

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202391371 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.10.12

(51) Int. Cl. C07C 19/08 (2006.01)
C09K 5/04 (2006.01)
F25B 29/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.11.01

(54) МНОГОКАСКАДНАЯ СИСТЕМА НАГРЕВА

(31) 278561

(72) Изобретатель:

(32) 2020.11.08

Добкин Андрей, Ситковский Михаэль
(IL)

(33) IL

(86) PCT/IL2021/051292

(74) Представитель:

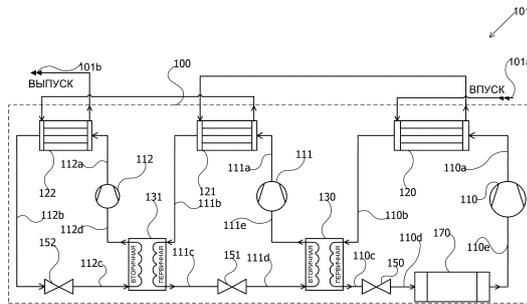
(87) WO 2022/097134 2022.05.12

Нилова М.И. (RU)

(71) Заявитель:

Н. А. М. ТЕКНОЛОДЖИ ЛТД. (IL)

(57) Многокаскадная система нагрева, содержащая множество последовательно соединенных контуров теплового насоса. Контур теплового насоса соединены друг с другом общим теплообменником. Каждый контур теплового насоса содержит конденсатор и хладагент, циркулирующий в контуре теплового насоса для нагрева текучей среды, протекающей через конденсатор. Текучая среда последовательно проходит через конденсатор каждого контура теплового насоса, так что температура текучей среды является более высокой в каждом последующем конденсаторе, когда она проходит в направлении выпуска многокаскадной системы нагрева, в то время как тепло, не используемое конденсатором для нагрева текучей среды, используется для нагрева теплообменником хладагента последующего контура теплового насоса.



A1

202391371

202391371

A1

МНОГОКАСКАДНАЯ СИСТЕМА НАГРЕВА

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

[0001] Настоящее изобретение в целом относится к системам нагрева. Более конкретно, настоящее изобретение относится к повышению энергоэффективности систем нагрева.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[0002] Коммерчески доступные системы нагрева, охлаждения и кондиционирования воздуха часто используют многоступенчатый термодинамический цикл, также известный как каскадный цикл. Эти системы, как правило, предназначены для получения горячей воды для бытовых нужд с температурой до 80°C; нагрева с использованием текучих сред, таких как вода, масло или газ; и создания комфортной окружающей среды в помещении.

[0003] Каскадный цикл охлаждения/обогрева обычно состоит из двух или более стадий обработки для систем, которые используются для получения высокотемпературного нагрева или сверхохлаждения.

[0004] Температуры испарения-конденсации в каждом цикле последовательно понижают или повышают с некоторым перекрытием для обеспечения желаемой температуры перепада, при этом хладагенты подбирают так, чтобы они эффективно работали в том диапазоне температур, который они охватывают.

[0005] Коммерчески доступные каскадные системы обычно обеспечивают отдельные каскадные циклы, каждый из которых герметизируется в отдельных контурах, где газы сжимаются в виде смеси, но разделяются по мере того, как один хладагент конденсируется в жидкость.

[0006] Однако коммерчески доступные каскадные системы накладывают ряд ограничений на структуру и условия эксплуатации таких систем, что приводит к общему снижению эффективности.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0007] Задачей настоящего изобретения является преодоление потерь энергии и создание многокаскадной системы нагрева, имеющей высокий коэффициент полезного действия (КПД).

[0008] Согласно первому аспекту настоящего изобретения предлагается многокаскадная система нагрева, содержащая: множество контуров теплового насоса, соединенных последовательно, причем контуры теплового насоса соединены друг с другом теплообменником; причем каждый контур теплового насоса содержит: конденсатор; и хладагент, циркулирующий в контуре теплового насоса для нагрева текучей среды, протекающей через конденсатор; и при этом тепло, не используемое конденсатором для нагрева текучей среды, используется теплообменником для нагрева хладагента последующего контура теплового насоса.

