

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037242**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.02.25

(51) Int. Cl. **F24F 5/00** (2006.01)

(21) Номер заявки
201700245

(22) Дата подачи заявки
2017.05.10

(54) **СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА С ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИЕЙ И
ВОЗМОЖНОСТЬЮ РЕГУЛИРОВАТЬ ТЕМПЕРАТУРУ И ВЛАЖНОСТЬ**

(43) **2018.11.30**

(56) US-A-4173924

(96) **2017000040 (RU) 2017.05.10**

JP-A-9152148

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НПО
"ТЕПЛОМАШ" (RU)**

JP-A-55540

JP-A-200261980

(72) Изобретатель:
**Рафалович Александр Пинхусович
(US), Булыгин Владимир
Григорьевич, Голубев Даниил
Владимирович (RU)**

(74) Представитель:
Хмара М.В., Рыбаков В.М. (RU)

(57) Изобретение представляет собой систему кондиционирования воздуха с чиллером, который в режиме охлаждения снабжает здание холодной водой для кондиционирования помещений, а также осушения и охлаждения приточного воздуха непосредственно в системе приточной вентиляции. Дополнительно изобретение предлагает способ и конструкцию системы утилизации теплоты. Этот способ включает холодильный цикл с двумя последовательными дросселированиями, двумя дроссельными устройствами и теплообменником, работающим как дополнительный конденсатор. Данный способ может быть использован в системах кондиционирования, чиллерах, повторно нагревающих переохлажденный с целью осушения циркулирующий и/или приточный воздух. Также данный способ и конструкция позволяют осуществлять энергоэффективную теплоутилизацию с регулируемым количеством утилизированной теплоты.

B1**037242****037242****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к системам кондиционирования воздуха, регулирующим температуру и влажность воздуха в помещении как посредством отбора теплоты от воздуха помещения с возвратом его в окружающую среду, так и привнесением теплоты в воздух помещения из окружающей среды при помощи теплового насоса и/или газовых, нефтяных, электрических, солнечных и пр. нагревателей. Для охлаждения помещения в таких системах используются воздушные кондиционеры или чиллеры, снабжающие помещение холодной водой для последующего использования этой воды в оборудовании, установленном внутри помещения и предназначенном для нагревания и/или охлаждения воздуха в отдельных частях этого помещения, как, например, фанкойлы. Чаще всего, чиллеры устанавливаются в зданиях с приточно-вытяжной вентиляцией, например в многоэтажных жилых домах, коммерческих помещениях, школах, больницах, супермаркетах, ресторанах, заводах и т.д.

Предшествующий уровень техники

Большинство воздушных кондиционеров и чиллеров работает по холодильно-компрессионному циклу Рэнкина. Хотя многие кондиционеры могут работать как в режиме нагревания, так и охлаждения помещения, настоящее изобретение относится преимущественно к работе в режиме охлаждения. В этом режиме воздух охлаждается и осушается, омывая холодную поверхность испарителя или фанкойла. При этом в большинстве кондиционеров продолжительность работы является единственным параметром, который регулируется либо установленной на психрометре влажностью, либо температурой на термостате. На сегодняшний день практически не существует независимого регулирования температуры и влажности в помещениях.

При заданной температуре воздуха и его влажности имеет место достаточно жесткая связь между долями холодильной производительности кондиционера, расходуемой на снижение температуры воздуха и на конденсацию влаги из этого воздуха. Тепло проникает в помещение, главным образом, через крышу, стены и окна. Влага же попадает с наружным воздухом. В небольших зданиях (одно-, двухэтажных индивидуальных или на несколько жильцов домах) приток свежего воздуха идет через протечки, трещины, приоткрытые двери и окна. При закрытых окнах объемный приток наружного воздуха обычно 0,5-2,0 объема помещения в час. Однако, поскольку количество людей и соответственно потребность в притоке свежего воздуха в помещениях с приточно-вытяжной вентиляцией значительно выше, объемный приток свежего воздуха в таких помещениях составляет от 4 объемов в час до 30. При таком значительном притоке свежего воздуха доля холодильной производительности чиллера, расходуемая на конденсацию влаги, часто оказывается недостаточной, особенно при высокой влажности наружного воздуха.

Комфортный уровень средней относительной влажности в охлаждаемом помещении зависит от специфических условий комфорта находящихся в помещении людей и обычно колеблется в диапазоне от 35 до 60%. Однако зачастую воздух в помещении слишком сухой зимой и повышенно влажный летом. Проблема повышенной влажности летом всегда существовала в местностях с тропическим и субтропическим климатом. В последние годы проблема излишней влажности заметно обострилась и в других регионах, включая Европу и многие области России, где повышенная температура и влажность наружного воздуха приводят к избытку влаги в поступающем в помещение воздухе.

В летнее время в регионах с высокой наружной температурой и влажностью воздуха, особенно при повышенном притоке наружного воздуха в помещениях с приточно-вытяжной вентиляцией, например в многоэтажных домах, в офисных помещениях, театрах, кинотеатрах и концертных залах, в госпиталях, школах и общежитиях, средняя влажность воздуха в помещении может подняться много выше 60% и даже выше 70%. Люди, находящиеся в таком помещении, испытывают значительный дискомфорт, не говоря уже о появлении сырости, плесени и росте нежелательных бактерий. Если чиллер или кондиционер имеет достаточную производительность, для удаления избыточной влаги температуру воздуха в помещении зачастую уменьшают ниже комфортного уровня. Это, в свою очередь, увеличивает время работы чиллера или кондиционера и, как следствие, повышает расход энергии на охлаждение. К тому же слишком низкая температура воздуха в помещении также вносит дискомфорт и может явиться причиной целого ряда заболеваний. Помимо этого значительное количество влаги, конденсируемой в установленных в помещении охладителях, создает проблемы с отводом конденсата.

