , который может составлять до  $70^{\circ}\text{C}$

тепловой дельты. Кроме того, удельная теплота твердой фазы вещества обычно ниже, чем у его жидкого или газового состояния, а это означает грамм на °С, что для охлаждения РСМ в твердом состоянии требуется меньше энергии на грамм на °С, чем для охлаждения РСМ в жидком или газовом состоянии.

**[0030]** В примерных вариантах осуществления более низкое, чем окружающее, давление в зоне сбора может быть достигнуто путем поддержания низкой температуры в зоне сбора и обеспечения выходного средства для холодного сухого воздуха.

**[0031]** В примерных вариантах осуществления тепло, генерируемое циклом охлаждения системы, может быть использовано для расплавления захваченного инея до воды в жидком состоянии.

**[0032]** В примерных вариантах осуществления вновь расплавленная вода в жидком состоянии (охлажденная вода) может быть использована для уменьшения тепла и тем самым уменьшения потребности в энергии цикла охлаждения системы. Например, вход вентилятора для конденсационного змеевика может быть расположен так, чтобы втягивать воздух через резервуар с охлажденной водой системы, чтобы уменьшить требуемую скорость вентилятора и, следовательно, уменьшить общую энергию, необходимую системе.

**[0033]** В примерах осуществления часть устройства расширения капиллярной трубки системы охлаждения холодильного цикла может быть встроена в холодный РСМ испарительного змеевика или частично встроена в него для управления состоянием хладагента в конце жидкостной линии, снижая энергетические потребности системы.

**[0034]** В примерных вариантах осуществления тепло, генерируемое системой охлаждения, может регулироваться и передаваться в другую систему, например водонагреватель или обогреватель помещения, с использованием паяного пластинчатого теплообменника, встроенного в жидкую массу РСМ, до или после конденсационного змеевика, снижающего работу и энергию. требуется системой.

**[0035]** В примерных вариантах осуществления устройство, система и / или продукт могут быть сконструированы таким образом, чтобы обеспечить подачу объема воды конечному пользователю под действием силы тяжести, тем самым снижая или устраняя использование насосов и вспомогательные затраты на техническое обслуживание и/или энергию.

**[0036]** В примерных вариантах осуществления устройство, система и / или продукт могут использовать использование дополнительных фильтрующих устройств для доставки сертифицированной питьевой воды.

**[0037]** Наряду с вариантами осуществления, обсуждаемыми в резюме, другие варианты осуществления раскрыты в спецификации, чертежах и формуле изобретения.

Краткое изложение не предназначено для охвата каждого варианта осуществления, комбинации или вариации, рассматриваемых в настоящем раскрытии.

### **Описание чертежей**

[0038] Примерные варианты осуществления теперь будут описаны только в качестве примера со ссылкой на сопроводительные чертежи, в которых:

[0039] Фиг. 1 представляет собой схематический чертеж примерного варианта осуществления системы сбора атмосферного водяного пара посредством термодинамического процесса, известного как осаждение.

[0040] Фиг. 2 представляет собой схематический чертеж другого примерного варианта осуществления системы сбора атмосферного водяного пара посредством термодинамического процесса, известного как осаждение. ФИГ. 2 аналогично Фиг. 1 за исключением того, что Фиг. 2 раскрывается средство сохранения объема охлаждающей работы, выполняемой холодильным циклом, путем встраивания испарительного змеевика в низкотемпературный инкапсулированный РСМ.

[0041] Фиг. 3 представляет собой схематический чертеж встроенного испарительного змеевика фиг. 2.

[0042] Фиг. 4 - вид поперечного сечения встроенного испарительного змеевика фиг. 3.

[0043] Фиг. 5 представляет собой схематический чертеж другого примерного варианта осуществления системы сбора атмосферного водяного пара посредством термодинамического процесса, известного как осаждение. ФИГ. 5 аналогично Фиг. 2 за исключением того, что на Фиг. 5 конец конденсационного змеевика и расширительное устройство также встроены в низкотемпературный инкапсулированный РСМ, раскрытый на фиг. 2, фиг. 3 и Фиг. 4.

[0044] Фиг. 6 представляет собой схематический чертеж другого примерного варианта осуществления системы сбора атмосферного водяного пара посредством термодинамического процесса, известного как осаждение. Фиг. 6 аналогичен Фиг. 5 за исключением того, что на фиг. 10 паяный пластинчатый теплообменник заменяет вентилятор и конденсационный змеевик, передавая полученную тепловую энергию во вторичную систему.

[0045] Фиг. 7 представляет собой схематический чертеж примерных вариантов осуществления, раскрытых на фиг. 1, фиг. 2, фиг. 5 и/или фиг. 6, раскрывающий способ привлечения, направления и циклирования атмосферного водяного пара в зону сбора и из нее.

[0046] Фиг. 8-схематическая деталь фиг. 7 раскрывается способ термической изоляции поверхностей сбора инея.

[0047] Фиг.9 является еще одной схематической деталью фиг. 8, раскрывающей способ управления объемными циклами между поверхностями сбора инея.

[0048] Фиг. 10 представляет собой еще одну схематическую деталь фиг. 7 раскрывается способ удаления инея с поверхностей сбора в встроенный резервуар для воды.

### **Осуществление изобретения**

[0049] Примеры осуществления, описанные здесь, направлены на привлечение и улавливание атмосферного водяного пара с использованием термодинамического процесса, известного как осаждение воды, где водяной пар “пропускает” жидкую фазу и фазы непосредственно из пара во лед или иней.

[0050] Примерные варианты осуществления, описанные здесь, направлены на снижение энергетических потребностей существующих холодильных систем, способных достигать и поддерживать минусовые температуры, необходимые для осаждения воды. Некоторые варианты осуществления могут быть по меньшей мере на 10% или на 100% независимы от электросетевой энергии и/или ископаемого топлива.

[0051] Примеры осуществления, описанные здесь, направлены на повторное использование небольшой части или, в других вариантах осуществления, значительных частей тепловой энергии, выделяемой из водяного пара при фазовом переходе водяного пара в твердую фазу. Некоторые варианты осуществления могут использовать вспомогательную систему для перепрофилирования приобретенной тепловой энергии путем преобразования приобретенной тепловой энергии в кинетическую энергию для выполнения работы в системе с использованием рабочего тела. Например, тепловая энергия может быть направлена во вспомогательную систему, где тепловая энергия используется для привода теплового двигателя. Использование вспомогательной системы, использующей направленную тепловую энергию, может также уменьшить работу конденсационного змеевика первичной системы по отбрасыванию отработанного тепла в окружающую среду, что, в свою очередь, снизит требования к электричеству компрессора.

[0052] Примерные варианты осуществления, описанные в настоящем документе, могут быть полезны для природных и искусственных сред, а также по экономическим причинам. В примерных вариантах осуществления системы, способы и/или устройства могут устранять или уменьшать потребность во внешней передаче электроэнергии в систему, по меньшей мере, для определенных применений. В примерных вариантах осуществления тепловая энергия, полученная от водяного пара, может быть сохранена. В

других примерных вариантах осуществления тепловая энергия может храниться и может транспортироваться в другое место системы или во вспомогательную систему.

**[0053]** Примеры осуществления, описанные здесь, направлены на использование фазового перехода захваченного инея в воду в жидком состоянии для оказания помощи конденсационной стороне холодильного цикла, снижая энергетические потребности всей системы.

**[0054]** Примерные варианты осуществления, описанные здесь, могут быть выгодными для естественной и искусственной среды, а также по экономическим причинам. В примерных вариантах осуществления системы, способы и/или устройства могут устранять или уменьшать потребность в воде, обеспечиваемой внешними системами распределения и/или доставки воды, по крайней мере для определенных применений. В примерных вариантах осуществления системы, способы и/или устройства могут быть установлены непосредственно в месте расположения конечных пользователей и непосредственно подключены к внутренней системе водоснабжения конечных пользователей. В некоторых вариантах осуществления, особенно для нового строительства, примеры осуществления, описанные здесь, могут снизить или устранить затраты и/или техническое обслуживание подземных или других муниципальных систем водоснабжения. В некоторых вариантах осуществления, описанных здесь, можно снизить или устранить стоимость доставки воды автомобильным транспортом конечному потребителю. Кроме того, в примерных вариантах осуществления, описанных здесь, системы, способы и/или устройства могут устранять или уменьшать потребность конечного пользователя в водяных насосах.

**[0055]** Фиг. 1 представляет собой схематический чертеж примерного варианта осуществления системы сбора атмосферного водяного пара с использованием термодинамического процесса, известного как осаждение, вызывающее мгновенное замерзание водяного пара. Примерный вариант выполнения фиг. 1 представляет собой усовершенствование по сравнению с современными системами сбора атмосферной воды, которые используют более широко известный термодинамический процесс конденсации воды для сбора воды в жидком состоянии из атмосферы.

