РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 371 643** (13) **C2**

(51) МПК
F25B 29/00 (2006.01)
F25B 27/00 (2006.01)
F25D 11/00 (2006.01)
F25D 23/12 (2006.01)
F24D 17/00 (2006.01)
F24D 17/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007130585/06, 09.08.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.08.2007

(43) Дата публикации заявки: **20.02.2009**

(45) Опубликовано: **27.10.2009** Бюл. № **30**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 2002 108393 A1, 15.08.2002. SU 1229532 A1, 07.05.1986. SU 1330411 A1, 15.08.1987. RU 2266483 C1, 20.12.2005. GB 2117884 A, 19.10.1983. US 4061186 A, 06.12.1977.**

Адрес для переписки:
192286, Санкт-Петербург, ул. Димитрова, 22, корп.1, кв.42, А.П. Вязовику

(72) Автор(ы):
Вязовик Альберт Петрович (RU),
Вязовик Владислав Альбертович (RU),
Тютюнников Анатолий Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Вязовик Альберт Петрович (RU),
Вязовик Владислав Альбертович (RU),
Тютюнников Анатолий Иванович (RU)

(54) ХОЛОДИЛЬНИК-ЭКОНОМАЙЗЕР

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам и системам холодотеплоснабжения жилых и производственных помещений.

Холодильник-экономайзер (ХЭ) представляет собой термопреобразователь двойного назначения, в котором базовым агрегатом является бытовой холодильник с холодильным агрегатом и блоком управления. Первый и второй контуры циркуляции промежуточного теплоносителя (ПТ) состоят из внутренних сегментов, расположенных внутри ХЭ, с возможностью присоединения к ним посредством входных/выходных патрубков внешних сегментов, расположенных вне ХЭ. В корпусе ХЭ выполнены внутренние сегменты двух названных контуров циркуляции промежуточного теплоносителя, включающие дополнительный испаритель и дополнительный конденсатор, элементы гидроавтоматики первого и второго контура с трубопроводной обвязкой, средства коммутации первого и второго контуров циркуляции ПТ для осуществления прямой передачи тепла от внешнего источника к внешнему приемнику без посредства холодильного агрегата, соединяющие трубопроводы. На входах в первый и второй внутренние сегменты контуров циркуляции ПТ размещены датчики температуры ПТ, соединенные каналами связи с блоком управления. Каналы связи блока управления с входными/выходными разъемами в корпусе ХЭ выполнены с возможностью присоединения к названным разъемам каналов связи ХЭ с исполнительными и измерительными устройствами автоматики во внешних сегментах контуров циркуляции ПТ. Технический результат: расширение арсенала технических средств утилизации и использования вторичных энергоресурсов, энергоресурсов окружающей среды, экономия расхода топливных ресурсов на горячее водоснабжение, теплоснабжение и, как следствие, снижение выбросов CO_2 в атмосферу. 9 ил., 2 табл.

RU 2371643 C2

RU 2371643 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 371 643** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
F25B 29/00 (2006.01)
F25B 27/00 (2006.01)
F25D 11/00 (2006.01)
F25D 23/12 (2006.01)
F24D 17/00 (2006.01)
F24D 17/02 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2007130585/06, 09.08.2007**

(24) Effective date for property rights:
09.08.2007

(43) Application published: **20.02.2009**

(45) Date of publication: **27.10.2009 Bull. 30**

Mail address:
192286, Sankt-Peterburg, ul. Dimitrova, 22, korp.1, kv.42, A.P. Vjazoviku

(72) Inventor(s):
Vjazovik Al'bert Petrovich (RU),
Vjazovik Vladislav Al'bertovich (RU),
Tjutjunnikov Anatolij Ivanovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Vjazovik Al'bert Petrovich (RU),
Vjazovik Vladislav Al'bertovich (RU),
Tjutjunnikov Anatolij Ivanovich (RU)

(54) REFRIGERATOR-ECONOMISER

(57) Abstract:

FIELD: personal demand items.

SUBSTANCE: refrigerator-economiser (RE) is a double-purpose thermal converter in which a domestic refrigerator with a cooling unit and a control unit is the base unit. The first and the second circulation circuits of intermediate heat carrier (IHC) consist of internal segments located inside RE, and external segments located outside RE can be attached to them by means of inlet/outlet connection pipes. In RE housing there made are internal segments of the above two circulation circuits of intermediate heat carrier, which include an additional evaporator and an additional condenser, hydraulic automation elements of the first and the second circuits with piping, switching devices of the first and the second circulation circuits of IHC in order to directly supply the heat from external source to external receiver without using the cooling unit, and connecting pipelines. At the inlets of the first and the second internal segments of circulation circuits of IHC there located are IHC temperature sensors connected with communication channels to the control unit. Communication channels of the control unit with inlet/outlet connectors provided in RE housing are made with the possibility of being attached to the above connectors of RE communication channels with actuating and measuring automation devices in external segments of IHC circulation circuits.

EFFECT: enlarging the number of equipment utilising and using waste energy, environmental energy resources, saving the fuel resources consumed for hot water supply, heat supply, and as a result, reducing CO_2 emissions.

9 dwg, 2 tbl

RU 2371643 C2

RU 2371643 C2

Изобретение относится к бытовой холодильной технике, к устройствам и системам холодо-, теплоснабжения жилых и производственных помещений.

Рассматривается задача использования наиболее широко распространенных маломощных термопреобразователей - бытовых холодильников для утилизации отработанного тепла сбросной воды, вытяжного воздуха, тепла окружающей среды и использования утилизируемого тепла в целях экономии энергозатрат основного источника энергоснабжения. Одновременно решается задача сокращения расхода топливных ресурсов и выбросов CO_2 в атмосферу.

Представляется двухфункциональный термопреобразователь - холодильник-экономайзер (ХЭ), совмещающий функции холодильника и экономайзера. Основным - базовым агрегатом в конструкции ХЭ является холодильник, работающий с относительно низким коэффициентом рабочего времени (КРВ), обычно в пределах 0.20÷0.35. При таком КРВ от 65 до 80% времени холодильный агрегат холодильника бездействует. Это время холодильнком-экономайзером используется для утилизации тепла внешних источников - вторичных энергоресурсов, тепла окружающей среды. Утилизируется холодильником-экономайзером и тепло внутренних источников - охлаждаемых камер. Помимо того, ХЭ способен передавать тепло от внешнего источника к внешнему приемнику без использования холодильного агрегата при подходящем соотношении температур источника и приемника тепла.

Очевидно, что при использовании пауз в охлаждении камер холодильника для утилизации тепла внешних источников продолжительность безотказной работы компрессора сокращается. При достигнутом моторесурсе 74 тыс. часов компрессор способен работать 8.5 лет непрерывно, а при неизбежных паузах - 10 лет и более. Такой срок работы компрессора вполне согласуется со сроком морального износа холодильника, который постоянно сокращается с развитием и применением высоких технологий в новых моделях холодильников.

Холодильник-экономайзер - устройство, в котором базовый агрегат - холодильник с компрессорным холодильным агрегатом и блоком управления (БУ), оснащенный дополнительными техническими средствами:

- присоединения внешних источников и внешних приемников тепла посредством двух соответствующих контуров циркуляции промежуточного теплоносителя;
- управляемого с помощью БУ теплообмена между присоединенными внешними источниками и внешними приемниками тепла через посредство холодильного агрегата, трансформирующего тепло внешних низкопотенциальных источников на более высокий температурный уровень;
- управляемого с помощью БУ теплообмена между присоединенными внешними источникам и внешними приемниками тепла без посредства холодильного агрегата,

применяется в качестве холодильника и в качестве экономайзера - энергосберегающего термопреобразователя индивидуального пользования, сокращающего затраты основного энергоисточника на тепло-, холодоснабжение загородного дома, квартиры, офиса и т.п.

Холодильник-экономайзер, как и холодильник, изготавливается в виде перемещаемого или встроенного агрегата. Здесь и далее подразумевается наличие вблизи ХЭ хотя бы одного доступного потребителя или аккумулятора утилизируемого тепла и хотя бы одного доступного источника тепла, т.к. только при таком условии применение ХЭ вместо холодильника позволяет получить желаемый технический результат. ХЭ способен осуществлять энергосбережение и при присоединении к нему

только приемника или аккумулятора тепла, но при этом он утилизирует тепло только охлаждаемых камер и недоиспользует возможность утилизации тепла внешних источников. Присоединяемые внешние источники тепла могут быть не только низкопотенциальными, т.к. в режиме прямой теплопередачи без использования холодильного агрегата возможна передача тепла и более высокого потенциала, например выхлопных газов дизель-генераторной установки, отработанной горячей воды из стиральной машины и т.п.

Технический результат:

- применение модифицированного бытового холодильника - ХЭ в качестве экономайзера в системе тепло-, холодоснабжения;
- расширение арсенала технических средств утилизации и использования вторичных энергоресурсов, энергоресурсов окружающей среды;
- экономия расхода топливных ресурсов на горячее водоснабжение, теплоснабжение и, как следствие, снижение выбросов CO_2 в атмосферу.

Холодильник-экономайзер называется далее энергопреобразователем двойного назначения или двухфункциональным энергопреобразователем и в тех случаях, когда он предоставляет пользователю и другие возможности базового холодильника, например возможность подключения к сети Интернет, просмотра телевизионных программ и т.п. Это мотивируется тем, что прочие функции базового холодильника не являются существенными для достижения сформулированного технического результата.

Так как холодильник-экономайзер является термопреобразователем двойного назначения, аналогами ХЭ по функции холодильника являются холодильники, а аналогами ХЭ по функции экономайзера являются установки для одновременного получения тепла и холода, теплонасосные установки в системах тепло-, водоснабжения. Существует большое количество аналогов ХЭ, выполняющих первую или вторую функцию, но прямых аналогов - маломощных, бытовых холодильников, выполняющих обе функции холодильника-экономайзера, патентный поиск не выявил. Далее сначала рассматриваются аналоги ХЭ по функции экономайзера, а затем - по функции холодильника. В функции экономайзера ХЭ согласно заявленному техническому результату лишь расширяет арсенал технических средств аналогичного назначения. В качестве наиболее близких аналогов выбраны две отечественные и две зарубежные разработки.

В SU 1229532, 1984.04.24 - «Способ одновременного получения тепла и холода» - испарители одного или нескольких тепловых насосов охлаждают промежуточный теплоноситель (ПТ), он поставляется потребителю холода, а конденсаторы подогревают промежуточный теплоноситель, который поставляется потребителю тепла. Измеряется температура ПТ, возвращаемого от названных потребителей. Повышение экономичности теплового насоса достигается направлением менее нагретого возвращаемого промежуточного теплоносителя в испаритель, а более нагретого - в конденсатор. В сравнении с этим аналог ХЭ использует не только периоды работы, но и паузы в работе холодильного агрегата, а также режим теплопередачи без использования холодильного агрегата при подходящем соотношении температур промежуточного теплоносителя, возвращаемого от охлаждаемой и от нагреваемой среды соответственно.

В RU 2023962, 1989.03.06 - «Способ работы компрессорной холодильной машины» - экономичность холодильной машины повышается за счет пауз в ее работе, но существенно иным путем в сравнении со способом использования пауз

холодильником-экономайзером. В данном аналоге сокращается энергопотребление компрессора удлинением пауз в его работе посредством приведения частей теплообменных поверхностей испарителя и конденсатора в интервалах работы компрессора в тепловой контакт с аккумуляторами холода и теплоты соответственно. ХЭ, напротив, заполняет паузы в работе компрессора холодильника передачей низкопотенциального тепла в систему теплоснабжения. Экономия энергозатрат на теплоснабжение значительно превышает экономию электроэнергии компрессором при удлинении пауз в работе компрессора. Это особенно очевидно, когда речь идет об удлинении изначально длинных пауз в работе маломощного компрессора, работающего с низким КРВ.

В CH 625038, 1977.11.29 - «Теплонасосная установка для нагрева и охлаждения» - тепло охлаждаемого интерьера, утилизируемое испарителем теплонасосной установки (ТНУ), используется для подогрева посредством конденсатора ТНУ воды в баке-аккумуляторе.

В GB 2247072, 1991.06.11 - «Нагревающая или охлаждающая система» - тепло, утилизируемое теплообменниками из наружного воздуха и сбросной воды, посредством этиленгликолевого теплоносителя транспортируется в фазовый аккумулятор, из которого по мере необходимости поставляется в испаритель ТНУ. Тепло от конденсатора ТНУ поставляется в бак-аккумулятор горячей воды или в теплообменник кондиционера. В летнее время теплообменник кондиционера снабжается охлажденным в испарителе ТНУ теплоносителем.

Теплонасосные установки в двух последних патентах не только выполняют функцию экономайзера, но и могут быть основным источником теплоснабжения. Маломощный холодильник-экономайзер не способен заменить основной источник теплоснабжения, но, в отличие от ТНУ, он пригоден для размещения и эксплуатации в жилых помещениях.

В качестве аналогов холодильника-экономайзера по функции холодильника рассматривались холодильники, выполняющие дополнительные функции по поддержанию комфортных условий в жилых или производственных помещениях, на транспорте.

