

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039793**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.15

(21) Номер заявки
202090845

(22) Дата подачи заявки
2019.07.31

(51) Int. Cl. **F24H 4/02** (2006.01)
F24H 4/06 (2006.01)
E21B 36/00 (2006.01)

**(54) СИСТЕМА РЕКУПЕРАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДЯЩЕГО ТЕПЛА ДЛЯ
ОТРАБОТАВШЕГО ШАХТНОГО ВОЗДУХА**

(31) **201811220168.8; 201811220194.0;
201811220158.4**

(32) **2018.10.19**

(33) **CN**

(43) **2020.10.30**

(86) **PCT/CN2019/098639**

(87) **WO 2020/078069 2020.04.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЧАЙНА ЭНФИ ИНЖЕНИРИНГ
КОРПОРЕЙШН (CN)**

(72) Изобретатель:
**Цао Лян, Гао Бо, Жэнь Чжаочэн, Сунь
Цзяньсинь, Е Юн, Шэнь Чжиянь (CN)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(56) CN-A-109210831
CN-A-109186130
CN-U-208983664
CN-U-208952464
CN-A-102121392
CN-U-207740028
CN-U-204373452
US-A-4119142

(57) Изобретение относится к системе рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха, которая включает направляющее поток воздуха устройство, воздушный теплообменный узел, водный теплообменный узел, устройство транспортировки горячей воды и устройство утилизации горячей воды. Один конец воздухопровода направляющего поток воздуха устройства соединен с вентиляционной шахтой отработавшего шахтного воздуха, а другой конец воздухопровода соединен с воздушным теплообменным узлом; устройство транспортировки горячей воды содержит трубу подачи горячей воды и трубу возврата горячей воды, причем один конец трубы подачи горячей воды и один конец трубы возврата горячей воды соединены с водным теплообменным узлом, а другой конец трубы подачи горячей воды и другой конец трубы возврата горячей воды соединены с устройством утилизации горячей воды; воздушный теплообменный узел соединен с водным теплообменным узлом посредством трубопровода хладагента, воздушный теплообменный узел выполнен с возможностью поглощения тепла отработавшего воздуха, а водный теплообменный узел выполнен с возможностью проведения тепла, поглощенного воздушным теплообменным узлом, в воду, циркулирующую в устройстве транспортировки горячей воды.

039793
B1

039793
B1

Перекрестная ссылка на родственные заявки

Для изобретения, которое основано на международной заявке PCT/CN 2019/098639, поданной 31 июля 2019 г., испрашивается приоритет на основании заявок №№ 201811220168.8, 201811220194.0 и 201811220158.4, поданных 19 октября 2018 г. в патентное ведомство Китая, полное содержание которых включено в данный документ посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение относится к области рекуперации шахтного отходящего тепла, в особенности относится к системе рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха.

Уровень техники

Отработавший шахтный воздух является высококачественным ресурсом отходящего тепла, однако отработавший воздух существующей шахты обычно непосредственно выпускают в атмосферу и большое количество ресурсов отходящего тепла не используют эффективно, что не только вызывает потерю энергии, но также усиливает парниковый эффект.

В предшествующем уровне техники в системе рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха в основном распыляют отработавший шахтный воздух посредством распыляемой воды так, чтобы поглотить теплоту в отработавшем воздухе, поглощающую теплоту распыляемую воду хранят в водосборном баке и распыляемую воду превращают в горячую воду с более высокой температурой посредством использующего теплоту воды теплового насоса и используют в районе добычи.

В данной технологии система рекуперации, образованная распыляющим оборудованием, водосборным баком и оборудованием использующего теплоту воды теплового насоса имеет сложную общую структуру, сложность конструкции возрастает и возрастают затраты на производство.

Приведенная выше информация описана в разделе уровня техники только для усиления понимания основы настоящего изобретения, и поэтому она может включать информацию, которая не составляет предшествующий уровень техники, который известен специалистам в данном уровне техники.

Сущность изобретения

Одной основной целью настоящего изобретения является преодоление по меньшей мере одного из вышеупомянутых недостатков в предшествующем уровне техники и предоставление системы рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха с простой структурой и высоким коэффициентом рекуперации.

Для достижения цели изобретения в изобретении принимают следующие технические решения.

Согласно одному аспекту изобретения предложена система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха, которая включает направляющее поток воздуха устройство, воздушный теплообменный узел, водный теплообменный узел, устройство транспортировки горячей воды и устройство утилизации горячей воды; один конец воздухопровода направляющего поток воздуха устройством соединен с вентиляционной шахтой отработавшего шахтного воздуха, а другой конец воздухопровода соединен с воздушным теплообменным узлом; устройство подачи и распределения горячей воды включает трубу подачи горячей воды и трубу возврата горячей воды, один конец трубы подачи горячей воды и один конец трубы возврата горячей воды соединены с водным теплообменным узлом, и другой конец трубы подачи горячей воды и другой конец трубы возврата горячей воды соединены с устройством утилизации горячей воды; воздушный теплообменный узел соединен с водным теплообменным узлом посредством трубопровода хладагента, воздушный теплообменный узел выполнен с возможностью поглощения тепла отработавшего воздуха, а водный теплообменный узел выполнен с возможностью проведения тепла, поглощенного воздушным теплообменным узлом, в воду, циркулирующую в устройстве транспортировки горячей воды.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения воздушный теплообменный узел включает испаритель и компрессор, где компрессор соединен с испарителем.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения водный теплообменный узел включает расширительный клапан и конденсатор, где расширительный клапан, испаритель, компрессор и конденсатор соединены последовательно друг за другом.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения испаритель включает по меньшей мере четыре ряда комплектов пластин, и эти по меньшей мере четыре ряда комплектов пластин расположены стопкой и являются рифлеными.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения число комплектов пластин содержит четыре ряда, и эти комплекты пластин имеют форму в виде буквы M или W.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения каждый комплект пластин включает множество пластин, расположенных с интервалами, и расстояние между двумя соседними пластинами составляет 3-6 мм.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения расстояние между двумя соседними пластинами составляет 4-5 мм.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения расстояние между двумя соседними пла-