**[0056]** Атмосферный водосборник фиг. 1 состоит из трех процессов. Первый процесс управляется хорошо зарекомендовавшим себя и коммерчески доступным холодильным циклом, используемым в повседневных холодильниках и/или морозильных камерах. Входная энергия 1, электричество переменного или постоянного тока, питает компрессор 2 и вентилятор 3, состояния включения/выключения которых определяются переключателем 4 и датчиком температуры 5. Замкнутый цикл охлаждения состоит из компрессора 2,

конденсационного змеевика 6, расширительного устройства 7 и испарительного змеевика 8. Объем рабочей жидкости, обычно коммерческого хладагента, заполняется в рамках вышеупомянутого замкнутого цикла охлаждения. Когда система находится во “ВКЛЮЧЕННОМ” состоянии, компрессор 2 включается, сжимая рабочую жидкость внутри конденсационного змеевика 6, обычно находящуюся в состоянии пара, когда система “ВЫКЛЮЧЕНА”, в жидкость. Вентилятор 3 также включает продувку окружающего воздуха через конденсационный змеевик 6 для содействия выходу части тепловой энергии 15 рабочего тела из системы через стенки конденсационного змеевика 6 в окружающий воздух. Процесс сжатия и отвода тепловой энергии 15 от рабочего тела конденсирует рабочее тело из парообразного состояния в жидкое. Кроме того, эта часть холодильного цикла известна как “сторона высокого давления / высокой температуры” системы. “Высокое давление” возникает из-за того, что компрессор 2 перекачивает хладагент (рабочую жидкость) в конденсационный змеевик 6 с одного конца и поток хладагента ограничивается расширительным устройством 7 на противоположном конце конденсационного змеевика 6. “Высокая температура” является результатом тепловой энергии 15, выходящей из системы через стенки конденсационного змеевика 6 на этой стадии процесса. Расширительное устройство 7 ограничивает поток рабочей жидкости из конденсационного змеевика 6 в испарительный змеевик 8 на противоположной стороне системы, известной как “сторона низкого давления / низкой температуры” системы. Низкое давление внутри испарительного змеевика 8 вызывается ограничением потока рабочей жидкости через расширительное устройство 7 с одной стороны испарительного змеевика 8 и всасыванием, вызываемым компрессором 2 с противоположного конца испарительного змеевика 8. Рабочая жидкость, или хладагент, поступает в испарительный змеевик 8 при выходе из расширительного устройства 7, переходя в парообразное состояние из-за более низкого давления внутри испарительного змеевика 8. Фазовый переход рабочей жидкости из жидкости в пар втягивает тепловую энергию 15 в систему через стенки испарительного змеевика 8, охлаждая испарительный змеевик 8 и прикрепленную к нему поверхность сбора инея 9 на обратном пути к компрессору. Этот цикл продолжается до тех пор, пока температура поверхности сбора инея 9, предназначенной для системного процесса сбора атмосферного водяного пара, не будет измерена датчиком температуры 5 и не откроет выключатель 4 “, отключающий” компрессор 2 и fan 3 холодильного цикла. Например, расчетная температура поверхности сбора инея может быть -10°C, -20°C, -30°C, -40°C, -50°C или ниже. Также, например, датчик может быть настроен на включение ON, когда температура поверхности 9 сбора и не выше -10°C, и на выключение OFF, когда температура поверхности 9 сбора инея ниже -45°C.

**[0057]** Второй процесс атмосферного водосборника фиг. 1 приводится в действие термодинамическим реактивным процессом между составляющими водяного пара атмосферы, входящими в близость и/или контакт с поверхностью 9 сбора инея. Этот реактивный процесс является прямым результатом второго закона термодинамики, следствием которого является однонаправленная передача тепла от более горячего тела к более холодному. В случае атмосферного водосборника фиг. 1 более горячее тело представляет собой водяной пар 13, взаимодействующий с поверхностью сбора инея 9 более холодного тела. Как и в случае любой системы передачи энергии, чем больше разница между высокой температурой и низкой температурой, тем больше потенциал и скорость передачи энергии.

**[0058]** Сила процесса теплопередачи может быть легко вычислена и/или выражена с использованием закона теплопроводности, также известного как закон Фурье.

$$Q = (k / s) A dT = U A dT$$

где

$Q$  = теплопередача ( $Bm$ )

$k$  = теплопроводность материала ( $Bm/m \text{ } ^\circ k$ )

$s$  = толщина материала ( $m$ )

$A$  = площадь теплопередачи ( $mm^2$ )

$U = k / s$  = Коэффициент теплопередачи ( $Bm/(mm^2 \text{ } ^\circ K)$ )

$dT = t1 - t2$  = градиент - разница температур - над материалом ( $^\circ C$ )

**[0059]** Проще говоря, и при том, что все остальные условия приведенного выше уравнения являются статическими, чем больше  $dT$  между горячим телом и более холодным телом, тем больше теплопередача. Например, используя  $40^\circ C$  в качестве температуры окружающего водяного пара 13 (горячее тело) и расчетную температуру системы поверхности сбора инея 9 (более холодное тело)  $-1^\circ C$ ,  $dT$  равен  $41^\circ C$ . Снижение расчетной температуры поверхности 9 сбора инея до, например,  $-50^\circ C$  расширяет  $dT$  до  $90^\circ C$ , увеличивая скорость передачи тепловой энергии.

**[0060]** Это хорошо установленный вывод, подробно описанный в многочисленных опубликованных научных исследованиях за последние 50 лет, что самым большим фактором, влияющим на скорость роста инея, является  $dT$  между водяным паром 13 и поверхностью сбора инея 9. Эти многочисленные исследования в основном проводились с целью понимания условий роста скорости замерзания, чтобы помочь инженерам разработать способы замедления или ограничения процесса роста замерзания в аэрокосмической и холодильной промышленности, поскольку накопление инея негативно

влияет на системы в этих отраслях. В атмосферном водосборнике на фиг. 1 целью является напротив ускорить и способствовать росту заморозков.

[0061] Другим фактором роста скорости замерзания, обнаруженным в исследованиях, является то, что рост скорости замерзания замедляется по мере утолщения слоя инея. Большинство исследований приходят к выводу, что это замедление роста инея в первую очередь связано с двумя влияниями: первое-это кристаллическая характеристика инея, вызывающая воздушные карманы, или пустоты, в инее, которые становятся точкой контакта, поступающего водяного пара 13, а не поверхностью сбора инея 9. Второе-это влияние самого слоя инея, при утолщении которого создается тепловой барьер, или изоляционный слой, между поступающим водяным паром 13 и поверхностью сбора инея 9.  $dT$  сужается, и другие свойства теплопередачи, такие как  $k$ ,  $s$  и  $A$  в уравнении, больше не являются математическими. Водяной пар 13 больше не взаимодействует непосредственно термически с поверхностью 9 сбора инея, водяной пар 13 взаимодействует со слоем инея. Однако в системе, предназначенной для сбора атмосферной воды, использующей процесс осаждения, оптимизирующий быстрые скорости роста инея из водяного пара 13 для второго процесса сбора атмосферной воды фиг. 1 чрезвычайно важно. Система на Фиг. 1 может быть выгодно, если температура панели 9 сбора инея поддерживается при низкой температуре, например  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с помощью процесса охлаждения, описанного выше, чтобы гарантировать, что остается большой  $dT$  с водяным паром 13, который может составлять, например,  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а также обеспечить средство или процесс для разделения удалите накапливающиеся слои инея 14 от поверхности 9 сбора инея и от нее, что будет описано ниже.

[0062] Следовательно, третий процесс атмосферного водосборника фиг. 1 представляет собой скребок 10, приводимый в движение приводом 11 скребка, который питается от электрической входной энергии 1. Скребок 10 перемещается по фиксированной и рассчитанной по времени траектории 12 скребка, удаляя новые слои инея 14 с поверхности 9 сбора инея и удаляя их от нее. Например, привод скребка может быть запрограммирован таким образом, чтобы слой инея 14 достигал максимальной глубины  $0,1\text{ мм}$  до того, как произойдет соскабливание. Во время соскабливания инея 14 с поверхности сбора инея атмосферного водосборника фиг. 19 иней 14 может быть направлен, например, под действием силы тяжести, в резервуар 21 для сбора воды в жидком состоянии и окончательно растворен в воде в жидком состоянии 22 для использования. Входная энергия, необходимая для того, чтобы иней 14, поступающий в резервуар 21 для сбора жидкой воды, растаял в большинстве сред, может быть передана гораздо более

теплой по сравнению с поверхностью 9 для сбора инея атмосферой окружающей среды резервуара 21 для сбора жидкой воды.