В RU 2061198, 1994.01.11 - «Устройство для охлаждения воздуха и пищевых продуктов» - представляется кондиционер-холодильник для транспортных средств, бытовых, офисных и других помещений. В нем часть поверхности змеевикового испарителя находится в охлаждаемом помещении, и часть - в холодильной камере. Принципиально схожее, но конструктивно иное решение применяется и в ХЭ, где один испаритель отводит тепло из охлаждаемой камеры, а другой испаритель отбирает тепло от внешнего низкотемпературного источника, которым может быть, в частности, и охлаждаемое помещение. Данный аналог в отличие от ХЭ работает только на охлаждение помещения и не предназначен для подогрева воды, воздуха.

В RU 2084795, 1994.03.31 - «Бытовой холодопроизводящий комплекс» - холодильный энергоагрегат смонтирован в отдельном модуле, на верхней панели которого располагается один или несколько модулей холодильных камер. Холодильный энергоагрегат поставляет охлажденный испарителем воздух по вертикальным каналам в холодильные камеры, а также в интерьер помещения при необходимости. В отличие от ХЭ, данный агрегат с внешними источниками и приемниками тепла не связан, и поэтому с его помощью нельзя утилизировать тепло внутренних и внешних источников и использовать его для подогрева воды или воздуха.

Патент US 2002108393, 2002.08.15 - «Системы передачи энергии для холодильных/морозильных блоков» - представляет бытовой и торговый холодильники с системами циркуляции жидкого теплоносителя по каналам, частично расположенным: в машинном отделении, в изоляции корпуса холодильника, за наружными ограждениями дома. Жидкий теплоноситель отводит тепло от энергоагрегатов и корпуса бытового холодильника в окружающую среду и таким образом сокращает энергопотребление компрессора холодильной машины. Однако отведение тепла из корпуса холодильника достигается ценой весьма ощутимого усложнения корпуса каналами циркуляции теплоносителя, повышения материалоемкости и себестоимости корпуса. Помимо того, тепло, отводимое от бытового холодильника-аналога за наружные ограждения дома, недостаточно для целей теплоснабжения. В варианте более мощного торгового холодильника подогретый в корпусе холодильника и затем в машинном отделении с компрессором и конденсатором теплоноситель может не только отводить тепло в окружающую среду, но и подогревать воздух интерьера, испаритель теплонасосной установки системы теплоснабжения, отводить избыточное тепло в теплоаккумулятор. Поэтому данный аналог, применяемый и как холодильник, и как энергосберегающий агрегат в системе теплоснабжения, принят за прототип представляемого изобретения.

Холодильник-прототип, в отличие от холодильника-экономайзера, утилизирует тепло только внутренних источников - охлаждаемых шкафов, витрин, прилавков и не пригоден для использования в качестве энергосберегающего агрегата индивидуального пользования в квартире, офисе, небольшом доме. Это очевидно, так как гораздо более мощный в сравнении с ХЭ торговый холодильник, тем более, в паре с теплонасосной установкой потребовал бы для размещения достаточно большой полезной площади, оборудованной в соответствии с нормативными требованиями по безопасности эксплуатации такого рода агрегатов, подведения более мощного энергоснабжения, периодического квалифицированного обслуживания.

Существенным отличием ХЭ от прототипа и других аналогов по функции экономайзера является также конструктивная обособленность ХЭ от присоединяемой к нему внешней периферии - источников и приемников тепла. Благодаря этому ХЭ является универсализированным энергосберегающим агрегатом, т.е. способным выполнять функцию экономайзера а) при присоединении к нему любых весьма многообразных в конкретных условиях эксплуатации доступных источников и приемников тепла и б) посредством любых технических средств, подходящих для теплопередачи между холодильником-экономайзером и присоединяемой к нему внешней периферией. Помимо того, количество и состав присоединяемых к ХЭ источников и приемников тепла могут меняться по мере наращивания периферии, в зависимости от сезона, при смене места эксплуатации перемещаемого ХЭ и т.п. Холодильник-экономайзер занимает в интерьере примерно такую же полезную площадь, как и холодильник, и может размещаться как в жилых, так и в подсобных помещениях.

Описание устройства и работы холодильника-экономайзера осуществляется со ссылками на фигуры 1-9 и иллюстрируется Таблицами 1,2 с условиями и расчетными данными Примеров 1, 2. На фигурах 3, 4 различным режимам работы ХЭ сопоставлены соответствующие режимам варианты схем, на которых трубопроводы с движущимся теплоносителем изображены жирными линиями со стрелками, указывающими направление движения теплоносителя, а трубопроводы с неподвижным теплоносителем изображены тонкими линиями. За счет этого

сокращается текстовая часть описания работы ХЭ в части, касающейся изменения путей движения теплоносителей при изменении режима работы ХЭ. Электрические связи изображаются пунктирными тонкими линиями, шины передачи данных и управляющих сигналов с несколькими каналами - пунктирными жирными линиями.

На фиг.1 изображена известная схема холодильнй машины однокамерного холодильника, являющегося базовым агрегатом для однокамерного холодильника-экономайзера. Холодильный контур холодильного агрегата (ХА) содержит компрессор 1, конденсатор 3 с вентилятором 2, капиллярную трубку 5, выполняющую функцию дроссельного устройства, испаритель 6 с вентилятором 7. Испаритель с вентилятором размещаются в среднетемпературной - холодильной камере 10, компрессор - в машинном отделении 11. Змеевик конденсатора располагается в машинном отделении 11 или вдоль вертикальных ограждений корпуса 71 холодильника. Для определенности (и в целях упрощения начертания схем) на фиг.1 и на других фигурах показан вертикальный вариант размещения змеевика 3 конденсатора в кожухе 4. Включение/выключение компрессора и вентиляторов осуществляется в зависимости от показаний датчиков температуры (не показаны) в охлаждаемой камере по сигналам с блока управления 9.

На фиг.2 представлена известная схема двухконтурного, двухкомпрессорного ХА двухкамерного холодильника со среднетемпературной - холодильной камерой 10 и низкотемпературной - морозильной камерой 18, являющегося базовым агрегатом для двухкамерного холодильника-экономайзера. Для двухуровневого охлаждения применима двухступенчатая или каскадная схема. На фиг.2 изображена каскадная схема. Элементы холодильного контура те же, что и на фиг.1. Морозильный контур содержит компрессор 12, конденсатор-испаритель 13, капиллярную трубку 14, испаритель 16 с вентилятором 15. Выбрана двухкомпрессорная схема ХА базового холодильника, т.к. охлаждение среднетемпературной камеры и утилизация посредством ХА тепла внешних, преимущественно, положительно-температурных источников осуществляется с помощью компрессора 1 при неотрицательной температуре кипения хладагента, близкой к 0°С, а охлаждение морозильной камеры осуществляется компрессором 12 при температуре кипения хладагента, существенно (градусов на 20-25) более низкой. За счет такого разделения функций повышается холодильный коэффициент и энергоэффективность среднетемпературного контура ХА, выполняющего основную нагрузку по утилизации низкопотенциального тепла как внутренних источников - охлаждаемых камер, так и внешних источников. Применение однокомпрессорного двухуровневого ХА возможно, но менее эффективно.

На фиг.1 и 2 приведены в качестве примеров простейшие схемы холодильных агрегатов базовых холодильников, но при этом подразумевается возможность использования холодильников с любыми подходящими для выполнения целевых функций ХЭ холодильными агрегатами. Устройство используемого в составе ХЭ холодильника не является предметом данной заявки.

На фиг.3 показана функциональная схема однокамерного холодильника-экономайзера в шести вариантах, соответствующих различным режимам работы ХЭ. Для описания ХЭ в статическом состоянии наиболее удобна схема 0.0). Так как данная схема получается дополнением схемы на фиг.1 рядом новых конструктивных элементов, то, во избежание повторов, описываются только новые элементы. В холодильный контур холодильной машины базового холодильника включен дополнительный испаритель 31 между испарителем 6 и

компрессором 1 и дополнительный конденсатор 22 - между компрессором 1 и воздушным конденсатором 3. Посредством этих теплообменников осуществляется теплообмен рабочего тела холодильного агрегата ХЭ с промежуточным теплоносителем. Входным a1 и выходным b1 патрубками ограничивается внутренний, т.е. расположенный в машинном отделении ХЭ, сегмент первого контура циркуляции промежуточного теплоносителя, включающий: охлаждающий змеевик дополнительного конденсатора 22, циркуляционный насос 21 с байпасным трубопроводом 25, содержащим обратный клапан 74, трехходовой регулирующий клапан 20 для отвода по трубопроводу 19 вычисляемой БУ части расхода ПТ через выходной патрубок b1 во внешний сегмент первого контура циркуляции ПТ и возврата по трубопроводу 24 остальной части расхода ПТ на вход внутреннего сегмента первого контура циркуляции ПТ. За входным патрубком a1 размещается датчик температуры 26 промежуточного теплоносителя, входящего во внутренний сегмент первого контура циркуляции ПТ. Двухпозиционный трехходовой клапан 27 предназначен для направления ПТ в теплообменник 22 или в трубопровод 23, подающий ПТ на выход из теплообменника 31 во втором контуре циркуляции ПТ. Симметрично, входным a2 и выходным b2 патрубками ограничивается внутренний, т.е. расположенный в корпусе ХЭ, сегмент второго контура циркуляции промежуточного теплоносителя, включающий: циркуляционный насос 30 с байпасным трубопроводом 35, содержащим обратный клапан 74, двухпозиционный трехходовой клапан 34, нагревающий змеевик дополнительного испарителя 31, трехходовой регулирующий клапан 29 для отвода по трубопроводу 28 вычисляемой БУ части расхода ПТ с выхода испарителя 31 через выходной патрубок b2 во внешний сегмент второго контура циркуляции ПТ и возврата по трубопроводу 32 остальной части расхода ПТ на вход внутреннего сегмента второго контура циркуляции ПТ. За входным патрубком a2 размещается датчик температуры 36 промежуточного теплоносителя, входящего во внутренний сегмент второго контура циркуляции ПТ. Двухпозиционный трехходовой клапан 34 предназначен для направления ПТ в теплообменник 31 или в трубопровод 33, подающий ПТ на выход из теплообменника 22 в первом контуре циркуляции ПТ.

На фиг.4 показана функциональная схема двухкамерного, двухкомпрессорного холодильника-экономайзера в четырех вариантах, соответствующих различным режимам работы ХЭ. Собственно функциональная схема на фиг.4 отличается от функциональной схемы на фиг.3 только наличием второго - морозильного контура ХА, представленного ранее на фиг.2. В данной схеме, как и в схеме на фиг.3, дополнительный конденсатор 22 и дополнительный испаритель 31 осуществляют теплообмен промежуточного теплоносителя с хладагентом только в холодильном контуре ХА. Внутренние сегменты обоих контуров циркуляции промежуточного теплоносителя на фиг.3 и 4 идентичны. Таким образом, функциональная схема на фиг.4 не имеет не описанных ранее элементов.

Сравнение схем на фиг.3 и 4 выявляет один и тот же набор дополнительных конструктивных элементов, отличающих одно- и двухкамерный ХЭ от соответствующего одно- и двухкамерного базового холодильника. Эти элементы отдельно изображены на фиг.5а). Данные конструктивные отличия, а именно описанные выше внутренние сегменты обоих контуров циркуляции ПТ с дополнительным конденсатором 22 и дополнительным испарителем 31 в холодильном контуре ХА, и являются существенными признаками холодильника-экономайзера, отличающими его от базового холодильника. Фрагмент 5а) общей схемы ХЭ имеет

несколько достаточно очевидных модификаций, не изменяющих физическую и математическую модель ХЭ, его функции и характеристики энергоэффективности. Две из таких модификаций приведены на фигурах 5b) и 5 c). В них в сравнении с фиг.5a) имеются некоторые перестановки точек разветвления трубопроводов, отсутствуют байпасные трубопроводы 25, 35 циркуляционных насосов 21, 30, что исключает возможность выбора посредством БУ действующего насоса в режиме прямой теплопередачи. Действующим насосом объединенного контура циркуляции ПТ в режиме прямой теплопередачи является только насос 21 согласно фиг.5b) или только насос 30 согласно фиг.5c). Вместо двухпозиционных трехходовых клапанов 27, 34 могут использоваться пары запорных клапанов, как показано на фиг.5b). Схема 5a) используется в данной заявке как представитель совокупности всех ее модификаций, сохраняющих названные выше свойства ХЭ. Схема 5a) в сравнении с другими ее модификациями наиболее удобна для вынесения некоторых элементов внутренних сегментов контуров циркуляции ПТ во внешние сегменты данных контуров. Последнее иллюстрируется ниже после описания работы ХЭ с присоединяемой к нему внешней периферией. На схеме фиг.5d) показан частный случай схемы 5a) без трехходовых регулирующих клапанов 20, 29. Она применима в частных режимах работы ХЭ, что поясняется Примером 2.

На фиг.3, 4 изображено еще одно отличие ХЭ от базового холодильника, не отраженное на фиг.5, - конденсатор 3 в теплоизолирующем кожухе 4 из полимерного материала с жалюзи или заслонкой 37, открываемой напором воздуха при включении вентилятора 2. Эти детали не относятся к существенным для достижения технического результата признакам предлагаемого изобретения. На фиг.3, 4 (и других) изображены пунктирными линиями каналы связи БУ с элементами автоматики внутри ХЭ. Помимо того, БУ связан с двумя разъемами, к которым присоединяются каналы связи БУ с исполнительными и измерительными устройствами во внешних сегментах первого и второго контуров циркуляции ПТ соответственно. Эти разъемы и соединяющие их с БУ каналы связи на схемах не показаны.