Таким образом, одной из важнейших задач, стоящих перед разработчиками систем кондиционирования в помещениях с приточно-вытяжной вентиляцией, является улучшение осушки воздуха и, что особенно важно, создание систем, в которых влажность воздуха в помещении может регулироваться независимо от температуры.

Другой аспект работы чиллера или кондиционера в режиме охлаждения - это максимальное увеличение его эффективности, равно как и утилизация теплоты, генерируемой в холодильном контуре этих установок. В зданиях, где установлены кондиционеры или чиллеры, часто существует потребность в подогретой воде, например, для душевых, ванн, комнат или кухонь. При переохлаждении воздуха с целью понижения влажности также требуется теплота для подогрева осушенного воздуха. В принципе, теплоты, вырабатываемой в конденсаторе кондиционера или чиллера, должно хватать и на "доводку" до нужной температуры воздуха и для большинства хозяйственных нужд. Однако утилизация этой теплоты так же, как и снижение потребляемой чиллером энергии, представляет некоторые проблемы, во многом

связанные со способом отбора теплоты от горячего хладагента и доставки его потребителю.

В последнее время все большей популярностью стали пользоваться воздушные кондиционеры с жидким десикантом для осушки воздуха. Типичной конструкцией такой системы является конструкция Роберта Уселтона (Robert Uselton), изложенная в патенте US 9464815, принадлежащем известной американской корпорации Ленокс Индастрис (Lennox Industries). Система кондиционирования Уселтона включает воздушный кондиционер с контуром хладагента и контуром жидкого десиканта. Контур, по которому движется хладагент, перед испарителем разделен на 2 части. При этом первая часть контура хладагента помещена в абсорбер, а вторая - в испаритель. Хладагент, циркулирующий через находящиеся в абсорбере трубы, испаряется, охлаждая жидкий десикант, который поглощает пары воды из воздуха. Конструкция абсорбера, как и десорбера, в которых циркулирует жидкий десикант, помимо труб для хладагента, включает раму по периметру и мембраны по обеим сторонам. Мембраны делаются из материала, проницаемого для паров воды и герметичного для жидкого десиканта. Вторая часть хладагента попадает в испаритель и охлаждает в нем воздух, циркулирующий в помещении. Охлажденный в испарителе воздух омывает абсорбер, который поглощает из этого воздуха влагу. После чего охлажденный и осушенный воздух попадает в помещение. Насос перемещает жидкий десикант из абсорбера в десорбер. Хладагент из абсорбера и испарителя соединяется в единую линию и движется на всасывание в компрессор. После компрессора горячие пары хладагента вновь разделяются. Одна часть направляется к трубам в десорбере, другая - в конденсатор. Перед конденсатором обе ветки хладагента опять объединяются. В десорбере горячие пары хладагента нагревают десикант, и пары воды, ранее поглощенные десикантом в абсорбере, испаряются. В конденсаторе хладагент конденсируется, отдавая тепло воздуху. Горячий воздух после конденсатора омывает десорбер, подхватывает оттуда пары воды и уходит в атмосферу. Конструкция, описанная в патенте US 9464815, свободна от многих проблем, связанных с осушением воздуха. Однако она имеет другие недостатки. Во-первых, такой кондиционер много дороже обычного. Во-вторых, попадание масла из недостаточно отфильтрованного воздуха может серьезно повредить мембраны. В-третьих, мембраны требуют постоянной очистки от пыли. В-четвертых, если эта конструкция вполне приемлема для небольших строений с малым количеством отдельных комнат, она слишком сложна и дорога для многоэтажных зданий, поскольку такие здания часто требуют несколько приточных и вытяжных труб, доставка в которые хладагента для абсорберов и десорберов становится исключительно сложной. Еще одна проблема связана с регулированием влажности. Весной, осенью, а иногда и летом количество конденсируемой из воздуха влаги должно быть уменьшено. Самое простое - это снизить производительность насоса, транспортирующего десикант между абсорбером и десорбером. Однако конденсация меньшего количества хладагента в конденсаторе даже при некотором уменьшении количества жидкого хладагента в испарителе может привести к дисбалансу, что, в свою очередь, отрицательно повлияет на производительность и энергоэффективность всей системы.

Поэтому существующие в настоящее время методы регулирования и снижения влажности в помещении включают установку, помимо чиллера, специального кондиционера в приточной части вентиляционной системы. Таким образом, приточный воздух перед поступлением в фанкойлы, где воздух охлаждается холодной водой из чиллера, охлаждается и осушается в испарителе вышеупомянутого специального кондиционера, а избыточная влага дренируется. Недостаток такой схемы - значительное (более 20%, а порой и 50%) увеличение капитальных и эксплуатационных затрат. Помимо этого переохлажденный для лучшей осушки воздух требует температурной "доводки", для чего в некоторых системах используются газовые или электрические нагреватели. Все это вкуче с относительно низкой эффективностью специального кондиционера значительно увеличивает энергозатраты. Для снижения энергозатрат вместо газового или электрического нагревателя в передовых системах используется теплота, выбрасываемая после конденсатора чиллера или кондиционера в окружающую среду.

Прототипом настоящего изобретения является конструкция японского изобретателя Садао Такубо (Sadao Takubo), описываемая в патенте US 9470441. Такубо предлагает схему, согласно которой приточный воздух охлаждается и осушается в испарителе воздушного кондиционера, который Такубо называет "чиллером", а после осушки подогревается в теплообменнике воздух-воздух или смешивается с потоком теплого воздуха после конденсатора того же кондиционера. В патенте не приводится других кондиционеров или устройств, но можно предположить, что таковые могут быть добавлены, чтобы, помимо кондиционирования приточного воздуха, компенсировать тепловые потоки через окна и стены. Хотя энергоэффективность предложенной системы выше, чем системы с газовым или электронагревателем, схема Такубо имеет несколько серьезных недостатков: а) установка в приточной вентиляции испарителя, в который подается для испарения хладагент, резко уменьшает надежность и гибкость системы, поскольку дополнительные трубы, особенно протяженные трубы, для хладагента значительно уменьшают надежность и увеличивают потери давления хладагента перед испарителем, что, в свою очередь, уменьшает общую производительность и эффективность - это особенно скажется в больших и высотных зданиях с несколькими приточными трубопроводами; б) теплообменник воздух-воздух, в котором воздух после испарителя подогревается, требует специальной воздушной магистрали от конденсатора к системе смешения, что и дорого, и нерационально. Помимо этого, утилизация тепла от горячего воздуха после конденсатора никак не улучшает эффективность.