**[0063]** Фиг. 2 представляет собой схематический чертеж другого примерного варианта осуществления системы сбора атмосферного водяного пара с помощью термодинамического процесса, известного как осаждение. ФИГ. 2 аналогично Фиг. 1 за исключением того, что на Фиг. 2 сохранение части охлаждающей работы, выполняемой холодильным циклом, путем встраивания испарительного змеевика 8 в низкотемпературный РСМ 17, заключенный в герметичный резервуар РСМ 16, что может снизить общие требования к энергии охлаждения системы.

**[0064]** Инкапсуляция испарительного змеевика 8 внутри низкотемпературного теплового накопителя РСМ 17 исключает контакт между испарительным змеевиком 8 и значительно более теплым водяным паром 13, подлежащим охлаждению. Кроме того, инкапсуляция испарительного змеевика 8, как описано, предотвращает или уменьшает необходимость повторного охлаждения системой этого варианта осуществления поверхности 9 сбора инея при включении и выключении компрессора. Это приводит к тому, что преимущество соответствующей части в том, что низкая температура испарения масла с змеевика 8, производимого работой компрессора 2, также сохраняется. Известные компрессоры системы холодильного цикла обычно включаются и выключаются несколько раз в день, теряя значительную часть или, в некоторых случаях, всю работу, выполняемую каждым циклом, на теплый воздух, окружающий испарительный змеевик; однако, когда испарительный змеевик 8 инкапсулирован внутри низкотемпературного теплового накопителя РСМ 17, а часть работы каждого цикла сохраняется за счет низкотемпературного теплового накопителя РСМ 17, действующего как изолирующий барьер между водяным паром 13 и испарительным змеевиком 8. Кроме того, добавление автоматических клапанов, в начале и конце испарительного змеевика 8, низкотемпературного теплового накопителя РСМ 17 может поддерживать как температуру, так и низкое давление рабочей жидкости внутри испарительного змеевика 8 в течение периодов “ВЫКЛЮЧЕНИЯ” рабочего цикла системы, сохраняя соответствующую часть проделанной работы. компрессором 2 во время предыдущего цикла “ВКЛ.”

**[0065]** Выбор оптимального низкотемпературного термоаккумулирующего РСМ 17, инкапсулирующего испарительный змеевик 8, может основываться главным образом на желаемой расчетной температуре поверхности 9 сбора инея с целью поддержания желаемого  $dT$  с поступающим водяным паром 13. Например, в атмосферной системе сбора воды в среде, которая регулярно достигает температуры окружающей среды выше  $30^{\circ}\text{C}$  и желаемая расчетная температура поверхности 9 сбора инея определяется как  $-40^{\circ}\text{C}$ , может

быть выбран низкотемпературный тепловой накопитель РСМ 17, имеющий температуру фазового перехода от твердой фазы к жидкая фаза, например,  $-30^{\circ}\text{C}$ .

**[0066]** В приведенном выше примере существуют две основные причины выбора низкотемпературного теплового накопителя РСМ 17 от  $-30$  до  $30^{\circ}\text{C}$ . Во-первых, для поддержания поверхности 9 сбора инея при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$  низкотемпературный тепловой накопитель РСМ 17 должен быть периодически охлажден до температуры от  $-42^{\circ}\text{C}$  до  $-45^{\circ}\text{C}$  из-за поступающей тепловой энергии водяного пара 13 и производительности системы холодильного цикла. При таком температурном специфическом знаке системы датчик температуры 5 компрессора 2 может быть установлен так, чтобы система "включалась", например, при  $-42^{\circ}\text{C}$  и снова "выключалась" при  $-45^{\circ}\text{C}$ , так что цикл охлаждения охлаждает только  $3^{\circ}\text{C}$  dT, а не  $75^{\circ}\text{C}$  dT. разности между желаемым  $-45^{\circ}\text{C}$  поверхности сбора инея 9 и  $30^{\circ}\text{C}$  поступающего водяного пара 13. Кроме того, РСМ в твердой фазе обычно требуют примерно на 50 процентов меньше энергии для охлаждения / нагрева, чем в соответствующей жидкой стадии. Вода, например, имеющая точку фазового перехода от жидкости к твердому веществу или от твердого вещества к жидкости  $0^{\circ}\text{C}$ , требует только  $2,06$  Дж/г  $^{\circ}\text{C}$  в твердом состоянии, но требует  $4,18$  Дж/г  $^{\circ}\text{C}$  в жидком состоянии. Кроме того, фазовый  $^{\circ}\text{C}$  переход для изменения температуры на  $1^{\circ}\text{C}$  в точке фазового перехода требует дополнительного  $334$  Дж/г для этого  $^{\circ}\text{C}$  изменения температуры на  $1^{\circ}\text{C}$ .

**[0067]** Большинство холодильных систем имеют более низкую холодопроизводительность и эффективность, когда температура их испарителя ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ , и все твердые вещества имеют более низкую удельную теплоемкость в своих соответствующих состояниях SO крышки, а также обычно являются лучшими проводниками тепла, чем в их жидких состояниях. Проще говоря, для нагрева или охлаждения вещества в соответствующем твердом состоянии требуется гораздо меньше работы и, следовательно, энергии, чем в жидком. Поэтому в процессе эксплуатации поддержание заданной массы РСМ при температуре ниже  $-42^{\circ}\text{C}$  требует гораздо меньше работы, чем холодильный цикл, охлаждающий поступающие количества водяного пара и воздуха из изменяющейся наружной среды до  $-45^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, цикл охлаждения системы охлаждает низкотемпературную массу РСМ 17 только от, например,  $-42^{\circ}\text{C}$  до  $-45^{\circ}\text{C}$ , в то время как низкотемпературная масса РСМ 17 охлаждает входящий водяной пар 13 от входящей температуры водяного пара 13 до  $-45^{\circ}\text{C}$ .

**[0068]** Во-вторых, система сбора атмосферной воды может не требоваться для постоянной работы. Например, если резервуар 21 для сбора жидкой воды заполнен, пользователь может отключить всю систему, в результате чего компрессор больше не будет

работать. Система может быть отключена для выполнения рутинных работ по наклону или техническому обслуживанию. Низкотемпературная масса РСМ 17 будет медленно повышаться по температуре со скоростью, зависящей главным образом от того, насколько хорошо инкапсулированные резервуары РСМ 16 изолированы от более теплых прилегающих сред. Однако если низкотемпературный РСМ 17 имеет температуру фазового перехода  $-30^{\circ}\text{C}$ , как в приведенном выше примере, то скрытая теплота плавления увеличит время, необходимое для нагрева от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $-29^{\circ}\text{C}$ , на коэффициент времени, более чем в 100 раз превышающий предыдущие повышения температуры на градус С. Если резервуары 16 для инкапсуляции РСМ хорошо изолированы от более высоких температур, то низкотемпературный РСМ 17 может оставаться при температуре  $-30^{\circ}\text{C}$  в течение нескольких дней, а не минут. В отличие от этого, стандартный испарительный змеевик 8 без низкотемпературной инкапсуляции РСМ 17, даже если он хорошо изолирован, будет нагреваться очень близко к температуре окружающей среды в течение нескольких минут после выключения системы. Кроме того, перезапуск системы без низкотемпературной инкапсуляции РСМ 17 может потребовать теплового “опускания”  $95^{\circ}\text{C}$  для достижения  $^{\circ}\text{C}$  температуры поверхности сбора инея  $-40^{\circ}\text{C}$ , тогда как при добавлении низкотемпературной инкапсуляции РСМ 17 вокруг испарительного змеевика 8 системе может потребоваться только тепловое “опускание вниз”, например,  $15^{\circ}\text{C}$ , экономя как время, так и энергию при перезапуске.

