

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043362**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.05.18

(21) Номер заявки
202290669

(22) Дата подачи заявки
2020.08.26

(51) Int. Cl. *F24F 3/06* (2006.01)
F24F 3/00 (2006.01)
F24F 3/08 (2006.01)
F24F 5/00 (2006.01)
F24F 6/00 (2006.01)
G05D 23/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ПРОСТРАНСТВЕ ВНУТРИ ЗДАНИЯ**

(31) **62/891,581; 17/001,818**

(32) **2019.08.26; 2020.08.25**

(33) **US**

(43) **2022.06.22**

(86) **PCT/US2020/047888**

(87) **WO 2021/041468 2021.03.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ПИНОАК МЕНЕДЖМЕНТ ПТИ.
ЛТД. (AU)**

(72) Изобретатель:
Конри Рональд Дэвид (US)

(74) Представитель:
Носырева Е.Л. (RU)

(56) US-A1-20090171512
US-A-5040377
US-A1-20130338837
US-A1-20190249666
WO-A1-2002044632

(57) Система нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха, в которой основной замкнутый контур для воды используется в качестве теплопередающего резервуара как для нагрева, так и для охлаждения. Предусмотрены множество охлаждающих микротеплообменников, при этом каждый охлаждающий микротеплообменник соединен с основным замкнутым контуром для воды. Каждый охлаждающий микротеплообменник содержит свой собственный тепловой двигатель. Каждый охлаждающий микротеплообменник содержит один или больше блоков управления вентилятором, которые обеспечивают теплообмен между охлаждающим микротеплообменником и воздухом в здании. В первом режиме охлаждающий микротеплообменник передает тепло от воздуха в здании воде, циркулирующей внутри основного замкнутого контура для воды. Во втором режиме охлаждающий микротеплообменник передает тепло от воды, циркулирующей в основном замкнутом контуре для воды, воздуху в здании. Система регулирования основного замкнутого контура для воды предусмотрена для управления температурой воды, циркулирующей в основном замкнутом контуре для воды.

B1

043362

043362

B1

Перекрестные ссылки на родственные заявки

Эта обычная заявка на патент испрашивает приоритет ранее поданной предварительной заявки. В предварительной заявке указан тот же автор изобретения. Она была подана 26 августа 2019 г., и ей был присвоен порядковый № 62/891581.

Заявление относительно поддерживаемых федерально исследований или разработок

Не относится.

Приложение на микропленке

Неприменимый элемент.

Область техники

Данное изобретение относится к области нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха. Более конкретно, изобретение предусматривает новую систему, в которой вместо централизованной установки нагрева и охлаждения используются локальные охлаждающие микротеплообменники.

Уровень техники

Настоящее изобретение может быть использовано в зданиях различных размеров и конфигураций. Коммерческие структуры будут обычным применением, и читателю будет полезно ознакомиться с кратким описанием существующих систем, используемых для таких зданий. Читатель должен иметь в виду, что в настоящее время используется множество различных типов систем. Следующее пояснение относится только к одной примерной системе известного уровня техники. Однако она будет надлежащим образом служить в качестве базового понимания известного уровня техники и поможет читателю понять преимущества настоящего изобретения.

На фиг. 1 показано многоэтажное здание 10. Нагрев, вентиляция и кондиционирование воздуха ("HVAC") обеспечиваются крупными централизованными блоками. Установка 14 в виде охлаждающего микротеплообменника и установка 16 горячей воды расположены на крыше или в больших подземных помещениях для оборудования. Установка в виде охлаждающего теплообменника охлаждает воду, которая затем циркулирует по всему зданию, обеспечивая необходимое охлаждение. Тепло отводится от установки в виде охлаждающего теплообменника через охлаждающую башню 24, расположенную на крыше. Охлажденная вода циркулирует через замкнутый контур холодной воды (не показан на фиг. 1).

Установка 16 горячей воды нагревает воду, которая затем циркулирует по всему зданию в замкнутом контуре горячей воды. Замкнутый контур горячей воды отделен от замкнутого контура холодной воды. Каждый этаж 12 содержит одну или более камер 18 обработки воздуха. Система 20 воздуховодов проходит из каждой камеры 18 обработки воздуха. В каждую камеру 18 обработки воздуха через замкнутый контур холодной воды подается холодная вода, а через замкнутый контур горячей воды в каждую камеру обработки воздуха подается горячая вода. В некоторых системах горячая и холодная вода смешиваются рядом с камерой обработки воздуха или внутри нее. В других системах предусмотрены отдельные змеевик горячей воды и змеевик холодной воды внутри каждой камеры обработки воздуха, а подводы горячей и холодной воды остаются раздельными.

Температуры, необходимые для контуров горячей и холодной воды в примере на фиг. 1 диктуются максимально возможными нагрузками охлаждения и нагрева. Например, замкнутый контур холодной воды должен быть достаточно холодным, чтобы можно было обеспечить максимальное охлаждение, необходимое для любой камеры обработки воздуха. Для больших коммерческих зданий принято охлаждать воду в замкнутом контуре холодной воды приблизительно до 7°C (45°F). Это обеспечивает достаточную холодопроизводительность для пиковой потребности, которая может возникнуть в любой камере обработки воздуха в здании. Пиковая потребность возникает довольно редко, и поддержание замкнутого контура холодной воды при такой низкой температуре значительно снижает общую эффективность системы известного уровня техники.

Вода в замкнутом контуре горячей воды обычно поддерживается около при 50-60°C (122-140°F). Эта температура обеспечивает достаточную производительность для пиковой тепловой нагрузки на любую камеру обработки воздуха. Что касается замкнутого контура холодной воды, то пиковая потребность возникает редко и поддержание горячей воды при такой повышенной температуре приводит к неэффективности.

На фиг. 2-4 предоставлены дополнительные подробности относительно системы известного уровня техники, показанной на фиг. 1. На фиг. 2 показана примерная конфигурация для установки в виде охлаждающего теплообменника, охлаждающей башни и замкнутого контура холодной воды. В установках в виде охлаждающего теплообменника используются различные циклы работы теплового двигателя. В примере по фиг. 2 используется цикл на основе компрессора. Установка 14 охлаждающего микротеплообменника обычно представляет собой парокомпрессионную холодильную установку. Подвод электропитания 34 подает электроэнергию на компрессор и управляющую электронику. Тепловой двигатель внутри установки в виде охлаждающего теплообменника охлаждает воду, циркулирующую в замкнутом контуре 28 холодной воды, и нагревает воду, циркулирующую в контуре 32 охлаждающей башни.

Циркуляционный насос 26 перемещает воду внутри замкнутого контура холодной воды 28 через камеры 18 обработки воздуха. Если требуется охлаждение, активируется поток холодной воды через оп-

ределенную камеру обработки воздуха, и вентилятор внутри камеры обработки воздуха перемещает воздух сквозь теплообменник ("змеевик"), через который прокачивается холодная вода. Это взаимодействие охлаждает воздух, и затем охлажденный воздух циркулирует через присоединенную систему воздуховодов. Распределительные клапаны для потока используются для управления потоком холодной воды через какую-либо конкретную камеру обработки воздуха. Эти клапаны не показаны на фиг. 2.

Насос 30 подает нагретую воду внутри контура 32 охлаждающей башни до охлаждающей башни 24, которая в данном примере установлена на крыше. Охлаждающая башня может быть испарительного типа с открытым контуром или представлять собой тип с замкнутым контуром. В любом случае тепло, переносимое водой в контуре 32 охлаждающей башни, передается на воздух, который вытягивается через охлаждающую башню. Затем охлажденная вода возвращается назад в установку 14 в виде охлаждающего теплообменника.

На фиг. 3 показан примерный замкнутый контур 40 горячей воды. Установку 16 горячей воды часто называют "котлоагрегат", но в данном примере в качестве нагревающей среды циркулирует горячая вода (в некоторых системах используется пар). В показанном примере природный газ подается на установку через впускное отверстие 36 для газа, а выхлопные газы уносятся дымоходом 38. Природный газ сжигается для нагрева воды, циркулирующей в замкнутом контуре 40 горячей воды. Циркуляционный насос 27 обеспечивает циркуляцию нагретой воды по всему зданию.

В этом примере каждая камера 18 обработки воздуха может принимать горячую воду по мере необходимости. Распределительные клапаны для потока используются для управления потоком горячей воды через какую-либо конкретную камеру обработки воздуха. Что касается примера с холодной водой, то эти клапаны не показаны на фиг. 3. В некоторых системах поток горячей и холодной воды может регулироваться отдельно через каждую камеру обработки воздуха. Другие системы просто включают или выключают поток и регулируют теплопередачу, регулируя скорость вентилятора или "задержку" потока воды.

На фиг. 4 показаны дополнительные подробности одной камеры 18 обработки воздуха на одном этаже здания. Основной вентилятор 44 подает воздух через камеру обработки воздуха и поверх змеевика (теплообменника), который соединен с замкнутым контуром горячей воды, и змеевика, который соединен с замкнутым контуром холодной воды. Воздух подается в камеру обработки воздуха из двух источников. Первый представляет собой рециркуляционный воздух, поступающий через одну или более рециркуляционных установок 71. Второй источник воздуха представляет собой воздух, извне поступающий через впуск 46.

Расход холодной воды из замкнутого контура 28 холодной воды через камеру обработки воздуха регулируется в данном примере регулирующим клапаном 58. Расход горячей воды из замкнутого контура 40 горячей воды регулируется регулирующим клапаном 56. Поток воздуха регулируется воздушными клапанами 50, 52, 54. Общая система управления регулирует эти компоненты. Режимы работы и признаки предусматривают следующее.

1. Регулирующие клапаны имеют ограниченный рабочий диапазон, поэтому в камере обработки воздуха можно установить желаемую температуру, обеспечив полный поток холодной воды и ограниченный поток горячей воды.

2. Желаемая смесь свежего воздуха может быть обеспечена путем работы в течение некоторого промежутка времени с полностью закрытым воздушным клапаном 52 и открытыми воздушными клапанами 50 и 54. В таком режиме рециркуляционный вентилятор 42 активируется для выдувания рециркулированного воздуха наружу из выпуска 48. Основным вентилятором 44 предназначен для всасывания наружного воздуха через впуск 46.

3. Для впуска 46 предусмотрен сменный фильтр.

4. Смесь рециркулированного и свежего воздуха может распределяться через распределительный воздуховод 74 и установки 72 подачи путем закрытия воздушного клапана 50 и дросселирующих воздушных клапанов 52 и 54.

5. Впуск 46 может представлять собой один или несколько больших магистралей, питающих все здание, а не один впуск для каждой камеры обработки воздуха или этажа.

6. Выпуск 48 может быть одним на все здание, при этом все камеры обработки воздуха подводятся к одному выпуску.

Конечно, на большинстве этажей в большинстве крупных зданий будет предусмотрено более одной камеры обработки воздуха. На фиг. 5 показан вид в плане одного этажа 70. Тепловые нагрузки от солнечного излучения обычно значительны в коммерческих зданиях. В течение многих дней сторона этажа, обращенная к солнцу, будет требовать кондиционирования воздуха, в то время как теневая сторона того же этажа может потребовать обогрева. Принято разделять этаж, как показано на фиг. 5, на пять зон HVAC. Это центральная зона 60, восточная зона 62, северная зона 64, западная зона 66 и южная зона 68. Для каждой из этих зон обычно предусмотрена отдельная камера обработки воздуха.

На фиг. 6 показан тот же план этажа с добавлением пяти камер обработки воздуха и связанных с ними воздуховодов. Камерами обработки воздуха являются камера 76 обработки воздуха центральной зоны, камера 78 обработки воздуха восточной зоны, камера 80 обработки воздуха северной зоны, камера 82 обработки воздуха западной зоны и камера 84 обработки воздуха южной зоны. От каждой камеры обра-

ботки воздуха проходит основной воздуховод с ответвлениями. В системе этого типа каждая камера обработки воздуха соединена с замкнутым контуром холодной воды и замкнутым контуром горячей воды. В примерной системе известного уровня техники каждая камера обработки воздуха работает независимо для обеспечения желаемой температуры в связанной с ней зоне.

Такие системы известного уровня техники действительно обеспечивают достаточный нагрев и охлаждение, но они не очень эффективны. Как объяснялось ранее, замкнутый контур холодной воды должен поддерживаться при достаточно низкой температуре, чтобы удовлетворить максимальную потребность в охлаждении для любой одной камеры обработки воздуха. Для этого требуется обеспечение воды при приблизительно 7°C (45°F). Такая холодная вода будет требоваться редко, но необходимо поддерживать ее наличие для удовлетворения локальной пиковой потребности. Та же проблема существует и для замкнутого контура горячей воды, где должна быть обеспечена вода с температурой приблизительно 60-70°C, хотя такая высокая температура может быть необходима только для одной или двух точек во всем здании.

В типичном коммерческом здании установка HVAC использует в среднем 235 кВт мощности на 1000 кВт/ч охлаждения. Это дает коэффициент трансформации теплоты (КТТ), равный 4,25. При использовании самой передовой технологии безмасляного сжатия энергопотребление может снизиться до 109 кВт на 1000 кВт/ч охлаждения (КТТ составляет 9,1).

Большинство коммерческих систем HVAC питаются электроэнергией, вырабатываемой из ископаемых видов топлива. Выбросы углекислого газа в настоящее время являются всемирно признанной проблемой. Производство электроэнергии является основным источником выбросов углекислого газа: приблизительно 10000 метрических тонн углекислого газа выбрасывается в окружающую среду на каждый

1 МВтч выработки электроэнергии. На коммерческие здания приходится большая часть спроса на электроэнергию, а самым большим потребителем энергии в большинстве коммерческих зданий является кондиционирование воздуха.