[0009] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления каждый контур теплового насоса дополнительно содержит: компрессор; расширительный клапан и трубопроводы, выполненные с возможностью соединения конденсатора; компрессора; расширительного клапана и одной стороны теплообменника последовательно, что тем самым обеспечивает возможность циркуляции хладагента в контуре теплового насоса.

[0010] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления первый контур теплового насоса из множества контуров теплового насоса дополнительно содержит испаритель, выполненный с возможностью сбора тепловой энергии наружной среды.

[0011] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления номинальная мощность компрессора контура теплового насоса меньше номинальной мощности компрессора предыдущего контура теплового насоса.

[0012] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления номинальная тепловая мощность конденсатора контура теплового насоса меньше номинальной тепловой мощности конденсатора предыдущего контура теплового насоса.

[0013] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления хладагенты выбраны из группы, состоящей из R600, R410A, R507, R134A, R290, R32, R744, и при этом в контурах теплового насоса может использоваться аналогичный или другой хладагент.

[0014] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления конденсатор контура теплового насоса содержит впуск и выпуск, выполненные с возможностью обеспечения течения текучей среды через конденсатор, и при этом выпуск может быть соединен с впуском последующего контура теплового насоса.

[0015] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления текучая среда выбрана из группы, состоящей из воды для бытовых нужд; жидкости для промышленного процесса; воды, смешанной с антифризом; масла и любой их комбинации.

[0016] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления контуры теплового насоса выполнены с возможностью нагрева по меньшей мере двух различных текучих сред одновременно.

[0017] Согласно еще одному аспекту раскрытого в настоящем изобретении объекта изобретения предложена система нагрева текучей среды, которая содержит: множество многокаскадных систем нагрева по любому из пунктов формулы изобретения, используемых для преодоления существенно высокой ΔT между требуемой температурой текучей среды и температурой наружной среды.

[0018] Согласно еще одному аспекту настоящего раскрытого объекта изобретения описан блок кондиционирования воздуха, содержащий: многокаскадную систему нагрева согласно формуле изобретения и выделенный нагнетатель для каждого конденсатора; и

при этом конденсаторы и их нагнетатели установлены в ряд внутри кожуха, имеющего воздухозаборник и отверстие для выпуска.

[0019] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления конденсаторы выполнены с возможностью нагрева проходящего через них воздуха.

[0020] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления конденсатор с самым высоким показателем теплоотдачи установлен рядом с воздухозаборником, а конденсатор с самым низким показателем теплоотдачи установлен рядом с отверстием для выпуска.

[0021] Если не указано иное, все технические и научные термины, используемые в настоящем документе, имеют то же значение, которое обычно подразумевается специалистом в той области техники, к которой относится настоящее изобретение. Несмотря на то, что на практике или испытании настоящего раскрытого объекта изобретения могут быть использованы способы и материалы, подобные или эквивалентные описанным в настоящем документе, подходящие способы и материалы описаны ниже. В случае возникновения конфликта, описание, включая определения, будет иметь преимущественную силу. Кроме того, материалы, способы и примеры носят исключительно иллюстративный характер и не являются ограничивающими.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0022] Некоторые варианты осуществления раскрытого объекта изобретения описаны только в качестве примера со ссылкой на сопроводительные чертежи. Далее, с конкретной ссылкой на чертежи в деталях, следует подчеркнуть, что показанные подробные сведения приведены в качестве примера и в целях иллюстративного обсуждения только предпочтительных вариантов осуществления настоящего раскрытого объекта изобретения и представлены с целью обеспечения того, что считается наиболее полезным и легко понятным описанием принципов и концептуальных аспектов раскрытого объекта изобретения. В этой связи не предпринимается никаких попыток показать структурные детали раскрытого объекта изобретения более подробно, чем это необходимо для фундаментального понимания раскрытого объекта изобретения, причем описание, взятое с чертежами, делает очевидным для специалистов в данной области техники, как различные формы раскрытого объекта изобретения могут быть реализованы на практике.