стинами составляет 4,2 мм.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения водный теплообменный узел включает вход для воды и выход для воды, труба подачи горячей воды соединена с выходом для воды, а труба возврата горячей воды соединена с входом для воды.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения воздушный теплообменный узел включает поверхность первой стороны и поверхность второй стороны, при этом поверхность первой стороны находится в контакте с внешним воздухом, а поверхность второй стороны находится в контакте с отработавшим воздухом в направляющем поток воздуха устройстве.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения устройство утилизации горячей воды является по меньшей мере одним из устройства предварительного нагрева шахтного впускного воздуха, ливневого устройства и нагревательного устройства.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения направляющее поток воздуха устройство включает горизонтальный направляющий воздухопровод и изогнутый направляющий воздухопровод, два конца горизонтального направляющего воздухопровода соответственно соединены с вентиляционной шахтой отработавшего шахтного воздуха и изогнутым направляющим воздухопроводом, а другой конец изогнутого направляющего воздухопровода соединен с воздушным теплообменным узлом.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения направляющее поток воздуха устройство дополнительно включает трубу приточного воздуха, которая установлена на устье вентиляционной шахты отработавшего шахтного воздуха с расширением вверх, причем труба приточного воздуха связана с горизонтальным направляющим воздухопроводом и труба приточного воздуха герметично соединена со входом вентиляционной шахты отработавшего шахтного воздуха и горизонтальным направляющим воздухопроводом, где горизонтальный направляющий воздухопровод соединен с подошвой шахты посредством опорных стержней, а горизонтальный направляющий воздухопровод является вертикальным к оси трубы приточного воздуха.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения направляющее поток воздуха устройство дополнительно включает расположенную горизонтально обслуживающую площадку, и обслуживающая площадка соединена с подошвой шахты посредством опорных стержней.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения на направляющем поток воздуха устройстве дополнительно расположена по меньшей мере одна вентиляционная дверь.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения поверхность верхнего конца трубы приточного воздуха совпадает с плоскостью обслуживающей площадки.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения в направляющем поток воздуха устройстве дополнительно расположена направляющая плита, которая имеет форму арки, и вогнутая поверхность направляющей плиты повернута к отработавшему шахтному воздуху, и ее используют для направления отработавшего шахтного воздуха на выпуск.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения устройство подачи и распределения горячей воды дополнительно включает циркуляционный водный насосный узел, используемый для последовательной циркуляции циркулирующей воды между водным теплообменным узлом, трубой подачи горячей воды, устройством утилизации горячей воды и трубой возврата горячей воды.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения на конце выхода воды циркуляционного водного насосного узла расположен обратный клапан.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения устройство транспортировки горячей воды дополнительно включает устройство добавочной подачи воды для подачи циркулирующей воды.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения устройство транспортировки горячей воды дополнительно содержит устройство умягчения воды для уменьшения жесткости водопроводной воды.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения система дополнительно включает систему автоматического управления, и систему автоматического управления используют для регулирования рабочих условий системы рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения трубопровод хладагента является медной трубой.

Как можно видеть из приведенных выше технических решений, преимущества и положительные эффекты системы рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха являются следующими.

Посредством использования технологии использующего теплоту воздуха теплового насоса отработавший шахтный воздух находится в непосредственном контакте с воздушным теплообменным узлом, теплоту передают от отработавшего воздуха воздушному теплообменному узлу и затем теплоту в отработавшем воздухе передают в циркулирующую воду посредством водного теплообменного узла. По сравнению с предшествующим уровнем техники пропускают конструкцию распыляющего воду устройства и водосборного бака так, что структура системы рекуперации является более простой.

Кроме того, по настоящему изобретению теплоту можно передавать от отработавшего шахтного воздуха в циркулирующую воду только посредством использующего теплоту воздуха теплового насоса,

при этом по сравнению с предшествующим уровнем техники, в котором теплоту сперва подают с помощью распыляемой воды и затем теплоту передают в циркулирующую воду с помощью использующего теплоту воды теплового насоса, система по изобретению обладает сильно улучшенным коэффициентом рекуперации тепла отработавшего шахтного воздуха.

Краткое описание чертежей

Указанные выше и другие признаки и преимущества настоящего изобретения станут более ясны с помощью подробного описания примеров его воплощения со ссылкой на приложенные чертежи.

Фиг. 1 является схематической диаграммой системы рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха согласно одному примеру воплощения;

фиг. 2 - эксплуатационной схематической диаграммой воздушного теплообменного узла и водного теплообменного узла согласно одному примеру воплощения;

фиг. 3 - другой схематической диаграммой воздушного теплообменного узла и водного теплообменного узла согласно одному примеру воплощения;

фиг. 4 - схематическим изображением комплекта пластин испарителя воздушного теплообменного узла согласно одному примеру воплощения;

фиг. 5А - схематическим изображением четырехрядного комплекта пластин в форме буквы М согласно одному примеру воплощения;

фиг. 5В - схематическим изображением четырехрядного комплекта пластин в форме буквы W согласно одному примеру воплощения;

фиг. 6 - видом спереди направляющего поток шахтного воздуха устройства согласно одному примеру воплощения;

фиг. 7 - боковым видом слева согласно фиг. 6.

Номера позиций на чертежах являются следующими:

1 - направляющее поток воздуха устройство, 11 - горизонтальный направляющий воздухопровод, 12 - изогнутый направляющий воздухопровод, 13 - труба приточного воздуха, 14 - вентиляционная дверь, 2 - воздушный теплообменный узел, 21 - трубопровод хладагента, 22 - поверхность первой стороны, 23 - поверхность второй стороны, 24 - испаритель, 241 - испарительная труба, 242 - пластина, 243 - первый комплект пластин, 244 - второй комплект пластин, 245 - третий комплект пластин, 246 - четвертый комплект пластин, 25 - компрессор, 3 - водный теплообменный узел, 31 - вход для воды, 32 - выход для воды, 33 - конденсатор, 34 - расширительный клапан, 4 - устройство транспортировки горячей воды, 41 - труба подачи горячей воды, 42 - труба возврата горячей воды, 43 - циркуляционный водный насосный узел, 431 - циркуляционный водный насос, 432 - обратный клапан, 433 - фильтр, 434 - гибкое соединение, 44 - насос добавочной подачи, 45 - устройство умягчения воды, 451 - бак умягчителя воды, 452 - соляной бак, 5 - устройство утилизации горячей воды, 6 - вентиляционная шахта отработавшего шахтного воздуха, 7 - направляющая плита, 8 - опорный стержень, 9 - устье шахты, 10 - обслуживающая площадка, 101 - ограждение, F - подошва шахты.