**[0069]** Фиг. 3 и фиг.4 схематический чертеж встроенного испарительного змеевика 8 внутри резервуара 16 для инкапсуляции РСМ, раскрытого на фиг. 2. Примерные варианты выполнения фиг. 3 и Фиг. 4 раскрывают полезные конструктивные методы выбора материалов и свойств материала инкапсулированного резервуара РСМ 16, пригодного для процесса осаждения воды. Передняя и задняя поверхности инкапсулированного резервуара РСМ 16 являются поверхностями сбора инея 9. Для конструкции инкапсулированного резервуара РСМ 16 следует использовать непроницаемый материал с хорошей теплопроводностью. Кроме того, толщина стенки, толщина материала, реактивность по отношению к атмосфере, реактивность по отношению к РСМ, гладкость отделки, простота изготовления и доступность материала также являются важными характеристиками для правильного выбора. Например, инкапсулированный резервуар 16 РСМ будет подвергаться воздействию водяного пара, оставаться при температуре ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  в течение длительных периодов времени и содержать низкотемпературный РСМ 17, который, например, может содержать процентное содержание дистиллированной воды и этанола, смешанных для установки низкотемпературной конструкции фазового перехода РСМ 17 температура. Чем более гладкая отделка наружных поверхностей инкапсулированного резервуара 16 РСМ,

которые также являются поверхностями 9 сбора инея, тем легче может быть удален накопленный иней 14. Алюминиевые марки листов, такие как 1100, 3003, 3004 и 5052, могут быть использованы в качестве оболочки инкапсулированного резервуара РСМ, учитывая, что эти марки обладают коррозионной стойкостью, высокой теплопроводностью, малым весом и легко доступны на рынке. Лист нержавеющей стали 316 также может быть использован поверх вышеупомянутых марок алюминия в качестве оболочки инкапсулированного резервуара РСМ из-за молодого модуля упругости и прочности на растяжение нержавеющей стали по сравнению с марками алюминия, которые могут быть выбраны в зависимости от цены и веса. Марки алюминия и нержавеющей стали, описанные здесь, приведены только в качестве примера, другие материалы могут быть выбраны на основе значений вышеупомянутых свойств материала. Поскольку поверхности сбора инея 9 должны быть плоскими, внутренние каналы крепления резервуара 23 крепятся к внутренним граням резервуара, чтобы предотвратить деформацию поверхности, с использованием коррозионно-стойкой эпоксидной смолы, способной выдерживать температуру ниже  $-45^{\circ}\text{C}$ .

**[0070]** Испарительный змеевик 8 поступает в инкапсулированный резервуар 16 РСМ через впускное отверстие 2 испарителя 4. Испарительный змеевик 8 имеет форму изгиба вокруг внутреннего резервуара, скрепляющего 23 канала, и может быть равномерно распределен внутри резервуара 16 для инкапсуляции РСМ, чтобы наилучшим образом обеспечить равное охлаждение низкотемпературного РСМ 17, инкапсулированного внутри резервуара 16 для инкапсуляции РСМ, в который он заключен. Испарительный змеевик 8 выходит из инкапсулированного резервуара 16 РСМ через выходное отверстие 25 испарителя. Входное отверстие 2 испарителя 4 и выходное отверстие 25 испарителя требуют герметизации снаружи инкапсулированного резервуара 16 РСМ для предотвращения ухудшения низкотемпературного РСМ 17 с течением времени. Кроме того, трубка 28 датчика температуры  $t$  может быть установлена и прикреплена к внутренней части герметичного резервуара 16 РСМ. Трубка 28 датчика температуры  $t$  требует герметизации снаружи резервуара 16 для инкапсуляции РСМ, чтобы предотвратить ухудшение низкотемпературного РСМ 17 с течением времени. Края инкапсулированного резервуара РСМ 16 могут быть закрыты для образования герметичного резервуара механически, с использованием клеев и/или сварены. Наполнительное отверстие 26 резервуара РСМ и дыхательное отверстие 27 резервуара РСМ могут использоваться для заполнения резервуара низкой температурой РСМ 17 после герметизации резервуара. Отверстие 26 для наполнения резервуара РСМ и отверстие 27 для дыхания резервуара РСМ

могут быть запечатаны в резервуаре 16 для инкапсуляции РСМ для предотвращения ухудшения низкотемпературного РСМ 17 с течением времени.

[0071] Фиг.5 представляет собой схематический чертеж примерного варианта осуществления системы сбора атмосферного водяного пара с помощью термодинамического процесса, известного как осаждение. Фиг.5 аналогично Фиг. 2 за исключением того, что на Фиг. 5 конец конденсационного змеевика 6 и расширительное устройство 7 также заключены в инкапсулированный резервуар 16 РСМ, раскрытый на фиг. 2, фиг. 3 и фиг. 4. В холодильной промышленности хорошо понимают, что переохлаждение хладагента является надежным способом повышения производительности систем и экономии энергии. Известно и используется множество подходов к переохлаждению хладагента в конденсационном змеевике 6, компрессоре 2, а также с использованием аналогичной и отдельной системы. Эти подходы обычно усложняют и удорожают систему холодильного цикла. По этому вопросу было проведено значительное исследование главным образом потому, что существует достаточное понимание того, что качество хладагента перед поступлением в испаритель повлияет на общую производительность системы. Новый подход, описанный здесь, возможен благодаря тому, что испарительный змеевик 8 встроен в низкотемпературный инкапсулированный РСМ 17, удерживаемый в инкапсулирующем резервуаре РСМ 16. Переохлаждение хладагента может осуществляться как в конце конденсационного змеевика 8, так и в промышленности как "жидкостная линия", а в капиллярной трубке расширительного устройства 7. Переохлаждение значительно проще и проще в этих двух местах из-за относительно небольшого количества хладагента в этих местах в данный момент времени по сравнению с другими местами холодильного цикла. Хладагент в этих местах более или менее "пленен" и может легко подвергаться термическому воздействию. Кроме того, температура инкапсулированного резервуара 16 РСМ, низкотемпературного РСМ 17 и испарительного змеевика снижается во время цикла, что обеспечивает наличие огромного теплоотвода по сравнению с небольшим количеством хладагента. Существует два дополнительных преимущества переохлаждения хладагента непосредственно перед расширительным устройством 7 в дополнение к некоторому снижению рабочей нагрузки переохлаждения от компрессора 2 из змеевика 6 конденсирования. Первое преимущество состоит в том, чтобы гарантировать, что хладагент действительно полностью находится в жидком состоянии, когда он проходит через расширительное устройство 7 в испарительный змеевик 8. Второе преимущество заключается в том, что жидкий хладагент с более низкой температурой будет иметь более высокую вязкость, что приведет к большему сопротивлению внутри расширительного устройства. Поэтому размещение жидкостной линии в воздушном кармане внутри

герметичного резервуара 16 РСМ может эффективно снизить рабочую нагрузку как компрессора 2, так и конденсационного змеевика 8 без дополнительных затрат на систему.

**[0072]** Фиг. 5 также отличается от системы, раскрытой на фиг. 2 путем включения двух шаровых кранов 30. Один шаровой клапан 30 встроен непосредственно перед расширительным устройством 7, а второй шаровой клапан 30 встроен непосредственно после испарительного змеевика 8. Назначение двух шаровых кранов 30 состоит в том, чтобы сохранить работу охлаждения, выполняемую на низкотемпературном РСМ 17 циклом охлаждения, путем остановки потока хладагента, когда компрессор 2 “ВЫКЛЮЧЕН”, путем закрытия двух шаровых кранов 30. Без двух шаровых кранов 30, добавленных в цикл, хотя компрессор 2 выключается, хладагент на стороне высокого давления системы, внутри конденсационного змеевика 6, будет продолжать течь на сторону более низкого давления до тех пор, пока обе стороны не окажутся под равным давлением. Без “ВКЛЮЧЕННОГО” компрессора 2 этот поток приносит с собой тепло из конденсационного змеевика 6 в испарительный змеевик 8, которое будет поглощено охладителем низкой температуры РСМ, добавляя ненужную работу в следующем цикле “ВКЛЮЧЕНИЯ”. Когда компрессор 2 “ВКЛЮЧЕН”, два шаровых клапана 30 открываются, чтобы обеспечить нормальный цикл циркуляции хладагента.

**[0073]** Фиг. 6 представляет собой схематический чертеж другого примерного варианта осуществления системы сбора атмосферного водяного пара с помощью термодинамического процесса, известного как осаждение иона. 5 за исключением того, что на Фиг. 6 паяный пластинчатый теплообменник 18 заменяет вентилятор 3 и конденсационный змеевик 6, передающий полученную тепловую энергию во вторичную систему. Может быть полезно, по крайней мере в некоторых применениях, передавать тепловую энергию 15, полученную из холодильного цикла, в отдельную систему, которая может использовать тепловую энергию 15. В примерном варианте фиг. 6 поток хладагента, выходящий из компрессора 2, протекает через паяный пластинчатый теплообменник 18, повторно поступая в расширительное устройство 7 системы. Рабочая жидкость вторичной системы поступает в противоположную сторону паяного пластинчатого теплообменника 18 по проточному трубопроводу 19. По мере того как рабочая жидкость вторичной системы проходит через паяный р-теплообменник 18, в направлении, противоположном направлению потока холодильного цикла компрессора 2, тепловая энергия 15 из холодильного цикла после компрессора 2 передается рабочей жидкости вторичной системы и тем самым конденсируется в рабочей жидкости из холодильной системы достигается работа, обычно выполняемая конденсационным змеевиком 8 и вентилятором. Например,

вторичная система может быть полезна в качестве водонагревателя или для обогрева помещения.