Фиг.6 поясняется возможность осуществления изобретения - показан один из вариантов увеличения объема базового холодильника с целью размещения в корпусе ХЭ дополнительных конструктивных элементов, представленных на фиг.5. Изображения 6a) - базового холодильника и 6b) - соответствующего холодильника-экономайзера пропорциональны габаритным размерам 600×600×1300 и 600×600×1700 мм соответственно. За счет увеличения высоты базового холодильника на 400 мм в его корпусе высвобождается дополнительный объем 140 литров для размещения элементов, показанных на фиг.5. Возможны и иные варианты высвобождения дополнительного объема: увеличением ширины, глубины базового холодильника, сокращением суммарного объема охлаждаемых камер при сохранении габаритов корпуса, комбинацией перечисленных способов. В данном примере компоновки ХЭ испаритель 31 размещен в теплоизолированной части корпуса ХЭ - под дном холодильной камеры, а конденсатор 22 и остальные дополнительные элементы, изображенные на фиг.5, - в увеличенном машинном отделении ХЭ. На фигуре 6b) на переднем плане изображены только наиболее крупногабаритные элементы фигуры 5a): компрессор 1, теплообменники 22, 31, трехходовые регулирующие клапаны 20, 29, циркуляционные насосы 21, 30. Требуемый дополнительный объем для размещения элементов, представленных на фиг.5, существенно зависит от конструкции и эксплуатационных параметров этих элементов. Подходящим вариантом конструктивного исполнения для конденсатора 22 и

испарителя 31 могут быть малогабаритные паяные пластинчатые теплообменники. С целью расширения многообразия возможных условий эксплуатации холодильник-экономайзер каждой модели - однокамерный, двухкамерный, перемещаемый, встроенный и т.п. представляется параметрическим рядом с несколькими вариантами комплектации агрегатами различной производительности - компрессорами, циркуляционными насосами, теплообменниками. Варьируются и характеристики блока управления - производительность, интерфейс, программное обеспечение. Они должны быть достаточными для управления как внутренними агрегатами холодильника-экономайзера, так и внешними устройствами, присоединяемыми к ХЭ посредством контуров циркуляции ПТ и каналов передачи информационно-управляющих сигналов. В качестве базового холодильника для ХЭ наиболее пригодны однокамерные холодильники среднего и большого объема и двухкамерные средне- и крупногабаритные холодильники, в частности, типа "Side-by-Side". Коммуникации, соединяющие ХЭ с внешними источниками и приемниками тепла, могут быть скрыты в декоративных плинтусах или за подшивным потолком.

На фиг.7 изображена схема двухкамерного ХЭ с присоединенной к нему внешней периферией, иллюстрирующей возможное многообразие присоединяемых внешних устройств. Для присоединения приемников тепла к первому контуру циркуляции ПТ и источников тепла ко второму контуру циркуляции ПТ использована известная схема, состоящая из первичного контура (кольца) циркуляции теплоносителя и присоединяемых к нему одного или нескольких вторичных контуров циркуляции ПТ с приемниками и/или источниками тепла. Вторичные контуры присоединяются к первичному кольцу посредством пары рядом расположенных тройников. Расход ПТ через вторичные контуры при отсутствии насосов во вторичных контурах обеспечивается закрытием клапанов между тройниками, как показано на фиг.7a), а при отсутствии упомянутых клапанов и наличии насосов во вторичных контурах - включением насосов, как показано на фиг.7b).

На фиг.7a) к патрубкам a1, b1 присоединен внешний сегмент первого контура циркуляции ПТ, состоящий из трубопроводов 40 первичного кольца циркуляции и присоединенных к нему трех вторичных контуров циркуляции ПТ с одним приемником тепла в каждом вторичном контуре:

- теплообменником 67 типа «жидкость-воздух» с вентилятором 66;
- баком подогреваемой воды 43 с греющим змеевиком 42;
- «теплым полом» 44 с аккумулятором тепла 45 и с температурным доводчиком 64, питаемым от основной системы теплоснабжения.

К патрубкам a2, b2 присоединен внешний сегмент второго контура циркуляции ПТ, состоящий из трубопроводов 49 первичного кольца циркуляции и присоединенных к нему шести вторичных контуров циркуляции ПТ с одним источником тепла в каждом вторичном контуре:

- теплообменником 50 типа «воздух-жидкость» с вентилятором 51;
- утилизатором тепла дымовых газов от дизель-генератора 52;
- солнечным коллктором 55 с теплообменником 54;
- фэн-койлом 56, 57;
- баком сбросной воды 60 с охлаждающим змеевиком 59;
- скважиной 62 - источником тепла грунтовой воды - с циркуляционным насосом 47 и теплообменником 48.

На фиг.8 изображены холодильные циклы фреона R134a для базового холодильника и для различных режимов работы ХЭ, рассматриваемых в примерах 1

и 2.

Фиг.9 иллюстрируется возможность вынесения части дополнительных конструктивных элементов, изображенных на фиг.5а), из внутренних сегментов во внешние сегменты контуров циркуляции промежуточного теплоносителя.

Работает холодильник-экономайзер в трех качественно различных основных режимах: холодильника, теплового насоса, прямой теплопередачи. Каждый из основных режимов в любой текущий момент времени реализуется одним из нескольких наиболее простых режимов, называемых базисными в отличие от основных. Работа ХЭ в реальном времени является последовательностью чередуемых блоком управления базисных режимов.

Однокамерный холодильник способен работать в шести базисных режимах, изображенных отдельными схемами на фиг.3.

Режим холодильника реализуется базисными режимами:

0.0) сохранения холода в холодильной камере за счет теплоизоляции корпуса ХЭ;

0.1) отвода тепла из холодильной камеры через воздушный конденсатор 3.

Здесь и далее индексы режимов работы ХЭ совпадают с обозначениями соответствующих режимам схем на фиг.3, 4. БУ переводит ХЭ в режим холодильника, когда состояние внешних приемников и источников тепла таково, что не позволяет использовать ХЭ в режиме экономайзера. Этот режим используется также в различных нештатных ситуациях: при неприсоединенных внешних устройствах, при ремонте или замене агрегатов внешних устройств и т.п.

Режим теплового насоса реализуется базисными режимами:

1.0) утилизации (отвода) тепла внешнего источника в паузах отвода тепла из холодильной камеры;

1.1) утилизации тепла внутреннего источника - холодильной камеры.

В режиме 1.0) утилизируемое тепло поставляется внешнему приемнику тепла, например, так, как показано на фиг.7. Этот режим может также использоваться с целью охлаждения внешнего (по отношению к ХЭ) источника тепла с отводом избыточного тепла в атмосферу. Такое применение иллюстрируется фиг.7 при условии, что действующей парой источник-приемник тепла является фэн-коил 56, 57 в охлаждаемом интерьере и теплообменник 67 с вентилятором 66 за наружными ограждениями дома. Состояния агрегатов и пути движения теплоносителей определяются непосредственно схемой 1.0). При выключении вентилятора 2 заслонка (жалюзи) 37 закрывается, и конденсатор 3, остающийся в теплоизолирующем кожухе 4, практически полностью исключается из процесса теплообмена, его функция переходит к теплообменнику 22. При выключении вентилятора 7 поступление тепла в контур ХА через испаритель 6 существенно сокращается, и испарителем становится теплообменник 31. Управляемый посредством БУ трехходовой регулирующий клапан 20 с отводящими ПТ трубопроводами 19, 24 позволяет регулировать расход теплоносителя во внешнем сегменте первого контура циркуляции ПТ, а вместе с ним и интенсивность теплового потока, направляемого потребителю тепла. Аналогично управляемый посредством БУ трехходовой регулирующий клапан 29 с отводящими ПТ трубопроводами 28, 32 позволяет регулировать расход теплоносителя во внешнем сегменте второго контура циркуляции ПТ, а вместе с ним и интенсивность теплового потока, получаемого испарителем от внешнего источника тепла. В частности, интенсивности тепловых потоков в 1-м и 2-м контурах циркуляции ПТ можно поддерживать заданными, постоянными, равными теплопроизводительности конденсатора и холодопроизводительности испарителя соответственно. Такой способ

регулирования расхода ПТ используется ниже в примерах. При повышении температуры в холодильной камере БУ переводит ХЭ в режим 1.1). Состояния всех агрегатов в этом режиме и пути движения теплоносителей показаны на схеме 1.1). Этот режим поддерживается БУ до момента возврата температуры холодильной камеры в допустимый диапазон.

Режим прямой передачи тепла от внешнего источника к внешнему приемнику реализуется базисными режимами:

2.0) утилизации тепла внешнего источника без использования ХА в паузах отвода тепла из холодильной камеры;

2.1) утилизации тепла внешнего источника без использования ХА одновременно с отводом тепла из холодильной камеры через воздушный конденсатор 3.

Режим 2.0) применяется, когда температура в холодильной камере находится в норме и когда среди присоединенных к ХЭ внешних источников и приемников тепла БУ находит пару, для которой температура ПТ, возвращаемого от внешнего источника тепла, превышает температуру ПТ, возвращаемого от внешнего приемника тепла, что определяется по сигналам с датчиков температуры 36, 26. При этом БУ переводит трехходовые двухпозиционные клапаны 34 и 27 в такие состояния, при которых первый и второй внутренние сегменты обоих контуров циркуляции ПТ объединяются в один внутренний сегмент, как показано на схемах 2.0) и 2.1). Объединенный внутренний сегмент вместе с внешними сегментами, присоединенными посредством патрубков a1, b1 и a2, b2 к внутреннему сегменту, образуют единый котур циркуляции ПТ, связывающий внешний источник и внешний приемник тепла. По выбору блока управления циркуляционным насосом объединенного контура на схеме 2.0) является насос 21, а на схеме 2.1) - насос 30. При превышении заданного предела температурой в холодильной камере БУ переводит ХЭ из режима 2.0) в режим 2.1) включением компрессора 1 и вентиляторов 2, 7. По той же причине возможен перевод ХЭ из режима 2.0) в режим 1.1) теплового насоса. Режим 1.1), в отличие от режима 2.1), позволяет утилизировать тепло, отводимое из холодильной камеры.

Работа двухкамерного холодильника реализуется в общей сложности двенадцатью базисными режимами, шесть из которых аналогичны по сути вышеперечисленным. Во избежание повторов ниже определяются лишь шесть не определенных ранее базисных режимов, присущих только двухкамерному, двухкомпрессорному холодильнику. На фиг.4 изображены схемы двух режимов - 0.1) и 1.0), присущих одно- и двухкамерному ХЭ, и дух режимов - 1.3) и 2.2), присущих только двухкамерному ХЭ.

Режим холодильника реализуется базисными режимами 0.0), 0.1), а также:

0.2) отвода тепла из морозильной камеры через воздушный конденсатор 3;

0.3) отвода тепла из холодильной и из морозильной камер через воздушный конденсатор 3.

В отличие от режима 0.1), изображенного одноименной схемой на фиг.4, в режиме 0.2) включается компрессор 12 и вентилятор 15 в морозильной камере, вентилятор 7 выключен, а в режиме 0.3) включается компрессор 12 и вентиляторы 7, 15 в обеих камерах.

Режим теплового насоса реализуется базисными режимами 1.0), 1.1), а также:

1.2) утилизации тепла внутреннего источника - морозильной камеры;

1.3) утилизации тепла внутренних источников - холодильной и морозильной камер.

В отличие от режима 1.3), изображенного одноименной схемой на фиг.4, в режиме 1.2) включается только вентилятор 15 в морозильной камере, вентилятор 7

выключен.

Режим прямой передачи тепла от внешнего источника к внешнему приемнику реализуется базисными режимами 2.0), 2.1), а также:

2.2) утилизации тепла внешнего источника без использования ХА одновременно с отводом тепла из морозильной камеры через воздушный конденсатор 3;

2.3) утилизации тепла внешнего источника без использования ХА одновременно с отводом тепла из холодильной и из морозильной камер через воздушный конденсатор 3.

В отличие от режима 2.2), изображенного одноименной схемой на фиг.4, в режиме 2.3) включается дополнительно вентилятор 7 в холодильной камере. В режимах 2.2), 2.3) ХА используется только для отвода в окружающую среду тепла внутренних источников

Шесть базисных режимов: 0.0), 1.1), 1.0), 1.1), 2.0), 2.1) общих для одно- и двухкамерного холодильников иллюстрируются одноименными схемами на фиг.3, дополненными изображением неработающего морозильного контура - с выключенным компрессором 12 и выключенным вентилятором 15.

На основе получаемой информации о температуре возвращаемого в ХЭ промежуточного теплоносителя, о состоянии внутренних и внешних устройств, о приоритетах пользователя БУ выбирает наиболее подходящий на данный момент базисный режим и таким образом формирует рабочий режим функционирования ХЭ в виде последовательности базисных режимов с определяемой БУ продолжительностью каждого из них.

