

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038929**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.11.10

(51) Int. Cl. **F24D 1/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201891912

(22) Дата подачи заявки
2017.01.30

(54) ВАКУУМ-ПАРОВАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ

(31) 2016106130

(56) RU-C1-2195608

(32) 2016.02.24

KZ-A-18932

(33) RU

UA-U-89954

(43) 2019.01.31

RU-C1-2016354

(86) PCT/RU2017/000042

US-B2-8702013

(87) WO 2017/146608 2017.08.31

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЭНЕРГИЯ
ВАКУУМА" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Хан Антон Викторович (KZ), Ван
Игорь Ву-Юнович (RU), Хан Любовь
Викторовна (KZ)**

(74) Представитель:
**Котлов Д.В., Яремчук А.А.,
Яшмолкина М.Л. (RU)**

(57) Вакуум-паровая система отопления относится к области теплоэнергетики, а именно к энергосберегающим технологиям, и предназначена для автономного отопления жилых, общественных, производственных зданий и теплиц, животноводческих ферм и т.д. Для высокоэффективной передачи теплового потока от источника тепловой энергии применен вакуум-паровой способ передачи тепла с применением замкнутого испарительно-конденсационного цикла с высокой скоростью молярного переноса теплоты паром, с отдельными подсистемами возврата конденсата и вакуумирования и регулирования разрежения в системе, с возможностью монтажа теплового пункта как в подвальном, напольном, так и в крышном вариантах. Надежность системы обеспечивается ее безопасной и бесперебойной работой и при неудовлетворительном уровне герметичности системы (до устранения утечек). КПД системы достигает 89%, экономия энергоносителя составляет 38%.

038929 B1

038929

B1

Изобретение относится к области теплоэнергетики, а именно к энергосберегающим технологиям.

Вакуум-паровая система отопления с параллельными подсистемами возврата конденсата и регулирования разрежения в системе предназначена для передачи теплового потока от источника тепловой энергии к потребителям и служит для автономного теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий, теплиц, животноводческих ферм и т.д.

Для высокоэффективной передачи теплового потока применен вакуум-паровой способ, основанный на работе по замкнутому испарительно-конденсационному циклу с высокой скоростью молярного переноса теплоты паром.

Вакуум-паровой способ теплопередачи осуществляется системой, включающей в себя паровой котел, снабженный блоком автоматического регулирования и блокировки подачи энергоносителя, приборами визуального контроля уровня воды в котле и давления пара в паросборнике, а также предохранительными клапанами, обеспечивающими безопасность работы котла. Здесь же горизонтально расположен верхний распределительный паропровод и конденсатопровод с механическим перекачивающим конденсатоотводчиком в бак сбора конденсата и далее в котел, вертикальные разводящие паропроводы подачи пара в трубную разводку нагревательных приборов, вакуумный водокольцевой насос для создания начального разрежения и обеспечения качественного регулирования температуры теплоносителя путем изменения глубины вакуума в системе посредством автоматического управления работой насоса. Высокий КПД данной системы достигается минимальными затратами энергии при передаче теплового потока от источника тепла потребителям, центральным качественным и количественным регулированием расхода пара, который обеспечивается блоком автоматического регулирования и блокировки подачи энергоносителя и подсистемой регулирования разрежения. Система отопления отличается по сравнению с аналогами вакуум-паровой и субатмосферной систем отопления наличием подсистемы возврата конденсата в паровой котел и управляемого, в зависимости от требуемой температуры теплоносителя (качественного регулирования), путем создания различной глубины разрежения (вакуума), а также количественным регулированием расхода теплоносителя при помощи автоматического регулирования подачи энергоносителя в горелочное устройство топки котла. Система обладает высоким коэффициентом теплопередачи с КПД 89% и значительной экономией энергоносителя до 38%. Энергоэффективность системы также обеспечивается тем, что устройство возврата конденсата в паровой котел не потребляет электроэнергии, а режим работы вакуумного-водокольцевого насоса периодический.

Бесперебойность и стабильность работы данной вакуум-паровой системы отопления в процессе эксплуатации обеспечивается независимой подсистемой возврата конденсата в котел с применением механического перекачивающего конденсатоотводчика (конденсатного насоса), а поддержание и регулирование разрежения в системе - подсистемой вакуумирования с применением системы автоматического управления работой вакуумного-водокольцевого насоса.