Сущность изобретения

Предлагаемое изобретение имеет целью устранить вышеупомянутые недостатки и создать энергоэффективную, дешевую, универсальную и простую в эксплуатации систему, способную, с одной стороны, к любой требуемой осушке приточного воздуха в режиме охлаждения, с другой стороны, к регулированию температуры этого воздуха утилизацией теплоты от хладагента. Помимо этого, в задачу изобретения входит создание способа и конструкции, в которой утилизация теплоты приводит к снижению энергопотребления кондиционера или чиллера.

Для решения поставленной задачи авторами разработана система кондиционирования с регулированием температуры и влажности воздуха, в которой чиллер (или группа чиллеров, объединенных в водяными коллекторами) в режиме охлаждения снабжает здание холодной водой, которая, во-первых, охлаждает воздух, например, в фанкойлах, установленных для охлаждения отдельных частей помещения, куда теплота поступает через стены, крышу, окна и с протечками воздуха через двери и неплотности, и, во-вторых, осушает и охлаждает воздух непосредственно в системе приточной вентиляции. При этом осушка воздуха в системе приточно-вытяжной вентиляции осуществляется при охлаждении воздуха в первом по ходу воздуха водовоздушном теплообменнике холодной водой, выходящей из испарителя чиллера, а "доводка" охлажденного в первом теплообменнике воздуха до нужной температуры осуществляется во втором по ходу воздуха водовоздушном теплообменнике теплой водой, нагретой в специальном утилизационном теплообменнике чиллера.

В одной части изобретения чиллер работает по традиционному компрессионно-холодильному циклу Рэнкина, а утилизационный теплообменник работает как переохладитель жидкого хладагента (сабкулера). При этом производительность и энергоэффективность чиллера значительно возрастают и, что особенно важно, экономия энергии растет с повышением температуры окружающего воздуха.

В другой части изобретения предложен альтернативный холодильный цикл с двумя дросселирующими устройствами и утилизационным теплообменником, работающим как дополнительный конденсатор. В отличие от холодильного цикла, где утилизационный теплообменник чиллера или кондиционера работает как сабкулер, альтернативный цикл позволяет изменять утилизационную нагрузку без снижения эффективности чиллера или кондиционера. Вдобавок, предложенный альтернативный цикл с утилизацией теплоты, помимо чиллеров и воздушных кондиционеров, может быть использован и в других холодильных системах, работающих по компрессионно-холодильному циклу.

Изобретение включает также наличие водяных насосов и вентиляей, при помощи которых подача холодной воды в первый теплообменник и теплой воды во второй теплообменник, а также теплой воды другим потребителям может быть или прекращена, или полностью, или частично байпасирована. При этом чиллер может продолжать работать в обычном режиме снабжения холодной водой различных частей помещения.

Изобретение предполагает также возможность установки в системе приточно-вытяжной вентиляции рекуператора, утилизирующего теплоту или холод из выходящего из помещения воздуха, и увлажнителя в приточном воздуховоде для зимнего режима, когда помещение снабжается теплотой от воздушного кондиционера, или чиллера, или других средств нагрева.

Перечень фигур и иных материалов

Фиг. 1 иллюстрирует схему системы кондиционирования воздуха с чиллером, обеспечивающим холодной жидкостью теплообменник в приточном воздуховоде и средства кондиционирования помещений в здании.

Фиг. 2 также иллюстрирует схему с чиллером, обеспечивающим холодной жидкостью теплообменник в приточном воздуховоде и средства кондиционирования помещений в здании. Помимо этого, он демонстрирует чиллер с экономайзером, систему утилизации теплоты и средства подачи нагретой жидкости к приточному воздуху и прочим пользователям в здании.

Фиг. 3 иллюстрирует схему чиллера с экономайзером, переохлаждающим жидкий хладагент после конденсатора и нагревающим жидкость в контуре утилизации теплоты.

Фиг. 4 иллюстрирует схему чиллера с дополнительным дросселем между конденсатором и экономайзером, который работает как второй конденсатор, реконденсируя парообразный хладагент после дополнительного дросселя и передавая теплоту, утилизированную нагретой жидкостью, пользователям.

Фиг. 5a - P-H диаграмма (энтальпия-давление) холодильного цикла, по которому работает чиллер, схема которого представлена на фиг. 3.

Фиг. 5b - P-H диаграмма (энтальпия-давление) холодильного цикла, по которому работает чиллер, схема которого представлена на фиг. 4.

Фиг. 6 иллюстрирует чиллер, схема которого представлена на фиг. 4, с дополнительным теплообменником утилизации теплоты, расположенным между компрессором и конденсатором и предназначенным для дальнейшего нагрева жидкости, подогретой в экономайзере.

Описание схем и конструкций, подтверждающих возможность осуществления изобретения

Основные части системы кондиционирования воздуха представлены на фиг. 1 и 2, включая чиллер (или группу чиллеров) 10 с жидкостью, обычно водой или рассолом, представляющим собою раствор в воде хлористого кальция или поваренной соли (хлористого натрия), или других солей, или гли-

колей, в качестве вторичного хладоносителя, циркулирующего через теплообменник жидкость-хладагент 7. Чиллер 10 охлаждает вторичный теплоноситель в режиме охлаждения и нагревает ту же жидкость в режиме нагрева. В режиме охлаждения замкнутая система циркуляции жидкости 30 доставляет охлажденную жидкость к приточному воздуховоду 23 приточно-вытяжной системы здания 20 и прочим потребителям для кондиционирования как приточного воздуха, так и воздуха внутри здания. Фиг. 2, в дополнение, демонстрирует систему 40, которая утилизирует теплоту холодильного цикла в режиме охлаждения для нагрева жидкости, и систему 50, доставляющую нагретую жидкость для регулирования температуры приточного воздуха, температуры воздуха внутри кондиционируемого помещения и к другим потребителям теплоты или нагретой воды.