В системе холодо-, теплоснабжения с присоединенной внешней периферией холодильник-экономайзер работает следующим образом. На основе информации о состоянии внутренних и внешних источников и приемников тепла БУ выбирает из числа присоединенных к ХЭ источников и приемников тепла одну наиболее подходящую на данный момент пару источник-приемник тепла и базисный режим работы ХЭ с выбранной парой. На фигуре 7а) действующей парой источник-приемник тепла является охлаждающий змеевик 59 в баке сбросной воды 60 и нагревающий змеевик 42 в баке подогреваемой воды 43 соответственно. Выбор очередной действующей пары БУ осуществляет на основании сравнения показаний датчиков температуры в охлаждаемых камерах холодильника-экономайзера, датчиков 26, 36 температуры входящего во внутренние сегменты ХЭ промежуточного теплоносителя и, возможно, датчиков температуры внешних источников и/или приемников тепла, если таковые датчики имеются. При выборе источника тепла приоритет присваивается внутренним источникам, т.е. в первоочередном порядке поддерживается заданная температура в охлаждаемых камерах, и, если она находится в заданных пределах, то утилизируется тепло внешних источников. При наличии датчиков температуры на внешних устройствах БУ постоянно или периодически сравнивает показания этих датчиков и выбирает пару источник-приемник тепла с наилучшим для теплопередачи соотношением температур. При отсутствии датчиков на внешних источниках и/или приемниках тепла их температура измеряется косвенно по температуре возвращаемого от них теплоносителя, т.е. по показаниям датчиков 26, 36. В этом случае БУ периодически тестирует внешние устройства поочередным кратковременным присоединением их к ХЭ, например поочередным закрытием пар запорных клапанов между тройниками, присоединяющими вторичные контуры циркуляции ПТ с испытуемыми парами источник-приемник тепла - фиг.7а). На основании сравнения показаний датчиков 26, 36 БУ оставляет работать действующую

пару или заменяет ее другой более подходящей парой.

Из приведенного описания работы ХЭ видно, что за счет увеличения программно реализуемых блоком управления функций упрощается система управления внешними устройствами, она освобождается от датчиков температуры внешних устройств и каналов связи с датчиками. На перераспределение функций между ХЭ и внешней периферией влияет и способ присоединения внешних источников и приемников тепла. На фиг.7a) бак сбросной воды присоединен закрытием клапана 46 между тройниками 41, присоединяющими к первичному кольцу 49 вторичный контур 58 с охлаждающим змеевиком 59, а бак подогреваемой воды присоединен закрытием клапана 46 между тройниками 41, присоединяющими к первичному кольцу 40 вторичный контур 65 с нагревающим змеевиком 42. Остальные клапаны 46 открыты, и поэтому ПТ проходит по коротким перемычкам между тройниками, не заходя в присоединяемые тройниками вторичные контуры. При каждой смене действующей пары источник-приемник тепла меняется конфигурация и внутреннее гидродинамическое сопротивление контуров циркуляции ПТ. При подключении внешних устройств только с помощью закрытия клапанов, как показано на фиг.7a), мощность циркуляционного насоса 21 должна быть достаточной для компенсации потерь давления в первом контуре циркуляции ПТ с приемником тепла и содержащим его вторичным контуром, имеющими максимальные потери давления, а мощность циркуляционного насоса 30 должна быть достаточной для компенсации потерь давления во втором контуре циркуляции ПТ с источником тепла и содержащим его вторичным контуром, имеющими также максимальные потери давления. Этот способ присоединения вторичных контуров с помощью запорных клапанов упрощает конфигурацию внешней периферии - она не содержит циркуляционных насосов с автоматикой управления ими. Циркуляция ПТ в обоих контурах осуществляется только внутренними насосами 21, 30 с достаточной (в определенном выше смысле) мощностью.

Минимизировать мощности циркуляционных насосов 21, 30 можно присоединением к ХЭ всех вторичных контуров циркуляции ПТ с помощью циркуляционных насосов 69 во вторичных контурах, как показано на фиг.7b). В этом случае компенсацию потерь давления во вторичных контурах с внешними источниками и приемниками тепла берут на себя внешние насосы 69, а на внутренние насосы 21, 30 остается только компенсация потерь давления в соответствующих первичных кольцах циркуляции ПТ. Возможен и комбинированный способ присоединения источников и приемников тепла: с помощью запорных клапанов присоединяются те из них, для которых мощность имеющихся внутренних циркуляционных насосов 21, 30 достаточна, а остальные - посредством внешних циркуляционных насосов.

На фиг.9, иллюстрирующей еще один подход к комплектации холодильника-экономайзера в зависимости от условий его эксплуатации, изображена одна и та же принципиальная схема, ранее представленная на фиг.5a), в трех различных вариантах размещения ее элементов относительно корпуса ХЭ. Варианту 9a), повторяющему схему на фиг.5a), соответствует размещение всех элементов схемы в корпусе 71. Этот вариант приводится для сравнения с иными возможными компоновками 9b) и 9c). В варианте 9b) из внутренних сегментов во внешние сегменты контуров циркуляции ПТ вынесены циркуляционные насосы 21, 30 с байпасными трубопроводами 25, 35 и регулирующие трехходовые клапаны 20, 29. Во внутренних сегментах оставлены теплообменники 22, 31 и трехходовые двухпозиционные клапаны 27, 34. Остальная периферия ХЭ представлена одним приемником тепла 72 и

несколькими источниками тепла с одним подключенным источником 73. В варианте 9 с) дополнительно вынесены из внутренних во внешние сегменты и трехходовые двухпозиционные клапаны 27, 34 с трубопроводами 23, 33, объединяющими первый и второй контуры циркуляции ПТ. Последний вариант схемы предпочтителен, когда источник и приемник тепла расположены достаточно близко друг к другу в сравнении с их удаленностью от ХЭ, т.к. в режиме прямой теплопередачи длина объединенного контура циркуляции ПТ оказывается наименьшей. С целью иллюстрации этого положения схемы 9b), 9c) изображены в режиме прямой теплопередачи. В обеих этих схемах циркуляционные насосы, вынесенные за пределы корпуса ХЭ, не стеснены ограничениями на габариты и поэтому могут иметь мощность, достаточную для преодоления гидродинамического сопротивления практически любого контура циркуляции ПТ. Таким образом расширяется многообразие пригодных для использования источников тепла, в частности, за счет возможности использования весьма удаленных от ХЭ источников, например водоемов или грунтовых скважин на приусадебных участках.

Эффективность использования холодильника-экономайзера вместо холодильника иллюстрируется на примерах.

Пример 1. Сравниваются суммарные затраты электроэнергии и тепла на поддержание заданной температуры в холодильной камере и на нагрев воды в баке-аккумуляторе при применении двух вариантов аппаратуры: а) холодильника и скоростного теплообменника, б) холодильника-экономайзера и того же скоростного теплообменника. На фиг.7а) бак сбросной воды 60 и бак-аккумулятор подогреваемой воды 43 изображены в качестве действующей пары источник-приемник тепла.

Холодильник в варианте а) является базовым для холодильника-экономайзера в варианте б), однокамерным, среднетемпературным, работающим на фреоне R134a. Герметичный мотор-компрессор холодильника реализует холодильный цикл - фиг.8 в диапазоне 0°С - температура кипения, 55°С - температура конденсации, обеспечивает холодопроизводительность 0.884 кВт, потребляет 0.25 кВт, работает с коэффициентом рабочего времени (КРВ), равным 0.25. Скоростной теплообменник нагревает водопроводную воду в баке-аккумуляторе емкостью 200 литров от 5 до 55°С. Суммарные энергозатраты, кВт, электроэнергии компрессором холодильника и тепла скоростным теплообменником принимаются за эталон - 100%. В Таблице 1 результаты расчетов для этого варианта приведены в столбце 0:

0 - режим холодильника 0.0), прерываемый режимом 0.1).

Режим 0.1) отвода избыточного тепла через воздушный конденсатор включается на время, необходимое для возврата температуры в холодильной камере в допустимый диапазон. Время работы компрессора базового холодильника находится как произведение КРВ на t_{Σ} - время нагрева воды аппаратурой варианта б).

В варианте б) охлаждается аналогичная холодильная камера в корпусе холодильника-экономайзера. Для ХЭ внешним приемником тепла является 200-литровый бак-аккумулятор с начальной температурой воды 5°С, а внешним источником тепла - бак сбросной воды емкостью 200 литров с начальной температурой 35°С. Оба бака теплоизолированы. Исходная разность температур воды в баках 35-5=30°С позволяет начать подогрев воды в режиме прямой теплопередачи. ХЭ подогревает воду в баке-аккумуляторе от начальной температуры 5°С до оптимальной в желаемом смысле температуры $T_{ОПТ}$, после чего скоростной теплообменник догревает воду до конечной температуры 55°С. Нагретая вода используется на нужды ГВС, а охлажденная сбросная вода сливается в канализацию.

Ввиду того что время догрева воды скоростным теплообменником мало в сравнении с временем предварительного подогрева воды маломощным холодильником-экономайзером, интервал t_{Σ} считается приблизительно равным времени предварительного подогрева воды посредством ХЭ. Вариант б) представляется тремя различными режимами работы ХЭ, результаты расчетов для них приведены в Таблице 1 в столбцах 1-3:

1 - режим 1.0) теплового насоса от начала подогрева воды до достижения температуры $T_{ОПТ}$;

2 - режим прямой теплопередачи 2.0) от начала подогрева воды до того момента, пока тепловой поток, доставляемый приемнику, остается большим теплопроизводительности конденсатора, а с момента выравнивания названных величин и до достижения температуры $T_{ОПТ}$ - режим теплового насоса 1.0);

3 - режим, подобный режиму 2, но с увеличением продолжительности прямой теплопередачи 2.0) настолько, чтобы подогрев воды до температуры $T_{ОПТ}$ завершился за заданное пользователем время (например, за 8 часов ночного времени или за иное время, не меньшее, чем в режиме 2).

Режим 2.0) прямой теплопередачи может прерываться режимами 2.1) или 1.1) отвода избыточного тепла из холодильной камеры, когда температура в камере превышает допустимый предел. В данном примере используется только более энергоэкономичный режим 1.1) утилизации отводимого тепла. Этот же режим прерывания используется с той же целью и на завершающем этапе подогрева воды с использованием ХА. Режим 2 минимизирует время подогрева воды, а режим 3 минимизирует энергозатраты ценой увеличения времени подогрева воды. Режим 1 теплового насоса не является оптимальным по какому-либо из названых критериев, но также достаточно эффективен и применим как при наличии, так и при отсутствии условий для прямой теплопередачи.

Оптимальная температура предварительного подогрева воды $T_{ОПТ}$ выбирается из условия минимизации взвешенных суммарных затрат электроэнергии и тепла с весовыми коэффициентами, равными тарифам на электроэнергию и тепло, т.е. из условия минимизации суммарных денежных издержек на электроэнергию и тепло. Для вычисления относительных денежных издержек $J_{\$}$ используется отношение тарифов на электроэнергию и тепло, оно принято (с ориентацией на Российские тарифы) равным 3.3. Поскольку температура $T_{ОПТ}$ и температура конденсации T_K связаны однозначно, то оптимизируется по критерию $J_{\$}$ температура конденсации T_K.

Холодильные циклы ХА, используемые в четырех вышеопределенных режимах 0-3, изображены на фиг.8. Они имеют одинаковую температуру кипения 0°С и различные оптимальные температуры конденсации T_K. В Таблице 1 относительные затраты тепла, тепла и электроэнергии, денежные издержки приведены в строках J_Q, J_{QE} и $J_{\$}$ соответственно. В правом столбце Таблицы 1 дополнительный конденсатор 22 назван «Конденсатор-2», дополнительный испаритель 31 назван «Испаритель-2». Производительность циркуляционных насосов в обоих контурах циркуляции ПТ равна 150 л/ч. Основные результаты в Таблице 1 выделены заливкой и жирным шрифтом, остальные данные доопределяют и дополняют основные результаты.

Все оценки получены при температурах конденсации T_K, оптимизирующих стоимостной критерий $J_{\$}$, однако вычисленные таким образом оценки энергоэффективности J_Q, J_{QE}, M (M - коэффициент энергоэффективности по теплу,

определяемый в нижней ячейке Таблицы 1) имеют место независимо от принятых в расчетах тарифов на тепло и электроэнергию.

Из сравнения холодильных циклов на фиг.8 и анализа данных в Таблице 1 видно, что за счт использования «Конденсатора - 2» и промежуточного теплоносителя для отвода тепла конденсации в более низкотемпературную среду - в подогреваемую воду повышается холодильный коэффициент ХА и эффективность режима 1 теплового насоса. Еще выше эффективность режимов 2, 3, использующих на начальной стадии водоподогрева режим прямой теплопередачи. Именно один из этих двух наиболее эффективных режимов и будет выбирать БУ с учетом задаваемых пользователем приоритетов. Режим 1 теплового насоса будет применяться только после длительных перерывов в использовании ГВС - в течение суток и более, т.е. после пауз, достаточных для выравнивания температур в теплоизолированных баках сбросной и подогреваемой воды настолько, что режим прямой теплопередачи на начальной стадии водоподогрева оказывается неприменимым.