Подробное описание изобретения

Далее более полно описаны примеры воплощения со ссылкой на приложенные чертежи примеров воплощения. Однако изобретение можно воплотить во многих различных формах и его нельзя истолковывать как ограниченное изложенными в данном документе воплощениями, скорее эти воплощения предоставлены для того, чтобы это описание было исчерпывающим и полным и полностью передавало идею примеров воплощения специалистам в данной области техники. Одинаковые номера позиций на чертежах обозначают одинаковые или похожие структуры и таким образом их подробные описания опускают.

Хотя относительные термины, такие как "верхний" и "нижний", используют в этом описании для описания соотношения одного компонента к другому компоненту чертежа, эти термины используют в этом описании только для удобства, например, согласно направлению примеров, изображенных на чертежах. Следует понимать, что если показанное на чертежах устройство повернуть вверх ногами, компонент, описанный как "выше", станет компонентом, описанным как "ниже". Другие относительные термины, такие как "верхняя часть", "нижняя часть" и т.п., также имеют аналогичные значения. Термины единственного числа и "указанный" предназначены для обозначения того, что существуют один или более элементов/компонентов/ и т.п., термины "содержащий" и "имеющий" используют в инклюзивном смысле, и они означают, что могут присутствовать дополнительные элементы/компоненты/ и т.п. помимо перечисленных элементов/компонентов/ и т.п., термины "первый", "второй", "третий" и "четвертый" и т.п. используют лишь как отметки, и они не предназначены для ограничения числа их объектов.

Идея настоящего изобретения состоит в следующем: путем использования технологии использующего теплоту воздуха теплового насоса теплота в отработавшем шахтном воздухе поглощается воздушным теплообменным узлом 2, и теплоту проводят в циркулирующую воду с помощью водного теплообменного узла 3 так, что теплоту используют для предварительного нагрева входа шахтного воздуха, орошения района добычи, нагрева района добычи или для другого устройства утилизации горячей воды в районе добычи, что заменяет обычные уголь, нефтяное топливо или электрическую энергию, и достигают эффекта сбережения энергии.

Ниже подробно описывают некоторые воплощения настоящего изобретения со ссылкой на прило-

женные чертежи, и описанные ниже признаки воплощений можно объединять друг с другом без противоречия.

Что касается фиг. 1, в этом воплощении система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по настоящему изобретению включает направляющее устройство 1, воздушный теплообменный узел 2, водный теплообменный узел 3, устройство 4 транспортировки горячей воды и устройство 5 утилизации горячей воды. Один конец воздухопровода направляющего потока воздуха устройства 1 соединен с вентиляционной шахтой 6 отработавшего шахтного воздуха, а другой конец воздухопровода соединен с воздушным теплообменным узлом 2. Устройство 4 распределения горячей воды включает трубу 41 подачи горячей воды и трубу 42 возврата горячей воды, и одни концы трубы 41 подачи горячей воды и трубы 42 возврата горячей воды соединены с блоком 3 водного теплообменника, а другие их концы соединены с устройством 5 утилизации горячей воды. Воздушный теплообменный узел 2 и водный теплообменный узел 3 можно соединить медной трубой 21. Воздушный теплообменный узел 2 используют для поглощения теплоты отработавшего воздуха, а водный теплообменный узел 3 используют для проведения теплоты, поглощенной воздушным теплообменным узлом 2, в циркулирующую воду, текущую в устройстве 4 транспортировки горячей воды.

Конкретно, как показано на фиг. 2 и 3, воздушный теплообменный узел 2 может содержать испаритель 24 и компрессор 25, а водный теплообменный узел 3 может содержать конденсатор 33 и расширительный клапан 34. Испаритель 24, компрессор 25, конденсатор 33 и расширительный клапан 34 составляют блок использующего теплоту воздуха теплового насоса. Испаритель 24, компрессор 25, конденсатор 33 и расширительный клапан 34 можно соединить трубопроводом 21 хладагента. Трубопровод 21 хладагента может быть медной трубой или металлической трубой, изготовленной из других материалов, и в этом воплощении трубопровод 21 хладагента является медной трубой. Медный трубопровод хладагента обладает преимуществами низкой цены, мягкой структуры и легкого изгиба и т.п. В то же время, медный трубопровод хладагента расположен в оборудовании теплообменника, так что масса оборудования теплообменника понижается и стойкость к коррозии повышается.

Медная труба 21 заполнена теплопередающей средой. Теплопередающая среда может быть изобутаном, н-бутаном, фреоном и т.п. или сочетанием описанных веществ. Температура кипения теплопередающей среды при нормальном давлении очень низкая и составляет -40°C , температура замерзания составляет ниже -100°C , и вещество находится в жидком состоянии при условии пониженной температуры. Поэтому, когда теплопередающая среда контактирует с отработавшим шахтным воздухом (температура составляет приблизительно 8°C), теплопередающая среда быстро испаряется.

Блок использующего теплоту воздуха теплового насоса может включать испаритель 24, компрессор 25, конденсатор 33 и расширительный клапан 34, соединенные последовательно. Испаритель 24 соединен с компрессором 25, конденсатором 33 и расширительным клапаном 34 посредством трубопровода 21 хладагента. Конкретно, выходной конец испарителя 24 соединен с входным концом компрессора 25 посредством трубопровода 21 хладагента, а входной конец испарителя 24 соединен с выходным концом расширительного клапана 34 посредством одного трубопровода хладагента.

Соотношение соединения использующего теплоту воздуха теплового насоса является следующим: выходной конец испарителя 24 соединен с входным концом компрессора 25 посредством трубопровода 21 хладагента, выходной конец компрессора 25 соединен с входным концом конденсатора 33 посредством трубы, выходной конец конденсатора 33 соединен с входным концом расширительного клапана 34 посредством трубы и выходной конец расширительного клапана 34 соединен с входным концом испарителя 24 посредством трубопровода хладагента. Таким образом, испаритель 24, компрессор 25, конденсатор 33 и расширительный клапан 34 образуют замкнутый контур. Между тем, теплопередающая среда, такая как изобутан, н-бутан, фреон и т.п. или сочетание описанных веществ, заполняет трубы. Температура кипения теплопередающей среды при нормальном давлении очень низкая, и теплопередающая среда может быстро испаряться после контакта с отработавшим шахтным воздухом, так что отходящее тепло поглощается отработавшим шахтным воздухом.

Принцип действия того, как переносить теплоту отработавшего шахтного воздуха в циркулирующую воду, когда работают воздушный теплообменный узел 2 и водный теплообменный узел 3, подробно описывают ниже.