[0074] Фиг. 7 представляет собой схематический чертеж примерных вариантов осуществления, раскрытых на фиг. 1, фиг. 2, фиг. 5 и/или фиг. 6 раскрывается способ привлечения, направления и цикла атмосферного водяного пара 13 в зону сбора и из нее системы. На фиг. 7 изображен процесс отвода, направления и циклирования атмосферного водяного пара 13 в зону сбора и выхода из нее системы не начинается до тех пор, пока процесс охлаждения не будет ранее раскрыт на фиг. 1, фиг. 2, фиг. 5 и/или фиг. 6 достигло желаемой расчетной температуры поверхности 9 сбора инея, например  $-40^{\circ}\text{C}$ . Во время выполнения холодильного цикла во время этого процесса “опускания” изолированная крышка 33 находится в закрытом положении и герметизируется уплотнением 34 крышки. Зона сбора термически защищена изолированной оболочкой 31. Резервуар 21 для сбора воды в жидком состоянии прикреплен ко дну зоны сбора с помощью уплотнения 36 резервуара. Как только поверхности 9 для сбора инея достигают соответствующей температуры, привод 11 скребка поднимает изолированную крышку 32 с прикрепленными скребковыми панелями 42 вдоль пути 12 скребка до тех пор, пока она не достигнет открытого положения. По истечении заданного времени привод 11 скребка поворачивается вспять, и изолированная крышка 33 закрывается и снова герметизирует зону сбора. Крышка остается закрытой в течение заданного времени, и процесс повторяется до тех пор, пока поплавковый клапан 38 не остановит процесс, указывая, что резервуар 21 для сбора воды в жидком состоянии полон. Описанный выше процесс перезапускается и повторяется, когда поплавковый клапан 38 показывает, что уровень воды в резервуаре 21 для сбора воды в жидком состоянии упал. Когда изолированная крышка 32 с прикрепленными к ней скребковыми панелями 42 находится в открытом положении, теплый окружающий воздух и водяной пар 13 втягиваются в зону сбора как тепловым, так и напорным притяжением. Когда изолированная крышка 33 с прикрепленными скребковыми панелями 42 находится в закрытом положении, водяной пар 13 мгновенно прикрепляется в виде инея 14 к поверхностям 9 сбора инея. Оставшийся воздух в зоне сбора охлаждается и опускается вниз по зоне сбора в резервуар 21 для сбора воды в жидком состоянии и выходит во внешнюю окружающую среду через вентиляционное отверстие 39 для холодного сухого воздуха после прохождения через воздушный поплавковый клапан 40. Когда изолированная крышка 32 с прикрепленными скребковыми панелями 42 снова открывается, иней 14, собранный на поверхностях 9 для сбора инея, отбрасывается вверх и наружу скребковыми панелями 42 от поверхностей 9 для сбора инея, где он падает и в конечном итоге попадает в резервуар 21 для сбора воды в жидком состоянии. Дно резервуара 21 для сбора воды в

жидком состоянии снабжено теплоотводом 37 резервуара для обеспечения того, чтобы дно резервуара было выше 0°C для обеспечения того, чтобы иней 14 плавился в воду в жидком состоянии 22. Описанный выше процесс повторяется до тех пор, пока процесс не будет остановлен, когда поплавковый клапан 38 воды укажет, что резервуар 21 для сбора воды в жидком состоянии заполнен, и возобновлен, когда поплавковый клапан 38 воды укажет, что уровень воды в резервуаре 21 для сбора воды в жидком состоянии упал.

Вода в жидком состоянии 22 может быть удалена из резервуара 21 для сбора воды в жидком состоянии через выпускное отверстие 44 для воды для использования.

**[0075]** Фиг. 8 - схематическая деталь фиг. 7 раскрывается способ термической изоляции поверхностей сбора инея. В примерном варианте выполнения фиг. 8 требуется специальная тепловая изоляция зоны сбора системы от внешней температуры окружающей среды из-за очень большого  $dT$ , который будет существовать между ними. Например,  $dT$  между температурой зоны сбора и внешней температурой окружающей среды может составлять 70°C, 80°C, 90°C или больше. Для поддержания разумного общего размера системы был разработан многослойный подход, ограничивающий толщину изолированной оболочки 31 2,6 сантиметрами. Примерный вариант осуществления слоистого подхода фиг. 8 уменьшает изолированную оболочку 31 по меньшей мере на 28 сантиметров по сравнению с обычными холодильными изоляционными материалами. В примерном варианте фиг. 8 на внешней стенке окружающей среды, взаимодействующей с температурой окружающей среды 51, расположена стекловолоконная наружная оболочка 45, за которой следует 0,7-сантиметровый слой аэрогеля 46 и затем распорная панель воздушного кармана, состоящая из двух расположенных в шахматном порядке слоев поликарбонатных панелей 47 общей толщиной 0,68 см. После поликарбонатных панелей 47 находится слой криогена Z 48 толщиной 1 см, прикрепленный к внутренней конструкционной оболочке 49 из нержавеющей стали, подвергнутой воздействию температуры 50 в зоне сбора. Вышеупомянутый многослойный подход в 2,6 сантиметра ограничивает 90°C  $dT$  передачей только 30 Вт в час по площади поверхности 1 квадратного метра.

**[0076]** Фиг. 9 - схематическая деталь фиг. 7 далее детализируется схема потока водяного пара 13 в зону сбора с детализацией изолированной крышки (открытой) 32, изолированной крышки (закрытой) 33, уплотнения крышки 34, изолированной оболочки 31, привода скребка 11, скребкового тракта 12, инкапсулированного резервуара РСМ 16, поверхности сбора инея 9 и s-образной панели 42...

**[0077]** Фиг. 10 –схематическая деталь фиг. 9 дальнейшая детализация потока соскабливания инея 14, очерчивающего изолированную оболочку 31, инкапсулированный

резервуар РСМ 16, поверхность сбора инея 9, скребковый путь 12, панель 42 соскабливания с инаправление 43 падения.

**[0078]** В примерных вариантах осуществления, описанных здесь, следующие ссылочные обозначения имеют следующую нумерацию:

1. Входная энергия
2. Компрессор
3. Вентилятор
4. Переключатель
5. Датчик температуры
6. Конденсационный змеевик
7. Расширительное устройство
8. Испарительный змеевик
9. Поверхность сбора инея
10. Скребок
11. Привод скребка
12. Траектория скребка
13. Водяной пар
14. Иней
15. Тепловая энергия
16. Инкапсулированный резервуар РСМ
17. Низкотемпературный РСМ
18. Паяный пластинчатый теплообменник
19. Впускной трубопровод
20. Выходной трубопровод
21. Резервуар для сбора воды в жидком состоянии
22. Вода в жидком состоянии
23. Крепление внутреннего резервуара
24. Входное отверстие испарителя
25. Выходное отверстие испарителя
26. Отверстие для наполнения резервуара РСМ
27. Отверстие сапуна резервуара РСМ
28. Трубка датчика температуры
29. Выводы датчика температуры
30. Шаровой кран

31. Изолированная оболочка
32. Изолированная крышка (открытая)
33. Изолированная крышка (закрытая)
34. Уплотнение крышки
35. Изоляция резервуара
36. Уплотнение резервуара
37. Теплоотвод резервуара
38. Поплавковый клапан для воды
39. Прохладное сухое вентиляционное отверстие
40. Воздушный поплавковый клапан
41. Прохладный сухой воздух
42. Скребок панель
43. Направление падения инея
44. Выход воды в жидком состоянии
45. Наружная оболочка из стекловолокна
46. Аэрогель
47. Поликарбонатная панель
48. Криоген Z
49. Внутренняя структурная оболочка
50. Температура зоны сбора
51. Температура окружающей среды

## ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система привлечения, захвата и преобразования паров атмосферной воды в жидкую в оду для использования, состоящая из:

компрессора;

расширительного устройства капиллярной трубки, конец которой вставлен в объем материала с фазовым переходом - низкая температура с температурой изменения фазы ниже температуры тройной точки воды в атмосфере (МСФВТ);

вентиляторf и конденсатора с выходом конденсатора, соединенного с выходом конденсатора выходное отверстие компрессора и другое выходное отверстие, соединенное с устройством для расширения капиллярной трубки;

емкости для сбора МСФВТ с испарителем, вставленным в объем МСФВТ, с выходом испарителя, соединенным с выходом испарителя отверстие всасывания компрессора и другое выходное отверстие, соединенное с устройством расширения капиллярной трубки;

объем рабочей жидкости в катушках замкнутого контура охлаждения;

выключателя датчика температуры, соединенный с объемом МСФВТ для управления розжигом и остановкой компрессора;

автоматическое открывающее и закрывающее вентиляционное отверстие для управления впуском воздуха;

отверстие выпуска холодного воздуха;

автоматический механизм морозного соскребания с достаточным зазором, позволяющий свободно входить в атмосферный объем;

-переключатель температурного датчика, соединенный с конденсатором для регулирования мощности, выключения и скорости конденсатора-конденсатора;

бак-накопитель жидкой воды с механизмом выдачи воды;

механизм включения и выключения воздушного потока и скребковые системы на основе объема резервуара для хранения и теплоизоляции, защищающей зону сбора системы от более высокие температуры в других частях системы или температуре окружающей среды.