Кондиционирование воздуха в большинстве существующих коммерческих зданий обеспечивается установкой в виде охлаждающего теплообменника. Приблизительно 80% всех продаваемых в настоящее время охлаждающих теплообменников используются для замены и модернизации существующего оборудования. Остальные 20% используются для нового строительства. Таким образом, возможность модернизации является очевидной целью для любого нового типа системы HVAC. В настоящем изобретении, как правило, нет необходимости заменять воздуховоды и установки камер обработки воздуха. Как правило, их можно сохранить с разумными изменениями. Система согласно настоящему изобретению может заменить большую часть всех существующих коммерческих систем HVAC.

Таким образом, настоящее изобретение применимо как к существующим зданиям, так и для нового строительства. В то время как системы предшествующего уровня техники обеспечивают КТТ от 4,0 до 9,1, настоящее изобретение может обеспечивать КТТ свыше 14,0. Таким образом, настоящее изобретение экономит значительное количество электроэнергии при получении того же результата.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение предусматривает систему нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха, в которой основной замкнутый контур для воды используется в качестве теплопередающего резервуара как для нагрева, так и для охлаждения. Предусмотрены множество охлаждающих микротеплообменников, при этом каждый охлаждающий микротеплообменник соединен с основным замкнутым контуром для воды. Каждый охлаждающий микротеплообменник содержит свой собственный тепловой двигатель. Каждый охлаждающий микротеплообменник содержит один или больше блоков управления вентилятором, которые обеспечивают теплообмен между охлаждающим микротеплообменником и воздухом в здании. В первом режиме охлаждающий микротеплообменник передает тепло из воздуха в здании воде, циркулирующей внутри основного замкнутого контура для воды. Во втором режиме охлаждающий микротеплообменник передает тепло от воды, циркулирующей в основном замкнутом контуре для воды, воздуху в здании. Система регулирования основного замкнутого контура для воды предусмотрена для управления температурой воды, циркулирующей в основном замкнутом контуре для воды.

Общая система управления предпочтительно управляет всеми компонентами для функционирования эффективным образом. Во многих рабочих примерах суммарным эффектом системы согласно настоящему изобретению будет передача тепла от одной части здания к другой, а не использование энергии извне для нагрева или охлаждения.

Краткое описание графических материалов

На фиг. 1А и 1В показан вид сверху, показывающий систему HVAC известного уровня техники в многоэтажном здании.

На фиг. 2А и 2В показан схематический вид, представляющий использование охлаждающего теплообменника и замкнутого контура циркуляции холодной воды в системе HVAC известного уровня техники.

На фиг. 3 показан схематический вид, представляющий использование установки горячей воды и

замкнутого контура циркуляции горячей воды в системе HVAC известного уровня техники.

На фиг. 4 показан схематический вид, показывающий камеру обработки воздуха в системе HVAC известного уровня техники.

На фиг. 5 показан вид в плане, показывающий зоны на одном этаже здания.

На фиг. 6 показан вид в плане, представляющий использование множества камер обработки воздуха и распределительных воздуховодов для покрытия зон на одном этаже здания.

На фиг. 7А показан вид сверху, представляющий систему HVAC, выполненную согласно настоящему изобретению.

На фиг. 7В показан вид в плане, представляющий систему HVAC, выполненную согласно настоящему изобретению.

На фиг. 8 показан схематический вид, представляющий использование охлаждающего микротеплообменника, питающего несколько блоков управления вентилятором.

На фиг. 9 показан схематический вид, представляющий работу устройства по фиг. 8 с блоками управления вентилятором, обеспечивающими нагрев.

На фиг. 10 показан схематический вид, представляющий работу устройства по фиг. 8 с блоками управления вентилятором, обеспечивающими охлаждение.

На фиг. 11 показан вид в перспективе, представляющий примерный физический вариант осуществления охлаждающего микротеплообменника согласно настоящему изобретению.

На фиг. 12 показан вид в перспективе, представляющий вариант осуществления по фиг. 11 с другой точки обзора.

На фиг. 13 показан вид в перспективе, представляющий компрессор в сборе и корпус контроллера для физического варианта осуществления по фиг. 11 и 12.

На фиг. 14 показан схематический вид, представляющий подачу свежего воздуха на блоки управления вентилятором в варианте осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 15 показан схематический вид, представляющий использование теплообменника между охлаждающим микротеплообменником и основным замкнутым контуром для воды.

На фиг. 16 показан схематический вид, представляющий несколько охлаждающих микротеплообменников, соединенных с основным замкнутым контуром для воды посредством промежуточного замкнутого контура для воды.

На фиг. 17 показан схематический вид, представляющий использование испарительного конденсатора и котлоагрегата для регулирования основного замкнутого контура для воды.

На фиг. 18 показан схематический вид, представляющий использование теплового насоса для регулирования основного замкнутого контура для воды.

На фиг. 19 показан схематический вид, представляющий охлаждающий микротеплообменник, в котором холодильный агент циркулирует во вторичном замкнутом контуре к блокам управления вентилятором.

На фиг. 20 показан схематический вид, представляющий вариант осуществления по фиг. 19 с блоками управления вентилятором, обеспечивающими охлаждение.

На фиг. 21 показан схематический вид, представляющий вариант осуществления по фиг. 19 с блоками управления вентилятором, обеспечивающими нагрев.

На фиг. 22 показан схематический вид, представляющий конфигурацию с несколькими блоками в виде охлаждающего микротеплообменника, в которых холодильный агент циркулирует во вторичном замкнутом контуре к блокам управления вентилятором.

На фиг. 23 показан график коэффициента трансформации теплоты для нескольких систем HVAC, работающих в режиме охлаждения.

На фиг. 24 показан график коэффициента трансформации теплоты для нескольких систем HVAC, работающих в режиме нагрева.

На фиг. 25 показан график перепадов давления как функции процентной нагрузки для системы согласно изобретению и для систем известного уровня техники.

Номера ссылочных позиций на графических материалах

- 10 - Здание;
- 12 - этаж;
- 14 - установка в виде охлаждающего теплообменника;
- 16 - установка горячей воды;
- 18 - камера обработки воздуха;
- 20 - система воздуховодов;
- 24 - охлаждающая башня;
- 26 - циркуляционный насос;
- 27 - циркуляционный насос;
- 28 - замкнутый контур холодной воды;
- 30 - циркуляционный насос;
- 32 - контур охлаждающей башни;

- 34 - подвод электропитания;
- 36 - впускное отверстие для газа;
- 38 - вытяжной дымоход;
- 40 - замкнутый контур горячей воды;
- 42 - рециркуляционный вентилятор;
- 44 - основной вентилятор;
- 46 - впуск;
- 48 - выпуск;
- 50 - воздушный клапан;
- 52 - воздушный клапан;
- 54 - воздушный клапан;
- 56 - регулирующий клапан;
- 58 - регулирующий клапан;
- 60 - центральная зона;
- 62 - восточная зона;
- 64 - северная зона;
- 66 - западная зона;
- 68 - южная зона;
- 70 - этаж;
- 72 - установка подачи;
- 74 - распределительный воздуховод;
- 76 - камера обработки воздуха центральной зоны;
- 78 - камера обработки воздуха восточной зоны;
- 80 - камера обработки воздуха северной зоны;
- 82 - камера обработки воздуха западной зоны;
- 84 - камера обработки воздуха южной зоны;
- 86 - основной замкнутый контур для воды;
- 88 - система регулирования основного замкнутого контура для воды;
- 90 - охлаждающий микротеплообменник;
- 92 - блок управления вентилятором;
- 94 - возвратный трубопровод;
- 96 - подающий трубопровод;
- 98 - клапан;
- 100 - клапан;
- 102 - клапан;
- 104 - клапан;
- 106 - клапан;
- 108 - клапан;
- 110 - клапан;
- 112 - клапан;
- 114 - насос;
- 116 - насос;
- 118 - теплообменник;
- 120 - теплообменник;
- 122 - компрессор;
- 124 - дроссельный клапан;
- 126 - вторичный замкнутый контур для воды;
- 128 - рама;
- 130 - реверсивный клапан в сборе;
- 132 - точка соединения;
- 134 - корпус контроллера;
- 136 - воздуховод для свежего воздуха;
- 138 - пневмораспределитель;
- 140 - впускное отверстие для рециркуляционного воздуха;
- 142 - теплообменник;
- 144 - промежуточный замкнутый контур для воды;
- 146 - первый охлаждающий микротеплообменник;
- 148 - второй охлаждающий микротеплообменник;
- 150 - третий охлаждающий микротеплообменник;
- 152 - первый вторичный замкнутый контур для воды;
- 154 - второй вторичный замкнутый контур для воды;
- 156 - третий вторичный замкнутый контур для воды;

- 158 - испарительный конденсатор;
- 160 - котлоагрегат;
- 162 - насос;
- 168 - тепловой насос;
- 170 - реверсивный клапан;
- 172 - клапан;
- 174 - клапан;
- 176 - клапан;
- 178 - клапан;
- 180 - дроссельный клапан;
- 182 - обратный клапан;
- 184 - обратный клапан;
- 186 - змеевик;
- 188 - замкнутый контур циркуляции холодильного агента;
- 190 - запасной охлаждающий микротеплообменник;
- 192 - теплообменник;
- 194 - теплообменник;
- 196 - теплообменник;
- 198 - кривая охлаждающего микротеплообменника;
- 200 - кривая магнитного подшипника;
- 202 - кривая обычного охлаждения.

Описание вариантов осуществления

Фиг. 7А является упрощенной схемой, показывающей, как система HVAC согласно настоящему изобретению может быть установлена в многоэтажном здании 10. Основной замкнутый контур 86 для воды (Primary water loop, PWL) проходит через все здание. Циркуляционный насос или циркуляционные насосы (не показаны) поддерживают постоянную циркуляцию посредством расхода, который может быть изменен, как требуется. Система 88 регулирования PWL поддерживает температуру температура воды внутри основного замкнутого контура для воды в желаемой точке или в пределах желаемого диапазона. Оборудование HVAC известного уровня техники, такое как охлаждающий теплообменник и котлоагрегат, может быть использовано для системы 88 регулирования PWL. Некоторые примеры предусмотрены последовательно.

В изобретении используются циркулирующие жидкости для передачи тепла. Циркулирующая жидкость предпочтительно представляет собой воду, при этом термин "вода" охватывает растворы и смеси, в которых также могут быть представлены антикоррозионные и другие добавки. Циркулирующие жидкости могут быть чем-то, отличным от воды, и настоящее изобретение не ограничено использованием воды. Для удобства термин "вода" будет использоваться в описании, при этом под этим термином следует понимать охват любой подходящей циркулирующей жидкости.

Вода внутри основного замкнутого контура для воды будет предпочтительно поддерживаться при температуре в диапазоне от 15 до 30°C, более предпочтительно от 18 до 26°C и наиболее предпочтительно от 20 до 24°C (от 68 до 76°F). Это является значительным отличием по сравнению с системами HVAC известного уровня техники, где вода в замкнутом контуре холодной воды обычно поддерживается ниже 7°C (ниже 45°F), а вода в замкнутом контуре горячей воды обычно поддерживается выше 50°C (выше 122°F). В настоящем изобретении вода в PWL поддерживается в диапазоне, который является по существу таким же, как желаемая температура внутри здания.

Один или более охлаждающих микротеплообменников 90 предусмотрены для каждого этажа 12 здания. Каждый охлаждающий микротеплообменник выполнен с возможностью обеспечения теплообмена с водой, циркулирующей в PWL 86. Каждый охлаждающий микротеплообменник также выполнен с возможностью обеспечения теплообмена с одним или более связанными блоками 92 управления вентилятором (показаны на фиг. 7В). Каждый блок или блоки управления вентилятором нагревают или охлаждают воздух в охватываемой ими зоне.

При рассмотрении фиг. 7А специалистам в данной области техники будет понятно, что основной замкнутый контур 86 для воды, проходящий на значительную высоту, может создавать значительные проблемы с давлением, поскольку давление вблизи нижней части будет значительно больше, чем давление вблизи верхней части. В высоких зданиях часто будет необходимым разбивать PWL на более мелкие дополнительные замкнутые контуры, с теплообменниками вода-вода, соединяющими замкнутые контуры. Другие подходы могут быть использованы для поддержания давления воды в желаемом диапазоне. Например, устройства, снижающие давление или повышающие давление, могут быть размещены внутри замкнутого контура. Устройством, повышающим давление, обычно является только насос. Устройством, снижающим давление, может быть промежуточный накопительный бак на спускающейся вниз стороне замкнутого контура. Промежуточный бак принимает воду сверху и снижает давление воздуха, созданное в баке, до атмосферного. Другие устройства, регулирующие давление, известны специалисту в области

техники. Термин "основной замкнутый контур для воды" следует понимать, как возможно охватывающий данные устройства, регулирующие давление.

На фиг. 8 показан схематический вид единственного охлаждающего микротеплообменника 90 и связанных с ним блоков 92 управления вентилятором. Охлаждающий микротеплообменник 90 соединен с основным замкнутым контуром 86 для воды. Кран в подающий трубопровод 96 обеспечивает подачу циркулирующей воды в охлаждающий микротеплообменник 90, и кран в возвратный трубопровод 94 возвращает воду из охлаждающего микротеплообменника в PWL.

В основе охлаждающего микротеплообменника в данном примере находится нереверсивный тепловой двигатель. Компрессор 122 сжимает подходящий холодильный агент и передает его в теплообменник 120. Теплообменник 120 действует как конденсатор. Он охлаждает циркулирующий холодильный агент и передает его на дроссельный клапан 124. Дроссельный клапан расширяет жидкий холодильный агент и передает его в теплообменник 118, который действует как испаритель. Испаритель нагревает газообразный холодильный агент и передает его назад на сторону впуска компрессора 122.