Из Таблицы 1 также следует, что, затрачивая от семи до восьми часов на подогрев 200 литров воды, ХЭ способен за сутки подогреть 600-700 литров воды до 41-42°С и совместно с основным источником теплоснабжения приготовить такое же количество горячей воды. Этого достаточно для суточного потребления семьи из 4-6 человек. Приведенные оценки энергозатрат улучшаются при повышении начальной температуры источника тепла, например при сливе в бак сбросной воды отработанной воды из стиральной машины с температурой 45, 60, 90°С - в зависимости от выбранного режима стирки. Все оценки получены при упрощающих допущениях о пренебрежимо малом энергопотреблении циркуляционных насосов ХЭ в сравнении с энергопотреблением компрессоров, об отсутствии тепловых потерь в окружающую среду в теплообменниках, через теплоизолирующие поверхности и других обычно используемых в расчетах упрощениях. Влияние наиболее значимого из названных факторов - энергозатрат циркуляционных насосов указано отдельно в виде оценок сверху в правом столбце (внизу) Таблицы 1. Эти оценки получены при внутреннем сопротивлении 1-го и 2-го контура циркуляции ПТ, равном 5 м вод. ст. в каждом контуре.

Как следует из оценок J_Q, J_{QE}, в рассматриваемой задаче подогрева воды для ГВС маломощный холодильник-экономайзер, потребляющий не более 250 Вт, хотя и не способен заменить основной источник теплоснабжения, но весьма существенно сокращает его энергозатраты - почти в три раза суммарные и почти в четыре раза тепловые (оценки в столбцах 2, 3). При этом денежные издержки на тепло и электроэнергию российских пользователей ХЭ сокращаются на 40-48%. Приведенные в Таблице 1 оценки позволяют оценить годовой энергосберегающий эффект от замены холодильника холодильником-экономайзером, работающим на ежедневный предварительный подогрев воды для ГВС: 7.3÷8.1 МВтч/год - экономия уммарных затрат тепла и электроэнергии и 8.1÷9.4 МВтч/год (1.0÷1.2 тонны условного топлива) - экономия затрат тепловой энергии. Экономия суммарных энергозатрат ниже экономии затрат тепла ввиду большего элетропотребления ХЭ в сравнении с электропотреблением холодильника. С учетом эпизодических пауз в использовании ГВС с последующим применением менее эффективного - не использующего прямую теплопередачу - режима 1 теплового насоса, а также грубости применяемых методов оценивания ориентировочные оценки энергоэффективности ХЭ представляются нижними границами приведенных диапазонов для оценок энергоэффективности.

Данным примером представлен способ снятия посредством ХЭ весьма высокого

остаточного потенциала отработанной воды ГВС непосредственно после ее использования и до того, как она смешивается в канализационном стояке с холодной водой и фекальными соками, после чего становится гораздо менее пригодной для утилизации остаточного тепла. Этим в значительной мере определяется эффективность использования ХЭ в данной задаче водоподогрева. Подогретая до температуры 41-42°С вода может также расходоваться непосредственно, например, для принятия душа, ванны или догреваться до требуемой температуры в газо- или электропотребляющем водонагревателе (помимо скоростного теплообменника, как было указано выше).

В Примере 1 холодильник-экономайзер управляет существенно нестационарным процессом водоподогрева, в котором при постоянно убывающем температурном напоре между промежуточным теплоносителем и подогреваемой водой, а также между промежуточным теплоносителем и охлаждаемой водой, переносимый ПТ тепловой поток поддерживается на интервалах применения режима теплового насоса примерно постоянным. Это достигается за счет постепенного увеличения расходов ПТ в обоих контурах циркуляции посредством трехходовых регулирующих клапанов 20, 29. В следующем примере рассматривается стационарный или квазистационарный процесс, в котором отсутствует необходимость в постоянном изменении расходов ПТ и поэтому внутренние сегменты контуров циркуляции ПТ могут не иметь трехходовых регулирующих клапанов 20, 29. Соответствующий упрощенный вариант внутренних сегментов, пригодный для комплектации холодильников-экономайзеров, используемых для оптимизации подобных стационарных процессов теплоснабжения, изображен на фиг.5d).

Пример 2. Сравниваются суммарные энергозатраты на поддержание заданной температуры в холодильной камере и на нагрев «теплого пола» при применении двух вариантов аппаратуры: а) холодильника и скоростного теплообменника, получающего тепло от основного источника теплоснабжения, б) хлодильника-экономайзера и того же скоростного теплообменника. Параметры холодильного агрегата в вариантах а) и б) одинаковые - те же, что и в Примере 1. В варианте а) подогрев обратной воды - промежуточного теплоносителя осуществляет скоростной теплообменник, а в варианте б) холодильник-экономайзер повышает температуру обратной воды до оптимального уровня $T_{ОПТ}$, а скоростной теплообменник доводит ее до уровня $T_{ПР}$ - прямой воды. Внешним источником низкотемпературного тепла является тепло грунтовой воды из скважины с температурой 10°С. Другим подходящим для данного примера источником низкотемпературного тепла мог бы быть вытяжной или наружный воздух, вода в реке, водоеме, грунтовый теплообменник и т.п. Аппаратура обоих вариантов а), б) находится в одинаковых условиях - в интерьере с площадью «теплого пола» 15 или 20 $м^2$, например, в кухне-столовой, где размещен перемещаемый или встроенный холодильник или холодильник-экономайзер соответственно. На фиг.7 рассматриваемые в данном примере внешние устройства представлены: источник тепла - скважиной 62 с теплообменником 48, приемник тепла - греющим трубопроводом 44 с теплоаккумулирующей вставкой 45, скоростной теплообменник - теплообменником 64, получающим тепло от местной котельной установки 53.

Оптимальная температура $T_{ОПТ}$ или однозначно с ней связанная оптимальная температура конденсации $T_К$ находится минимизацией денежных издержек $J_\$$ на энергопотребление, как и в Примере 1. Энергоэффективность ХЭ оценивается по

относительным затратам тепла J_Q и суммарным относительным энергозатратам J_{QE} в варианте б) в сопоставлении с аналогичными энергозатратами в варианте а). Оптимальные циклы фреона R134a в холодильной машине базового холодильника и холодильника-экономайзера изображены на фиг.8, результаты расчетов оценок эффективности представлены в Таблице 2. Основные результаты содержатся в строках, выделенных заливкой и жирным шрифтом, в остальных строках приведены дополняющие и доопределяющие данные.

Как видно из Таблицы 2, весьма низкая оптимальная температура конденсации 35-37°С обеспечивает работу ХЭ с высоким коэффициентом преобразования $\mu=7.2\div7.6$. Поэтому при энергопотреблении 168-175 Вт за счет конденсаторного тепла около 1.3 кВт холодильник-экономайзер сокращает затраты J_Q основного источника теплоснабжения в интерьере площадью 15 $м^2$ почти в три раза, а в интерьере площадью 20 $м^2$ - почти в два раза. Вследствие снижения температуры конденсации возрастает и эффективность работы ХЭ в качестве холодильника - изначально высокий холодильный коэффициент $\varepsilon=3.5$ возрастает до величины $6.2\div6.6$. Соответственно снижается коэффициент рабочего времени ХА - с 0.250 до $0.199\div0.202$, и таким образом вывобождается дополнительное время для утилизации тепла внешних низкотемпературных источников. При этом общие энергозатраты на охлаждение холодильной камеры и подогрев воды для «теплого пола» сокращаются на 40-56%. Очевидно ХЭ, укомплектованные более мощными компрессорами (потребляющими на 150-200 Вт больше), могут быть весьма эффективными экономайзерами и при обогреве больших площадей интерьера - порядка 30-40 $м^2$ и более.

Из фиг.8 видно, что оптимальные циклы хладагента в различных режимах работы ХЭ, рассмотренных в Примерах 1, 2, реализуются при различных температурах конденсации хладагента. Поэтому наиболее подходящей конструкцией мотора-компрессора для холодильника-экономайзера является линейный мотор-компрессор с регулируемой производительностью. Из фиг.8 также видно, что оптимальные температуры конденсации хладагента во всех (трех) режимах водоподогева - Пример 1 близки к 52.4°С, а оптимальные температуры конденсации в обоих режимах теплоснабжения - Пример 2 близки к 35.6°С. Поэтому ХЭ, предназначенные для решения конкретных задач энергосбережения, например только для водоподогрева или только для теплоснабжения, без существенного снижения эффективности их работы, могут быть укомплектованы компрессорами с традиционными схемами привода.

Приведенное описание представляемого устройства - холодильника-экономайзера и его работы дополнено сведениями, не включенными в формулу изобретения:

- о вариантах и способах присоединения к ХЭ внешних источников и приемников тепла;
- о способах управления внутренними и внешними источниками и приемниками тепла;
- об эффективности работы ХЭ с присоединенной к нему внешней периферией,

в той мере полноты этих сведений, которая необходима для обоснования промышленной применимости маломощного, бытового холодильника-экономайзера в качестве экономайзера и достижимости заявленного технического результата в целом. Перечисленные сведения, изложенные в соответствующей форме, включаются в прилагаемое к ХЭ руководство пользователя.

В нижеследующей однозвенной формуле изобретения существенные отличительные признаки ХЭ представлены четырьмя альтернативными вариантами, иллюстрируемыми схемами на фигурах 5a), 9b), 9c) и 5d) соответственно. Данные альтернативные варианты представляют устройства одинакового назначения, обеспечивающие достижение одного и того же технического результата в различных условиях применения ХЭ. Иные непринципиальные модификации основной схемы 5a), подобные схемам 5b), 5c), считаются для специалиста явным образом следующими из схемы 5a) и описания данного изобретния.

Таблица 1

R134a T_0=0°C	Перемен-ные	Раз-мер-ность	В интерьере с водоподогревателем				
			Холод ильник	Холодильник-экономайзер			
			0	1	2	3	Параметры
Теплопе редача без исп. ХМ	**t_2**	час	-	**0.0**	**1.39**	**4.40**	
	$T_{ИСТ}^2$	°C	-	0.0	27.4	21.6	$T_{ИСТ}(0)$=35°C
	$T_{ПР}^2$	°C	-	0.0	14.3	23.7	$T_{ПР}(0)$=5°C
	$Q_{ИСТ}^2$	кВтч	-	0.0	2.069	4.087	
	El^2	кВтч	-	0.0	0.082	0.255	
	$Q_{ПР}^2$	кВтч	-	0.0	1.151	4.341	Конденсатор-2: $k_{КНД}$=1600 Вт/м²К, $\Delta T_{КНД}$=3.2°C, $F_{КНД}$=0.29 м².
Теплоут-илиза-ция с исполь-зова-нием холо-дильной машины (ХМ)	**t_1**	**час**	**8.00**	**7.25**	**5.60**	**3.60**	
	$T_К$	**°C**	**55.0**	**51.9**	**52.8**	**52.4**	
	C	кВт	0.884	0.920	0.910	0.915	
	E	кВт	0.250	0.238	0.241	0.240	
	H	кВт	1.134	1.158	1.152	1.155	Приемник тепла: $V_{ПР}$=200 л, $k_{ПР}$=400 Вт/м²К, $\Delta T_{ПР}$=6.0°C, $F_{ПР}$=0.5 м².
	ε	**-**	**3.5**	**3.9**	**3.8**	**3.8**	
	μ	-	4.5	4.9	4.8	4.8	
	$T_{ИСТ}$	°C	-	13.2	10.9	10.9	
	$T_{ПР}$	**°C**	**-**	**41.1**	**42.0**	**41.5**	
	$Q_{ИСТ}^1$	кВтч	-	6.674	5.094	3.293	Испаритель -2: $k_{ИСП}$=1600 Вт/м²К $\Delta T_{ИСП}$=2.9°C, $F_{ИСП}$=0.25 м².
	El^1	кВтч	0.503	1.727	1.352	0.863	
	$Q_{ПР}^1$	кВтч	-	8.401	6.446	4.157	Источник тепла: $V_{ИСТ}$=200 л, $k_{ИСТ}$=100 Вт/м²К, $\Delta T_{ИСТ}$=7.0°C, $F_{ИСТ}$=1.3 м².
Итог	**t_Σ**	**час**	**8.00**	**7.25**	**6.99**	**8.00**	
	$КРВ_{ХК}$	-	0.250	0.240	0.243	0.242	
	КРВ	-	0.250	1.000	1.000	0.583	
	$Q_{ИСТ}$	кВтч	-	6.674	7.163	7.380	
	El^Σ	кВтч	0.500	1.727	1.433	1.118	
	$Q_{ПР}$	кВтч	-	8.401	8.596	8.498	
	$Q_{ОИТ}$	кВтч	11.630	3.229	3.034	3.132	$(Q_{ОИТ}+El^\Sigma)$= $Q_{ОИТ}$+3.3∗El^Σ.
	$Q_{ОИТ}+El^\Sigma$	кВтч	12.130	4.956	4.467	4.250	
	$(Q_{ОИТ}+El^\Sigma)$	$	13.330	8.929	7.763	6.821	
Оценки эффек-тивности	**J_Q**	**%**	**100.0**	**27.8**	**26.1**	**26.9**	при h=5 м вод.ст.
	J_{QE}	%	**100.0**	**41.0**	**37.0**	**35.0**	$\Delta J_{QE} \le 0.6\%$
	$J_\$$	**%**	100.0	68.0	59.4	51.4	$\Delta J_\$ \le 0.9$ %
	M	-	4.5	4.9	6.0	7.6	