Теплопередающая среда в испарителе 24 поглощает теплоту отработавшего шахтного воздуха, теплопередающую среду испаряют в испарителе 24, теплопередающую среду в состоянии низкой температуры и низкого давления сжимают с помощью компрессора 25, затем она становится газом в состоянии высокой температуры и высокого давления, и этот газ в состоянии высокой температуры и высокого давления направляют в конденсатор 33. Так как температура теплопередающей среды выше температуры циркулирующей воды, теплопередающая среда превращается в жидкость из газа под действием циркулирующей воды с более низкой температурой и одновременно выделяет теплоту, что обеспечивает повышение температуры циркулирующей воды. Теплопередающую среду в жидком состоянии дросселируют с помощью расширительного клапана 34 и затем возвращают в испаритель 24 под действием давления и указанные выше действия повторяют. В описанном выше цикле достигают переноса тепла от

отработавшего шахтного воздуха в циркулирующую воду.

Как показано на фиг. 1, воздушный теплообменный узел 2 и водный теплообменный узел 3 образуют блок использующего теплоту воздуха теплового насоса, при этом следует понимать, что специалист в данной области техники может установить множество блоков использующих теплоту воздуха тепловых насосов согласно выходу отработавшего шахтного воздуха. В настоящем изобретении число воздушных теплообменных узлов 2 и водных теплообменных узлов 3 отдельно не ограничено.

В этом воплощении испаритель 24 включает по меньшей мере четыре ряда комплектов пластин, которые расположены стопкой и являются рифлеными.

Кроме того, число комплектов пластин может состоять из четырех рядов, первого комплекта 243 пластин, второго комплекта 244 пластин, третьего комплекта 245 пластин и четвертого комплекта 246 пластин соответственно. Как показано на фиг. 5А, четыре ряда комплектов пластин можно расположить в виде буквы М.

Кроме того, как показано на фиг. 5В, комплекты пластин можно предоставить в виде буквы W. Конечно, ряды комплектов пластин также можно расположить в испарителе 24 в других компоновках, таких как сочетания W и V, сочетания М и М и т.п.

В высокогорной области местная плотность воздуха составляет только 50-60% от плотности воздуха на уровне моря, и за счет структуры компоновки комплектов пластин испаритель 24 использующего теплоту воздуха теплового насоса, представленного в изобретении, повышает площадь теплообмена с отработавшим шахтным воздухом, обеспечивает, что поток не уменьшается, и удовлетворяет требованиям системы рекуперации и утилизации отходящего тепла в районе добычи.

Кроме того, как показано на фиг. 4, каждый ряд комплектов пластин может содержать испарительную трубу 241 и множество расположенных на расстоянии друг от друга пластин 242. Расстояние между двумя соседними пластинами 242 d может иметь значение 3-6 мм, например 3,5 мм, 4 мм, 4,5 мм, 5 мм, 5,5 мм и т.п.

Кроме того, расстояние между двумя соседними пластинами 242 может составлять 4-5 мм.

Кроме того, расстояние между двумя соседними пластинами 242 может составлять 4,2 мм.

Конкретно, расстояние между двумя соседними пластинами 242 испарителя 24 в предшествующем уровне техники составляет 1,8 мм, и в настоящем изобретении увеличивают расстояние между пластинами 242 так, что можно уменьшить воздействие на эффективность поглощения тепла пластинами 242, обусловленное прилипанием пыли в воздухе к поверхности пластин 22. Между тем, расстояние между пластинами 242 увеличивают и таким образом сохраняют достаточное пространство для чистки пластин 242 рабочими с помощью очистного оборудования.

Кроме того, блок использующего теплоту воздуха теплового насоса включает блок управления для регулирования работы блока использующего теплоту воздуха теплового насоса, например регулирование температуры, регулирование размораживания и т.п.

Кроме того, установочное положение испарителя 24 отделено от установочных положений компрессора 25, конденсатора 33 и расширительного клапана 34 так, что испаритель 24 можно установить на выходном конце воздуха направляющего поток воздуха устройства в соответствии с конкретной структурой направляющего поток воздуха устройства. Компрессор 25, конденсатор 33 и расширительный клапан 34 расположены вдали от установочного положения испарителя 24, и не обязательно устанавливать компрессор 25, конденсатор 33 и расширительный клапан 34 на выходном конце воздуха направляющего поток воздуха устройства. Из-за конструктивного исполнения сохраняют установочное пространство направляющего поток воздуха устройства и резервируют достаточное установочное положение для испарителя 24, между тем, понижают сложность установки всего оборудования.

Кроме того, водный теплообменный узел 3 включает вход 31 для воды и выход 32 для воды, труба 41 подачи горячей воды соединена с выходом 32 для воды и труба 42 возврата горячей воды соединена со входом 31 для воды. Нагретая циркулирующая вода вытекает из выхода 32 для воды и течет в устройство 5 утилизации горячей воды через трубу 41 подачи горячей воды. Устройство 5 утилизации горячей воды представляет собой, например, устройство предварительного нагрева входящего шахтного воздуха, и после того как циркулирующая вода проходит через устройство предварительного нагрева входящего шахтного воздуха, температура циркулирующей воды соответственно понижается, потому что теплота циркулирующей воды передается входящему шахтному воздуху. Циркулирующая вода, имеющая пониженную температуру, течет во вход 31 для воды через трубу 42 возврата горячей воды под действием циркуляционного водного насосного узла 43, указанный выше процесс нагрева повторяют, и затем циркулирующая вода течет в трубу 41 подачи горячей воды через выход 32 для воды и т.д.

Кроме того, как показано на фиг. 1, воздушный теплообменный узел 2 включает поверхность 22 первой стороны, контактирующую с наружным воздухом, и поверхность 23 второй стороны, контактирующую с отработавшим воздухом в направляющем поток воздуха устройстве 1. Отработавший шахтный воздух течет по воздухопроводу направляющего поток воздуха устройстве 1 и сначала контактирует с поверхностью 23 второй стороны воздушного теплообменного узла 2 и отработавший воздух поступает в воздушный теплообменный узел 2 с поверхности 23 второй стороны. Отработавший воздух, который завершил перенос тепла в воздушном теплообменном узле 2, выпускают с поверхности 22 первой сторо-

ны в наружный воздух.