Теплообменник 118 охлаждается циркулирующим холодильным агентом, всякий раз при работе компрессора 122. Следовательно, когда компрессор работает, теплообменник 120 нагревается и теплообменник 118 охлаждается. Циркуляционный насос 114 прокачивает воду через теплообменник 118, когда он активирован. Подобным образом, циркуляционный насос 116 прокачивает воду через теплообменник 120, когда он активирован. Тепловой двигатель в данном примере является нереверсивным, что означает, что поток через замкнутый контур для холодильного агента всегда проходит в одном направлении (в противоположность тепловому насосу, который может иметь реверсивный клапан для обеспечения реверса потока через испаритель и конденсатор).

Вторичный замкнутый контур 126 для воды обеспечивает циркуляцию воды через один или более блоков 92 управления вентилятором. Каждый блок управления вентилятором содержит змеевик для воды из вторичного замкнутого контура для воды и вентилятор, выполненный с возможностью нагнетания воздуха поверх змеевика. Если вода, циркулирующая через вторичный замкнутый контур 126 для воды, является горячей, то змеевик в блоке управления вентилятором используется для нагрева воздуха, втягиваемого через блок управления вентилятором. Если вода является холодной, то вентилятор в блоке управления вентилятором используется для охлаждения воздуха. Распределительный воздуховод или воздуховоды обычно соединены с каждым блоком управления вентилятором. Это не показано на виде.

Первый набор распределительных клапанов 98, 100, 102, 104 управляет потоком воды через теплообменник 118 (испаритель). Второй набор распределительных клапанов 106, 108, 110, 112 управляет потоком воды через теплообменник 120 (конденсатор). Дополнительные распределительные клапаны могут быть предусмотрены на разных ответвлениях вторичного замкнутого контура 126 для воды для управления потоком для каждого индивидуального блока 92 управления вентилятором.

На фиг. 9 и 10 изображен охлаждающий микротеплообменник в его двух основных режимах работы. На фиг. 9 показан охлаждающий микротеплообменник 90, работающий в режиме нагрева, в котором блоки 92 управления вентилятором нагревают воздух в своих соответствующих зонах. Клапаны 98 и 102 открыты. Клапаны 100 и 104 закрыты. Вода из основного замкнутого контура для воды подается из подающего трубопровода 96 и проходит через насос 114. Вода затем циркулирует через теплообменник 118 и выходит через клапан 102 перед попаданием в возвратный трубопровод 94. Путь потока показан жирным. Вода PWL, проходящая через теплообменник 118, охлаждается и возвращается в PWL. Иначе говоря, тепло передается от воды в PWL охлаждающему микротеплообменнику.

Клапаны 108 и 112 открыты. Клапаны 106 и 110 закрыты. Насос 116 прокачивает воду из теплообменника 120 через клапан 108 и наружу во вторичный замкнутый контур 126 для воды. Вода, возвращаемая из блоков управления вентилятором, во вторичном замкнутом контуре для воды протекает через клапан 112 и в теплообменник 120. Вода, проходящая через теплообменник 120, нагревается (стоит помнить, что теплообменник работает как конденсатор для замкнутого контура для холодильного агента), и это тепло передается на блоки управления вентилятором. Нагретая вода, протекающая через блоки управления вентилятором, используется для нагрева воздуха. При рассмотрении общего принципа работы, показанного на фиг. 9, тепло поступает от воды, циркулирующей в основном замкнутом контуре 86 для воды и передается воздуху, нагнетаемому через блоки 92 управления вентиляторами. Это выполняется посредством соединения PWL 86 с теплообменником 118 (испарителем) и вторичного замкнутого контура 126 для воды с теплообменником 120 (конденсатором).

На фиг. 10 показана та же компоновка, работающая в режиме охлаждения. Клапаны 106 и 110 открыты. Клапаны 108 и 112 закрыты. Как и в предыдущем примере, вода из основного замкнутого контура для воды поступает из подающего трубопровода 96.

Однако в отличие от предыдущего примера, вода из подающего трубопровода направляется через клапан 110 к теплообменнику 120. Насос 116 прокачивает воду через теплообменник 120 и через клапан 106. Из клапана 106 вода проходит назад к возвратному трубопроводу 94 (где она снова попадает в PWL). Путь потока показан жирной линией. Вода PWL, проходящая через теплообменник 120, нагревается и возвращается в PWL. Иначе говоря, тепло передается от охлаждающего микротеплообменника к воде в PWL.

Клапаны 98, 100, 102, 104 установлены для циркуляции воды из вторичного замкнутого контура 126 для воды через теплообменник 118 (испаритель). Клапаны 100 и 104 открыты. Клапаны 98 и 102 закрыты. Насос 114 прокачивает воду через теплообменник 118 (испаритель) и вниз во вторичный замкнутый контур 126 для воды. Вода, возвращаемая из блоков управления вентилятором, во вторичном замкнутом контуре для воды проходит через клапан 100 и обратно к насосу 114. Вода, проходящая через вторичный замкнутый контур для воды, тем самым охлаждается, и охлажденная вода используется для поглощения тепла от воздуха здания, проходящего через блоки управления вентиляторами.

При рассмотрении общего принципа работы, показанного на фиг. 10, можно видеть, что тепло поступает от воздуха, нагнетаемого через блоки 92 управления вентилятором, и передается воде, циркулирующей в основном замкнутом контуре 86 для воды. Это выполняется посредством соединения PWL 86 с теплообменником 120 (конденсатором) и вторичного замкнутого контура 126 для воды с теплообменником 118 (испарителем).

Следует отметить, что все время замкнутый контур для холодильного агента, проходящий через теплообменник 118 и теплообменник 120 всегда протекает в одном направлении (прокачиваемый компрессором). В отличие от реверсивного теплового насоса, замкнутый контур для холодильного агента не имеет реверсивного клапана. Теплообменник 118 всегда представляет собой испаритель, и теплообменник 120 всегда представляет собой конденсатор.

На фиг. 11-13 показаны некоторые физические варианты осуществления охлаждающего микротеплообменника согласно настоящему изобретению и его компонентов. Охлаждающий микротеплообменник 90 в данном примере содержится внутри рамы 128. Теплообменники 118 и теплообменник 120 установлены вблизи одного конца рамы. Циркуляционные насосы 114 и 116 установлены вблизи противоположного конца. Компрессор 122 содержится внутри показанного корпуса. Взаимосоединенные трубы предусмотрены для создания пути потока согласно схеме по фиг. 8 и 9.

На фиг. 12 показан тот же охлаждающий микротеплообменник с другой точки обзора. На этом виде читателю будет видно, как трубки заканчиваются в четырех точках 132 соединения. Две из этих точек соединения ведут к основному замкнутому контуру 86 для воды, и две из этих точек соединения ведут к вторичному замкнутому контуру 126 для воды. Как показано на схематическом виде на фиг. 8 и 9, четырех точек соединения достаточно для обеспечения требуемых путей потока.

Возвращаясь к фиг. 11, можно отметить, что все расходные клапаны для охлаждающего микротеплообменника предусмотрены в данном примере в единственном реверсивном клапане в сборе 130. Восемь клапанов могут быть установлены для чередования с единственным подвижным золотником. Все клапаны (клапаны 98, 100, 102, 104, 106, 108, 100 и 112 на фиг. 9 и 10) содержатся внутри реверсивного клапана в сборе 130 (для того, чтобы избежать путаницы для пользователя, следует иметь в виду, что термин "реверсивный клапан в сборе" в данном случае не относится к реверсивному клапану внутри замкнутого контура циркуляции холодильного агента). Реверсивный клапан в сборе 130 может быть золотниковым клапаном, где прохождение золотника через корпус одновременно задействует более одного клапана. Как известно специалистам в данной области техники, один золотник, проходящий через соответствующий корпус, может содержать все восемь клапанов 98, 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112. Таким образом, один привод клапана в сборе может обеспечить переключение, необходимое для работы охлаждающего микротеплообменника в режиме нагрева или в режиме охлаждения. Также, как будет пояснено, может быть предусмотрен дополнительный "холостой режим".

Продолжая рассматривать фиг. 11, можно отметить, что компрессор 122 довольно компактен. Компрессор предпочтительно представляет собой центробежную модель, которая работает на высокой скорости. В компрессоре предпочтительно используется технология подшипников со сверхнизким трением. Эта технология подшипников позволяет использовать безмасляный замкнутый контур для холодильного агента, что значительно повышает эффективность. Один из подходов заключается в использовании магнитных подшипников, которые, по существу, обеспечивают "левитацию" вращающегося вала компрессора. Такие подшипники очень эффективны, но также довольно дороги. Более дешевый подход - использовать фольговые подшипники. Фольговые подшипники имеют минимальную скорость "отрыва", которую необходимо поддерживать, чтобы предотвратить любой физический контакт внутри подшипников. Эта скорость отрыва довольно низкая - обычно около 5% от номинальной рабочей скорости подшипника. Использование таких подшипников обеспечивает очень высокую скорость вращения вращающегося вала компрессора. Такие подшипники также обеспечивают практически неограниченную "разгрузку", что означает, что компрессор может работать на скорости, намного меньшей, чем его номинальная максимальная скорость, без риска контакта в подшипниках.

В результате сочетания этих факторов компрессор 122 достаточно компактен и легок для своей выходной мощности. На фиг. 13 показан физический вариант осуществления компрессора 122 с прикрепленным корпусом 134 контроллера. Корпус контроллера содержит электронику, приспособленную для управления работой компрессора во всем его рабочем диапазоне, а также функции пуска и остановки. В предпочтительных вариантах осуществления компрессор будет работать непрерывно. В периоды, когда не требуется нагрев или охлаждение, управляющая электроника сводит к минимуму скорость вращения (примерно до 10000 об/мин). Управляющая электроника также будет переключать охлаждающий

микротеплообменник между режимами нагрева и охлаждения так, чтобы температура воды в вторичном замкнутом контуре для воды оставалась близкой к температуре воздуха в пространстве, обслуживаемом охлаждающим микротеплообменником. Это состояние простоя действительно потребляет больше энергии, чем простое выключение компрессора. Однако за счет непрерывной работы компрессора со скоростью, превышающей скорость отрыва фольгового подшипника, срок службы компрессора продлевается на неопределенный срок. Эта работа называется "режимом простоя". Компрессор "разгружен" - это означает, что его скорость снижена до низкой скорости, которая является достаточно высокой для сохранения надлежащей функции подшипника, но при которой скорость циркуляции холодильного агента значительно снижена. В этом режиме простоя восемь клапанов периодически переключаются, так что охлаждающий микротеплообменник переключается между режимом нагрева и режимом охлаждения (например, раз в минуту или, например, раз в пять минут). Это позволяет компрессору продолжать работать, даже когда нагрев или охлаждение не требуются.

Коммерческие здания требуют подачи свежего воздуха на определенных уровнях. В первую очередь это делается для сведения к минимуму накопления углекислого газа. Некоторые системы известного уровня техники отслеживают уровень углекислого газа и при необходимости подают свежий воздух. Однако большинство систем известного уровня техники просто пропускают фиксированный объем свежего воздуха, который, как известно из экспериментов, поддерживает накопление углекислого газа на приемлемом уровне. На фиг. 14 изображен вариант осуществления настоящего изобретения, в котором используется более сложный подход.

Воздуховод 136 для свежего воздуха переносит сжатый свежий воздух к блокам 92 управления вентилятором. Поступление свежего воздуха в каждый блок управления вентилятором управляется пневмораспределителем 138. Рециркуляционный воздух подается к каждому блоку управления вентилятором через впускное отверстие 140 для рециркуляционного воздуха. Поступление свежего воздуха часто создает дополнительную нагрузку на систему HVAC здания. В жарком и влажном климате требуется дополнительная энергия для осушения и охлаждения поступающего свежего воздуха. Поэтому желательно впускать только необходимый объем свежего воздуха.

В показанном примере датчик или датчики углекислого газа отслеживают уровень углекислого газа в каждой зоне, и система управления использует эту информацию для модуляции пневмораспределителя 138 таким образом, чтобы вводилось необходимое количество свежего воздуха, но не более того.

На фиг. 15-18 показаны дополнительные примерные варианты осуществления. В примере по фиг. 15 основной замкнутый контур 86 для воды проходит вертикально через подающий трубопровод 96 и обратный трубопровод 94. Теплообменник 142 предусмотрен для каждого этажа. Теплообменник 142 осуществляет обмен теплом между основным замкнутым контуром для воды и промежуточным замкнутым контуром 144 для воды. Промежуточный замкнутый контур обеспечивает циркуляцию воды (поддерживаемой в диапазоне от 20 до 24°C) на все охлаждающие микротеплообменники 90 на одном этаже. Затем каждый охлаждающий микротеплообменник прокачивает воду через свой собственный вторичный замкнутый контур 126 для воды, на блоки управления вентиляторами, связанные с конкретным охлаждающим микротеплообменником.

На фиг. 16 показана схема для одного полного этажа. В этом примере теплообменник 142 снова обменивается теплом между основным замкнутым контуром 86 для воды и промежуточным замкнутым контуром 144 для воды. В этом примере все охлаждающие микротеплообменники на одном этаже соединены с промежуточным замкнутым контуром 144 для воды. Показаны три из этих охлаждающих микротеплообменников (охлаждающие микротеплообменники 146, 148, 150). Также показаны три вторичных замкнутых контура 152, 154, 156 для воды - по одному на каждый охлаждающий микротеплообменник.