На чертежах:

[0023] На фиг. 1 показана блочная схема многокаскадной системы нагрева, выполненной с возможностью нагрева текучей среды, в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения;

[0024] На фиг. 2 показана блочная схема многокаскадной системы нагрева, выполненной с возможностью нагрева множества текучих сред, в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения;

[0025] На фиг. 3 показана блочная схема еще одной многокаскадной системы нагрева для нагрева текучей среды в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения;

[0026] На фиг. 4 показана блочная схема еще одной многокаскадной системы нагрева, выполненной в виде блока кондиционирования воздуха (БКВ), в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения; и

[0027] На фиг. 5 проиллюстрирована компоновка многокаскадного БКВ в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0028] Прежде чем подробно объяснить по меньшей мере один вариант осуществления раскрытого объекта изобретения, следует понимать, что раскрытый объект изобретения не ограничивается в своем применении деталями конструкции и расположением компонентов, изложенных в следующем описании или проиллюстрированных на чертежах. Раскрытый объект может быть реализован в других вариантах осуществления или может быть реализован на практике различными способами. Кроме того, следует понимать, что выражения и термины, применяемые в настоящем документе, предназначены для описания, и их не следует рассматривать как ограничивающие. Чертежи, как

правило, выполнены не в масштабе. Для наглядности на некоторых чертежах были опущены несущественные элементы.

[0029] Одной технической задачей настоящего раскрытия является обеспечение каскадной системы, повышающей энергоэффективность каскадных систем нагрева за счет использования остаточного тепла, не задействованного конденсаторами коммерчески доступных каскадных систем. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления остаточное тепло, вырабатываемое множеством конденсаторов, используемых для нагрева текучих сред, передается для использования следующим каскадным контуром или контуром теплового насоса, тем самым повышая эффективность системы.

[0030] Другой технической задачей настоящего раскрытия является повышение энергоэффективности за счет уменьшения размера и мощности компрессоров вторичных каскадов, т.е. компрессоров каскадов, следующих за первым каскадом. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления многокаскадная система нагрева по настоящему раскрытию состоит из трех контуров теплового насоса, причем номинальная мощность компрессора второго контура равна четверти мощности компрессора первого контура, а номинальная мощность компрессора третьего контура равна четверти мощности компрессора второго контура.

[0031] Еще одной технической задачей настоящего раскрытия является улучшение коэффициента полезного действия (КПД) многокаскадной системы нагрева согласно настоящему раскрытию по меньшей мере на 25% больше по сравнению с коммерчески доступной

каскадной системой нагрева. Расчет КПД модели системы по настоящему раскрытию подробнее представлен ниже.

[0032] Теперь обратимся к фиг. 1, на которой показана блочная схема многокаскадной системы нагрева, выполненная с возможностью нагрева текучей среды, в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения. Конфигурация 101 представляет собой систему, имеющую приведенную в качестве примера архитектуру, используемую для нагрева текучих сред. Конфигурация 101 основана на многокаскадной системе 100 нагрева. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления многокаскадная система 100 нагрева содержит три каскадных контура теплового насоса: первый контур, второй контур и третий контур. Следует отметить, что многокаскадная система нагрева согласно настоящему раскрытию может быть составлена из множества контуров теплового насоса. Многокаскадная система 100 нагрева по фиг. 1 представляет собой лишь один приведенный в качестве примера вариант осуществления, используемый для описания настоящего раскрытия.

[0033] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления первый контур составлена из следующих компонентов: компрессора 110, конденсатора 120, первичной стороны теплообменника 130, расширительного клапана 150 и испарителя 170. Компоненты первого контура соединены друг с другом посредством трубопроводов 110a, 110b, 110c, 110d и 110e хладагента с образованием первого контура теплового насоса.

[0034] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления второй контур содержит следующие компоненты: компрессора 111, конденсатора 121, первичной стороны теплообменника 131, расширительного клапана 151, вторичной стороны теплообменника 130. Компоненты второго контура соединены друг с другом посредством трубопроводов 111a, 111b, 111c, 111d и 111e хладагента с образованием первого контура теплового насоса.