Дополнительно устройство 5 утилизации горячей воды может быть устройством предварительного нагрева впускного шахтного воздуха, ливневым устройством, нагревательным устройством или другими устройствами, требующими использования горячей воды, или сочетанием указанных выше устройств, использующих горячую воду. В настоящем изобретении конкретный тип устройства 5 утилизации горячей воды не ограничен и для удобства описания устройство 5 утилизации горячей воды схематически описывают как устройство предварительного нагрева входящего шахтного воздуха.

Дополнительно направляющее поток воздуха устройство 1 включает горизонтальный воздухопровод 11 и изогнутый воздухопровод 12, при этом два конца горизонтального воздухопровода 11 соответственно соединены с вентиляционной шахтой 6 отработавшего шахтного воздуха и изогнутым воздухопроводом 12, а другой конец изогнутого воздухопровода 12 соединен с воздушным теплообменным узлом 2. Горизонтальный воздухопровод 11 и изогнутый воздухопровод 12 последовательно расположены между вентиляционной шахтой 6 отработавшего шахтного воздуха и воздушным теплообменным узлом 2. Горизонтальный воздухопровод 11 приблизительно перпендикулярен по отношению к вентиляционной шахте 6 отработавшего шахтного воздуха, так что после того, как отработавший воздух вытекает из вентиляционной шахты 6 отработавшего шахтного воздуха, направление течения потока воздуха блокируется, потому что направление потока воздуха горизонтального воздухопровода 11 приблизительно перпендикулярно к направлению потока воздуха вентиляционной шахты 6 отработавшего шахтного воздуха и скорость потока отработавшего воздуха дополнительно понижают. После понижения скорости отработавший воздух поступает в изогнутый воздухопровод 12, и изогнутый воздухопровод 12 плавно изгибается, так что отработавший воздух становится однородным и слабым после прохождения через изогнутый воздухопровод 12, при этом дополнительно обеспечивают площадь контакта и время контакта воздушного теплообменника 2 и отработавшего воздуха и улучшают эффективность теплообмена.

Дополнительно в данном воплощении, показанном на фиг. 6, направляющее поток воздуха устройство 1 дополнительно включает трубу 13 приточного воздуха, установленную на устье 9 шахты с расширением вверх, при этом труба 13 приточного воздуха соединена с горизонтальным воздухопроводом 11 и труба 13 приточного воздуха герметично соединена с устьем 9 шахты и горизонтальным воздухопроводом 11.

Форма поперечного сечения трубы 13 приточного воздуха является формой, соответствующей устью 9 шахты, например круг, прямоугольник и т.п. Один конец трубы 13 приточного воздуха соединен с устьем 9 шахты герметичным образом, например, уплотнительное кольцо или уплотнительное клеевое покрытие можно расположить между трубой 13 приточного воздуха и устьем 9 шахты так, что отработавший шахтный воздух непосредственно поступает в трубу 13 приточного воздуха после его выпуска из устья 9 шахты. Устье 9 шахты и трубу 13 приточного воздуха герметизируют так, чтобы предотвратить случайную утечку отработавшего воздуха шахты. Аналогично, труба 13 приточного воздуха и направляющее поток воздуха устройство 1 также соединены герметичным образом и можно использовать уплотнительное кольцо или уплотнительное клеевое покрытие.

Направляющее поток воздуха устройство 1 в целом расположено горизонтально, один конец направляющего поток воздуха устройства 1 соединен с трубой 13 приточного воздуха, а другой конец направляющего поток воздуха устройства 1 соединен с воздушным теплообменным узлом 2. Направляющее поток воздуха устройство 1 по настоящему изобретению отличается от башенного направляющего поток воздуха устройства предшествующего уровня техники. Направляющее поток воздуха устройство предшествующего уровня техники имеет большую общую высоту, и это представляет неудобство для входа и выхода рабочих для технического обслуживания, эвакуации людей и т.п. Направляющее поток воздуха устройство расположено горизонтально, так что общая высота направляющего поток воздуха устройства невелика, и это облегчает вход и выход рабочих.

Как показано на фиг. 6 и 7, направляющее поток воздуха устройство 1 соединено с подошвой F посредством опорной балки 8 и не контактирует непосредственно с подошвой F. Так как подошва F шахты в основном является неровной, то если направляющее поток воздуха устройство 1 монтировать непосредственно на подошве F, можно случайно повредить направляющее поток воздуха устройство 1. При использовании структуры, соединенной опорными стержнями 8, можно установить опорные стержни 8 различной длины для приспособления к неоднородностям подошвы F, так что можно обеспечить горизонтальное расположение направляющего поток воздуха устройства 1.

Кроме того, опорные стержни 8 можно изготовить из древесины. В течение работы воздушного теплообменного узла 2 в верхней части направляющего поток воздуха устройства 1 воздушный теплообменный узел 2 может вибрировать, и благодаря конструкции деревянных опорных стержней 8 эффективно смягчают случайное повреждение направляющего поток воздуха устройства 1, вызванное вибрацией воздушного теплообменного узла 2, передающейся подошве F.

Кроме того, направляющее поток воздуха устройство 1 дополнительно содержит горизонтально расположенную обслуживающую площадку 10, и опорный стержень 8 расположен ниже обслуживающей площадки 10, и она соединена с подошвой F посредством опорного стержня 8. Оператор может работать на обслуживающей площадке 10, например, для технического обслуживания, транспортировки и

т.п.

Дополнительно обслуживающую площадку 10 можно расположить горизонтально в нижней части направляющего потока воздуха устройства 1, и плоскость обслуживающей площадки 10 расположена на одной линии с верхним концом поверхности трубы 13 приточного воздуха. Ограждение 101 также расположено около соединения трубы 13 приточного воздуха и обслуживающей площадки 10 так, чтобы предотвращать случайное падение оператора в шахту при работе.

Кроме того, в трубе 13 приточного воздуха предоставляют по меньшей мере одну вентиляционную дверь 14. В предшествующем уровне техники направляющее поток воздуха устройство 1 не оборудовано вентиляционной дверью 14, и когда система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего воздуха не работает, отработавший шахтный воздух можно выпускать только через зазор воздушного теплообменного узла 2. В этом воплощении сконструирована по меньшей мере одна вентиляционная дверь 14 и в период отсутствия рекуперации тепла вентиляционную дверь 14 открывают для своевременного выпуска отработавшего шахтного воздуха из направляющего потока воздуха устройства.