Обозначения: c_T, $c_Э$ – тарифы на тепло и электроэнергию соответст., c_T =1 $/кВтч, $c_Э$ =3.3 $/кВтч;
$ - знак условной денежной единицы, 1$ ≡ c_T (при c_T =0.5 руб/кВтч 1$=0.5 руб);
$T_{ИС}(0)$, $T_{ПР}(0)$ – начальные температуры в баках сбросной и нагреваемой воды соответственно;
T_0, $T_К$ – рабочие температуры кипения и конденсации фреона R134a;
t_2, t_1– время прямой теплопередачи и режима теплового насоса соответственно;
$t_\Sigma = t_1+t_2$ – суммарное время передачи тепла от источника к приемнику;
C, H, E – холодопроизводительность, теплопроизв., энергопотребление холодильной машины;
$T_{ИСТ}^2$, $T_{ПР}^2$ – температура в баке сбросной и подогреваемой воды соответственно в момент t_2;
$T_{ИСТ}$, $T_{ПР}=T_{ОПТ}$ - температура в баке сбросной и подогреваемой воды соответств. в момент t_Σ;
$Q_{ИСТ}^1$, $Q_{ИСТ}^2$– количество тепла, утилизируемого из бака сбросной воды за время t_1, t_2 соответ.;
$Q_{ПР}^1$, $Q_{ПР}^2$ – количество тепла, переданного в бак подогреваемой воды за время t_1, t_2 соответст.;
El^1, El^2, El^Σ –количество электроэнергии, потребляемой ХМ за время t_1, t_2, t_Σ соответственно;
$Q_{ИСТ}=Q_{ИСТ}^2+Q_{ИСТ}^1$ – тепло, извлеченное из бака сбросной воды за время t_Σ;
$Q_{ПР}=Q_{ПР}^2+Q_{ПР}^1$ – утилизированное в баке-аккумуляторе тепло за время t_Σ;
$M= Q_{ПР}/El^\Sigma$ – коэффициент энергоэффективности по теплу;
$Q_{ОИТ}$ – затраты тепла основного источника теплоснабжения за время t_Σ;
$G_{ПТ}$ – расход промежуточного теплоносителя (ПТ); h –сопротивление контура циркуляции ПТ;
$V_{ИС}$, $V_{ПР}$ – объемы баков сбросной и подогреваемой воды соответственно, л;
J_{QE} –суммарное количество тепла и электроэнергии, затраченное на подогрев $V_{ПР}$ литров воды;
k, ΔT, F - коэффициент теплопередачи, температурный напор, площадь поверхности теплопер.

Таблица 2

R134a T_0=0°C	Переменные	Размерность	В интерьере с «теплым полом»				
			Холодильник	ХЭ	Холодильник	ХЭ	Параметры
Конденсатор – Приемник тепла	$S_{ПР}$	м^2	15.0		20.0		Приемник тепла: $q_{ПР}$=120 Вт/м^2, $Q_{ПР} = q_{ПР}S_{ПР}$, $k_{ПР}F_{ПР}$ =210 Вт/К $G_{ПР} = G_{КНД}$ Конденсатор: $k_{КНД}$=1600Вт/м^{2}К $F_{КНД}$=0.29 м^2, Источник тепла: $T_{ИСТ}$=10°C $G_{ИСТ} = G_{ИСП}$ Испаритель: $k_{ИСП}$=1600Вт/м^{2}К $F_{ИСП}$=0.25 м^2 Ta=23°C c_T =1 $/кВтч – тариф на тепло, $c_Э$ =3.3 $/кВтч – тариф на эл.-эн $($Q_{ОИТ}$+E)= $Q_{ОИТ}$+3.3*E
	$Q_{ПР}$	Вт	1800		2400		
	$Q_{КНД}$	Вт	284	1279	284	1263	
	$T_{КНД}^1$	°C	-	28.4	-	30.2	
	$T_{КНД}^2$	**°C**	**-**	**33.9**	**-**	**35.6**	
	$\Delta T_{КНД}$	°C	-	2.8	-	2.7	
	$G_{КНД}$	л/ч	-	200	-	200	
	$T_{ПР}^1$	**°C**	**-**	**36.1**	**-**	**40.5**	
	$T_{ПР}^2$	°C	-	28.4	-	30.2	
	$\Delta T_{ПР}$	°C	-	8.7	-	11.6	
Холодильная машина	**$T_К$**	**°C**	**55.0**	**34.8**	**55.0**	**36.5**	
	C	Вт	884	1111	884	1093	
	E	**Вт**	**250**	**168**	**250**	**175**	
	H	Вт	1134	1279	1134	1268	
	ε	**-**	**3.5**	**6.6**	**3.5**	**6.2**	
	μ	-	4.5	7.6	4.5	7.2	
Источник тепла – Испаритель	$T_{ИСП}^1$	°C	-	5.8	-	5.7	
	$T_{ИСП}^2$	°C	-	1.0	-	1.0	
	$\Delta T_{ИСП}$	°C	-	2.8	-	2.7	
	$Q_{ИСТ}$	Вт	-	1111	-	1093	
	$G_{ИСП}$	л/ч	-	200	-	200	
Итог	$КРВ_{ХК}$	-	0.250	0.199	0.250	0.202	
	КРВ	-	0.250	1.0	0.250	1.0	
	$Q_{ОИТ}$	Вт	1516	521	2116	1132	
	$Q_{ОИТ}$+E	Вт	1579	689	2179	1307	
	$($Q_{ОИТ}$+E)	$/ч	1.729	1.075	2.329	1.710	
Оценки эффективности	**J_Q**	**%**	**100.0**	**34.4**	**100.0**	**53.5**	При h=5 м вод.ст
	J_{QE}	**%**	**100.0**	**43.6**	**100.0**	**60.0**	$\Delta J_{QE} \le 0.5\%$
	$J_Ş$	%	100.0	62.4	100.0	73.6	$\Delta J_Ş \le 1.3$ %

Обозначения:

$ - знак условной денежной единицы, 1$ ≡ c_T (при c_T =0.5 руб/кВтч 1$=0.5 руб);

$G_{КНД}$, $G_{ИСП}$, $G_{ПР}$, $G_{ИСТ}$ – расход промежуточного теплоносителя через конденсатор, испаритель, приемник тепла, источник тепла соответственно;

T_0, $T_К$ – рабочие температуры кипения и конденсации фреона R134a;

Ta – расчетная темпера воздуха вблизи «теплого пола»;

C, H, E – холодо-, теплопроизводительность, энергопотребл. холодильной машины (ХМ);

ε, μ – холодильный коэффициент, коэффициент преобразования ХМ соответственно;

$T_{ПР}^1$, $T_{ПР}^2$ – температура ПТ на входе и выходе приемника тепла - «теплого пола»;

$T_{КНД}^1$, $T_{КНД}^2$ – температура ПТ на входе и выходе конденсатора;

$T_{ИСП}^1$, $T_{ИСП}^2$ – температура ПТ на входе и выходе испарителя;

$q_{ПР}$ – удельное теплопотребление на 1 м^2 «теплого пола», $S_{ПР}$ – площадь «теплого пола»;

$Q_{ПР}$ – теплопотребление приемника тепла – «теплого пола»;

$Q_{ИСТ}$ – кóличество тепла, извлекаемого из источников низкопотенциального тепла;

$Q_{ОИТ}$ – количество тепла, получаемого от основного источника теплоснабжения (ОИТ);

КРВ (коэффициент рабочего времени) – относительное время работы ХМ;

$КРВ_{ХК}$ - относительное время работы ХМ на отвод тепла из холодильной камеры;

J_Q, J_{QE}, $J_Ş$ --относительные затраты тепла, тепла и электроэнергии, денежные соответств.

k, ΔT, F - коэффициент теплопередачи, температурный напор, площадь поверхн. теплопер.

Формула изобретения

Холодильник-экономайзер (ХЭ) - термопреобразователь двойного назначения, в котором основным - базовым агрегатом является бытовой холодильник с холодильным агрегатом (ХА)

одноконтурным, охлаждающим среднетемпературную - холодильную камеру или

двухконтурным, двухкомпрессорным, имеющим холодильный контур, охлаждающий среднетемпературную - холодильную камеру и морозильный контур, охлаждающий низкотемпературную - морозильную камеру,

с блоком управления, с дополнительным конденсатором для отвода тепла конденсации хладагента ХА в первый контур циркуляции промежуточного теплоносителя (ПТ), состоящий из двух сегментов - внутреннего сегмента, расположенного внутри ХЭ, с возможностью присоединения к нему посредством входных/выходных патрубков внешнего сегмента, расположенного вне ХЭ, с дополнительным испарителем для подвода тепла испарения хладагента ХА из второго контура циркуляции ПТ, состоящего из двух сегментов - внутреннего сегмента, расположенного внутри ХЭ, с возможностью присоединения к нему посредством входных/выходных патрубков внешнего сегмента, расположенного вне ХЭ, отличающийся наличием в корпусе ХЭ внутренних сегментов двух названных контуров циркуляции промежуточного теплоносителя, включающих следующие функционально различные группы конструктивных элементов:

а) пару выше названных теплообменников - дополнительный испаритель и дополнительный конденсатор;

б) элементы гидроавтоматики с трубопроводной обвязкой

элементы гидроавтоматики первого контура циркуляции ПТ с трубопроводами, связывающими последовательно входной патрубок внутреннего сегмента, трехходовой двухпозиционный клапан, охлаждающий змеевик дополнительного конденсатора, циркуляционный насос первого контура циркуляции ПТ с параллельным насосу байпасным трубопроводом с обратным клапаном в байпасном трубопроводе, трехходовой регулирующий клапан для вывода части расхода ПТ через выходной патрубок во внешний сегмент первого контура циркуляции ПТ и возврата остальной части расхода ПТ на вход внутреннего сегмента первого контура циркуляции ПТ,

элементы гидроавтоматики второго контура циркуляции ПТ, с трубопроводами, связывающими последовательно входной патрубок внутреннего сегмента, циркуляционный насос второго контура циркуляции ПТ с параллельным насосу байпасным трубопроводом с обратным клапаном в байпасном трубопроводе, трехходовой двухпозиционный клапан, нагревающий змеевик дополнительного испарителя, трехходовой регулирующий клапан для вывода части расхода ПТ через выходной патрубок во внешний сегмент второго контура цикуляции ПТ и возврата остальной части расхода ПТ на вход внутреннего сегмента второго контура циркуляции ПТ;

в) средства коммутации первого и второго контуров циркуляции ПТ для осуществления прямой передачи тепла от внешнего источника к внешнему приемнику без посредства холодильного агрегата,

трубопровод, соединяющий третий ход выше названного трехходового двухпозиционного клапана во внутреннем сегменте первого контура циркуляции ПТ с выходом из нагревающего змеевика дополнительного испарителя во внутреннем сегменте второго контура циркуляции ПТ,

трубопровод, соединяющий третий ход выше названного трехходового

двухпозиционного клапана во внутреннем сегменте второго контура циркуляции ПТ с выходом из охлаждающего змеевика дополнительного конденсатора во внутреннем сегменте первого контура циркуляции ПТ;

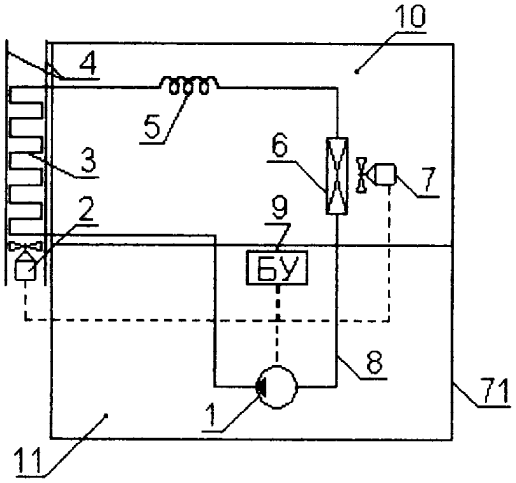
или две названные группы конструктивных элементов а) и б) с возможностью размещения конструктивных элементов третьей названной группы в) в соответствующих внешних сегментах контуров циркуляции ПТ;

или одну названную группу конструктивных элементов а) с возможностью размещения конструктивных элементов двух названных групп б) и в) в соответствующих внешних сегментах контуров циркуляции ПТ;

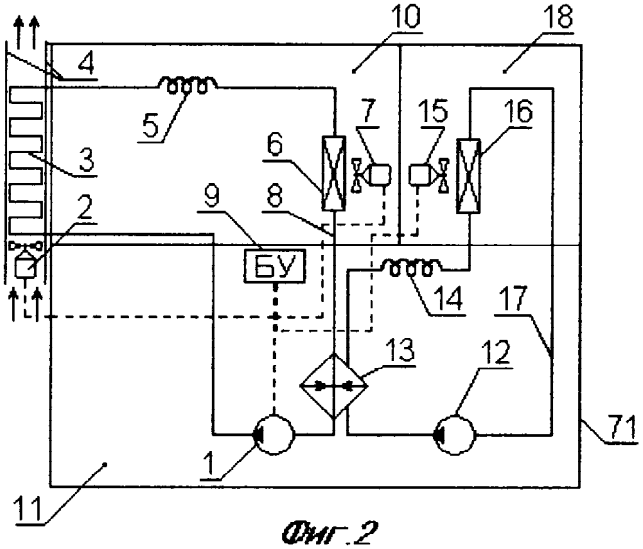
или три названные группы конструктивных элементов а), б), в) с тем отличием, что в составе конструктивных элементов группы б) во внутренних сегментах первого и второго контуров циркуляции ПТ отсутствуют названные трехходовые регулирующие клапаны с трубопроводами третьего хода, а также наличием