Известна вакуум-паровая система, которая включает в себя котел с паросборником, нагревательные приборы, соединенные посредством кранов с паропроводом, конденсатоотводчик с конденсатопроводом и устройство для создания вакуума (патент РФ №2195608 F24D 1/00 от 27.12.2002). Эта система отличается большой металлоемкостью и высокой вероятностью потери герметичности. В системе не предусмотрено регулирование расходом энергоносителя и взрывобезопасность котла.

Известна установка для нагревания вакуумным паром (первоисточник - публикация, размещенная в Интернет, сайт: ngpedia.ru/id427980pl.html "Вакуум-паровая система. Большая энциклопедия нефти и газа"). Установка включает в себя паровой котел, распределительную линию, стояки для подвода пара, нагревательные приборы, стояки для отвода конденсата, фильтр, вакуум-насос, воздухоотделитель. Недостатком этой системы является последовательно соединенный через воздухоотделитель с паровым котлом, постоянно работающий вакуумный насос, потребляющий значительное количество электроэнергии. Высокая вероятность возникновения кавитации в связи с тем, что насос в данной системе откачивает, кроме воздуха, пар и горячий конденсат, воздухоотделитель в момент удаления воздуха в атмосферу неэффективно возвращает конденсат в паровой котел при наличии в нем избыточного давления, а при абсолютном давлении в котле, меньшем атмосферного, есть большая вероятность всасывания в котел наружного воздуха. Не предусмотрена система взрывобезопасности котла.

Наиболее близким аналогом является известная вакуум-паровая система (первоисточник П.Н. Каменев, А.Н. Сканави, В.Н. Богославский "Отопление и вентиляция, часть 1" Москва, Стройиздат, 1975 г.), в схему устройства которых входят паровой котел, трубная пароконденсатная обвязка с нагревательными приборами, конденсатоотводчики, конденсатный бак, устройство регулирования параметрами системы, водокольцевой насос для создания разрежения и перекачки конденсата. Недостатки этой системы - высокая вероятность потери герметичности через уплотнительные устройства вакуумного водокольцевого насоса, а также невозможность регулирования мембранным регулятором давления различных значений вакуума т.к. при применении данного регулятора включение и отключение насоса будет только для одного определенного значения заданного разрежения, для другого значения разрежения потребуются переналадка регулятора. При отключении вакуумного водокольцевого насоса на неопределенное время прекратится подача конденсата в котел, т.к. насос присоединен к котлу последовательно. Насос должен работать постоянно, потребляя значительное количество электроэнергии. Ограничение по устройству

теплового пункта с паровым котлом только в подвальном помещении из-за ограничения возврата конденсата в котел при противодействии пара напору в выкидной линии вакуумного насоса.

Задачей изобретения является создание системы отопления с эффективным использованием энергоносителя (природного газа, электричества и т.д.), применение недорогостоящих материалов, надежной и безопасной работы, создание условий для удобного монтажа, обеспечение простоты в обслуживании и эксплуатации и возможности расположения парового котла как в подвальном, так и напольном и крышном вариантах.

Технический результат достигается тем, что передача теплового потока производится вакуум-паровым способом, основанным на сверхпроводимости тепловой энергии с высоким коэффициентом передачи теплового потока от источника тепла к потребителям по замкнутой циркуляционной системе трубопроводов (паропроводов и конденсатопроводов). Применение вакуум-парового способа теплопередачи позволяет снизить энергопотребление за счет снижения затрат для передачи тепловой энергии к системе обогрева помещений, исключение повысительных насосов для подачи теплоносителя, как, например, в водяной системе отопления с большим гидростатическим давлением. Для устройства транспортировки теплоносителя (отвакуумированного пара) применимы недорогостоящие материалы (трубы из низкоуглеродистой стали, металлопластиковые трубы, обычные фитинги, запорная паровая арматура и т.д.). Все это, благодаря вводу в систему периодически работающего вакуумного водокольцевого насоса с автоматической системой управления, в зависимости от состояния системы и задаваемых параметров разрежения, максимально удаляющего при запуске системы растворенный воздух в промежуточном теплоносителе (воде, антифризе), с температурой теплоносителя, не превышающей 96°C. Ввод блока автоматического регулирования подачи энергоносителя в паровой котел позволяет произвести центральное количественное регулирование расходом теплоносителя (пара), а система блокировки подачи энергоносителя и заправка котла расчетным, строго дозированным количеством промежуточного теплоносителя обеспечивает взрывобезопасность котла. Небольшой объем заправки промежуточным теплоносителем также позволяет снизить затраты энергоносителя для быстрого прогрева промежуточного теплоносителя в котле, что приводит к значительной экономии водных ресурсов. Применение подсистемы возврата конденсата в паровой котел позволяет расположить тепловой пункт как в подвальном, так и в напольном и крышном вариантах, т.к. механический перекачивающий конденсатоотводчик может создать давление подпора в зависимости от развиваемого давления паровым котлом рабочего пара до 16 МПа.