2. Система по п. 1, в которой тепловая энергия собирается и/или для другой системы в качестве энергии, полезной для другой системы, доступна транспортировка из конденсатора системы.

3. Система по пп. 1-2, в которой:

-заменяют компрессор на охладитель Стирлинга;

-конденсатор заменяется регенератором;

-исключается капиллярная трубка;

-испаритель находится в замкнутом контуре и соединен с охлаждающей головкой охладителя Стирлинга.

4. Система по пп. 1-2, в которой:

-заменяют компрессор на модульные термоэлектрические охладители;

-конденсатор заменяют на теплоотвод;

-исключается капиллярная трубка;

испаритель находится в замкнутом контуре и подключен к холодной стороне термоэлектрических охладителей модулей.

5. Система по п. 1-2, в которой:

-заменяют компрессор на электроакустический преобразователь;

добавляют резонатор:

конденсатор заменяют высокотемпературным теплообменником;

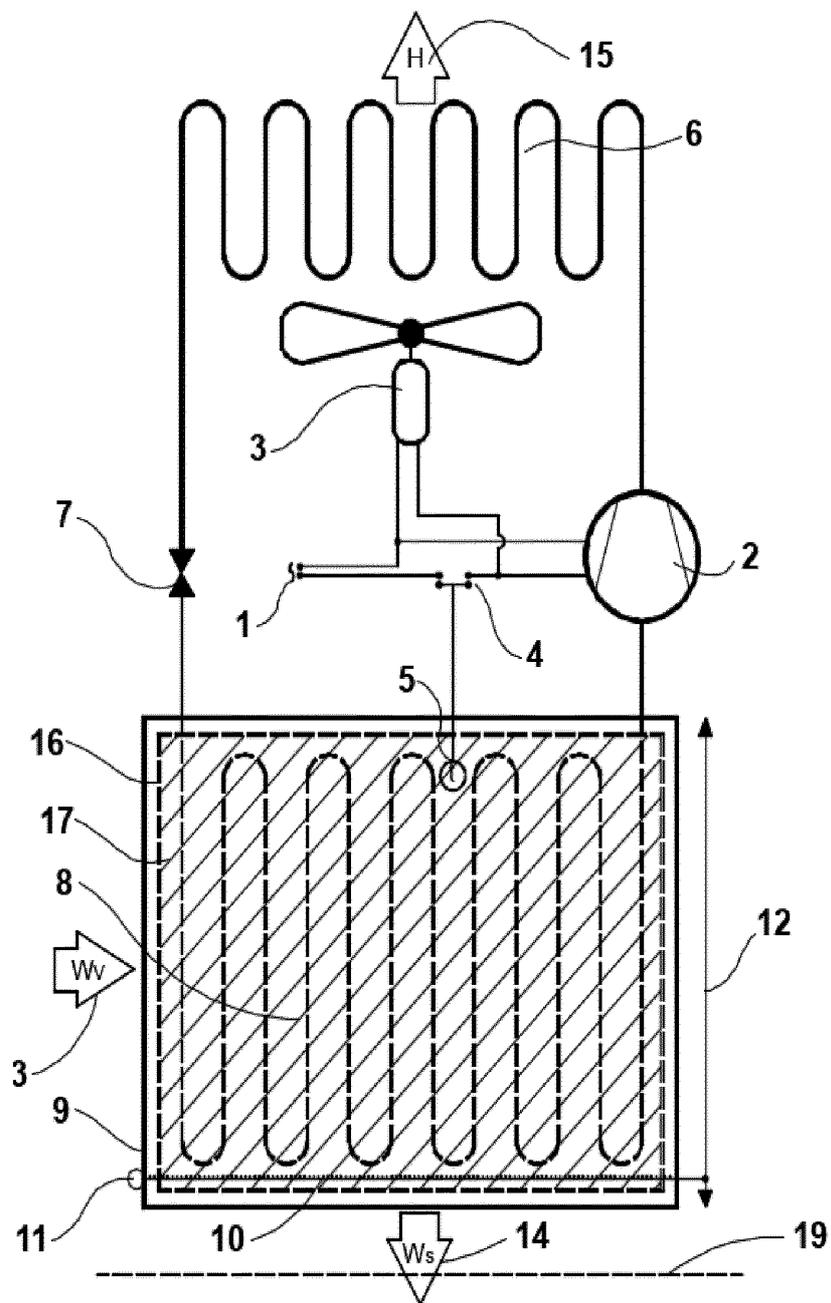
-заменяют капиллярную трубку на регенератор;

-добавляют низкотемпературный теплообменник;

испаритель находится в замкнутом контуре, и низкотемпературный теплообменник приклеен.

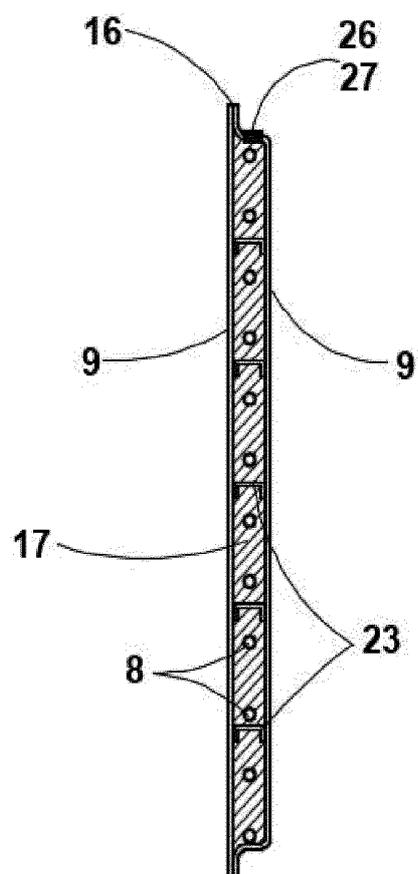
6. Система по пп. 1-2, в которой при этом объем испарителя в испарителе захватывается шаровыми кранами, когда испаритель

7. Система по пп. 1-2, в которой конденсатор и вентилятор заменены пластинчатым теплообменником для передачи тепловой энергии в отдельную систему.