Все три охлаждающих микротеплообменника 146, 148, 150 работают в одном режиме - режиме нагрева. Однако так может быть не всегда. Время от времени охлаждающие микротеплообменники будут работать в разных режимах. Примером является прохладное утро с высокой солнечной нагрузкой на восточную зону этажа. Охлаждающий микротеплообменник, работающий в восточной зоне, будет работать в режиме охлаждения, в то время как остальные охлаждающие микротеплообменники на этаже будут работать в режиме нагрева. По сути, охлаждающий микротеплообменник восточной зоны будет передавать тепло от одной части этажа к другой, передавая тепло в промежуточный замкнутый контур 144 для воды, при этом тепло снова отводится другими охлаждающими микротеплообменниками на том же этаже.

Возвращаясь кратко к фиг. 7А, следует помнить, что температура воды, циркулирующей в основном замкнутом контуре 86 для воды, поддерживается системой 88 регулирования PWL. Иногда эта система будет подводить тепло к циркулирующей воде, а иногда отводить тепло от циркулирующей воды. Как известно специалистам в области техники, многие известные устройства могут использоваться для регулирования температуры воды в основном замкнутом контуре для воды.

На фиг. 17 показан вариант осуществления, в котором для регулирования температуры воды используются испарительный конденсатор 158 и котлоагрегат 160. В периоды времени, когда требуется общее охлаждение, включается испарительный конденсатор для передачи тепла в воздух, окружающий здание. В периоды времени, когда требуется общий нагрев, в котлоагрегате 160 сжигается природный газ для повышения температуры воды. Насос 162 обеспечивает циркуляцию воды в основном замкнутом

контуре 86 для воды. Теплообменник 142 передает тепло между основным замкнутым контуром 86 для воды и одним промежуточным замкнутым контуром 144 для воды. В этом примере к промежуточному замкнутому контуру 144 для воды присоединены несколько охлаждающих микротеплообменников 90 (показан только один охлаждающий микротеплообменник 90). К основному замкнутому контуру 86 для воды подключены дополнительные промежуточные замкнутые контуры для воды (не показаны).

На фиг. 18 показан аналогичный вариант, в котором вместо испарительного конденсатора и котлоагрегата по фиг. 17 использован тепловой насос 168. Тепловой насос обычно используется для меньших коммерческих зданий, но также возможно обслуживать большое коммерческое здание, используя несколько тепловых насосов параллельно.

В предшествующих примерных вариантах осуществления вторичный замкнутый контур для воды использовался для передачи тепла между конкретным охлаждающим микротеплообменником и связанными с ним блоками управления вентилятором. Возможна также циркуляция охлаждающего агента непосредственно между охлаждающим микротеплообменником и связанными с ним блоками управления вентилятором. На фиг. 19-22 показаны варианты осуществления с использованием этого последнего подхода. На фиг. 19 показаны компоненты запасного охлаждающего микротеплообменника 190, в то время, как на фиг. 20 и 21 показаны его рабочие состояния. На фиг. 22 показана система, включающая несколько охлаждающих микротеплообменников.

В примере по фиг. 19, компрессор 122 прокачивает холодильный агент на реверсивный клапан 170. Реверсивный клапан направляет сжатый (и горячий) газ, выполняющий функцию холодильного агента либо в теплообменник 142, либо в блоки 92 управления вентилятора в зависимости от режима работы. Теплообменник 142 обменивается теплом с основным замкнутым контуром 86 для воды (может также быть использован промежуточный замкнутый контур для воды). Как и в предыдущих примерах, теплообменник 142 передает тепло на PWT 86, когда блоки управления вентилятором работают в режиме охлаждения, и принимает тепло от PWT, когда блоки управления вентилятором работают в режиме нагрева.

Вместо использования воды, циркулирующей во вторичном контуре, для блоков управления вентилятором, в варианте осуществления на фиг. 19 сам холодильный агент отправляется на блоки управления вентилятором через замкнутый контур 188 циркуляции холодильного агента. Поток холодильного агента становится обратимым за счет работы реверсивного клапана 170, как будет объяснено ниже. Клапаны 172, 174, 176, 178 индивидуально управляют потоком на каждый блок 92 управления вентилятором, так что блок управления вентилятором может быть отключен, когда в зоне, которую он покрывает, нет необходимости в нагреве или охлаждении. Змеевик 186 предусмотрен в каждом блоке управления вентилятором. Этот змеевик действует либо как испаритель, либо как конденсатор в зависимости от режима работы.

Дроссельный клапан 180 предусмотрен для каждого блока 92 управления вентилятором. Каждый дроссельный клапан 180 содержит обычный перепуск с обратным клапаном 184. Как будет известно специалистам в области техники, обратные клапаны 184 позволяют потоку холодильного агента обходить дроссельные клапаны 180, когда блоки управления вентилятором работают в режиме обогрева. Дроссельный клапан 124 предусмотрен для работы блоков управления вентилятором в режиме нагрева. Перепускной контур с обратным клапаном 182 позволяет обходить дроссельный клапан 124, когда блоки управления вентилятором работают в режиме охлаждения.

На фиг. 20 показана работа запасного охлаждающего микротеплообменника 190 в режиме охлаждения. Реверсивный клапан 170 установлен в положении охлаждения. Сжатый газ, выполняющий функцию холодильного агента, выходит из компрессора 122 и направляется через теплообменник 142. Теплообменник 142 действует как конденсатор для холодильного контура. Охлажденный и сконденсированный жидкий холодильный агент выходит из теплообменника 142 и проходит в обход дроссельного клапана 124, проходя через обратный клапан 182. Затем жидкий холодильный агент протекает к дроссельному клапану 180 в каждом змеевике 186, а расширенный газ протекает через змеевики 186. (Следует отметить, что обратный клапан 184 в каждом из перепускных контуров закрыт потоком в этом направлении). Змеевики 186 в этом режиме выполняют функцию змеевиков испарителя. Вентилятор в каждом блоке управления вентилятором нагнетает воздух поверх холодного змеевика 186 и тем самым охлаждает воздух.

Расширенный холодильный агент, выходящий из змеевиков 186, направляется обратно через реверсивный клапан 170 на сторону всасывания компрессора 122. Читателю следует обратить внимание, что клапаны 172, 174, 176, 178 позволяют отключать каждый блок управления вентилятором, если в зоне, управляемой конкретным блоком управления вентилятором, охлаждение не требуется.

На фиг. 21 показан тот же вариант осуществления, работающий в режиме нагрева. Следует заметить, что реверсивный клапан 170 перемещен в его второе положение. Горячий сжатый холодильный агент выходит из компрессора 122 и направляется через клапаны 172-178 на змеевики 186 в блоках управления вентилятором. Змеевики 86 в этом режиме работы действуют как змеевики конденсатора. Вентилятор в каждом блоке управления вентилятором нагнетает воздух поверх нагретых змеевиков и воздух нагревается. Холодильный агент в змеевиках 186 охлаждается и конденсируется. Охлажденный и сконденсированный жидкий холодильный агент протекает вокруг дроссельных клапанов 180 через обрат-

ные клапаны 184. Затем он расширяется дроссельным клапаном 124 (следует отметить, что обратный клапан 182 закрыт потоком в этом направлении). Расширенный газ затем протекает в теплообменник 142. В режиме нагрева теплообменник 142 выполняет функцию змеевика испарителя, поглощая тепло из воды, циркулирующей в основном замкнутом контуре 86 для воды. Как только нагретый холодильный агент выходит из теплообменника 142, он направляется обратно через реверсивный клапан 170 на сторону всасывания компрессора 122.

На фиг. 22 показан расширенный вариант осуществления типа, показанного на фиг. 19-21. В этой версии температура воды в основном замкнутом контуре 86 для воды регулируется тепловым насосом 168. К PWL 86 подключены три отдельных охлаждающих микротеплообменника. Верхний охлаждающий микротеплообменник обменивается теплом через теплообменник 192. Средний охлаждающий микротеплообменник обменивается теплом через теплообменник 194. Нижний охлаждающий микротеплообменник обменивается теплом через теплообменник 196. Следует заметить, что режим работы для каждого охлаждающего микротеплообменника является независимым. Верхний охлаждающий микротеплообменник работает в режиме нагрева. Три связанных с ним блока управления вентилятором производят тепло и один отключен. Средний охлаждающий микротеплообменник также работает в режиме нагрева. Работают два из четырех его блоков управления вентилятором. Нижний охлаждающий микротеплообменник работает в режиме охлаждения, при этом три из четырех связанных с ним блоков управления вентилятором работают и один выключен.

Фиг. 22 служит для иллюстрации одного из основных эксплуатационных преимуществ настоящего изобретения. Читатель заметит, что верхний охлаждающий микротеплообменник на данном виде извлекает тепло из воды, циркулирующей в основном замкнутом контуре 86 для воды, и передает это тепло воздуху, проходящему через связанные с ним блоки управления вентилятором. Средний охлаждающий микротеплообменник также извлекает тепло из воды в PWL, хотя и с меньшей скоростью, поскольку он работает только с двумя из четырех своих блоков управления вентиляторами, тогда как верхний охлаждающий микротеплообменник работает с тремя из четырех своих блоков управления вентиляторами.

С другой стороны, нижний охлаждающий микротеплообменник нагревает воду, циркулирующую в PWL 86. Это верно, потому что нижний охлаждающий микротеплообменник использует теплообменник 196 в качестве конденсатора, в то же время запуская его холодильный контур для обеспечения охлаждения для его блоков управления вентилятором. Следует напомнить, что вода в PWL 86 постоянно циркулирует. Результатом этого является то, что тепло, подаваемое в PWL через нижний охлаждающий микротеплообменник, отбирается для использования верхним и средним охлаждающими микротеплообменниками. Таким образом, настоящее изобретение передает тепловую энергию вовне здания, а не добавляет энергию извне. Некоторые охлаждающие микротеплообменники будут добавлять тепло к PWL, в то время как некоторые будут отбирать тепло от PWL. То же самое может быть указано для вариантов осуществления, включающих промежуточный замкнутый контур для воды между PWL и одним или несколькими охлаждающими микротеплообменниками. Несколько охлаждающих микротеплообменников, соединенных с одним промежуточным замкнутым контуром, могут передавать тепловую энергию вовне промежуточного замкнутого контура (например, передавать тепло в зону на теневой стороне этажа из зоны на солнечной стороне того же этажа).

Конечно, передача вовне PWL или PWL и промежуточных водных контуров не будет эффективна на 100%. Также не всегда будет возможно поддерживать желаемую температуру по всему зданию без добавления некоторого количества энергии извне или вычитания некоторого количества избыточной энергии. Однако принятый в соответствии с настоящим изобретением подход обеспечивает значительное повышение эффективности по сравнению с известным уровнем техники. Природа этого повышения будет подробно рассмотрена в разделе "Эксплуатационные преимущества". Однако прежде чем перейти к этому обсуждению, будут предоставлены некоторые дополнительные подробности о компонентах.

Подробности компонента - компрессор

Компрессор, используемый в настоящем изобретении, предпочтительно имеет неограниченную разгрузочную способность. В контексте HVAC термин "разгрузка" означает, что он работает с неполной производительностью. Компрессор может изменять свою скорость в соответствии с необходимыми потребностями пространства, которое он обслуживает. Такой компрессор не должен включаться и выключаться в соответствии с нагрузкой, а вместо этого будет регулировать свою скорость. Чем ниже нагрузка, тем ниже скорость. По мере снижения скорости приводного двигателя потребление электроэнергии падает по закону кубов.

Компрессор также предпочтительно предусматривает безмасляную конструкцию. Как упоминалось ранее, в нем могут использоваться магнитные подшипники, фольговые подшипники, воздушные подшипники или какая-либо другая безмасляная технология. Системы известного уровня техники на масляной основе должны работать при достаточно высокой нагрузке, чтобы масло циркулировало в холодильном контуре и чтобы оно не собиралось вне того места, где оно необходимо (компрессор). В безмасляной системе скорость компрессора может снижаться до 5% от его номинальной скорости. Эта функция означает, что компрессор никогда не нужно полностью выключать, а вместо этого он может работать на низких оборотах холостого хода. Срок службы компрессора значительно увеличивается за счет использова-

ния низких оборотов холостого хода вместо полного отключения.

В некоторых вариантах осуществления компрессор будет встроен в теплообменники. Такая компоновка исключает внешние трубопроводы охлаждения, которые всегда создают риск утечек.

В предпочтительных вариантах осуществления центробежный компрессор использует инвертор для изменения скорости компрессора. Как и во всех инверторах, желательна некоторая форма линейного реактора для улучшения в отношении гармоник системы. Эти реакторы не на 100% эффективны, и, следовательно, они выделяют тепло. В предпочтительных вариантах осуществления линейный реактор встроен в поток холодильного агента, так что тепло, производимое линейным реактором, отводится в контур конденсации. При использовании такого охлаждающего микротеплообменника в режиме нагрева тепло, генерируемое линейным реактором, подается в контур отопления, тем самым повышая его эффективность. Для дальнейшего повышения эффективности реактор может быть встроен в контур экономайзера, который установлен между конденсатором и испарителем, а одно расширительное устройство может быть заменено на два расширительных устройства, так что экономайзер работает при температуре и давлении, которые находятся посередине между давлением конденсации и давлением испарения, и потерянная энергия и некоторое количество скрытой теплоты в жидкости конденсатора испаряется в экономайзере, и этот газ затем подается обратно в компрессор. В данном примере компрессор имеет рабочее колесо первой и второй ступени, а газ экономайзера подается в компрессор между двумя ступенями.

Подробности компонента - теплообменники и дроссельные клапаны

Теплообменники могут различаться по стилю и технологии, но в предпочтительных вариантах осуществления используются паяные пластинчатые теплообменники. Конденсатор и испаритель, используемые в замкнутом контуре для холодильного агента, предпочтительно могут быть спаяны как обычный теплообменник в сборе. В некоторых версиях как компрессор, так и дроссельный клапан могут быть встроены в теплообменник в сборе. Другой подход заключается в том, чтобы теплообменники были физически разделены, а компрессор либо устанавливался как отдельный блок, либо был интегрирован либо в испаритель, либо в конденсатор. Точно так же расширительное устройство может быть установлено отдельно или полностью интегрировано в один или оба теплообменника.