Следует отметить, что рабочей средой для перекачки конденсата может применяться сжатый воздух из ресивера компрессора. Способность перекачивающего конденсатоотводчика транспортировать конденсат на большую высоту позволяет расположить тепловой пункт как в подвальном, так и напольном и крышном вариантах.

На чертеже изображена схема вакуум-паровой системы отопления с параллельными подсистемами возврата конденсата в котел и вакуумирования системы.

Вакуум-паровая система отопления состоит (см. чертеж) из следующих подсистем: пара, возврата конденсата в котел, вакуумирования и качественного регулирования температуры пара, обогрева помещений.

Подсистема пара включает в себя паровой котел 1, паросборник 2, топочное пространство 3, пробковый кран 4, вентиль подпитки котла водой 5, вентиль водопровода умягченной воды 6, дренажный клапан подсистемы пара 7, указатель уровня воды в котле 8, предохранительные клапаны 9, блок автоматического регулирования подачи топлива и блокировки в случае прекращения подачи энергоносителя и мановакуумметр для визуального контроля давления-разрежения в подсистеме.

Подсистема возврата конденсата в котел включает в себя механический перекачивающий конденсатоотводчик (конденсатный насос) 10, бак сбора конденсата 11, снабженный поплавковым клапаном подачи пара из котла 12 в составе которого поплавковое устройство 13, игольчатый клапан 14 и указатель уровня конденсата в баке 15, трубопровод подачи конденсата в котел 16, обратный клапан 17, дренажный вентиль 18, трубопровод подачи пара из котла 19 (для балансировки противодействия в трубопроводе подачи конденсата в котел), трубопровод подачи конденсата 20, обратный клапан 21, трубопровод подачи рабочего пара в конденсатоотводчик 22, дренажный вентиль 23, трубопровод выхлопа отработанного рабочего пара 24, центральный конденсатопровод 25, грязевик 26, сетчатый фильтр 27 и вентиль 28 подачи рабочего пара.

Подсистема вакуумирования и качественного регулирования включает в себя вакуумный водокольцевой насос 29, воздухоотделитель 30, снабженный обратным клапаном 31, трубопровод подачи воды для образования водяного кольца в насосе 32, вентиль 33, всасывающий трубопровод воздуха из системы 34, обратный клапан 35, охладитель 36 пароконденсатной смеси, попутно всасываемой вместе с воздухом из конденсатопровода 25, трубопровод подачи откаченного воздуха и охлажденного конденсата 37, вентиль 38, трубопровод 39 подачи переливной воды обратно в конденсатопровод, обратный клапан 40, электромагнитный клапан (нормально открытый) 41, блок автоматического управления работой вакуумного водокольцевого насоса и электромагнитного клапана, электроконтактный манометр, вентиль 42, вентиль 43 предварительной заправки водой для запуска насоса и вентиль 51 для уменьшения разрежения в системе.

Подсистема обогрева помещений включает в себя распределительный паропровод 44, регулятор давления "после себя" 45, паровой вентиль 46, вертикальные разводящие паропроводы 47, вертикальные конденсатопроводы 48, вентили расхода пара 49, нагревательные приборы 50.

Следует особо отметить, что для достижения удовлетворительного уровня герметичности всей системы следует после монтажа провести обязательное испытание каждой из подсистем на утечки испытательной средой 99% воздуха +1% гелия, давлением закачки 6 кг/см². Контроль за утечками производить гелиевым течеискателем.

Вакуум-паровая система отопления работает следующим образом: пробковый кран 4 привести в положение "Закрыто", вентили 6, 7, 18, 23, 33, 51 привести в положение "Закрыто", вентили 5, 28, 38, 46, 49 привести в положение "Открыто". Присоединить к вентилю 43 гибкий рукав тарированной емкости с умягченной водой, привести вентиль в положение "Открыто", произвести предварительную заправку водой до уровня расположения патрубка переливного трубопровода в воздухоотделителе, затем вентиль привести в положение "Закрыто", отсоединить рукав. Произвести заправку водой в паровой котел до верхнего уровня водяного пространства котла по указателю уровня 8 открытием вентилей 6, 5, после заправки привести в положение "Закрыто".