Следует понимать, что в настоящем изобретении конкретное число вентиляционных дверей 14 особенно не ограничено, и специалисты в данной области техники могут разработать число вентиляционных дверей 14 в соответствии с количеством отработавшего воздуха в шахте. Для удобства объяснения в данном воплощении схематически показаны три вентиляционных двери 14.

Дополнительно, как показано на фиг. 7, нижние части трех вентиляционных дверей 14 близки к плоскости обслуживающей площадки 10, так что рабочий может удобно входить в направляющее поток воздуха устройство 1 через вентиляционные двери 14 с обслуживающей площадки 10 или рабочий может возвращаться на обслуживающую площадку 10 через вентиляционные двери 14 из направляющего потока воздуха устройства 1.

Конкретно, когда требуется техническое обслуживание, рабочий заходит на обслуживающую площадку 10 и непосредственно входит в направляющее поток воздуха устройство 1 через вентиляционную дверь 14. Когда шахтеров необходимо эвакуировать, процесс эвакуации персонала противоположен процессу технического обслуживания и его подробно не описывают.

Кроме того, труба 13 приточного воздуха соединена с горизонтальным воздухопроводом 11 и труба 13 приточного воздуха соединена с устьем 9 шахты и горизонтальным воздухопроводом 11 герметичным образом. При этом горизонтальный воздухопровод 11 соединен с подошвой посредством опорных стержней 8. Горизонтальный воздухопровод 11 перпендикулярен оси трубы 13 приточного воздуха, так что после того, как отработавший шахтный воздух выпускают из шахты, расход отработавшего шахтного воздуха понижается, потому что направление течения воздуха в горизонтальном воздухопроводе 11 перпендикулярно направлению течения воздуха в трубе 13 приточного воздуха. После того как замедленный отработавший шахтный воздух поступает в изогнутый воздухопровод 12, поскольку изогнутый воздухопровод 12 плавно изгибается, отработавший шахтный воздух становится однородным и спокойным после прохождения через изогнутый воздухопровод 12, что выгодно для того, чтобы устройство рекуперации отходящего тепла полностью поглощало отходящее тепло отработавшего шахтного воздуха.

Более того, в направляющем потоке воздуха устройстве 1 также предусмотрена направляющая плита 7, и направляющую плиту 7 можно расположить в изогнутом воздухопроводе 12.

Дополнительно направляющая плита 7 может иметь форму арки, при этом вогнутая поверхность арочной направляющей плиты 7 повернута к отработавшему шахтному воздуху, а выпуклая поверхность арочной направляющей плиты 7 повернута от отработавшего шахтного воздуха. Когда отработавший шахтный воздух контактирует с направляющей плитой 7, вогнутая поверхность направляющей плиты 7 имеет форму арки, так что отработавший шахтный воздух амортизируют, и отработавший шахтный воздух является более однородным и спокойным. Например, скорость отработавшего шахтного воздуха в начальном состоянии обычно составляет 8 м/с, и скорость отработавшего шахтного воздуха можно понизить до 4 м/с или даже ниже посредством объединенного действия горизонтального воздухопровода 11, изогнутого воздухопровода 12 и направляющей плиты 7. Поэтому время контакта отработавшего шахтного воздуха и воздушного теплообменника 6 эффективно возрастает и улучшается эффективность рекуперации отходящего тепла.

Кроме того, как показано на фиг. 1, устройство 4 транспортировки горячей воды дополнительно содержит циркуляционный водный насосный узел 43, который используют для последовательной циркуляции циркулирующей воды между водным теплообменным узлом 3, трубой 41 подачи горячей воды, устройством 5 утилизации горячей воды и трубой 42 возврата горячей воды.

Кроме того, обе стороны циркуляционного водного насоса 431 соответственно оборудованы гибким соединением 434, которое препятствует передаче вибрации и шума, вырабатываемых циркуляционным водным насосом 431 в течение работы, в трубу 42 возврата горячей воды или в другие механизмы.

Дополнительно выходной конец циркуляционного водного насоса 431 дополнительно оборудован обратным клапаном 432, так что циркулирующая вода может течь только в одном направлении, и предотвращают обратный поток.

Дополнительно на входе для воды циркуляционного водного насоса 431 дополнительно расположен фильтр 433, и его используют для фильтрации циркулирующей воды.

Следует понимать, что циркуляционные водные насосные узлы 43 можно предоставить во множестве комплектов, и в данном воплощении циркуляционные водные насосные узлы 43 предоставлены в трех комплектах. В течение работы используют два комплекта циркуляционных водных насосных узлов 43, еще один комплект циркуляционных водных насосных узлов 43 готов для использования.

Кроме того, устройство 4 транспортировки горячей воды дополнительно содержит устройство добавочной подачи воды для подачи циркулирующей воды. Устройство добавочной подачи воды включает насос 44 добавочной подачи, гибкое соединение 434 и обратный клапан 432, и принцип работы устройства добавочной подачи воды аналогичен принципу работы циркуляционного водного насосного узла 43, и его снова подробно не описывают.

Более того, устройство 4 транспортировки горячей воды также включает устройство 45 умягчения воды, которое можно соединить непосредственно с водопроводной водой. Устройство умягчения воды содержит бак 451 умягчителя воды и соляной бак 452, где бак 451 умягчителя воды используют для удаления ионов кальция и магния в водопроводной воде для умягчения воды. Соляной бак 452 может обеспечить проход солевого раствора через бак 451 умягчителя воды для восстановления функции умягчающего обмена бака 451 умягчителя воды. Конкретно, водопроводная вода сначала поступает в бак 451 умягчителя воды и затем ионы кальция и магния заменяются из водопроводной воды посредством бака 451 умягчителя воды. Когда бак 451 умягчителя воды поглощает определенное количество ионов кальция и магния, эффективность удаления ионов кальция и магния смолой постепенно понижается, так что требуется регенерация. Способ регенерации состоит в использовании прохождения солевого раствора из солевого бака 452 через смолу для замены ионов кальция и магния на смолу и выгрузке ионов кальция и магния из бака 451 умягчителя воды, так что к смоле возвращается функция умягчающего обмена.

Кроме того, система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха дополнительно включает систему автоматического управления, используемую для регулирования рабочих условий системы рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха.

В заключение, преимущества и выгодные эффекты настоящего изобретения являются следующими.

Посредством использования технологии использующего теплоту воздуха теплового насоса отработавший шахтный воздух находится в непосредственном контакте с воздушным теплообменным узлом, тепло передают от отработавшего воздуха воздушному теплообменному узлу и затем тепло отработавшего воздуха передают воде, циркулирующей через водный теплообменный узел. По сравнению с предшествующим уровнем техники конструкцию устройства распыления воды и водосборный бак пропускают, так что упрощают структуру системы рекуперации.