Подробности компонента - осушение

Когда кондиционируемому воздуху требуется осушение, холодная поверхность змеевика в блоке управления вентилятором (работающем в режиме охлаждения) используется для конденсации и удаления влаги из воздуха. Однако бывают случаи, когда необходимо осушение, но воздух должен быть повторно нагрет, чтобы поддерживать комфортную температуру воздуха. В таком случае блок управления вентилятором может быть снабжен двумя змеевиками. Первый змеевик будет обеспечивать циркуляцию холодной воды из вторичного замкнутого контура для воды. Второй вспомогательный змеевик будет обеспечивать циркуляцию нагретой воды из конденсатора. Холодный змеевик будет конденсировать и удалять лишнюю влагу, а теплый змеевик затем будет повторно нагревать воздух.

Подробности компонента - подача свежего воздуха

В предпочтительных вариантах осуществления используется безмасляный нагнетатель воздуха для подачи сжатого свежего воздуха в блоки управления вентилятора (FCU) из центральной системы нагнетателя свежего воздуха. Каждый FCU предпочтительно имеет свое собственное дросселирующее устройство для контроля уровня потребности в свежем воздухе каждой зоны в любое конкретное время. Вместо того, чтобы постоянно подавать заданное количество свежего воздуха, каждый FCU будет предпочтительно иметь свой собственный датчик углекислого газа, а поскольку уровень углекислого газа отслеживается, свежий воздух подается в конкретную зону только тогда, когда он действительно необходим. Другим вариантом является предварительное осушение воздуха в контуре подачи свежего воздуха, чтобы осушающая нагрузка выполнялась до подачи воздуха в здание, что означает, что блоки FCU не должны быть очень большими и блоки FCU будут способны управлять условиями с более теплой температурой охлаждающей воды.

Подробности компонента - системные водяные насосы

Каждый испаритель и конденсатор оснащены своим собственным набором насосов охлажденной воды и водяными насосами конденсатора, и в качестве опции каждый насос оснащен инвертором с регулируемой скоростью, что обеспечивает более высокую энергоэффективность в условиях более низкой нагрузки. Каждый насос управляется системой охлаждающего микротеплообменника. Поток воды регулируется таким образом, чтобы правильно поддерживать температуру на протяжении всего цикла.

Подробности компонента - блоки управления вентилятором

Большинство коммерческих кондиционеров используют либо вентиляторные доводчики/блок управления вентилятором (Fan Coil Units/Fan Control Unit, FCU), либо блоки обработки воздуха (Air Handling Units, AHU) для охлаждения или нагрева воздуха. Оба этих блока в основном выполняют одну и ту же работу, однако FCU обычно обслуживает меньшее пространство, в то время как AHU обычно представляет собой канальную систему и обслуживает большее пространство. В этом патенте термины FCU и AHU, по сути, взаимозаменяемы, и предназначены для описания устройства, которое используется либо для нагрева, либо для охлаждения воздуха и для управления уровнем влажности в зоне. По этой причине по всему подробному описанию используется термин "блок управления вентилятором" (FCU).

Подробности компонента - основной замкнутый контур для воды

Как пояснено ранее, основной замкнутый контур для воды (PWL) в здании следует в идеальном случае поддерживать при температуре от 20 до 24°C. Каждый охлаждающий микротеплообменник забирает тепло от PWL или отдает тепло PWL. Температуру воды, циркулирующей в PWL, можно поддерживать с помощью различных систем HVAC известного уровня техники. Существует два основных подхода. Во-первых, вода в PWL может подаваться через теплогенератор (например, котлоагрегат), а затем через испарительный охладитель охлаждающей башни. Регулирующие клапаны используются для направления воды к нагревательному устройству или охлаждающему устройству по мере необходимости. В более жаркие летние дни может быть разрешен повышение температуры PWL выше 24°C.

Второй основной подход заключается в использовании охлаждающего теплообменника теплового насоса для регулирования температуры PWL. Если вода выходит за пределы диапазона 20-24°C, охлаждающий теплообменник теплового насоса работает для нагрева или охлаждения замкнутого контура по мере необходимости. В течение значительной части года PWL просто переносит энергию вовне здания, и внешняя тепловая энергия не требуется. В других случаях используется тепловой насос или другое устройство для поддержания надлежащей температуры.

В случае существующего здания можно использовать существующий контур охлажденной воды или нагревательной воды в качестве PWL. Например, существующий водяной контур можно преобразовать таким образом, чтобы существующий котлоагрегат и существующий охлаждающий теплообменник были соединены при помощи труб последовательно или параллельно. С использованием охлаждающих микротеплообменников согласно настоящему изобретению охлаждающий теплообменник известного уровня техники можно было бы отрегулировать для подачи воды при 20°C, а не при 7°C, как требовалось в известном уровне техники. Точно так же выходная температура котлоагрегата может быть снижена до 22°C вместо 50°C, как в известном уровне техники. Это значительно повысит эффективность как котлоагрегата, так и охлаждающего теплообменника, а также повысит эффективность всей системы.

Описание компонента - блоки аппаратного обеспечения охлаждающего микротеплообменника

Физический вариант осуществления охлаждающего микротеплообменника показан на фиг. 11 и 12. Это блок является достаточно маленьким, чтобы поместиться в существующее пространство для оборудования на каждом этаже, и достаточно маленьким, чтобы его можно было транспортировать посредством лифта. Таким образом, переоборудовать такой блок в существующем здании не составит труда.

Блоки управления вентилятором может быть выполнены различных размеров. Небольшая версия может заменить установку для воздуха в одной комнате. Более крупная версия может покрыть всю зону с добавлением воздуховодов. Водяной контур, питающий блок управления вентилятором, не требует больших или тяжелых трубопроводов. Его можно провести через подвесные потолки, которые есть в большинстве офисных зданий.

Описание компонента - блоки управления на основе программного обеспечения

Варианты осуществления согласно настоящему изобретению предпочтительно управляются системой управления на основе программного обеспечения. В предпочтительных вариантах осуществления алгоритм прогнозирующего упреждающего автоматического управления (Predictive Preemptive Automation Control Algorithm, РРАСА) используется как часть общей системы управления. РРАСА предназначен для управления энергетическим балансом в пределах любой конкретной зоны, а также энергетическим балансом в рамках всей системы. Это означает, что система РРАСА способна управлять температурой, влажностью, производительностью, уровнем углекислого газа, свежим воздухом, освещением, безопасностью, обнаружением дыма и прогнозировать стоимость энергии от одного устройства. Этот РРАСА важен для общей производительности охлаждающего микротеплообменника и добавляет гибкость в отношении условий управления, эффективности и функционирования в целом.

РРАСА интегрируется в системы охлаждающих микротеплообменников и используется для управления охлаждающими микротеплообменниками, а также для управления зонами. Однако в некоторых случаях РРАСА будет поставляться как отдельный блок управления, а в других случаях будет интегрирован в центральную систему управления либо в ряд систем управления участками, которые контролируют несколько зон. Например, один РРАСА может управлять несколькими зонами на этаже, или нескольких этажах, или всеми зонами во всем здании.

Для простоты установки система управления может использовать установленный протокол связи, такой как Bluetooth, для связи между различными управляемыми устройствами и может управляться дистанционно с помощью мобильного телефона или планшета. Также можно выполнить систему управления таким образом, чтобы она могла дистанционно управляться и проверяться центральным центром управления или другими сторонами, например, специалистом по обслуживанию, который может находиться где угодно, в том числе за пределами площадки.

Желательным свойством РРАСА является способность прогнозировать будущие цены по сделкам на электроэнергию и возможность заранее регулировать условия в каждом пространстве для снижения потребности в использовании энергии в периоды, когда стоимость энергии начинает резко возрастать. Это делается путем превращения здания в тепловую аккумуляторную батарею. РРАСА каждый день по-

стоянно записывает цены по сделкам на электроэнергию и погодные условия в базу данных PPACA. Он делает это посредством доступа к ценам по сделкам на электроэнергию и прогнозируемому прогнозу погоды (предпочтительно используя интернет-ресурсы). Это позволяет системе делать собственные прогнозы относительно изменения нагрузки в зоне, а также прогнозировать, когда стоимость энергии будет увеличиваться и уменьшаться. Делая этот прогноз, можно заранее либо снизить, либо повысить температуру в каждой зоне, когда стоимость энергии ниже, а затем снизить нагрузку на систему, когда стоимость энергии возрастает. В периоды более высокой стоимости энергии нагрузка сознательно снижается, а энергия, которая запасена в здании (более холодный воздух летом и более теплый зимой), используется для приближения температуры к желаемой заданной температуре. Это использует энергию, которая запасена в здании, что фактически превращает здание в тепловую батарею.

Эксплуатационные преимущества

Основным преимуществом подхода использования охлаждающего микротеплообменника является его способность снижать перепад давления в холодильном контуре в самом охлаждающем микротеплообменнике. Холодильный цикл имеет "сторону высокого давления" и "сторону низкого давления". "Сторона высокого давления" относится к относительно высокому давлению, существующему от выходной стороны компрессора до дроссельного клапана. "Сторона низкого давления" относится к относительно низкому давлению, существующему от стороны, расположенной ниже по потоку относительно дроссельного клапана, до стороны всасывания компрессора. Термин "перепад давления" относится к отношению стороны высокого давления к стороне низкого давления.

При работе охлаждающего микротеплообменника согласно настоящему изобретению в режиме охлаждения температура конденсатора поддерживается между 20 и 24°C, а охлажденная вода циркулирует во вторичном замкнутом контуре для воды (126 на фиг. 9) от 7 до 24°C. Это позволяет варьировать перепад давлений в охлаждающем микротеплообменнике от 1,05 до 1,4. Перепад давлений меняется в зависимости от нагрузки.

При работе охлаждающего микротеплообменника согласно настоящему изобретению в режиме нагрева конденсатор работает при температуре от 24 до 45°C, а испаритель при температуре от 15 до 20°C. Это позволяет варьировать перепад давления в холодильном цикле охлаждающего микротеплообменника в пределах от 1,1 до 2,9. Как и в режиме охлаждения, перепад давления зависит от нагрузки.

Используемый перепад давления сильно влияет на общую эффективность системы HVAC. Традиционный охлаждающий теплообменник известного уровня техники работает с перепадом давления от 2,2 до 3,8. Этот более высокий перепад давления снижает эффективность по сравнению с настоящим изобретением.

Эффективность системы HVAC в значительной степени определяется разницей между желаемой температурой воздуха и температурой источника "поглотителя" тепла. Большая разница требует высоко нагруженной системы HVAC и, как следствие, снижения эффективности. Система на основе охлаждающего теплообменника известного уровня техники обычно имеет большую разницу температур и, следовательно, низкую эффективность.

Во многих городах мира климат является умеренным большую часть года. Несмотря на наличие летнего и зимнего сезонов, большая часть года приходится на умеренную погоду. При разной погоде температура меняется в течение дня, и во многих случаях здания нуждаются в одновременной работе охлаждения и нагрева. У них могут быть периоды дня, когда солнце светит на восточную стену здания прохладным утром, и эта сторона здания нуждается в охлаждении. Однако другие части здания, которые не подвергаются воздействию солнца, могут нуждаться в нагреве. В этом случае охлаждающие теплообменники должны работать так же, как и котлоагрегаты для горячей воды, и в этих случаях установка часто подает как горячую воду (40-60°C), так и охлажденную воду (7-10°C) в вентиляторные доводчики по всему зданию. Либо нагревательный, либо охлаждающий клапан открывается на конкретном FCU для удовлетворения потребностей этой конкретной зоны. В каждом случае как охлаждающий теплообменник, так и котлоагрегат работают при частичной нагрузке, но каждый из них должен работать при своей заданной температуре. Даже если потребность незначительна, эти заданные значения температуры поддерживаются. В известном уровне техники должны поддерживаться два заданных значения температуры: приблизительно 7°C и приблизительно 50°C. В системе согласно настоящему изобретению поддерживается единая температура воды приблизительно 20°C.

На фиг. 23 и 24 сравнены коэффициент трансформации теплоты системы согласно настоящему изобретению и двух систем известного уровня техники. На фиг. 23 показано сравнение для работы в режиме охлаждения. Диапазон нагрузки показывает работу от 20 до 100% от максимальной производительности. Вертикальная линия показывает среднюю нагрузку с интегрированным значением частичной нагрузки (Integrated Part Load Value, IPLV). Верхняя кривая 198 показывает коэффициент трансформации теплоты (КТТ) при различных нагрузках для системы охлаждающего микротеплообменника согласно изобретению. Средняя кривая 200 показывает КТТ для системы охлаждающего теплообменника, в которой используется компрессор с технологией магнитных подшипников, такой как продаваемый компанией Danfoss Turbosog из Таллахасси, Флорида. Нижняя кривая 202 показывает КТТ для традиционной системы

охлаждающего теплообменника, в которой используется охлаждающий теплообменник с воздушным охлаждением. Как можно заметить, система согласно настоящему изобретению имеет более высокий КТТ для всех уровней нагрузки, но прирост эффективности становится более значительным при более низких уровнях нагрузки. На фиг. 24 показано то же сравнение для комбинированного цикла нагрева и охлаждения. Таким образом, при прочтении будет понятно, что настоящее изобретение предлагает значительное преимущество в эффективности по сравнению с известным уровнем техники.