[0035] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления третий контур составлен из следующих компонентов: компрессора 112, конденсатора 122, вторичной стороны теплообменника 131 и расширительного клапана 152. Компоненты первого контура соединены друг с другом посредством трубопроводов 112a, 112b, 112c и 112d хладагента с образованием первого контура теплового насоса.

[0036] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления хладагент, такой как R600, R410A, R507, R134A, R290, R32, R744 или тому подобный, протекает через трубопроводы и компоненты каскадных контуров тепловых насосов. Тем не менее, следует отметить, что хладагенты, протекающие в каждом контуре, могут быть разными, т.е. каждый из первого контура, второго контура и третьего контура может иметь отличающийся тип хладагента.

[0037] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления многокаскадная система 100 нагрева может быть использована для нагрева текучих сред, таких как показаны в конфигурации 101. Текучими средами могут быть, например, вода для

бытовых нужд или молоко для промышленного процесса, вода для плавательного бассейна или тому подобное, т.е. с непосредственным нагревом. Дополнительно или в качестве альтернативы текучие среды могут быть водой, смешанной с антифризом, водой, маслом или тому подобным для целей нагрева среды или тому подобного.

[0038] В применениях прямого нагрева, например, воды для бытовых нужд, обычно содержится накопительный резервуар (не показан) для образования замкнутого контура. Это означает, что жидкость течет из резервуара во впуск системы 100 и возвращается в резервуар из выпуска системы 100. Тем не менее, следует отметить, что многокаскадная система 100 нагрева может быть использована для нагрева жидкостей для использования в открытом контуре.

[0039] В применениях нагрева среды многокаскадная система 100 нагрева соединена в замкнутый контур с рядом нагревателей, такими как радиаторы, нагреватель для пола, котлы, независимые блоки кондиционирования воздуха (БКВ) и любые их комбинации или тому подобное. В таких нагревательных применениях впуск и выпуск системы 100 соединены линейно с нагревателями таким образом, чтобы обеспечить возможность постоянной циркуляции одной и той же текучей среды через систему 100 и нагреватели. Таким образом, текучая среда нагревается системой 100, и тепло рассеивается в окружающую среду нагревателями.

[0040] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления применений для воды для бытовых нужд температура воды на впуске 101a может изменяться, например, от 55°C

до 59°C, тогда как температура на выпуске 101b системы 100 может достигать 60°C - 70°C.

[0041] В конфигурации 101 приведенного в качестве примера варианта осуществления, используемого для применений в промышленных процессах, температура текучей среды на впуске 101a может изменяться, например, от 45°C до 70°C, тогда как температура на выпуске 101b системы 100 рассчитана на достижение температуры 55°C - 90°C.

[0042] В конфигурации 101 приведенного в качестве примера варианта осуществления, используемого для применений нагрева среды, температура текучей среды на впуске 101a может изменяться, например, от 45°C до 55°C, тогда как температура на выпуске 101b системы 100 рассчитана на достижение температуры 50°C - 70°C.

[0043] Ниже приведен пример, относящийся к конфигурации 101 (пример 101) рабочего цикла многокаскадной системы 100 нагрева, используемой для нагрева воды в соответствии с конфигурацией 101, показанной на фиг. 1. Например в 101 температура воды, поступающей в систему 100 через впуск 101a, составляет приблизительно 55°C, при этом температура наружной среды составляет приблизительно - 7°C. Вода для бытовых нужд будет нагрета конденсатором 120 приблизительно до 62°C, затем перейдет в конденсатор 121, где она будет нагрета приблизительно до 67°C, а затем в конденсатор 122, где она будет нагрета приблизительно до 70°C, откуда нагретая вода будет возвращена через выпуск 101b в резервуар. Этот процесс постоянно повторяют для поддержания требуемой температуры воды для бытовых