Кроме того, в настоящем изобретении тепло можно передавать от отработавшего шахтного воздуха циркулирующей воде только посредством использующего теплоту воздуха теплового насоса, и по сравнению с предшествующим уровнем техники, в котором тепло сперва подают с помощью распыляемой воды и затем передают циркулирующей воде с помощью использующего теплоту воды теплового насоса, представленная в изобретении система обладает сильно улучшенным коэффициентом рекуперации теплоты отработавшего шахтного воздуха.

Следует понимать, что изобретение не ограничено в своем применении подробностями конструкции и компоновки компонентов, изложенными в техническом описании. Для изобретения возможны другие воплощения, и их применяют на практике и выполняют различными способами. Изменения и модификации вышеизложенного находятся в области защиты настоящего изобретения. Следует понимать, что описанное и определенное в этом техническом описании изобретение распространяется на все альтернативные сочетания двух или более отдельных упомянутых или очевидных из текста и/или чертежей признаков. Все эти различные сочетания составляют различные альтернативные аспекты настоящего изобретения. Описанные в этом техническом описании воплощения показывают наилучший образ, известный для практического осуществления изобретения, и обеспечивают использование изобретения специалистом в данном уровне техники.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха, содержащая направляющее поток воздуха устройство, воздушный теплообменный узел, водный теплообменный узел, устройство транспортировки горячей воды и устройство утилизации горячей воды,

один конец воздухопровода направляющего поток воздуха устройства соединен с вентиляционной шахтой отработавшего шахтного воздуха, а другой конец воздухопровода соединен с воздушным теплообменным узлом, при этом направляющее поток воздуха устройство содержит горизонтальный направляющий воздухопровод и изогнутый направляющий воздухопровод, причем два конца горизонтального направляющего воздухопровода соответственно соединены с вентиляционной шахтой отработавшего шахтного воздуха и изогнутым направляющим воздухопроводом, а другой конец изогнутого направляющего воздухопровода соединен с воздушным теплообменным узлом; направляющее поток воздуха устройство дополнительно содержит трубу приточного воздуха, которая установлена на устье вентиля-

ционной шахты отработавшего шахтного воздуха с расширением вверх, причем труба приточного воздуха связана с горизонтальным направляющим воздухопроводом, и труба приточного воздуха герметично соединена со входом вентиляционной шахты отработавшего шахтного воздуха и горизонтальным направляющим воздухопроводом, где горизонтальный направляющий воздухопровод соединен с подошвой шахты посредством опорных стержней и горизонтальный направляющий воздухопровод является перпендикулярным к оси трубы приточного воздуха,

устройство транспортировки горячей воды содержит трубу подачи горячей воды и трубу возврата горячей воды, причем один конец трубы подачи горячей воды и один конец трубы возврата горячей воды соединены с водным теплообменным узлом, а другой конец трубы подачи горячей воды и другой конец трубы возврата горячей воды соединены с устройством утилизации горячей воды,

воздушный теплообменный узел соединен с водным теплообменным узлом посредством трубопровода хладагента, причем воздушный теплообменный узел выполнен с возможностью поглощения тепла отработавшего воздуха, а водной теплообменный узел выполнен с возможностью проведения тепла, поглощенного воздушным теплообменным узлом, в воду, циркулирующую в устройстве транспортировки горячей воды.

2. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по п.1, в которой воздушный теплообменный узел содержит испаритель, компрессор, соединенный с испарителем, и водный теплообменный узел содержит расширительный клапан, конденсатор, где расширительный клапан, испаритель, компрессор и конденсатор соединены последовательно друг за другом.

3. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по п.1, в которой испаритель содержит по меньшей мере четыре ряда комплектов пластин, и эти по меньшей мере четыре ряда комплектов пластин расположены стопкой и являются рифлеными.

4. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по п.3, в которой число комплектов пластин содержит четыре ряда, и эти четыре ряда комплектов пластин имеют форму в виде буквы М или W.

5. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по п.3, в которой каждый комплект пластин содержит множество пластин, расположенных с интервалами, и расстояние между двумя соседними пластинами составляет 3-6 мм, предпочтительно расстояние между двумя соседними пластинами составляет 4-5 мм, наиболее предпочтительно расстояние между двумя соседними пластинами составляет 4,2 мм.

6. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по п.1, в которой водный теплообменный узел содержит вход для воды и выход для воды, причем труба подачи горячей воды соединена с выходом для воды и труба возврата горячей воды соединена с входом для воды;

воздушный теплообменный узел содержит поверхность первой стороны и поверхность второй стороны, причем поверхность первой стороны находится в контакте с внешним воздухом, а поверхность второй стороны находится в контакте с отработавшим воздухом в направляющем поток воздуха устройстве;

устройство утилизации горячей воды является по меньшей мере одним из устройства предварительного нагрева шахтного впускного воздуха, ливневого устройства и нагревательного устройства.

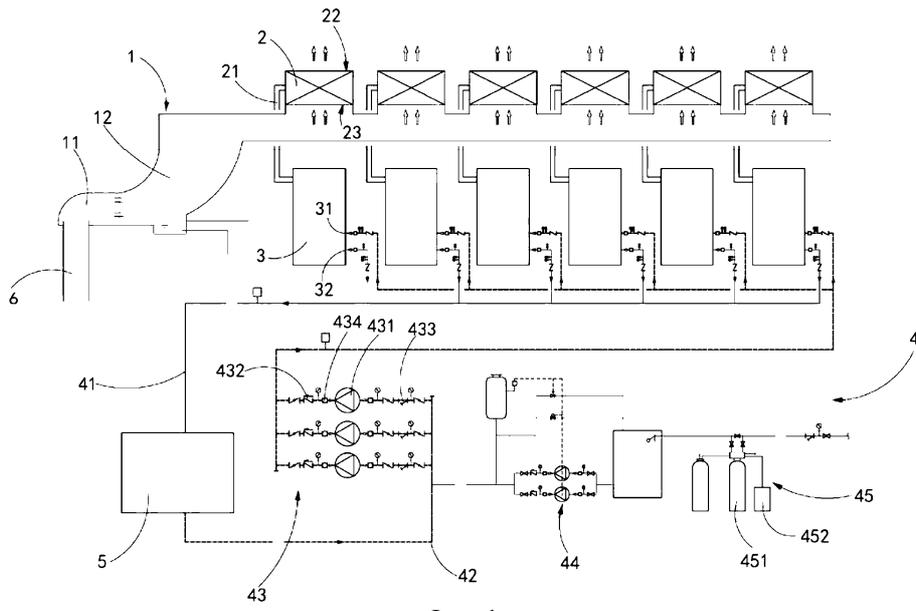
7. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по п.1, в которой направляющее поток воздуха устройство дополнительно содержит расположенную горизонтально обслуживающую площадку, и обслуживающая площадка соединена с подошвой посредством опорных стержней;