Присоединить гибкий шланг тарированной емкости к вентилю 18, привести вентиль 18 в положение "Открыто", произвести заправку водой до нижней поверхности поплавка по указателю уровня 15, после заправки отсоединить рукав, вентиль привести в положение "Закрыто". Бак сбора конденсата расположен по высоте относительно парового котла так, что уровень заправки бака водой соответствует уровню воды в паровом котле.

Включить блок автоматического управления работой вакуумного водокольцевого насоса 29 и электромагнитного клапана 41, установить указатель величины разрежения на электроконтактном манометре на деление со значением $P_v = -0,7$ кг/см², что соответствует абсолютному давлению $P_{абс.} = 0,3$ кг/см².

Произведем запуск в работу вакуумного водокольцевого насоса следующим образом: привести вентиль 33 в положение "Открыто", заполнить рабочее пространство насоса водой, включить насос. При включении насоса электромагнитный клапан 41 автоматически примет положение "Закрыто", тогда откачиваемый воздух из системы через обратный клапан 31 будет удален в атмосферу. При достижении заданного разрежения в системе насос автоматически выключится, при этом клапан 41 примет положение "Открыто", перепуская перелитый в воздухоотделитель конденсат обратно в конденсатопровод.

Запуск парового котла производится в следующем порядке: пробковый кран 4 приводится в положение "Открыто", блок автоматики вводит в работу горелочное устройство в топке котла 3, образующийся при кипении пар сепарируется в паросборнике до степени сухости $x=0,85$, затем через регулятор давления, отрегулированного на стенде с установкой абсолютного давления "после себя" $P_{абс.} = 0,9$ кг/см², поступает по распределительному паропроводу 44 в подсистему обогрева помещений, а именно в нагревательные приборы 50, где, конденсируясь, передает большую часть скрытой теплоты парообразования прибору, а затем, с высоким коэффициентом теплопередачи, помещению. Конденсат стекает по вертикальным конденсатопроводам в центральный и далее самотеком поступает в механический перекачивающий конденсатоотводчик, который с помощью рабочего пара, поступающего по трубопроводу 22, транспортирует конденсат по трубопроводу 20 в бак сбора конденсата. По мере заполнения бака конденсатом поплавков устройства подачи пара в бак приподнимается, позволяя игольчатому клапану пропустить пар в бак, при этом давление внутри бака становится равным давлению в трубопроводе 16, обратный клапан 17 будет открыт, конденсат под действием своего веса стекает в котел, при этом поплавковое устройство воздействует на игольчатый клапан, который перекрывает доступ пара, позволяя тем самым перекачать в бак следующую порцию конденсата.

Следует особо отметить, что при не работающем вакуумном водокольцевом насосе охлажденный конденсат, поступивший в воздухоотделитель 30 при работе насоса, через обратный клапан 40 и электромагнитный клапан, который нормально открыт, возвращается по трубопроводу 39 в центральный конденсатопровод 25. Таким образом, обеспечивается стабильный водный баланс в системе, то есть обеспечивается постоянный номинальный уровень воды в паровом котле без дополнительной подпитки воды при работе системы (не требуется установки для деаэрации воды). При абсолютном давлении в системе $P_{абс.} = 0,9$ кг/см² температура пара будет 96°C, что позволяет применить в системе металлопластиковые и полиэтиленовые трубы, не подвергающиеся коррозии.

Механический перекачивающий конденсатоотводчик (конденсатный насос), не потребляющий электрической энергии, периодически работающий вакуумный водокольцевой насос, не участвующий в перекачке конденсата, так как подсистемы возврата конденсата и вакуумирования разделены, повышают энергоэффективность системы.

Способность конденсатного насоса в зависимости от давления рабочего газа (пара или сжатого воздуха) транспортировать конденсат на большую высоту позволяет разместить паровой котел как в подвальном помещении, так и в напольном и крышном вариантах, при том, что сам перекачивающий конденсатоотводчик должен быть расположен как минимум на 200 мм ниже центрального конденсатопровода.