На фиг. 25 показан график перепадов давления для системы охлаждающего микротеплообменника согласно настоящему изобретению по сравнению с системами известного уровня техники. Для типичного диапазона нагрузок система согласно настоящему изобретению использует более низкий перепад давления и, следовательно, достигает более высокой эффективности. Показанный график на самом деле имеет некоторый запас, и преимущество системы согласно настоящему изобретению обычно больше, чем показано.

Настоящее изобретение охватывает множество дополнительных признаков и вариантов осуществления, которые можно комбинировать бесчисленным количеством способов. Дополнительные примерные признаки и варианты осуществления включают следующее.

1. Вода была описана как предпочтительная среда для циркуляции, но вместо нее могут быть использовано множество других веществ.

2. Варианты осуществления по фиг. 8-10 можно изменить таким образом, чтобы циркуляция охлаждающего агента была обратной, но циркуляция воды в вторичном замкнутом контуре для воды оставалась постоянной. В этом варианте осуществления роль двух теплообменников может быть изменена на обратную за счет изменения направления циркуляции холодильного агента. Реверсивный клапан (такой как показан на фиг. 20) может быть использован для этой цели.

3. Для вариантов осуществления, в которых используются фольговые подшипники в компрессоре, желательно никогда не допускать, чтобы скорость компрессора падала ниже скорости "отрыва" фольгового подшипника. В этих случаях система управления может настроить компрессор на медленную работу с периодическим реверсированием потока воды через распределительные клапаны так, чтобы режимы нагрева и охлаждения чередовались, а воздух, проходящий через блоки управления вентилятором, не подвергался в целом нагреву или охлаждению.

4. Требования к изоляции для PWL будут намного меньше, чем для замкнутых контуров горячей и холодной воды предшествующего уровня техники, поскольку температура воды в PWL будет близка к температуре воздуха внутри здания.

5. Алгоритм прогнозирующего упреждающего автоматического управления (PPACA) согласно настоящему изобретению прогнозирует будущие нагрузки HVAC (на ближайший период) и прогнозирует цены на энергию. В целях снижения стоимости эксплуатации PPACA имеет возможность использования здания в качестве "тепловой батареи". Например, PPACA может снизить температуру в здании ниже оптимальной в периоды, когда энергия дешева, чтобы можно было восстановить это "запасенное охлаждение", работая с меньшей мощностью в периоды, когда энергия дорога.

6. PPACA можно настроить так, чтобы разные зоны HVAC в здании имели разный приоритет. Некоторые зоны могут быть настроены на поддержание желаемой температуры независимо от стоимости энергии, тогда как другие могут иметь возможность варьировать в более широких пределах в целях экономии. Например, хирургические кабинеты больницы можно считать "критическими", так что заданная температура сохраняется при любых обстоятельствах. Административные помещения в том же здании больницы могут нагреваться в периоды повышенной стоимости.

7. В традиционной системе известного уровня техники горячая и холодная вода поддерживаются при постоянной температуре, а перепускные клапаны для воды используются для настройки потока воды через различные камеры обработки воздуха. Количество воды, протекающей через конкретную камеру обработки воздуха, задается потоком через отводной или трехходовой клапан. Эти клапаны пропускают только то количество воды, которое проходит через змеевик в конкретной камере обработки воздуха, чтобы обеспечить ее необходимое количество для охлаждения или нагрева. Остальная вода обходит змеевик и соединяется обратно в возвратный трубопровод на другой стороне змеевика. Это приводит к расточительной рециркуляции. В настоящем изобретении расход через змеевик довольно постоянен, а производительность регулируется изменением температуры воды (а не расходом воды). Этот факт позволяет настоящему изобретению работать с гораздо более высокой эффективностью, чем традиционный способ. Этот факт также позволяет использовать более низкий перепад давления в холодильном контуре охлаждающего микротеплообменника, что снижает требуемую скорость компрессора. Потребление электроэнергии уменьшается по закону кубов, если скорость компрессора снижается вдвое. Загрузкой и разгрузкой охлаждающего теплообменника известного уровня техники управляют путем поддержания постоянной температуры подаваемой или возвратной воды. Поскольку система предшествующего уровня техники должна быть в состоянии справиться с непредсказуемыми условиями полной нагрузки на любой камере обработки воздуха, большинство машин используют температуру подаваемой воды в качестве контрольной точки. В настоящем изобретении загрузкой и разгрузкой управляют от зоны к зоне. Производительностью каждого охлаждающего микротеплообменника управляют посредством фактической темпе-

ратуры окружающей среды в управляемой им зоне. Чем ближе температура в пространстве к заданной, тем медленнее работает компрессор и тем эффективнее он становится.

Хотя предыдущее описание содержит важные подробности, его не следует рассматривать как ограничивающее объем настоящего изобретения, а скорее как иллюстрацию предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения. Следовательно, объем настоящего изобретения должен быть установлен формулой изобретения, а не приведенными примерами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ управления температурой в пространстве внутри здания, в котором

(a) используется блок управления вентилятором, имеющий змеевик для жидкости и вентилятор, при этом указанный вентилятор выполнен с возможностью нагнетания воздуха поверх указанного змеевика для жидкости и в указанное пространство;

(b) используется охлаждающий микротеплообменник, содержащий

(i) компрессор,

(ii) конденсатор,

(iii) дроссельный клапан,

(iv) испаритель, и

(v) замкнутый контур циркуляции холодильного агента, выполненный с возможностью обеспечения циркуляции указанного холодильного агента от указанного компрессора к указанному конденсатору, к указанному дроссельному клапану, к указанному испарителю и назад к указанному компрессору;

(c) используется основной замкнутый контур для жидкости, проходящий через указанное здание;

(d) используется вторичный замкнутый контур для жидкости, проходящий через указанный охлаждающий микротеплообменник и указанный блок управления вентилятором;

(e) используется первый набор клапанов, управляющий потоком через указанный испаритель указанного охлаждающего микротеплообменника;

(f) используется второй набор клапанов, управляющий потоком через указанный конденсатор указанного охлаждающего микротеплообменника;

(g) поддерживается температура указанного основного замкнутого контура для жидкости в диапазоне от 18 до 26°C;

(h) когда требуется нагревание в указанном пространстве, используется установка указанного первого набора клапанов на циркуляцию жидкости от указанного основного замкнутого контура для жидкости через указанный испаритель и установка указанного второго набора клапанов на циркуляцию жидкости от указанного вторичного замкнутого контура для жидкости через указанный конденсатор; и

(i) когда требуется нагревание в указанном пространстве, используется установка указанного первого набора клапанов на циркуляцию жидкости от указанного вторичного замкнутого контура для жидкости через указанный испаритель и установка указанного второго набора клапанов на циркуляцию жидкости от указанного основного замкнутого контура для жидкости через указанный конденсатор.

2. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.1, отличающийся тем, что включает поддержание температуры указанного основного замкнутого контура для жидкости в диапазоне от 20 до 24°C.

3. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.1, отличающийся тем, что указанный основной замкнутый контур для жидкости и указанный вторичный замкнутый контур для жидкости содержат воду.

4. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.1, отличающийся тем, что указанный первый набор клапанов содержит золотниковый клапан.

5. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.4, отличающийся тем, что указанный второй набор клапанов содержится внутри указанного золотникового клапана.

6. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.1, отличающийся тем, что дополнительно включает обеспечение второго блока управления вентилятором, прикрепленного к указанному вторичному замкнутому контуру для жидкости.

7. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.1, отличающийся тем, что дополнительно включает разгрузку указанного компрессора и периодически чередование циклов указанного первого набора клапанов и указанного второго набора клапанов между режимом нагрева и режимом охлаждения.

8. Способ управления температурой в пространстве внутри здания, в котором

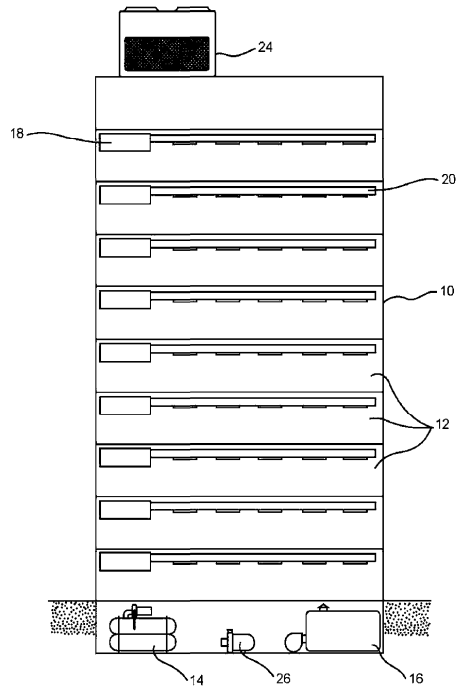
(a) используется блок управления вентилятором, имеющий змеевик для жидкости и вентилятор, при этом указанный вентилятор выполнен с возможностью нагнетания воздуха поверх указанного змеевика для жидкости и в указанное пространство;

(b) используется охлаждающий микротеплообменник, содержащий

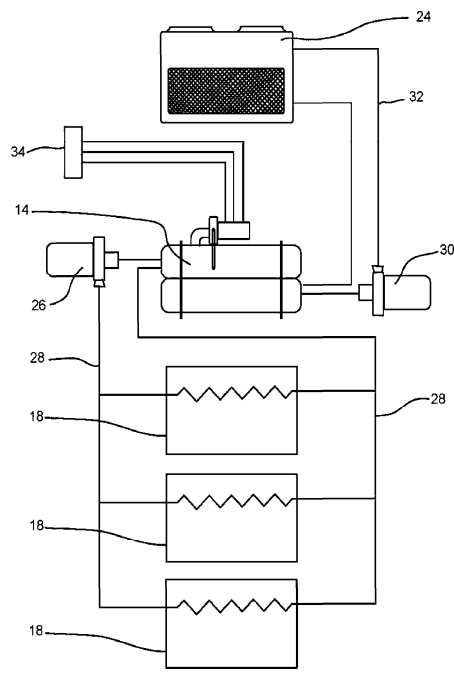
(i) компрессор,

(ii) конденсатор,

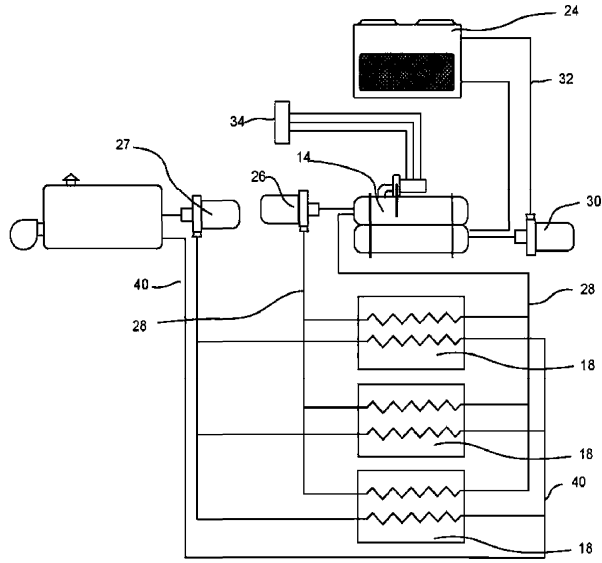
- (iii) дроссельный клапан,
 - (iv) испаритель, и
 - (v) замкнутый контур циркуляции холодильного агента, выполненный с возможностью обеспечения циркуляции указанного холодильного агента от указанного компрессора к указанному конденсатору, к указанному дроссельному клапану, к указанному испарителю и назад к указанному компрессору;
 - (с) используется основной замкнутый контур для жидкости, проходящий через указанное здание;
 - (d) используется вторичный замкнутый контур для жидкости, проходящий через указанный охлаждающий микротеплообменник и указанный блок управления вентилятором;
 - (е) поддерживается температура указанного основного замкнутого контура для жидкости в диапазоне от 18 до 26°C;
 - (f) когда требуется нагревание в указанном пространстве, осуществляется циркуляция жидкости от указанного основного замкнутого контура для жидкости через указанный испаритель и циркуляция жидкости от указанного вторичного замкнутого контура для жидкости через указанный конденсатор; и
 - (g) когда требуется нагревание в указанном пространстве, осуществляется циркуляция жидкости от указанного вторичного замкнутого контура для жидкости через указанный испаритель и циркуляция жидкости от указанного основного замкнутого контура для жидкости через указанный конденсатор.
9. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.8, отличающийся тем, что включает поддержание температуры указанного основного замкнутого контура для жидкости в диапазоне от 20 до 24°C.
10. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.8, отличающийся тем, что указанный основной замкнутый контур для жидкости и указанный вторичный замкнутый контур для жидкости содержат воду.
11. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.8, отличающийся тем, что указанным потоком через указанный испаритель управляют посредством золотникового клапана.
12. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.11, отличающийся тем, что указанным потоком через указанный конденсатор управляют посредством указанного золотникового клапана.
13. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.8, отличающийся тем, что дополнительно включает обеспечение второго блока управления вентилятором, прикрепленного к указанному вторичному замкнутому контуру для жидкости.
14. Способ управления температурой в пространстве внутри здания по п.8, отличающийся тем, что дополнительно включает разгрузку указанного компрессора и периодическое чередование циклов указанного охлаждающего микротеплообменника между режимом нагрева и режимом охлаждения.
15. Способ независимого управления температурой внутри первого пространства в здании и второго пространства в указанном здании, в котором
- (а) используется первый блок управления вентилятором, имеющий первый змеевик для жидкости и первый вентилятор, при этом указанный первый вентилятор выполнен с возможностью нагнетания воздуха поверх указанного первого змеевика для жидкости и в указанное первое пространство;
 - (b) используется первый охлаждающий микротеплообменник, содержащий
 - (i) первый компрессор,
 - (ii) первый конденсатор,
 - (iii) первый дроссельный клапан,
 - (iv) первый испаритель, и
 - (v) первый замкнутый контур циркуляции холодильного агента, выполненный с возможностью обеспечения циркуляции указанного холодильного агента от указанного первого компрессора к указанному первому конденсатору, к указанному первому дроссельному клапану, к указанному первому испарителю и назад к указанному первому компрессору;
 - (с) используется основной замкнутый контур для жидкости, проходящий через указанное здание;
 - (d) используется первый вторичный замкнутый контур для жидкости, проходящий через указанный первый охлаждающий микротеплообменник и указанный первый блок управления вентилятором;
 - (е) используется второй блок управления вентилятором, имеющий второй змеевик для жидкости и второй вентилятор, при этом указанный второй вентилятор выполнен с возможностью нагнетания воздуха поверх указанного второго змеевика для жидкости и в указанное второе пространство;
 - (f) второй охлаждающий микротеплообменник, содержащий
 - (i) второй компрессор,
 - (ii) второй конденсатор,
 - (iii) второй дроссельный клапан,
 - (iv) второй испаритель, и
 - (v) второй замкнутый контур циркуляции холодильного агента, выполненный с возможностью обеспечения циркуляции указанного холодильного агента от указанного второго компрессора к указанному второму конденсатору, к указанному второму дроссельному клапану, к указанному второму испарителю и назад к указанному второму компрессору;