Управляющая часть системы кондиционирования воздуха включает в себя термостаты, психрометры и прочие датчики. В зависимости от показаний датчиков управляющая часть запускает или останавливает насосы, вентиляторы и компрессор, меняет скорость этих устройств, открывает/закрывает вентили и т.п. Большинство элементов управляющей части широко распространены в системах кондиционирования, за исключением пары датчиков, характерных для данного изобретения. Дополнительно фиг. 3, 4 и 6 демонстрируют схему и оборудование для утилизации теплоты.

Чиллер (или группа чиллеров) 10 может работать либо только в режиме охлаждения, либо и в режиме охлаждения, и в режиме нагрева. В режиме нагрева чиллер 10 работает как тепловой насос. Для этих целей чиллер 10 оборудован 4-ходовым реверсивным вентилем 6 с выходными отверстиями А, В, С и D. В чиллерах, работающих только в режиме охлаждения, 4-ходовой вентиль отсутствует. В режиме охлаждения выходное отверстие А соединено с отверстием В, а отверстие С - с отверстием D (сплошные линии). В режиме нагрева выходное отверстие А соединено с отверстием С, а отверстие В - с отверстием D (пунктирные линии). На всех фигурах (фиг. 1-6) показан чиллер, работающий в режиме охлаждения.

Чиллер на фиг. 1 включает замкнутый холодильный контур. В режиме охлаждения горячий парообразный хладагент после компрессора 1 поступает в теплообменник воздух-хладагент 3, который работает как конденсатор, охлаждая и конденсируя пары хладагента, отдавая теплоту потоку воздуха 9, прокачиваемому через теплообменник 3 вентилятором 11. Альтернативная конструкция конденсатора, не показанная на фиг. 1, может использовать водяной контур, где вода, нагретая при поглощении теплоты от конденсатора, охлаждается в градирне, отдавая теплоту в окружающую среду. После теплообменника воздух-хладагент 3 хладагент поступает в дроссель 5 и расширяется там. Когда чиллер работает и в режиме охлаждения, и в режиме нагрева, дроссель 5 либо дросселирует хладагент в обоих направлениях, либо состоит из двух устройств, каждое вблизи соответствующего испарителя. Одно дросселирует хладагент в режиме охлаждения и байпасирует его в режиме нагрева, а другое дросселирует хладагент в режиме нагрева и байпасирует его в режиме охлаждения. После дросселя 5 смесь парообразного и жидкого хладагента поступает в теплообменник жидкость-хладагент 7, который работает как испаритель, испаряя жидкий хладагент и поглощая теплоту от воды или рассола. После испарителя пары хладагента поступают на всасывание в компрессор.

Замкнутая система циркуляции жидкости 30 (фиг. 1 и 2) включает в себя насос 31, трубы 32, 34, 36, 38, 39 и вентили 33, 35, 37. Холодная вода или рассол поступает по трубам 34 в первый теплообменник приточного воздуха 29, охлаждая и осушая воздух в приточном воздуховоде 23. Конденсат, выпадающий в теплообменнике 29, собирается в поддоне (на фиг. 1 и 2 не показан) и удаляется из воздуховода. После поглощения теплоты из приточного воздуха система 30 доставляет воду или рассол фанкойлам через трубу 36 и возвращает подогретую воду или рассол к теплообменнику жидкость-хладагент 7 через трубы 32. Движение жидкости в системе 30 через теплообменник 29 и фанкойлы может быть параллельным, последовательным или параллельно-последовательным, регулируемым путем закрывания и открывания вентиля 33, 35, 37 и изменением скорости насоса 31. В некоторых системах для лучшей организации течения жидкости в системе 30 могут использоваться дополнительные не показанные на фиг. 1, 2 трубы. Датчик влажности 22 помогает регулировать расход охлаждающей жидкости через первый теплообменник приточного воздуха 29. Система циркуляции жидкости 30 может также включать в себя другие компоненты, не показанные на фиг. 1 и 2. Это могут быть: резервуар для жидкости, резервуары и клапаны для контроля давления, дополнительные насосы и трубы, средства пополнения воды или рассола, водонагреватели и прочее.

Приточно-вытяжная система вентиляции состоит из вытяжного 21 и приточного 23 воздухопроводов, а также вытяжного и приточного вентиляторов (не показаны на фиг. 1 и 2). В системе могут присутствовать фильтры, шумоглушители, воздухозаборные и воздухораспределительные устройства, средства отаивания вытяжного воздухопровода и устройства для контроля и управления. Однако элементы, показанные на фиг. 1, ограничиваются только датчиками и устройствами, относящимися к контролю и управлению температурой и влажностью приточного воздуха, отражающими специфику настоящего изобретения. Помимо воздухопроводов, фиг. 1 демонстрирует рекуператор 27, который представляет собой теплообменник воздух-воздух, нагревающий приточный воздух теплотой от вытяжного воздуха, когда наружный воздух холоднее воздуха в помещении, и охлаждающий приточный воздух, когда наружный воздух теплее воздуха в помещении. Рекуператор с мембранами, проницаемыми для паров воды, может также иметь некоторую способность поглощать или отдавать влагу приточному воздуху. Однако применение

мембран ограничено, поскольку они могут быть также проницаемы для CO_2 и других газообразных продуктов вытяжного воздуха, являющихся результатом людской и прочей деятельности в здании. Средства увлажнения 28 увлажняют приточный воздух, когда влажность наружного воздуха падает до слишком низкого уровня (в основном зимой). Показания датчика 22 позволяют регулировать параметры охлаждающей воды и увлажнителя 28 и соответственно влажность приточного воздуха при осушении в теплообменнике 29 или увлажнении в увлажнителе 28.