Особенностью данной системы отопления является то, что система разделена на независимо работающие друг от друга подсистемы возврата конденсата с применением механического перекачивающего

конденсатотводчика и бака сбора конденсата с поплавковым клапаном подачи балансирующего пара в бак с циклической небольшой порционной подачей горячего конденсата в котел, такая подача не сбивает процесс стабильного кипения воды. Способность принудительного подъема конденсата перекачивающим конденсатотводчиком на большую высоту позволяет устройство теплового пункта в различных вариантах. Подсистема вакуумирования с автоматическим управлением создания различных значений разрежения позволяет производить качественное регулирование температурой в системе в достаточно широком диапазоне с глубиной вакуума от $P_v=0,1 \text{ кг/см}^2$ до $P_v=0,7 \text{ кг/см}^2$, температурный перепад теплоносителя в этом диапазоне разрежения составляет 96-68°C, что соответствует нормам санитарно-гигиенических требований.

Применение в подсистеме обогрева помещения схемы с верхним распределением пара, с попутным движением пара и конденсата устраняет шум при движении пара с высокой скоростью, при этом коэффициент теплопередачи системы намного увеличивается по сравнению с традиционными системами водяного и атмосферного парового систем отопления. Теплотехнический анализ работы промышленного образца показал, что КПД данной вакуум-паровой системы отопления составляет 89%, а экономия энергоносителя 38%.

Система отопления проста в обслуживании, безопасна в эксплуатации и обеспечивает надежную бесперебойную работу теплоснабжения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Вакуум-паровая система отопления с передачей теплового потока вакуум-паровым способом, содержащая

подсистему пара, включающую паровой котел, паросборник, предохранительные клапаны, блок автоматического регулирования подачи топлива и блокировки в случае прекращения подачи энергоносителя,

верхний распределительный паропровод, вертикальные разводящие паропроводы, вертикальные конденсатопроводы, центральный конденсатопровод,

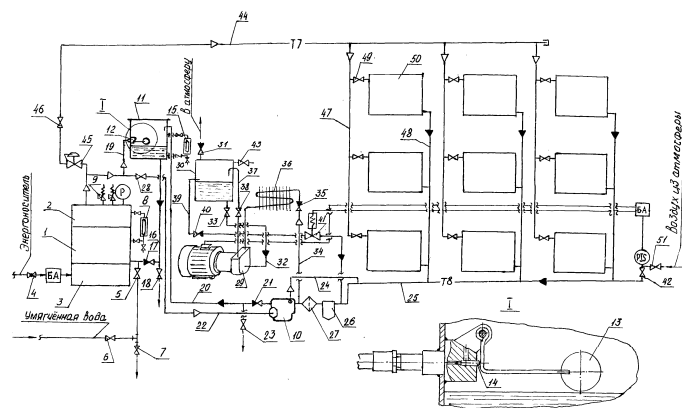
подсистему возврата конденсата, включающую трубопровод подачи конденсата в котел, трубопровод подачи пара из котла, трубопровод подачи рабочего пара в конденсатотводчик (22), дренажный вентиль (23), трубопровод выхлопа отработанного рабочего пара, центральный конденсатопровод, механический перекачивающий конденсатотводчик (10) и бак сбора конденсата (11) с поплавковым клапаном подачи балансирующего пара в бак с циклической порционной подачей конденсата в котел, с возможностью балансировки противодавления в трубопроводе (16) подачи конденсата в котел,

подсистему вакуумирования, включающую вакуумный водокольцевой насос, воздухоотделитель, снабженный обратным клапаном, трубопровод подачи воды для образования водяного кольца в насосе, всасывающий трубопровод воздуха из системы, охладитель пароконденсатной смеси, попутно всасываемой вместе с воздухом из конденсатопровода, трубопровод подачи откачанного воздуха и охлажденного конденсата (37) в воздухоотделитель, трубопровод (39) подачи переливной воды обратно в конденсатопровод, блок автоматического управления работой вакуумного водокольцевого насоса и электромагнитного клапана (41), при этом подсистема вакуумирования выполнена с возможностью создания разрежения в диапазоне 0,1-0,7 кг/см² и регулировки температуры в этом диапазоне разрежения от 68 до 96°C,

подсистему обогрева помещений, включающую распределительный паропровод, регулятор давления, паровой вентиль, вертикальные разводящие паропроводы, вертикальные конденсатопроводы, вентили расхода пара, нагревательные приборы.

2. Система по п.1, отличается тем, что подсистема вакуумирования и качественного регулирования снабжена системой автоматического управления с электроконтактным манометром и вентилем снижения разрежения в системе.

3. Система по п.1, отличается тем, что перекачивающий конденсатотводчик расположен как минимум на 200 мм ниже центрального конденсатопровода, при этом паровой котел расположен или в подвальном, или в напольном, или в крышном варианте размещения.



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2