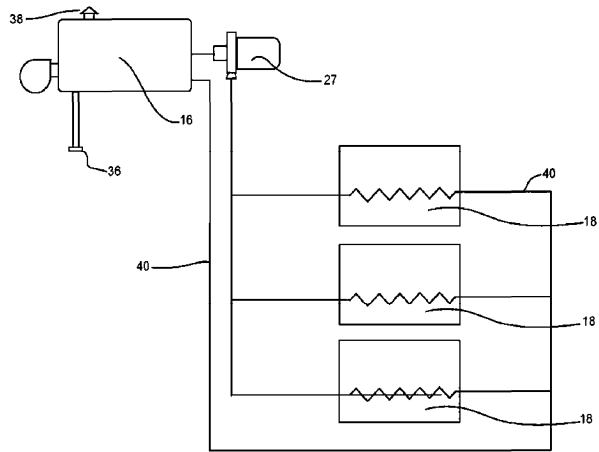
Фиг. 1B



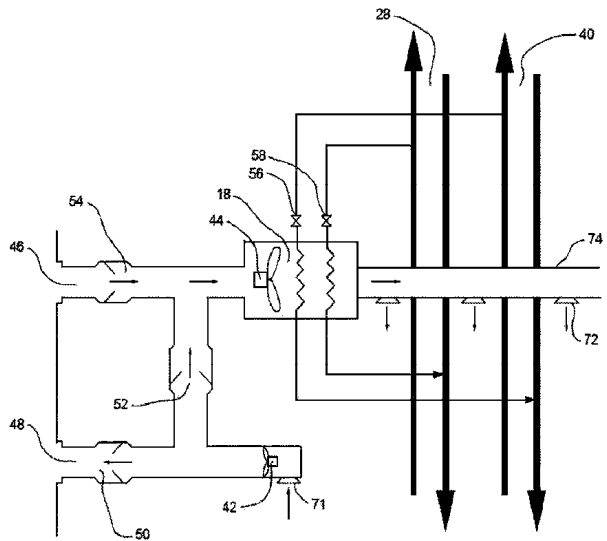
Фиг. 2A



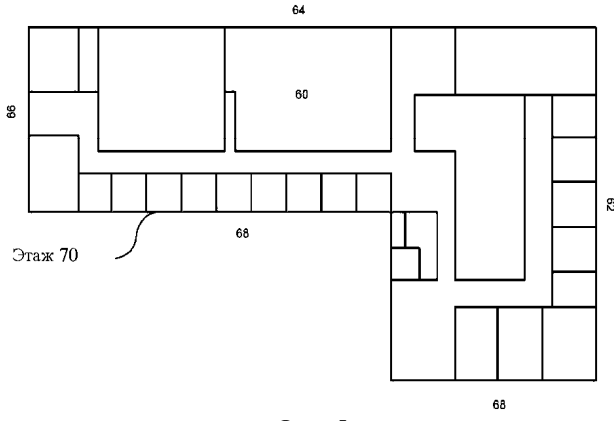
Фиг. 2В



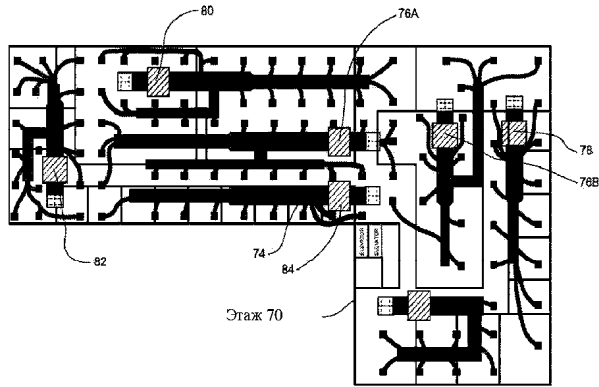
Фиг. 3



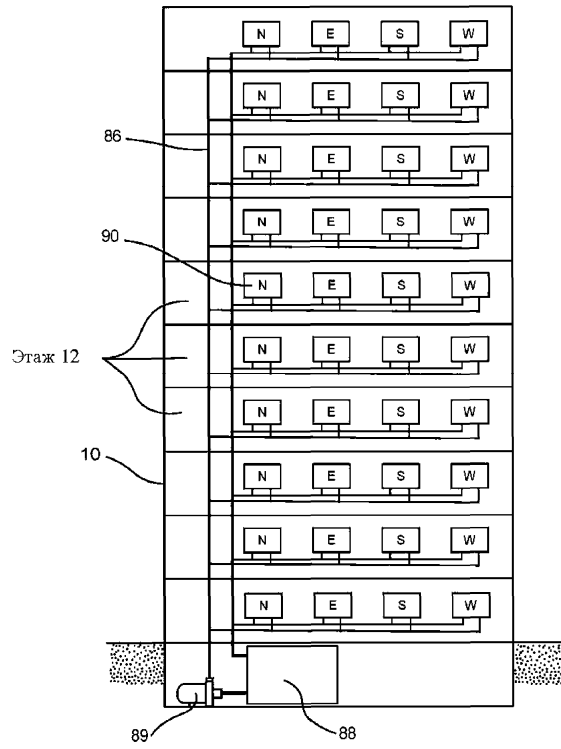
Фиг. 4



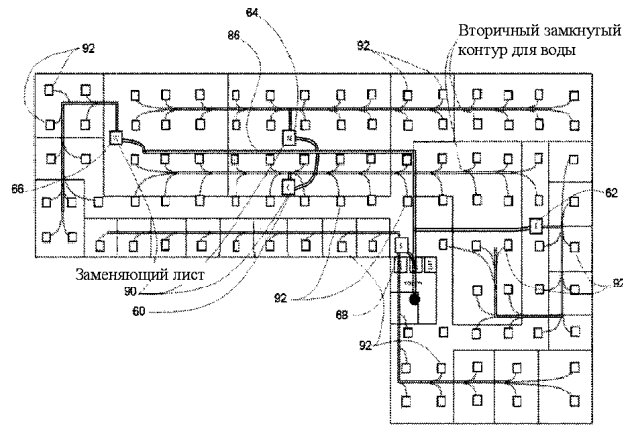
Фиг. 5



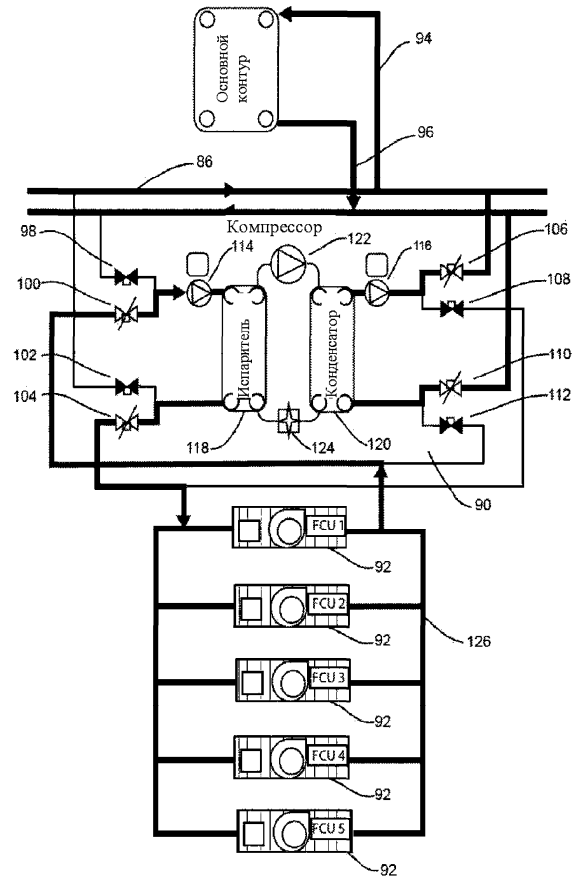
Фиг. 6



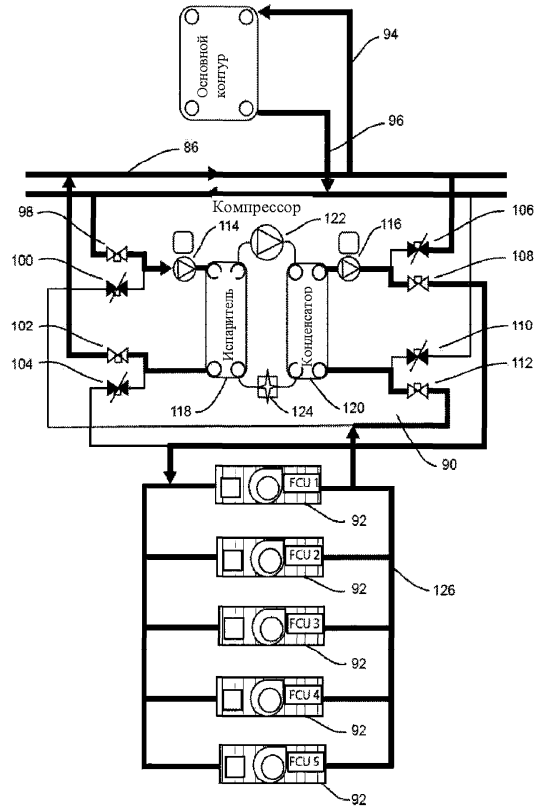
Фиг. 7А



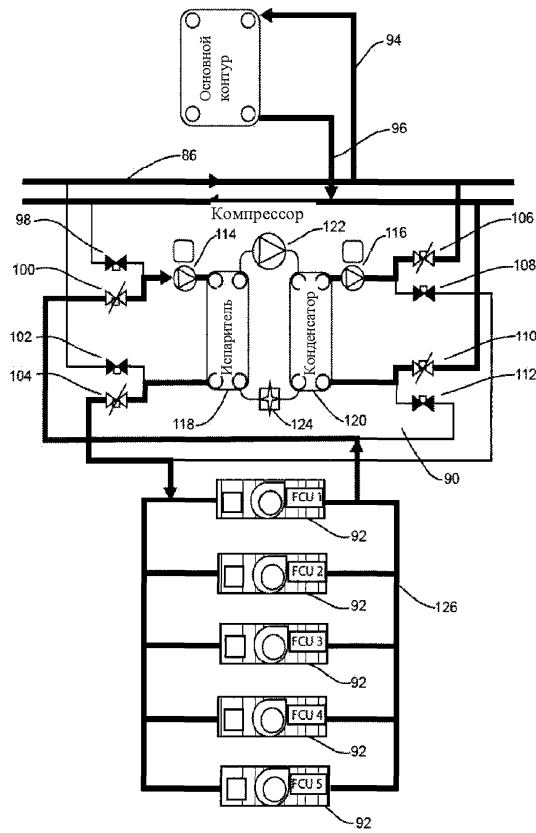
Фиг. 7В



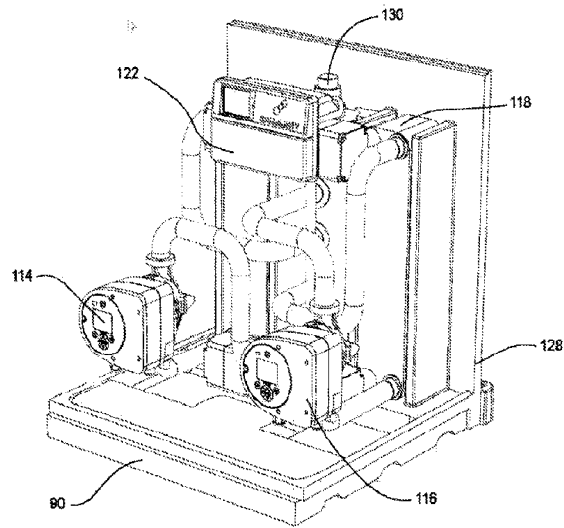
Фиг. 8



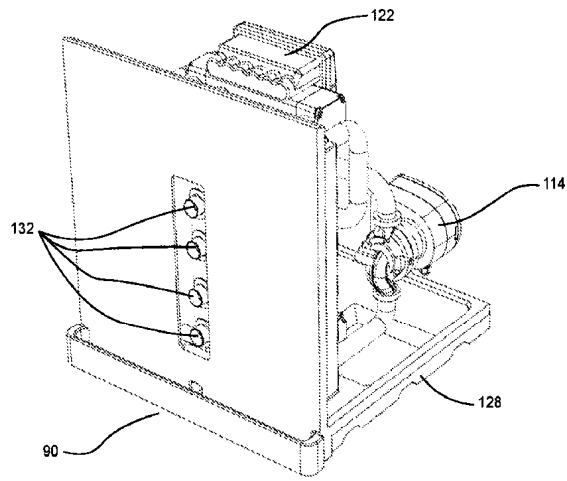
Фиг. 9



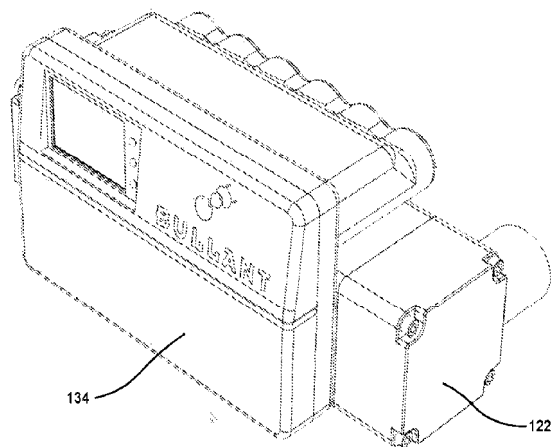
Фиг. 10



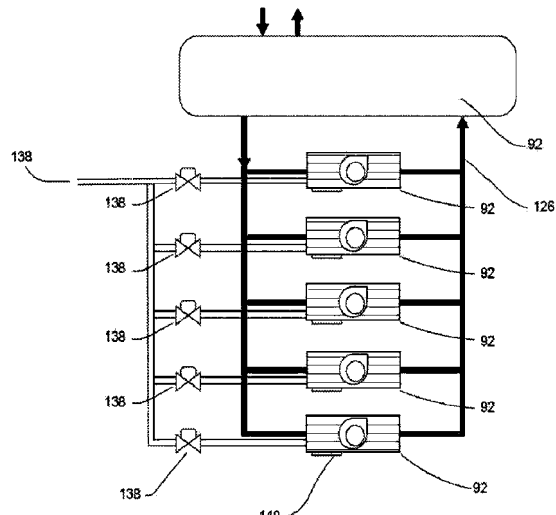
Фиг. 11