Дополнительно к деталям, показанным на фиг. 1, фиг. 2 демонстрирует компоненты системы утилизации теплоты 40, утилизирующей теплоту холодильного цикла для нагрева воды или рассола, и систему подачи теплой воды или рассола 50 для регулирования температуры приточного воздуха и воздуха после фанкойлов в кондиционируемых помещениях.

Фиг. 2 и 3 демонстрируют чиллер 110 с системой утилизации теплоты 40. Дополнительное оборудование в холодильном контуре чиллера включает экономайзер 43, расположенный после теплообменника воздух-хладагент 3 и перед расширительным устройством 5, байпасную линию 48 с отсечным клапаном 41. Теплый жидкий хладагент (например, жидкий фреон) после конденсатора переохлаждается в экономайзере 43, отдавая теплоту потоку воды или рассола, который поступает в экономайзер 43 по трубе 52, поглощает теплоту от хладагента и отводится из экономайзера по трубе 54. Обе трубы 52 и 54 являются частями системы подачи нагретой жидкости 50 (фиг. 2). Система 50 с насосом 51 доставляет нагретую жидкость ко второму теплообменнику приточного воздуха 24, который нагревает приточный воздух до необходимой температуры, после того как он был переохлажден для осушки в первом теплообменнике приточного воздуха 29. Датчик температуры 26 помогает корректному нагреву, передавая сигналы на средства регулирования потока жидкости через теплообменник 24. Кроме теплообменника 24, нагретая жидкость может поступать и другим потребителям, включая фанкойлы для подогрева воздуха. Нагретая вода может использоваться также для коммерческих или персональных целей, например, в душевых, ванных комнатах и кухнях. В таком случае либо устанавливается дополнительный теплообменник жидкость-вода (на схеме фиг. 2 не показан), либо в качестве жидкости в системе утилизации теплоты 40 и открытом контуре подачи 50 (фиг. 2) используется только вода. Если же нагретая жидкость используется только для подогрева воздуха, то этой жидкостью могут быть как вода, так и рассол, а системы 40 и 50 могут быть как открытыми, так замкнутыми. Система подачи 50 (фиг. 2) включает в себя трубы 52, 54, 56, 58, 59 и клапаны 53, 55, 57. После второго теплообменника приточного воздуха 24 жидкость либо поступает к другим потребителям в здании, либо возвращается в экономайзер 43 по трубам 52. Если есть другие потребители теплой жидкости, потоки жидкости в теплообменник 24 и к этим потребителям могут быть организованы параллельным, последовательным или параллельно-последовательным образом. Закрывая полностью или частично клапаны 53, 55, 57, открывая их и/или меняя скорость насоса 51, можно осуществлять регулирование потока жидкости через теплообменник 24 и к другим потребителям. Система подачи нагретой воды или рассола 50 может также включать другие компоненты, не показанные на фиг. 2. Это могут быть резервуар для аккумуляции нагретой жидкости и распределения ее между потребителями, резервуары и клапаны для сброса давления, дополнительные насосы и трубы, средства пополнения воды или рассола, водонагреватели и прочее.

Фиг. 3 и 5а показывают работу чиллера 110 с экономайзером 43. Экономайзер 43 на фиг. 3 может быть кожухотрубным, пластинчатым, пластинчато-ребристым или какого-либо другого типа, подходящего для передачи теплоты от жидкости к жидкости. Когда возникает необходимость в нагретой воде в режиме охлаждения, отсечной клапан 41 закрывает байпасную линию 48, и экономайзер 43 начинает работать как сабкулер. Такая работа не только обеспечивает потребителей водой, нагретой утилизированной теплотой, но и увеличивает холодопроизводительность чиллера выше уровня, который может быть достигнут холодильным циклом без переохлаждения (цикл 1-2-3-4-1 на фиг. 5а в сравнении с циклом с переохлаждением 1-2-5-6-1). Сегмент 6-4 демонстрирует повышение производительности. Так как этот прирост производительности не ведет к какому-либо значительному увеличению мощности, потребляемой компрессором, переохлаждение также улучшает эффективность системы кондиционирования в целом. При отсутствии необходимости в нагретой жидкости отсечной клапан 41 открыт, хладагент течет по линии 48, а экономайзер 43 становится ресивером жидкого хладагента. Однако использование экономайзера в качестве сабкулера может иметь также и обратную сторону. Жидкий хладагент перед расширительным устройством 5 должен наполнить экономайзер 43 и трубы 4, 48 и 8. Максимальная утилизация теплоты, показанная на фиг. 5а как сегмент 5-3, требует максимальной заправки хладагента, так как количество жидкого хладагента в испарителе также максимально (сегмент 5-3 равен сегменту 6-4). Если потребители используют только часть теплоты, полученной в результате утилизации, испарителю требуется меньшее количество жидкого хладагента, что ведет к образованию избытка хладагента в холодильном цикле. Избыток хладагента мог бы быть аккумулятирован в ресивере. Однако в чиллере 110 на фиг. 3 ресивер после сабкулера не может быть установлен, так как жидкий хладагент переместится из сабкулера в ресивер, что приведет к отсутствию переохлаждения и, таким образом, не будет ни увеличения холодопроизводительности, ни сколько-нибудь существенного энергосбережения. В силу того, что экономайзер/сабкулер и все трубы холодоснабжения после конденсатора и до расширительного устройства 5 заполнены жидким хладагентом, избыток хладагента должен быть закачан в конденсатор 3. Это

ведет к увеличенному давлению конденсации (линия 2"-5" в сравнении с линией 2-5 на фиг. 5а), давлению на выходе из компрессора и также мощности компрессора 5 (сектор 2'-2"), а также снижению эффективности системы. Таким образом, в схеме на фиг. 3 отсутствует возможности экономичного регулирования, что является основной проблемой использования сабкулера по такой схеме. В то же время в большинстве случаев количество утилизированной теплоты в кондиционируемых зданиях изменяется в широких пределах - от максимального до нулевого.