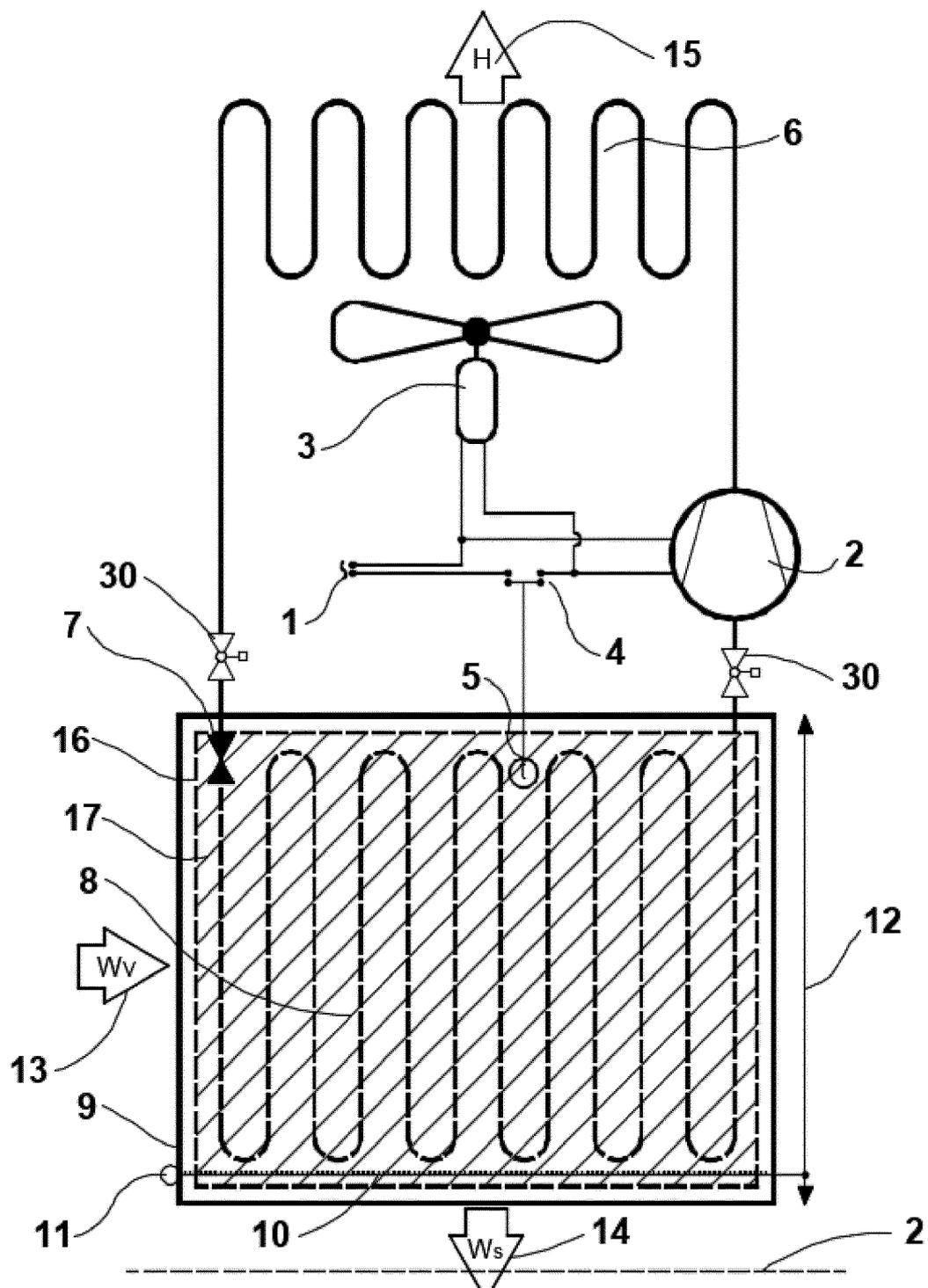


ФИГ.1

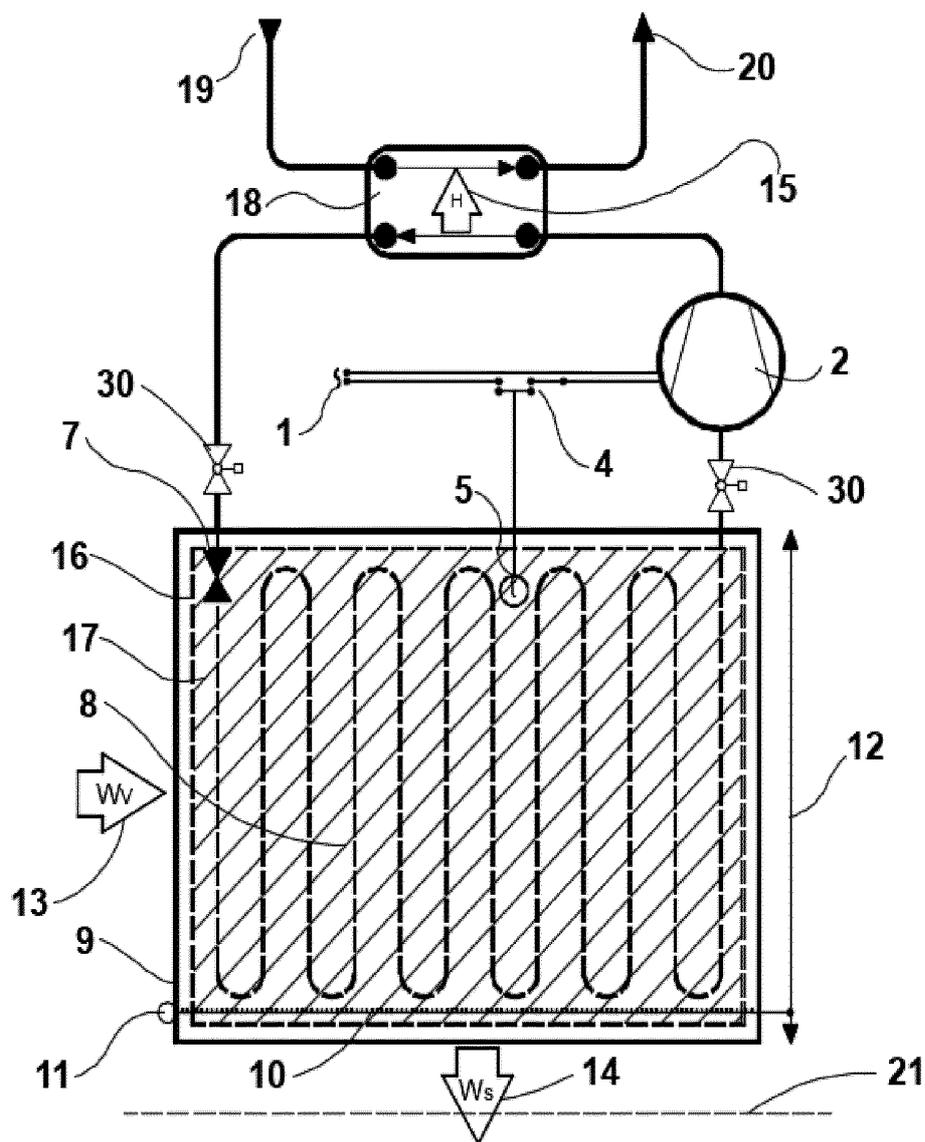




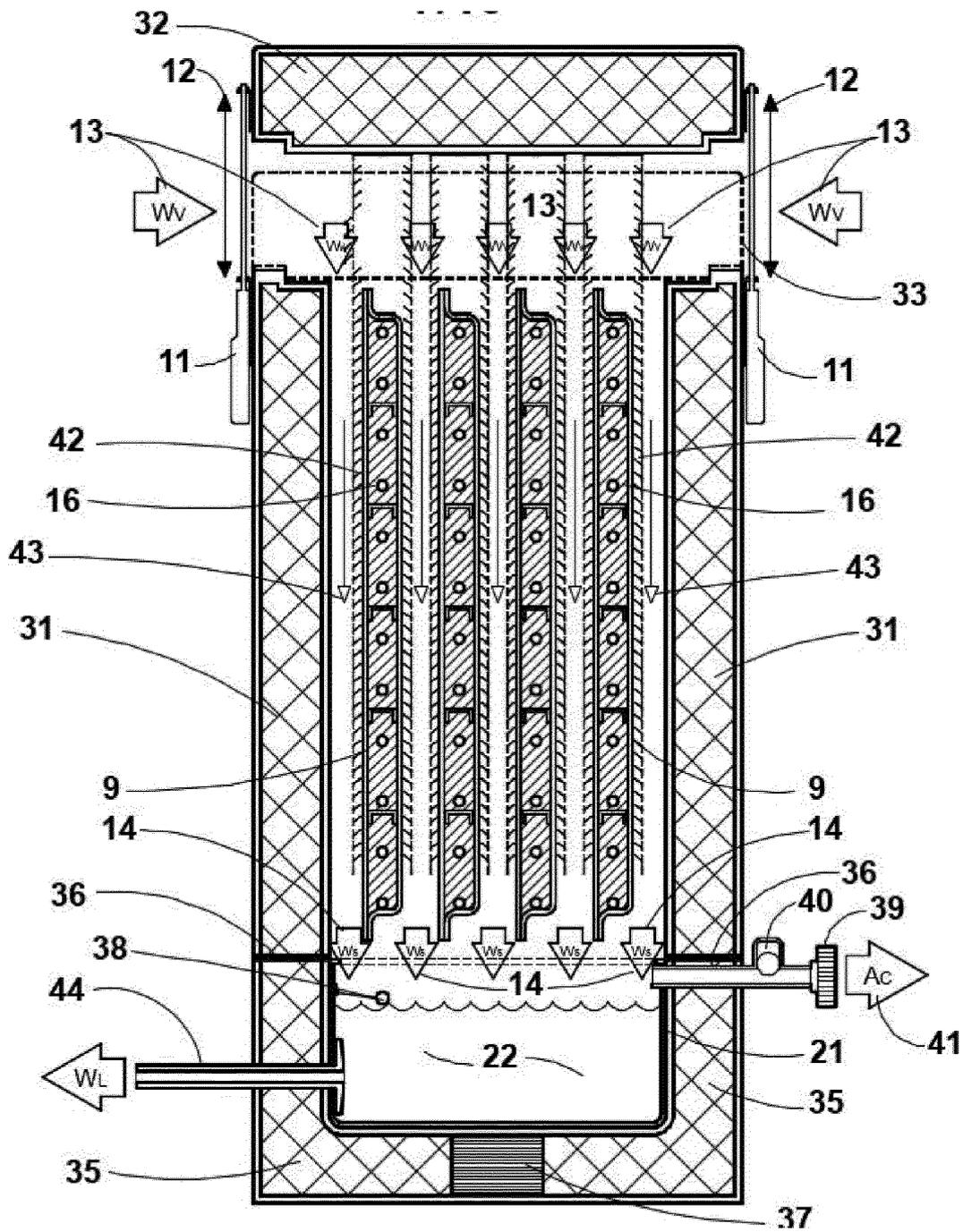
ФИГ.4