нужд, равной 70°C. Для этого испаритель 170, который подвергается воздействию температуры наружной среды, повышает температуру хладагента первого контура (первого хладагента) до -10°C в газообразном состоянии. Газообразный хладагент поступает в компрессор 110, который повышает температуру газа до 95°C, который затем конденсируется конденсатором 120 в жидкий хладагент при 65°C и, тем самым, передает тепло воде для бытовых нужд для повышения ее температуры с 55°C до 62°C. Следует отметить, что жидкий хладагент (при 65°C) в трубопроводе 110b представляет остаточное тепло, т.е. тепло, не задействованное конденсаторами, используемое для повышения температуры хладагента второго контура (второго хладагента) посредством теплообменника 130. После передачи остаточного тепла теплообменником 130, тем самым нагревая второй хладагент, температура первого хладагента на входе в расширительный клапан 150 падает до 25°C, что превращает первый хладагент в раствор жидкость/газ при -15°C на входе испарителя 170, следовательно, повышая температуру первого хладагента (газа) до -10°C.

[0044] В результате использования остаточного тепла температура второго хладагента, выходящего из расширительного клапана 151 в виде раствора жидкость/газ, повышается с 20°C до 25°C на вторичной стороне теплообменника 130. Затем газообразный хладагент поступает в компрессор 111, который повышает температуру газа до 100°C, который затем конденсируется конденсатором 121 в жидкий хладагент при 70°C и, тем самым, передает дополнительное тепло воде для бытовых нужд, которое повышает ее температуру с 62°C до 67°C. Следует отметить, что тепло жидкого хладагента (при 70°C) в трубопроводе 111b является остаточным теплом, т.е. тепло, не

используемое конденсаторами, используется для повышения температуры хладагента третьего контура (третьего хладагента) посредством теплообменника 131. После передачи остаточного тепла теплообменником 131 и, тем самым, нагрева третьего хладагента, температура второго хладагента на входе в расширительный клапан 151 падает до 40°C, что испаряет второй хладагент при 20°C на вторичной стороне теплообменника 130, следовательно, повышая температуру второго хладагента (газа) до 25°C.

[0045] Рабочий цикл, согласно примеру 101, завершается третьим контуром следующим образом: температура третьего хладагента (в газообразном состоянии) в трубопроводе 112с повышается с 35°C до 40°C на вторичной стороне теплообменника 131. Затем газообразный хладагент поступает в компрессор 111, который повышает температуру газа приблизительно до 100°C, который затем конденсируется конденсатором 122 в жидкий хладагент при 73°C и, тем самым, передает дополнительное тепло воде для бытовых нужд, которое повышает их температуру с 67°C до 70°C. Жидкий хладагент, который выходит из конденсатора 122 при 73°C, затем испаряется расширительным клапаном 152 до состояния газа при 35°C перед повторным нагревом теплообменником 131.

[0046] Ниже приведен расчет КПД, относящийся к описанной выше конфигурации примера 101, основанный на моделировании рабочего цикла системы 100, имеющей следующие параметры: Компрессор 110, модель 6GE-34Y; компрессор 111, модель 2CES-4Y и компрессор 112, модель 2KES-0.5Y. И хладагент R134a первого контура, хладагент R134a второго контура и хладагент R515b третьего контура.

[0047] Расчетное энергопотребление (P) компрессоров составляет P110=14,58 кВт; P111=4,39 кВт и P112=1,06 кВт. А расчетная тепловая мощность (Q) конденсаторов составляет Q120=32,4 кВт; Q121=16,06 кВт и Q122=4,58 кВт.

[0048] КПД системы определяется как $\text{КПД} = \frac{Q_{120} + Q_{121} + Q_{122}}{P_{110} + P_{111} + P_{112}} = \frac{32,4 + 16,06 + 4,58}{14,58 + 4,39 + 1,06} \cong 2,65$, в то время как КПД коммерчески доступной каскадной системы, которая обеспечивает такую же скорость нагрева текучей среды, приблизительно на 2, т.е. на 32% выше, чем у коммерчески доступных каскадных систем.