Альтернативная конструкция чиллера на фиг. 4 обеспечивает эффективную утилизацию теплоты во всем диапазоне работы сабкулера. В дополнение к чиллеру 110 на фиг. 3 чиллер 210 на фиг. 4 включает в себя второй дроссель 105 и ресивер 104. Чиллер 210 работает по холодильному циклу с двумя последовательными расширениями, изначально представленному в патенте US 8117855. Чиллер 210 в режиме охлаждения с утилизацией теплоты работает в следующей последовательности:

- сжатие парообразного хладагента в компрессоре 1;
- охлаждение и конденсация горячих паров хладагента в теплообменнике воздух-хладагент 3, который работает как первый конденсатор, отдавая теплоту наружному воздуху;
- подача жидкого хладагента после теплообменника 3 ко второму дросселю 105;
- расширение жидкого хладагента в дросселе 105 с понижением температуры хладагента;
- подача парожидкостной смеси хладагента в экономайзер 43;
- реконденсация паров хладагента в экономайзере 43, работающем как второй конденсатор, нагревая при этом охлаждающую жидкость (воду) за счет теплоты конденсации;
- подача жидкого хладагента в первый дроссель 5;
- расширение жидкого хладагента в дросселе 5 с понижением температуры хладагента;
- подача парожидкостной смеси хладагента в теплообменник жидкость-хладагент 7;
- испарение жидкого хладагента при поглощении теплоты от вторичного хладоносителя (охлаждающей воды или рассола) и охлаждение, таким образом, вторичного хладоносителя и циркуляция этого хладоносителя для нужд кондиционирования;
- возвращение парообразного хладагента в компрессор 1.

Фиг. 5b демонстрирует работу цикла чиллера 210 (фиг. 4). При максимальной утилизации теплоты (сегмент 5-4') и повышении холодопроизводительности (сегмент 6-4) длина этих сегментов идентична длине сегментов 5-3 и 6-4 на диаграмме 5а чиллера 110 на фиг. 3. Однако в отличие от чиллера 110 на фиг. 3 чиллер 210 не имеет проблем с регулированием количества утилизированной теплоты. При уменьшении потребности в утилизированном тепле избыток хладагента размещается в ресивере 104 и, таким образом, не влияет на температуру конденсации, мощность и эффективность.

Тот же метод с вышеописанной последовательностью может быть применен в кондиционерах воздуха без вторичного холодильного контура в крышных, центральных, сплит и пр. кондиционерах. Помимо систем, требующих утилизации теплоты, кондиционер или чиллер на фиг. 4 также может быть применен и без утилизации теплоты в системах со значительными колебаниями производительности и мощности. В таких системах экономайзер 43 заменяется теплообменником, охлаждаемым либо той же средой, что и конденсатор, либо альтернативной средой, что вкупе с компрессором с переменной скоростью и вентилятором с переменной скоростью поможет оптимизировать эффективность системы.

Для некоторых потребителей нагретой воды, например кухонь и душевых, жидкость после экономайзера должна иметь более высокую температуру. Один из способов подогреть эту воду - использование электрического или газового подогревателя, но метод с двумя последовательными расширениями, предлагаемый в схеме чиллера 210, позволяет подогревать воду без дополнительного энергопотребления.

Фиг. 6 демонстрирует схему такого чиллера. Чиллер 310 также работает по холодильному циклу с двумя последовательными расширениями; однако утилизация тепла в системе 240 отличается. Система 240 включает в себя дополнительный теплообменник 203, расположенный после компрессора 1 и перед конденсатором 3. Жидкость, в большинстве случаев вода, поступает для нагрева в чиллер 310 по трубопроводу 252. В экономайзере 43 жидкость нагревается, поглощая теплоту от реконденсировавшегося хладагента. Затем вода, изначально нагретая в экономайзере 43, поступает в теплообменник 203, где далее подогревается, поглощая теплоту от горячего парообразного хладагента из компрессора. Таким образом, температура воды может быть доведена до 40-50°C или выше. Хладагент, покидающий теплообменник 203, частично или полностью понижает температуру перегрева и иногда даже частично конденсируется. В первом конденсаторе 3 наружный воздух поглощает теплоту от хладагента, охлаждая и/или конденсируя этот хладагент, и отбирая ту теплоту, которая не была поглощена водой в теплообменнике 203. После теплообменника 203 нагретая вода поступает потребителям по трубе 254 или в накопительный резервуар (не показан на фигурах). Если нет необходимости в дополнительном подогреве воды в теплообменнике 203, то клапан байпасной линии 215 полностью открыт. В случае же, когда необходимо нагреть воду до требуемой температуры, которая ниже максимальной, клапан будет открыт частично.

Принимая во внимание, что предпочтительные варианты осуществления изобретения описаны выше в подробностях, очевидно, что может быть сделано большое количество модификаций описанных выше систем без отступления от сущности и идей изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система кондиционирования воздуха с независимым управлением как температурой, так и влажностью воздуха, работающая в режиме охлаждения и отводящая тепло из здания, состоящая из

чиллера с замкнутым холодильным контуром, основными составляющими которого являются компрессор, теплообменник воздух-хладагент, первый дроссель, теплообменник жидкость-хладагент и трубы холодоснабжения, холодильный контур, в котором горячие пары хладагента после компрессора поступают в теплообменник воздух-хладагент, работающий как конденсатор, охлаждая и сжижая хладагент и отдавая тепло наружному воздуху, после чего жидкий хладагент поступает в первый дроссель и расширяется в нем, далее парожидкостная смесь хладагента поступает в теплообменник жидкость-хладагент, который работает как испаритель, испаряя жидкий хладагент и поглощая тепло от вторичного хладоносителя, который является либо водой, либо рассолом, и охлаждая этот вторичный хладоноситель, далее возвращая парообразный хладагент на всасывание компрессора;

системы вентиляции здания, обеспечивающей помещения здания свежим воздухом и состоящей из приточного воздуховода, вентилятора, средств забора воздуха, средств для кондиционирования воздуха в отдельных частях здания;

системы управления, которая включает в себя датчики температуры и влажности;

отличающаяся тем, что система вентиляции здания включает в себя систему подготовки воздуха, которая состоит из

первого теплообменника приточного воздуха для предварительного контролируемого осушения свежего воздуха за счет охлаждения перед подачей его в приточный воздуховод,

средств для дренажа конденсата,

замкнутого контура для циркуляции и распределения холодного вторичного хладоносителя между первым теплообменником приточного воздуха и средствами кондиционирования воздуха в отдельных частях здания.