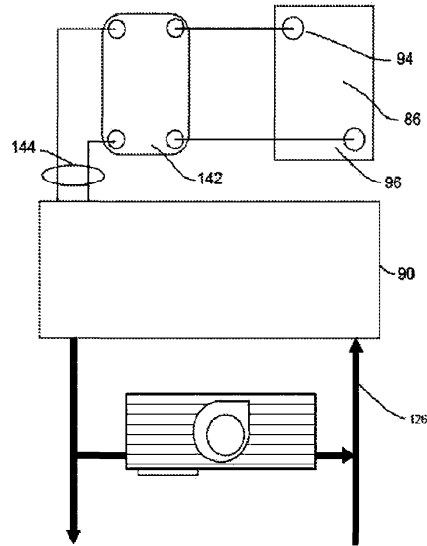
Фиг. 12



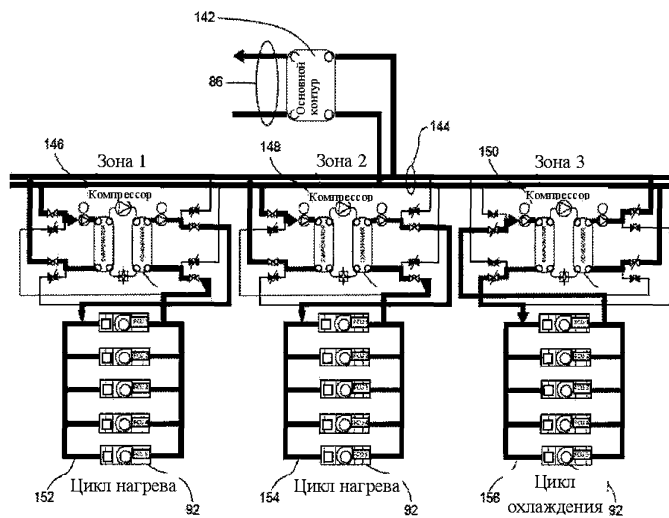
Фиг. 13



Фиг. 14

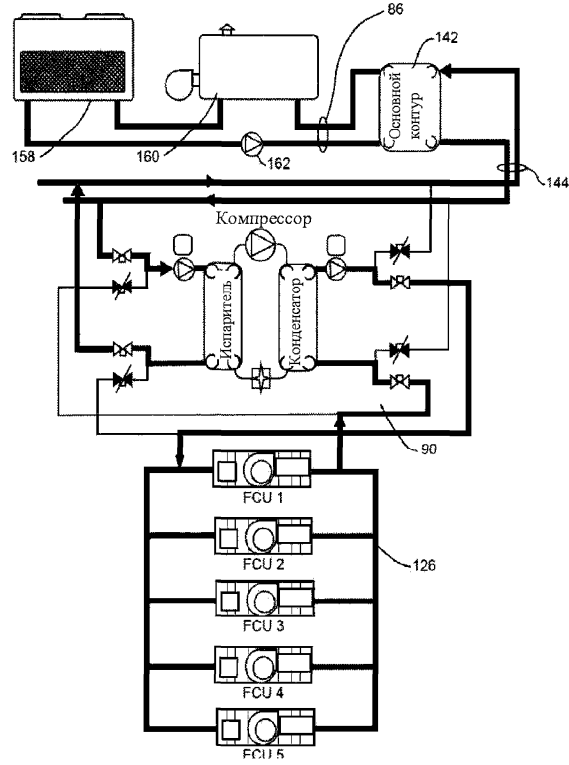


Фиг. 15



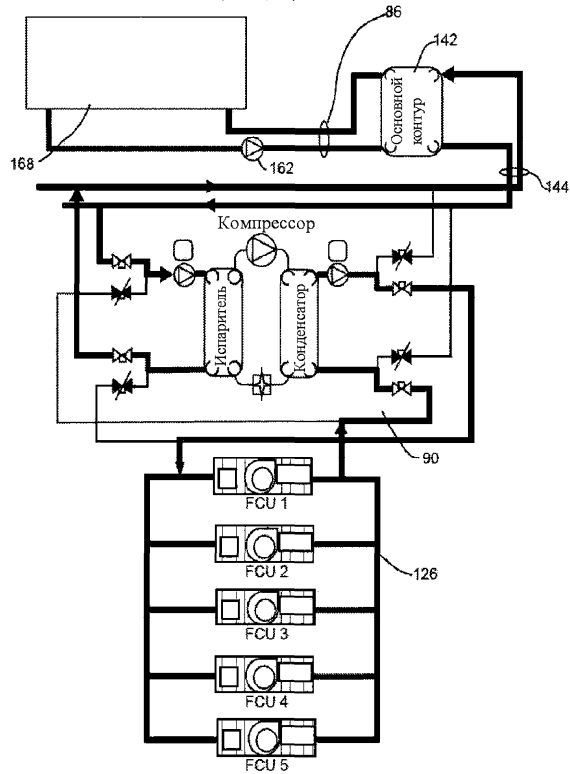
Фиг. 16

Испарительный конденсатор и котлоагрегат – 20–24°C (68–75,2°F)

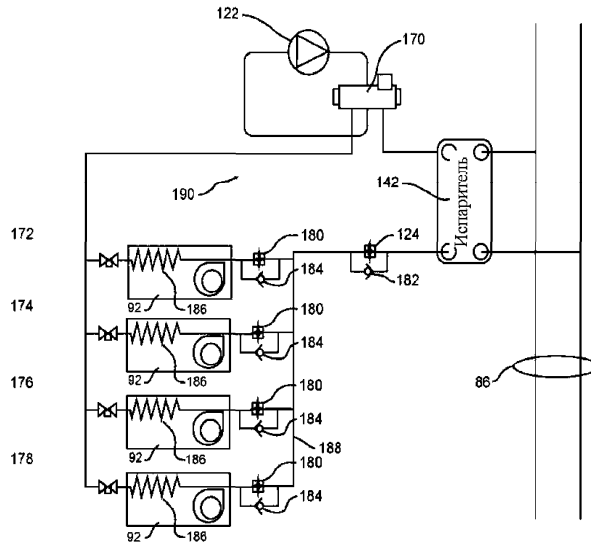


Фиг. 17

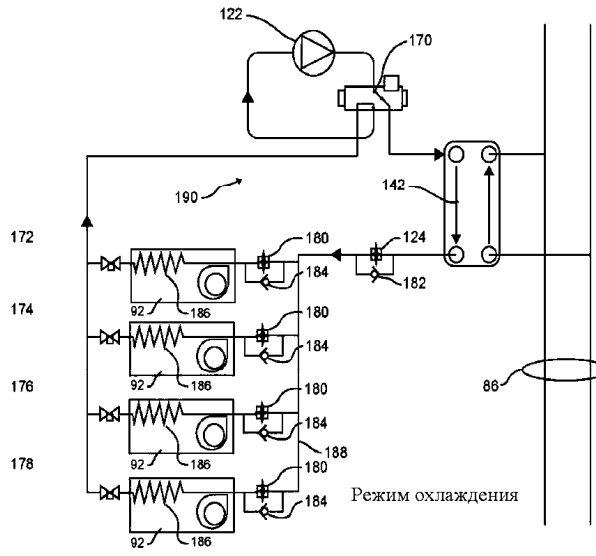
Тепловой насос – 20–24°C (68–75,2°F)



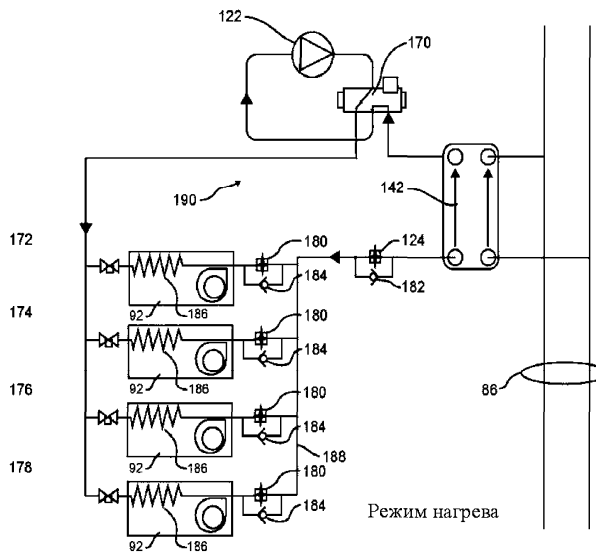
Фиг. 18



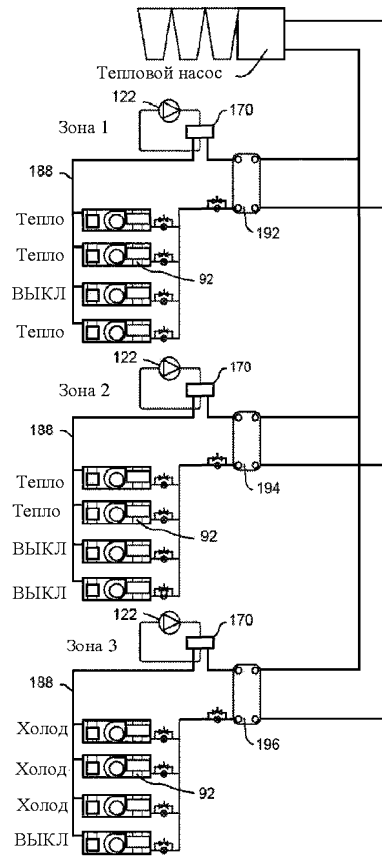
Фиг. 19



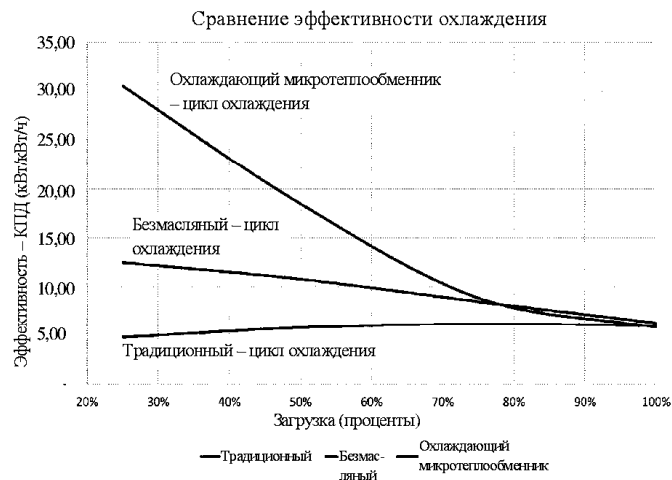
Фиг. 20



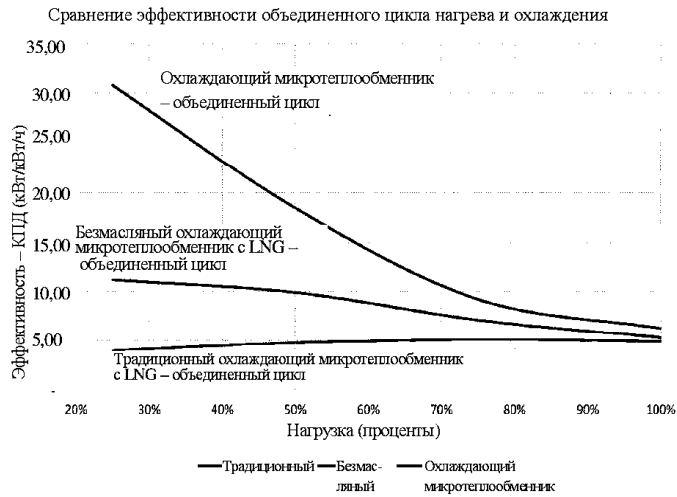
Фиг. 21



Фиг. 22



Фиг. 23



Фиг. 24



Фиг. 25