при этом на направляющем поток воздуха устройстве дополнительно расположена по меньшей мере одна вентиляционная дверь;

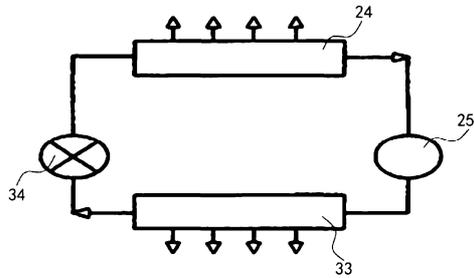
поверхность верхнего конца трубы приточного воздуха совпадает с плоскостью обслуживающей площадки.

8. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по п.1 или 7, в которой в направляющем поток воздуха устройстве дополнительно расположена направляющая плита, которая имеет форму арки, и вогнутая поверхность направляющей плиты повернута к отработавшему шахтному воздуху, и ее используют для направления отработавшего шахтного воздуха на выпуск.

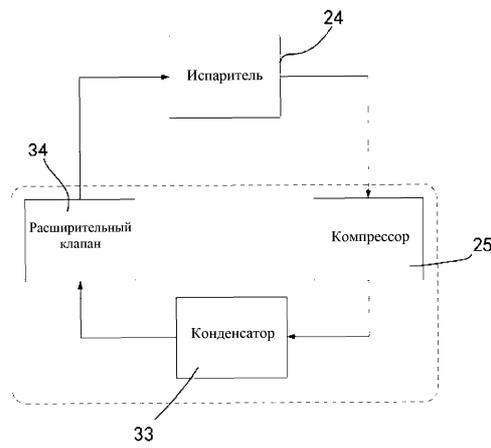
9. Система рекуперации и утилизации отходящего тепла для отработавшего шахтного воздуха по любому из пп.1-4, в которой устройство транспортировки горячей воды дополнительно содержит циркуляционный водный насосный узел, используемый для последовательной циркуляции воды между водным теплообменным узлом, трубой подачи горячей воды, устройством утилизации горячей воды и трубой возврата горячей воды; на конце выхода воды циркуляционного водного насосного узла расположен обратный клапан; при этом устройство транспортировки горячей воды дополнительно содержит устройство добавочной подачи воды для подачи циркулирующей воды и устройство умягчения воды для уменьшения жесткости водопроводной воды.



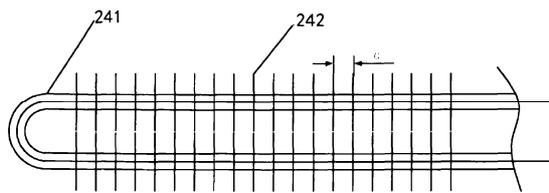
Фиг. 1



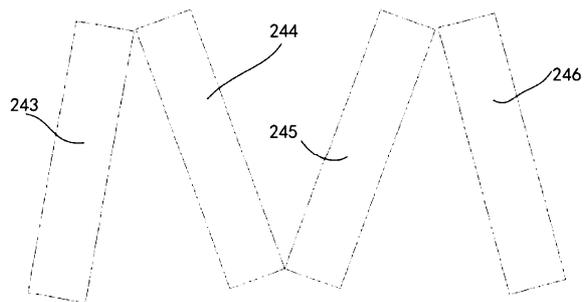
Фиг. 2



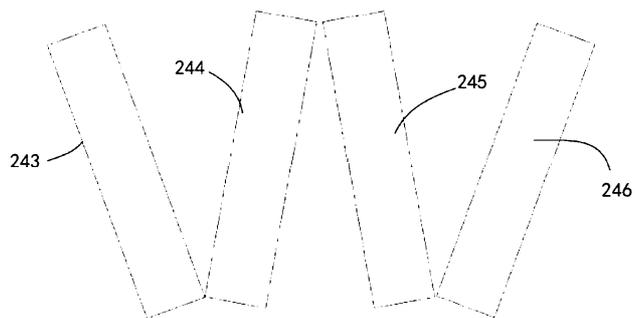
Фиг. 3



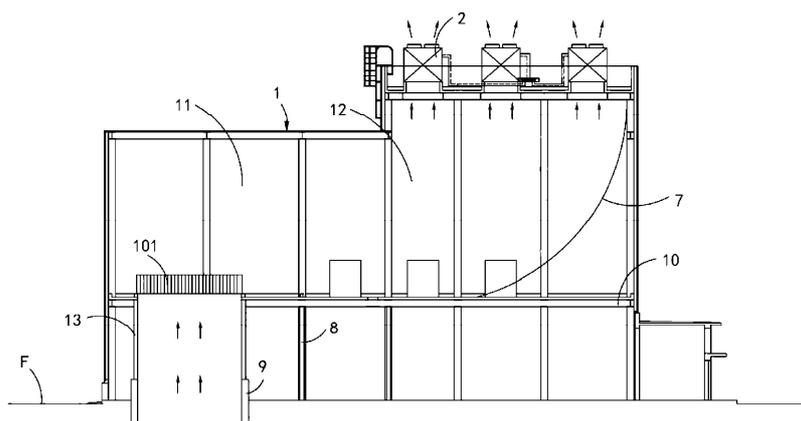
Фиг. 4



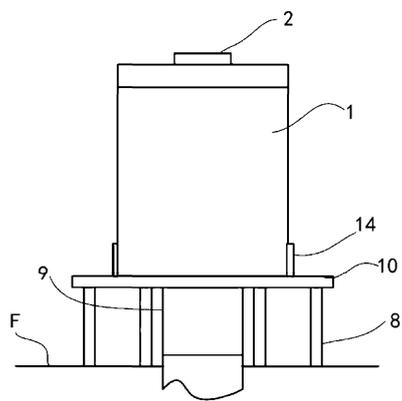
Фиг. 5А



Фиг. 5В



Фиг. 6



Фиг. 7