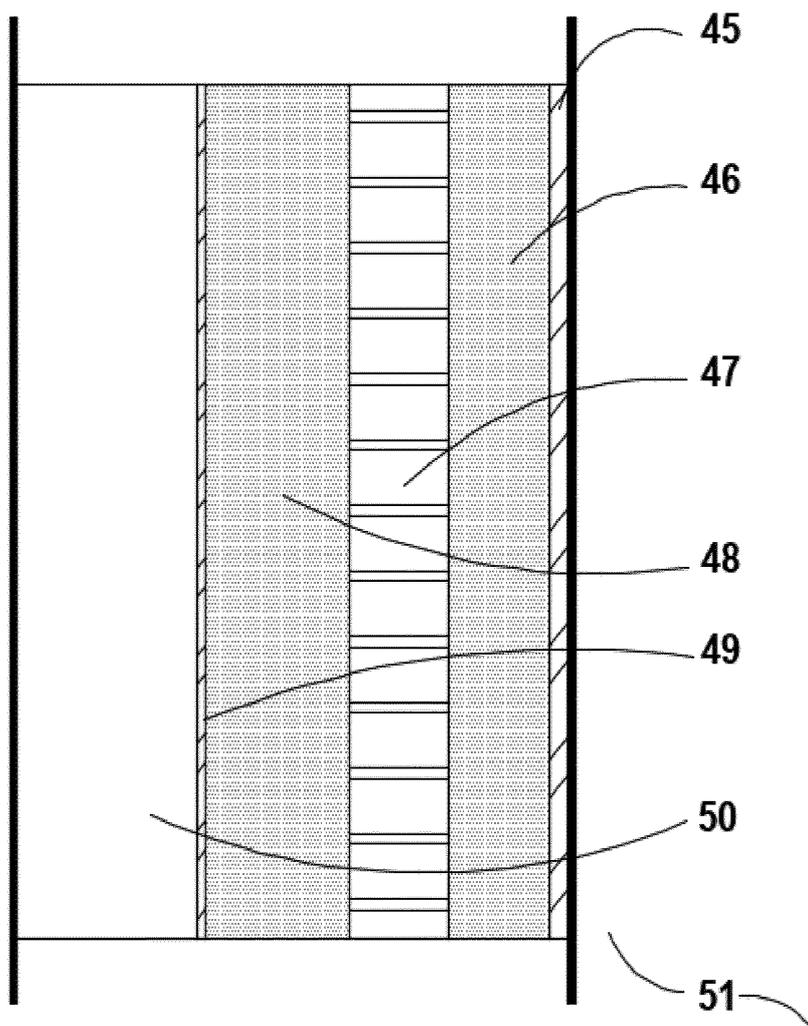
ФИГ.5



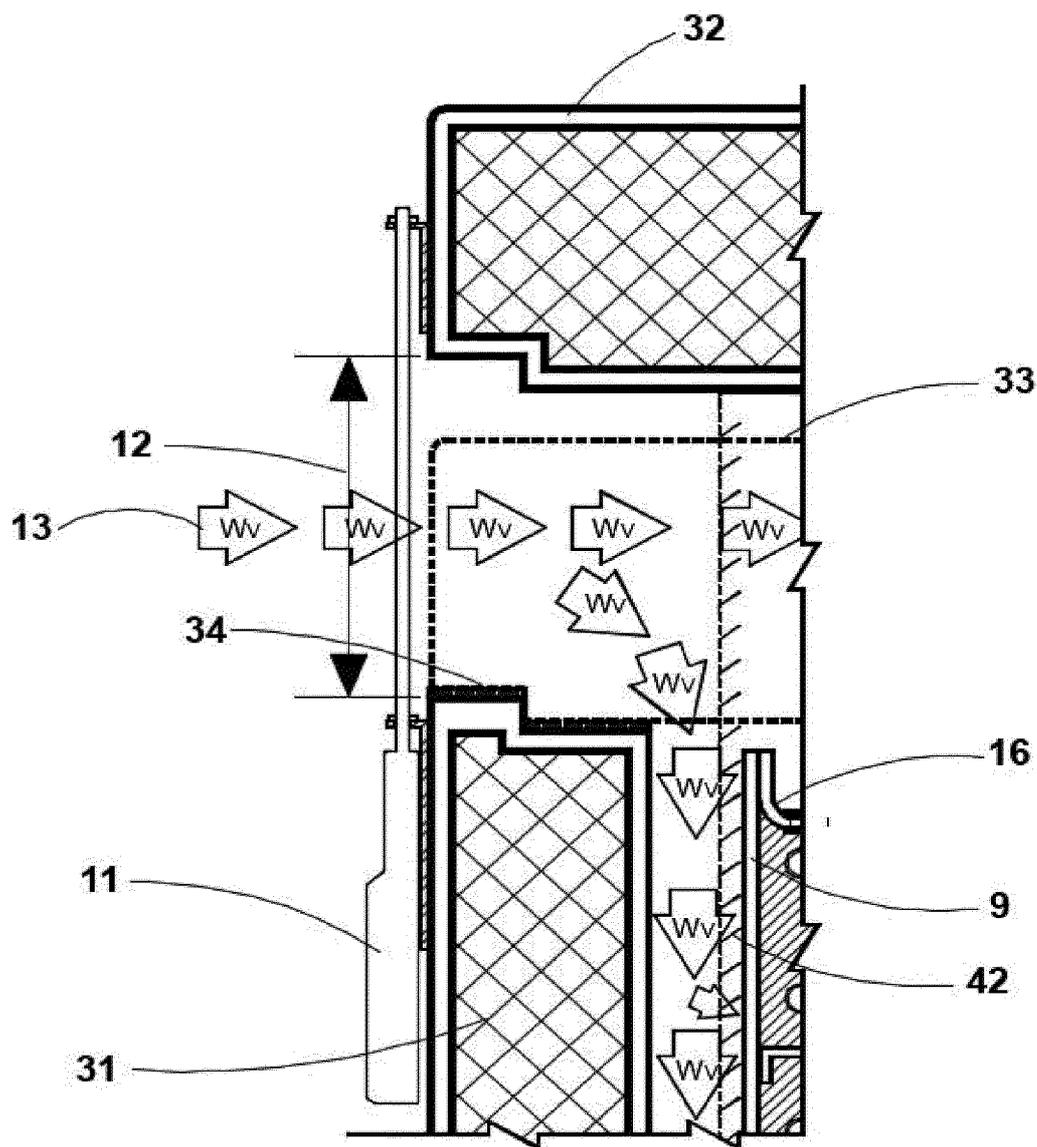
ФИГ.6



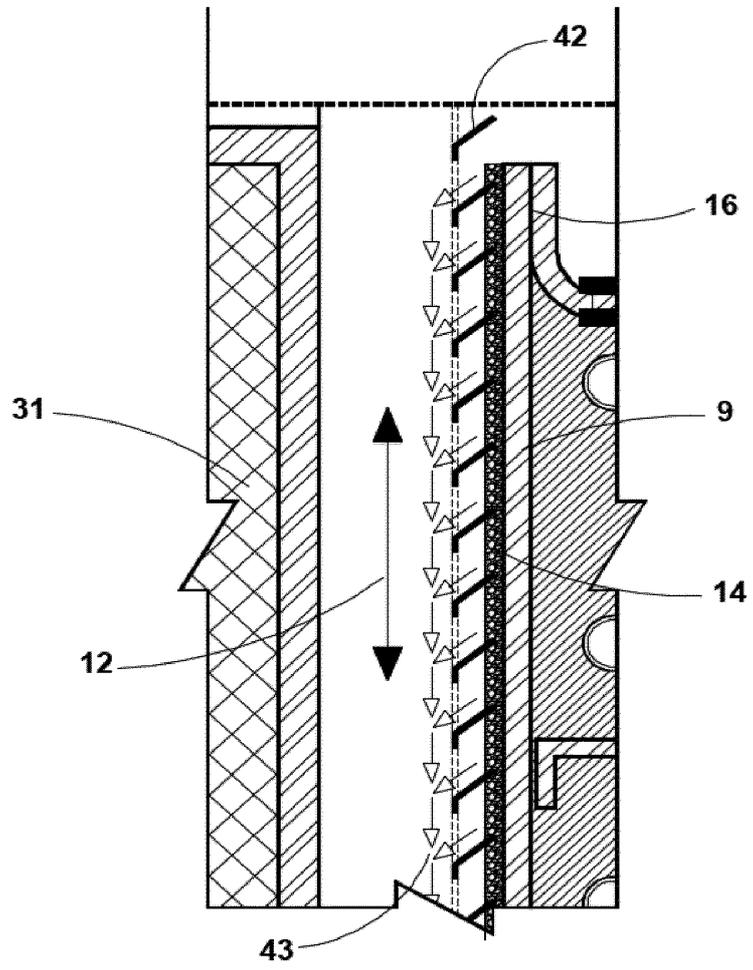
ФИГ.7



ФИГ.8



ФИГ.9



ФИГ.10