датчиков температуры ПТ, на входах в первый и второй внутренние сегменты контуров циркуляции ПТ, соединенных каналами связи с блоком управления,

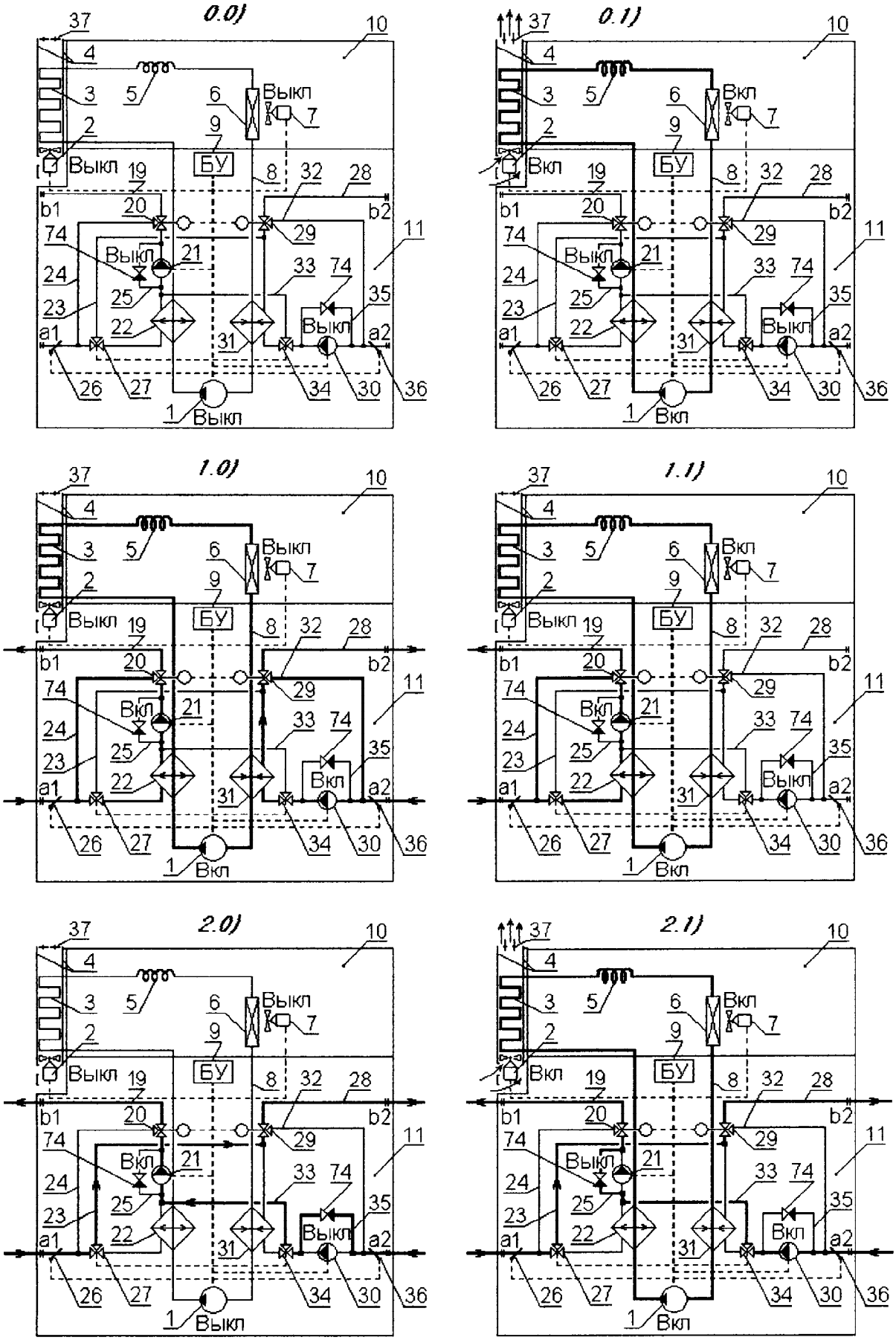
каналов связи блока управления с входными/выходными разъемами в корпусе ХЭ с возможностью присоединения к названным разъемам каналов связи ХЭ с исполнительными и измерительными устройствами автоматики во внешних сегментах контуров циркуляции ПТ.



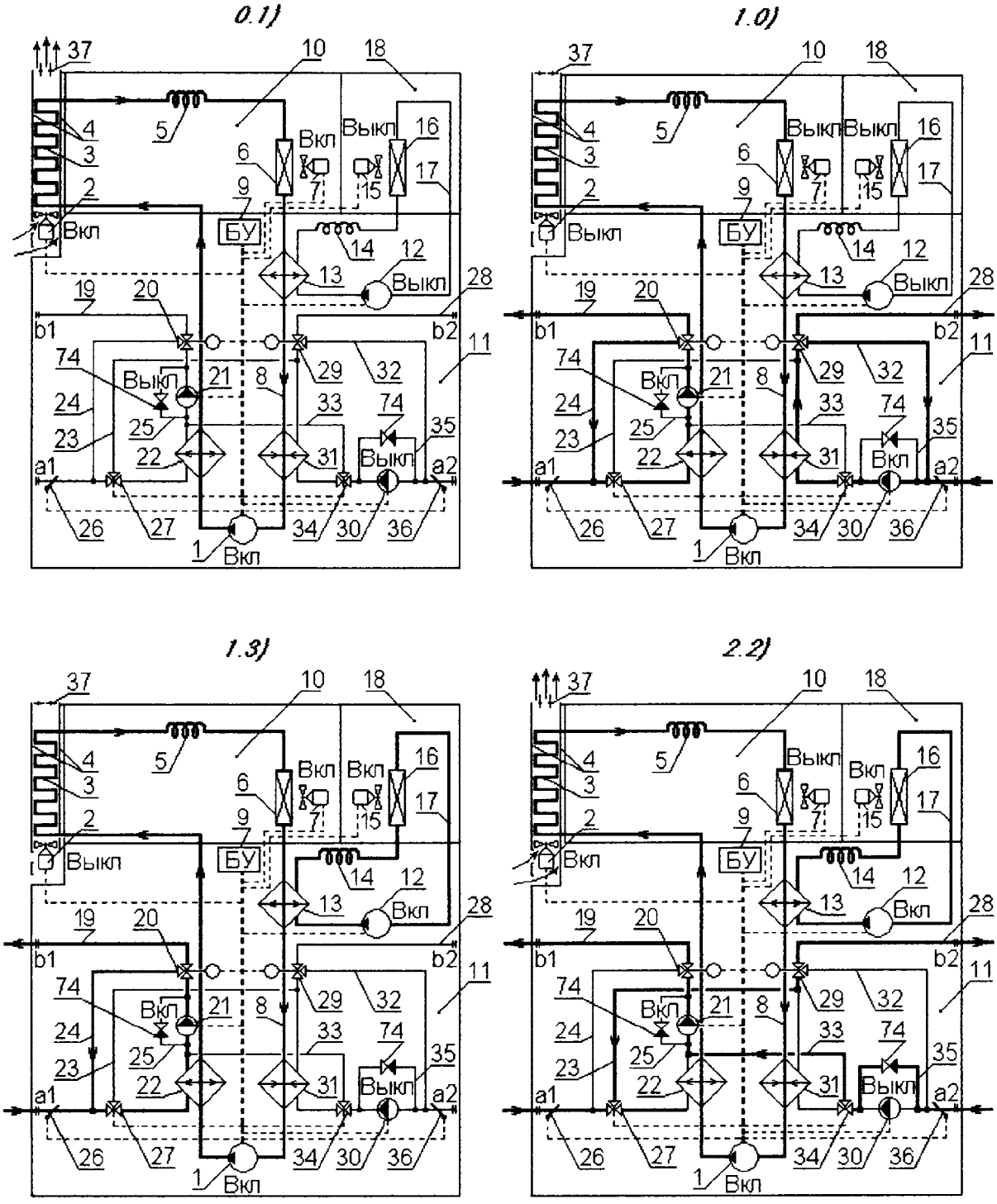
Фиг. 1



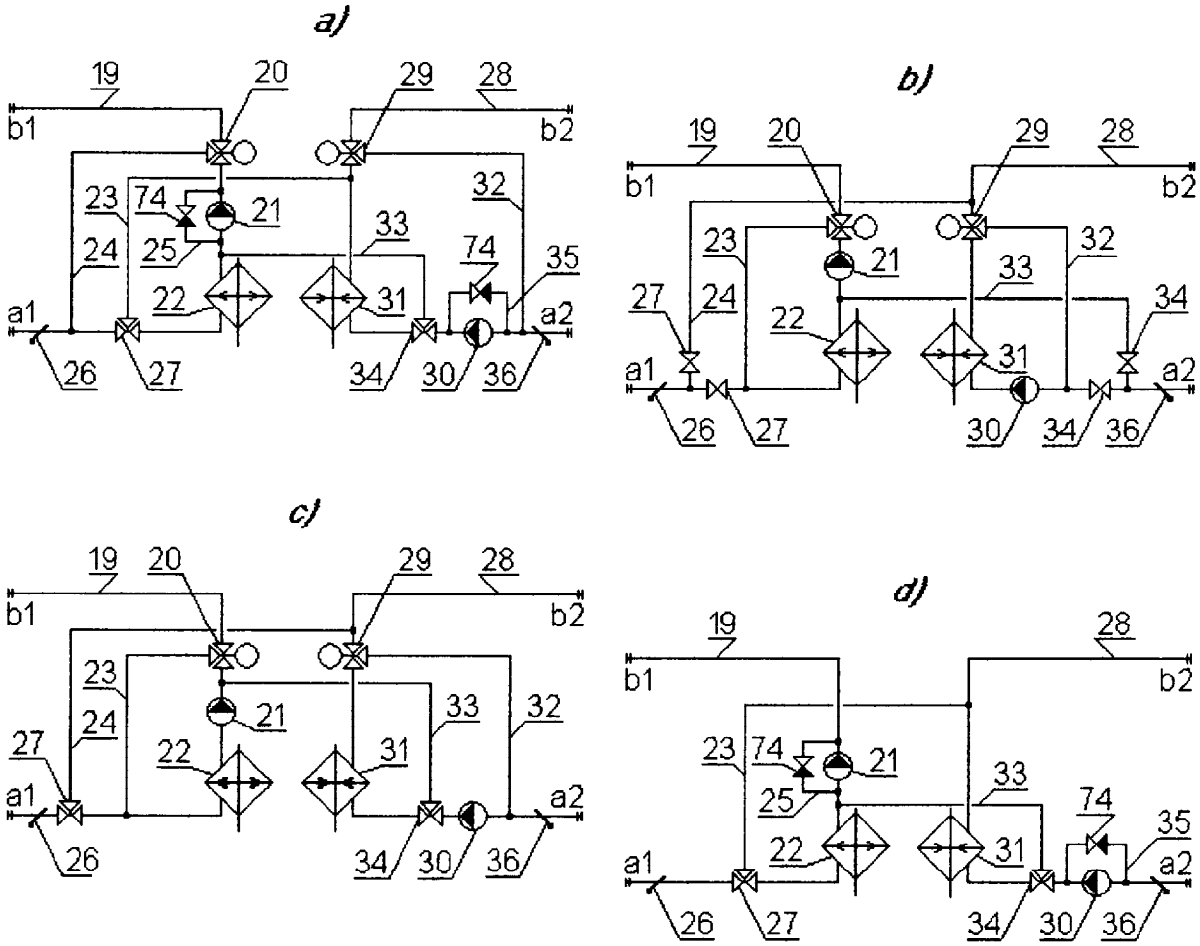
Фиг. 2


0.0)
0.1)
1.0)
1.1)
2.0)
2.1)
Выкл
Вкл
БУ
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
74
a1
a2
b1
b2

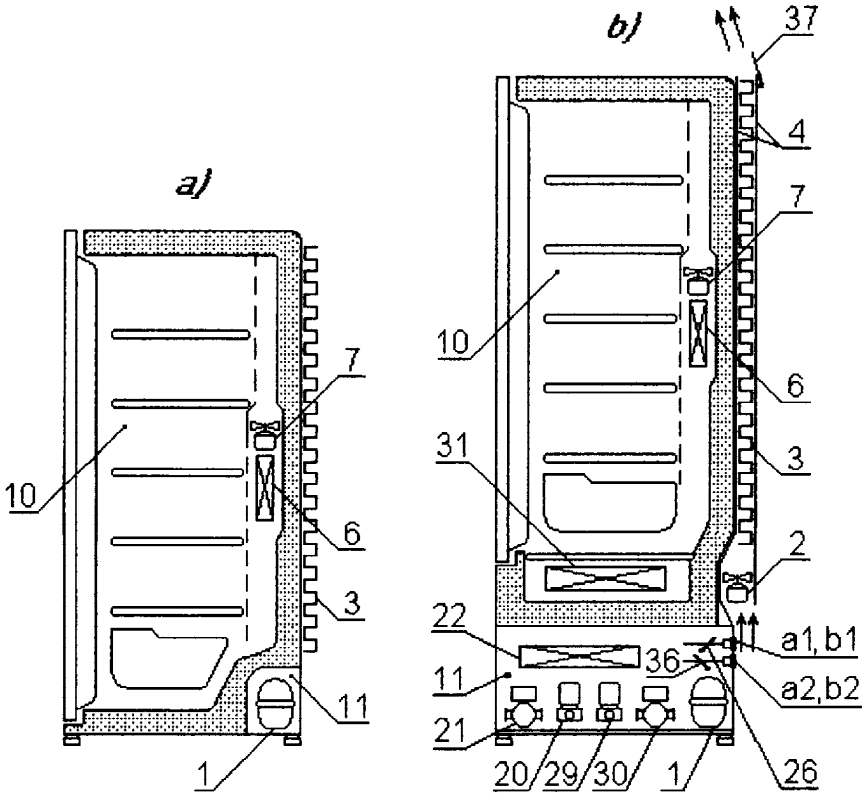
Фиг. 3


0.1)
1.0)
1.3)
2.2)
37
10
18
4
3
2
5
6
7
9
15
16
17
Вкл
Выкл
БУ
14
12
13
28
19
20
b1
b2
11
74
21
8
29
32
24
25
33
23
22
31
35
a1
a2
26
27
1
34
30
36