2. Система кондиционирования воздуха по п.1, в которой чиллер работает как в режиме охлаждения, так и в режиме нагревания для охлаждения или нагрева отдельных частей здания, отличающаяся тем, что чиллер оборудован реверсивным вентилем, который в режиме нагревания соединяет выходной патрубок компрессора с теплообменником жидкость-хладагент, работающим в этом режиме как конденсатор, и соединяет патрубок всасывания в компрессор с теплообменником воздух-хладагент, который работает как испаритель.

3. Система кондиционирования воздуха по п.1, отличающаяся тем, что система вентиляции здания включает в себя вытяжной воздуховод, вытяжной вентилятор, средства выброса воздуха и установленный в системе подготовки воздуха рекуператор, в котором осуществляется теплообмен между вытяжным и приточным воздушными потоками, который расположен перед первым теплообменником приточного воздуха и предназначен для охлаждения приточного воздуха в режиме охлаждения путем отдачи тепла холодному вытяжному воздуху и нагрева приточного воздуха в режиме нагрева путем поглощения тепла от нагретого вытяжного воздуха.

4. Система кондиционирования воздуха по п.2, отличающаяся тем, что система подготовки воздуха включает в себя средства увлажнения, расположенные в приточном воздуховоде после первого теплообменника приточного воздуха и предназначенные для увеличения влажности воздуха в кондиционируемых частях здания.

5. Система кондиционирования воздуха по п.1, отличающаяся тем, что в нее включены следующие дополнительные элементы:

второй теплообменник приточного воздуха в системе подготовки воздуха вслед за первым теплообменником приточного воздуха для компенсационного повышения температуры этого воздуха после переохлаждения в целях осушения в первом теплообменнике,

экономайзер в составе чиллера, осуществляющий теплообмен между водой или рассолом и хладагентом, которые утилизируют теплоту от хладагента,

контур нагретой жидкости для циркуляции и распределения воды или рассола, нагретых в экономайзере и используемых для нагрева охлажденного воздуха во втором теплообменнике приточного воздуха и/или в средствах кондиционирования воздуха в отдельных частях здания.

6. Система кондиционирования воздуха по п.5, отличающаяся тем, что экономайзер расположен после компрессора, и перед теплообменником воздух-хладагент - экономайзер, в котором горячий парообразный хладагент частично конденсируется и/или охлаждается перед теплообменником воздух-хладагент.

7. Система кондиционирования воздуха по п.5, отличающаяся тем, что вышеупомянутый экономайзер расположен после теплообменника воздух-хладагент и перед первым дросселем, экономайзер, который работает в режиме охлаждения как сабкулер для переохлаждения жидкого хладагента, - после теплообменника воздух-хладагент, нагревая при этом воду или рассол утилизированной от хладагента теплотой.

8. Система кондиционирования воздуха по п.5, отличающаяся тем, что чиллер включает второй

дроссель, расположенный после теплообменника воздух-хладагент и перед экономайзером.

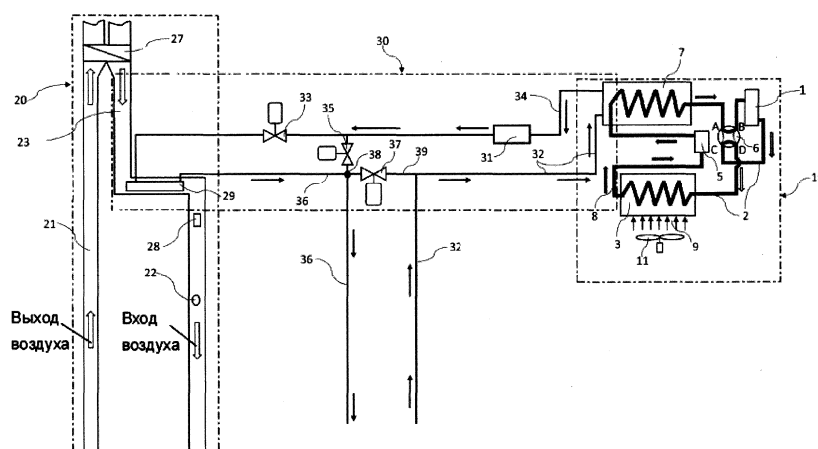
9. Система кондиционирования воздуха по п.8, отличающаяся тем, что чиллер включает ресивер, расположенный между экономайзером и первым дросселем для хранения излишка хладагента.

10. Система кондиционирования воздуха по п.9, отличающаяся тем, что чиллер включает байпасную линию с отсечным клапаном, соединяющую первый дроссель с теплообменником воздух-хладагент и предназначенную для байпасирования второго дросселя, экономайзера и ресивера в режиме нагрева или в режиме охлаждения, когда нет необходимости в утилизации теплоты.