[0049] Со ссылкой на фиг. 2 показана блочная схема многокаскадной системы нагрева, выполненной с возможностью нагрева множества текучих сред, в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения. Конфигурация 102 представляет собой приведенную в качестве примера архитектуру системы, используемой для нагрева множества текучих сред. Конфигурация 102 основана на многокаскадной системе 100 нагрева. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления конфигурация 102 использует многокаскадную систему 100 нагрева, такую как показана в описании по фиг. 1. Тем не менее, следует напомнить, что многокаскадная система 100 нагрева по фиг. 2, является лишь одним приведенным в качестве примера вариантом осуществления, используемым для описания настоящего раскрытия.

[0050] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления конфигурация 102 иллюстрирует использование многокаскадной системы 100 нагрева для применений нагрева среды и применений прямого нагрева одновременно.

[0051] Для нагрева среды система 100 многокаскадного нагрева соединена линейно (последовательно), образуя замкнутый контур с множеством нагревателей (не показаны), таких как радиаторы, теплый пол, котлы, блоки кондиционирования воздуха (БКВ) и любые их комбинации и тому подобное. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления нагревательная текучая среда, такая как масло, вода, смешанная с антифризом, или тому подобное, поступает в систему 100 через отверстие 102i и выходит из системы 100 обратно в нагреватели через отверстие 102e. В конфигурации 102 приведенного в качестве примера варианта осуществления температура текучей среды в отверстии 102i может изменяться, например, от 45°C до 55°C, тогда как температура в отверстии 101e может достигать от 50°C до 70°C. В применениях нагрева среды нагревательная текучая среда постоянно циркулирует через систему 100 и нагреватели. Таким образом, текучая среда нагревается системой 100, и тепло рассеивается в окружающую среду нагревателями.

[0052] Для прямого нагрева, например, воды для бытовых нужд, многокаскадная система 100 нагрева соединена линейно (последовательно), образуя замкнутый контур с накопительным резервуаром (не показан). В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления вода для бытовых нужд поступает во вход 102a системы 100 и выходит из системы 100 обратно в резервуар

через выпуск 102b. В конфигурации 102 приведенного в качестве примера варианта осуществления температура воды для бытовых нужд на впуске 102a может изменяться, например, от 55°C до 59°C, тогда как температура на выпуске 102b может достигать 60°C - 70°C.

[0053] В системах нагрева воды для бытовых нужд вода постоянно циркулирует через систему 100 и резервуар. Тем самым поддерживается желаемая температура воды в резервуаре.

[0054] Ниже приведен пример, относящийся к конфигурации 102 (пример 102) многокаскадного цикла работы системы 100 нагрева, используемой для одновременного нагрева воды для бытовых нужд и нагрева помещения в соответствии с конфигурацией 102, показанной на фиг. 2. В примере 102 температура воды, поступающей в систему 100 через впуск 102a, составляет около 55°C, температура текучей среды, поступающей в систему 100 через отверстие 102i, составляет около 40°C, при этом температура наружной среды составляет около -7°C.

[0055] Нагревательная жидкость будет нагрета конденсатором 120 приблизительно до 50°C, вода для бытовых нужд будет нагрета конденсатором 121 приблизительно до 65°C, и затем вода перейдет в конденсатор 122, где она будет нагрета приблизительно до 70°C, откуда нагретая вода будет возвращена через выпуск 102b в резервуар. Этот процесс постоянно повторяется для поддержания требуемой температуры 70°C воды для бытовых нужд и температуры в помещении, равной 50°C.

[0056] Для этого испаритель 170, который подвергается воздействию температуры наружной среды, понижает температуру первого хладагента до -10°C в газообразном состоянии. Газообразный хладагент поступает в компрессор 110, который повышает температуру газа до 90°C , который затем конденсируется конденсатором 120 в жидкий хладагент при 50°C и, тем самым, передает тепло нагревающей жидкости для повышения ее температуры с 40°C до 50°C . Следует отметить, что тепло жидкого хладагента (при 50°C) в трубопроводе 110b представляет собой остаточное тепло, используемое для повышения температуры хладагента второго контура (второго хладагента) посредством теплообменника 130. После передачи остаточного тепла теплообменником 130 и, тем самым, нагрева второго хладагента, температура первого хладагента на входе в расширительный клапан 150 падает до 20°C , что изменяет первый хладагент на раствор жидкость/газ при температуре -15°C на входе испарителя 170, следовательно, повышая температуру первого хладагента (газа) до -10°C .