Фиг. 4

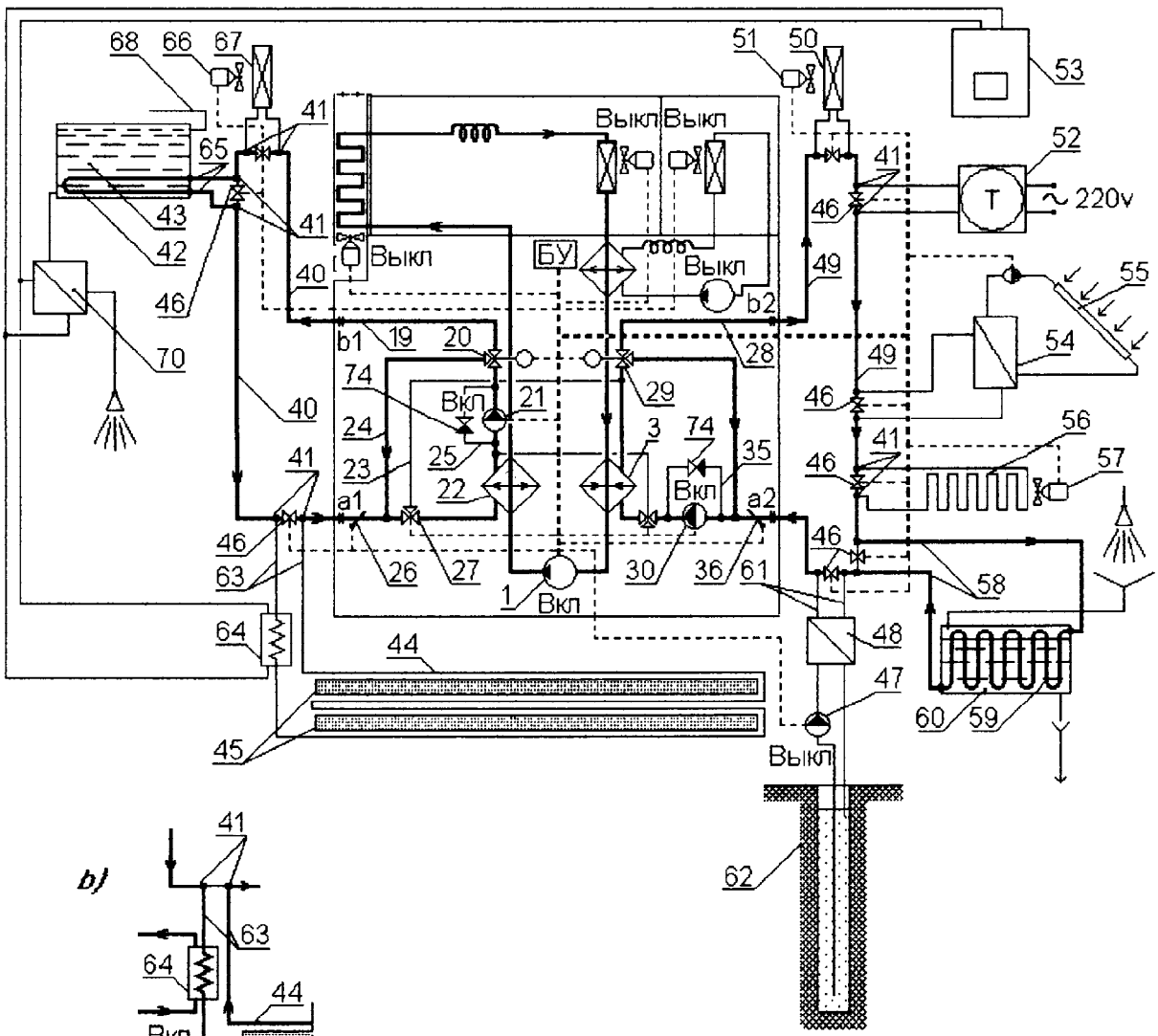

a)
b)
c)
d)
19
20
29
28
b1
b2
23
74
21
32
33
24
25
35
22
31
a1
a2
26
27
34
30
36

Фиг.5


a)
b)
37
4
7
10
6
31
3
2
22
a1,b1
36
11
a2,b2
21
20
29
30
1
26

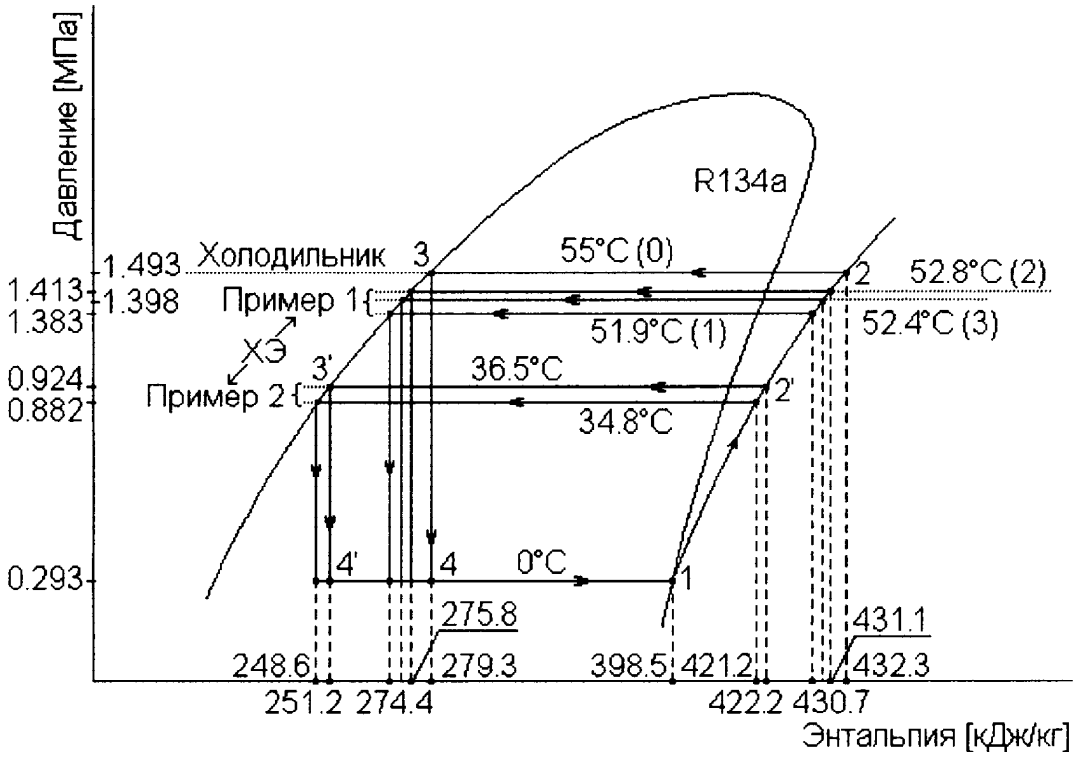
Фиг.6

a)

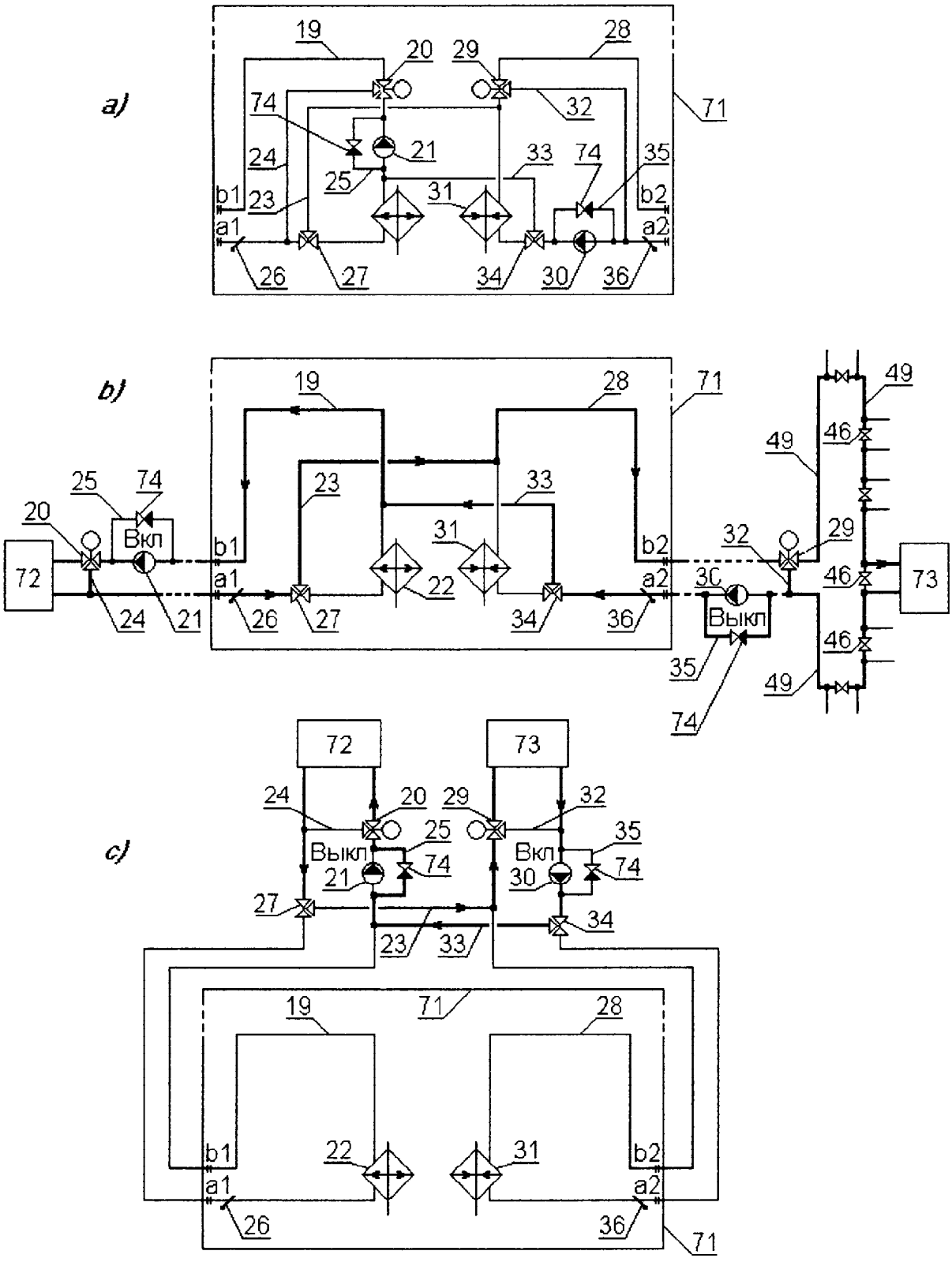

68
66
67
51
50
53
41
Выкл
Выкл
65
52
41
T
220v
43
41
Выкл
БУ
Выкл
46
42
40
b2
49
55
46
70
b1
19
20
28
54
74
49
Вкл
21
29
40
24
3
74
56
41
25
35
46
23
22
57
41
a1
a2
46
46
63
26
27
30
36
61
58
1
Вкл
64
48
44
47
60
59
45
Выкл
62

b)
41
63
64
44
Вкл
69

Фиг. 7


Давление [МПа]
1.493
1.413
1.398
1.383
0.924
0.882
0.293
Холодильник
Пример 1
ХЭ
Пример 2
R134a
3
3'
4'
4
2
2'
1
55°C (0)
52.8°C (2)
51.9°C (1)
52.4°C (3)
36.5°C
34.8°C
0°C
275.8
431.1
248.6
279.3
398.5
421.2
432.3
251.2
274.4
422.2
430.7
Энтальпия [кДж/кг]

Фиг. 8


a)
19
20
29
28
74
32
71
21
24
33
74
35
25
31
b1
23
b2
a1
a2
26
27
34
30
36
b)
19
28
71
49
25
74
23
33
49
46
20
31
32
29
Вкл
b1
b2
72
22
46
73
a1
a2
30
24
21
26
27
34
36
Выкл
46
35
49
74
c)
72
73
24
20
29
32
25
35
Выкл
Вкл
21
74
30
74
27
34
23
33
19
71
28
b1
22
31
b2
a1
a2
26
36
71

Фиг. 9