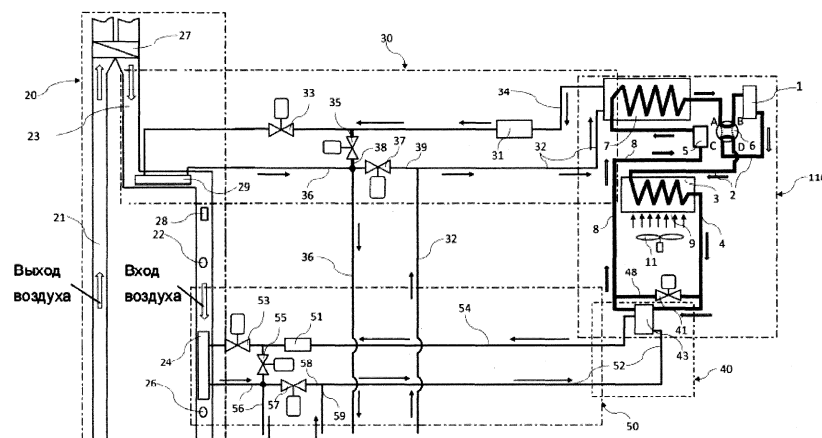
11. Система кондиционирования воздуха по п.10, отличающаяся тем, что чиллер включает утилизационный теплообменник, расположенный между компрессором и теплообменником воздух-хладагент, и водяной контур, подающий воду сначала в экономайзер для предварительного подогрева, потом в утилизационный теплообменник для последующего нагрева, а затем направляет нагретую в этом утилизационном теплообменнике воду либо в накопительный резервуар, либо прямо к потребителям нагретой воды, вышеупомянутый контур включает также средства для пополнения контура свежей водой.

12. Способ кондиционирования воздуха с утилизацией теплоты в режиме охлаждения с использованием системы по п.1, включающий следующие процессы:

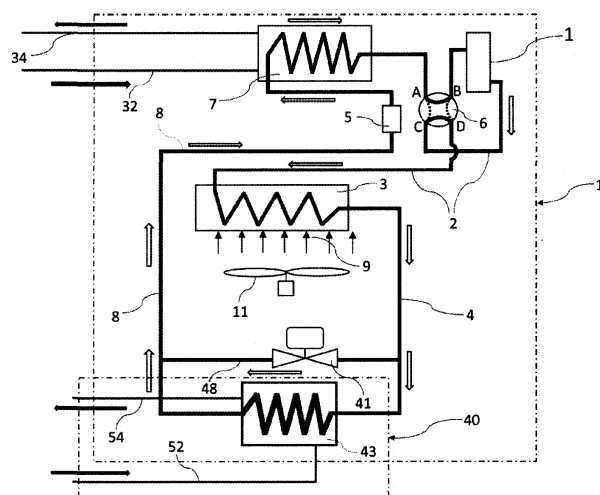
сжатие парообразного хладагента в компрессоре,
охлаждение и конденсация паров хладагента в конденсаторе,
расширение жидкого хладагента в первом дросселе,
реконденсация паров хладагента после первого дросселя в экономайзере, охлаждающемся водой или рассолом, поглощающем тепло конденсации.
расширение жидкого хладагента во втором дросселе,
испарение жидкого хладагента в испарителе,
возвращение парообразного хладагента в компрессор;
отличающийся тем, что хладагент после первого конденсатора расширяют во втором дросселе, после чего реконденсируют в экономайзере, нагревая охлаждающую среду, что позволяет осуществлять последующую утилизацию теплоты реконденсации.



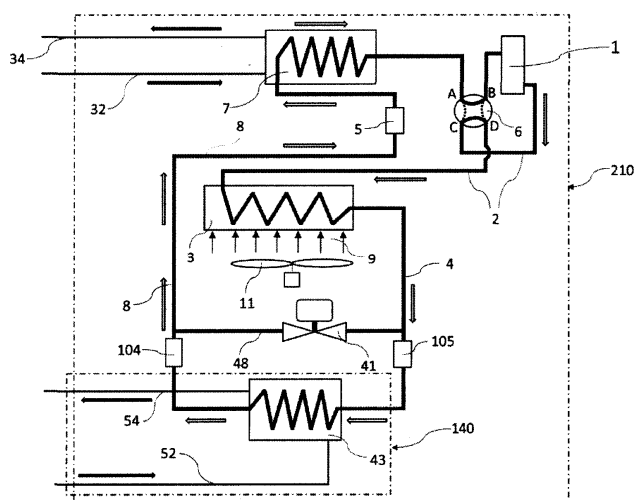
Фиг. 1



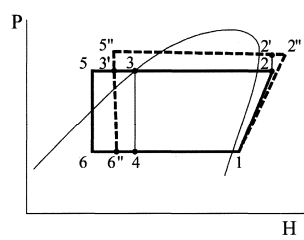
Фиг. 2



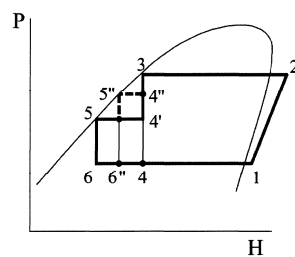
ФИГ. 3



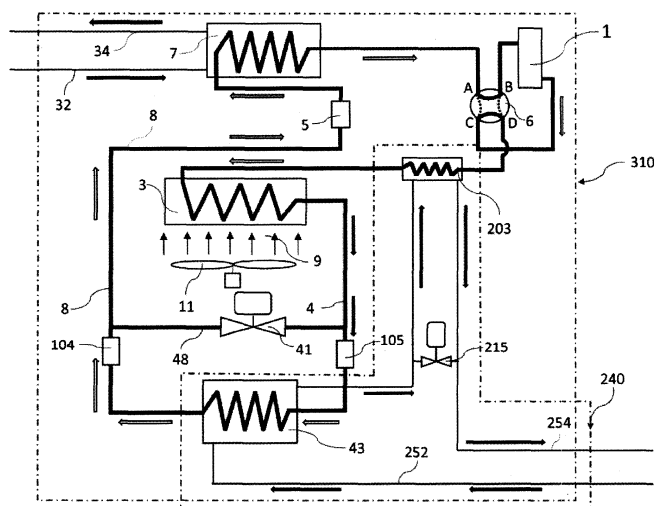
ФИГ. 4



Фиг. 5а



ФИГ. 5b



Фиг. 6