[0057] В результате использования остаточного тепла температура второго хладагента, выходящего из расширительного клапана 151, в газообразном состоянии повышается с 15°C до 20°C на вторичной стороне теплообменника 130. Затем хладагент (раствор жидкость/газ) поступает в компрессор 111, который повышает температуру второго хладагента (газа) до 95°C , который затем конденсируется конденсатором 121 в жидкий хладагент при 70°C и, тем самым, передает тепло воде для бытовых нужд, которое повышает ее температуру с 55°C до 65°C . Следует отметить, что жидкий хладагент (при 70°C) в трубопроводе 111b представляет собой остаточное тепло, используемое для повышения температуры третьего хладагента

посредством теплообменника 131. После передачи остаточного тепла теплообменником 131 и, тем самым, нагрева третьего хладагента, температура второго хладагента на входе в расширительный клапан 151 падает до 40°C, что приводит к испарению второго хладагента при температуре 15°C (раствор жидкость/газ) на вторичной стороне теплообменника 130, следовательно, повышая температуру второго хладагента (газа) до 20°C.

[0058] Рабочий цикл, согласно примеру 102, завершается в третьем контуре следующим образом: температура третьего хладагента (в газообразном состоянии) на трубопроводе 112С повышается с 35°C до 40°C на вторичной стороне теплообменника 131. Затем газообразный хладагент поступает в компрессор 111, который повышает температуру газа приблизительно до 100°C, который затем конденсируется конденсатором 122 в жидкий хладагент при 73°C и, тем самым, передает дополнительное тепло воде для бытовых нужд, которое повышает их температуру с 65°C до 70°C. Жидкий хладагент, которая выходит из конденсатора 122 при 73°C, затем испаряется расширительным клапаном 152 в жидкий/газовый раствор при 35°C перед повторным нагревом теплообменником 131.

[0059] Со ссылкой на фиг. 3 показана блочная схема другой многокаскадной системы нагрева для нагрева текучей среды, в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения. Многокаскадная система 200 нагрева может использоваться для нагрева текучей среды, где разность температур (ΔT) между требуемой

температурой текучей среды и (наружной) температурой относительно высока, например, больше 80°C.

[0060] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления система 200 многокаскадного нагрева представляет собой систему нагрева текучей среды, составленную из двух ступеней системы многокаскадного нагрева, первой каскадной ступени 201 и второй каскадной ступени 202. Каждая каскадная ступень содержит контуры тепловых насосов: контур 1.1 и контур 1.2 каскадной ступени 201 и контур 2.1 и контур 2.2 каскадной ступени 202. Следует отметить, что многокаскадная система нагрева согласно настоящему раскрытию содержит множество каскадных ступеней, каждая из которых имеет множество контуров теплового насоса, и многокаскадная система 200 нагрева является лишь одним приведенным в качестве примера вариантом осуществления, используемым для описания настоящего раскрытия.

[0061] Следует понимать, что многокаскадная система 200 нагрева содержит (использует) множество каскадных ступеней для увеличения ΔT системы и, тем самым, преодоления ограничений по давлению на выходе компрессоров, что ограничивает ΔT системы.

[0062] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления схема 1.1 содержит следующие компоненты: компрессор 210, теплообменник 220, первичную сторону теплообменника 230, расширительный клапан 250 и испаритель 270. Компоненты контура 1.1 соединены друг с другом посредством

трубопроводов хладагента, образующих вместе контур теплового насоса 1.1.

[0063] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления схема 1.2 содержит следующие компоненты: компрессор 211, теплообменник 221, расширительный клапан 251, вторичную сторону теплообменника 230. Компоненты контура 1.2 соединены друг с другом посредством трубопроводов хладагента, образующих вместе контур теплового насоса 1.2.

[0064] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления схема 2.1 составлена из следующих компонентов: компрессора 212, конденсатора 222, первичной стороны теплообменника 231 и расширительного клапана 252. Компоненты контура 2.1 соединены друг с другом посредством трубопроводов хладагента, образующих вместе контур теплового насоса 2.1.

[0065] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления контур 2.2 составлена из следующих компонентов: компрессора 213, конденсатора 223, расширительного клапана 253, вторичной стороны теплообменника 231. Компоненты контура 2.2 соединены друг с другом посредством трубопроводов хладагента, образующих вместе контур теплового насоса 2.2.

[0066] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления хладагент, такой как R600, R410A, R507, R134A, R290, R32, R744 или тому подобный, протекает через трубопроводы и компоненты каскадных контуров тепловых насосов. В

некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления хладагенты, протекающие в каждом контуре, могут быть отличающимися, т.е. каждый из контуров 1.1, 1.2, 2.1 и 2.2, может иметь отличающийся хладагент, т.е. хладагент-1.1, хладагент-1.2, хладагент-2.1 и хладагент-2.2, соответственно.

[0067] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления многокаскадная система 200 нагрева может быть использована для прямого нагрева, такого как, например, вода для бытовых нужд или молоко для промышленного процесса. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления многокаскадная система 200 нагрева может быть использована для нагрева среды, которая использует текучие среды, такие как вода, смешанная с антифризом, вода, масло и т.п. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления текучие среды, которые нагреваются системой, могут циркулировать в замкнутом контуре или протекать в открытом контуре. Дополнительно или в качестве альтернативы многокаскадная система 200 нагрева может быть использована для применений нагрева текучей среды в тех случаях, когда ΔT между окружающей средой и требуемой температурой текучей среды является относительно высокой, например $>80^{\circ}\text{C}$. Система 200 использует две каскадные ступени 201 и 202 в применениях, где требуется высокая ΔT , поскольку компрессоры имеют ограниченный диапазон давления, что приводит к снижению ΔT . В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления многокаскадная система 200 нагрева может быть соединена в замкнутый контур с элементами прямого нагрева или с элементами нагрева среды. Например, с группой обогревателей, радиаторов, теплым полом,

котлами, блоками кондиционирования воздуха (БКВ), резервуаром для воды для бытовых нужд, бассейнами и любого их сочетания или тому подобного. В таких применениях нагрева впуск и выпуск системы 200 соединены с элементами линейно для обеспечения возможности постоянной циркуляции текучей среды через систему 200 и нагревательные устройства.

[0068] Следует отметить, что независимо от применения, т.е. промышленного, нагрева среды или прямого нагрева, температура на впуске 200a может изменяться, например, от 40°C до 60°C, тогда как температура на выпуске 200b системы 200 рассчитана на достижение температуры 65°C - 85°C.

[0069] Ниже приведен пример (пример 200), относящийся к многокаскадному циклу работы системы 200 нагрева, используемому для нагрева воды для бытовых нужд в соответствии с вариантом осуществления по фиг. 3. Например, температура воды, поступающей в систему 200 во впускном отверстии 200A, составляет приблизительно 60°C, при этом температура наружной среды составляет приблизительно -30°C. Вода для бытовых нужд будет нагрета конденсатором 222 приблизительно до 83°C, затем перейдет к конденсатору 223, где вода будет нагрета приблизительно до 90°C, откуда нагретая вода вернется через выпуск 101b в резервуар.

[0070] Этот процесс постоянно повторяется для поддержания требуемой температуры воды для бытовых нужд на уровне 90°C. Для этого испаритель 270, который подвергается воздействию температуры наружной среды, понижает температуру хладагента-1.1 до -35°C в

газообразном состоянии. Хладагент-1.1 поступает в компрессор 210, который повышает температуру газа до 60°C, который затем конденсируется теплообменником (HE) 220 в жидкий хладагент при 25°C и, тем самым, передает тепло хладагенту-2.1 контура-2.2, которое используется для нагрева воды для бытовых нужд. Следует отметить, что хладагент-1.1 выходит из HE220 в виде жидкости при 25°C, сохраняя остаточное тепло, которое используется для повышения температуры хладагента-1.2 посредством HE 230.

[0071] После передачи остаточного тепла теплообменником 230 и, тем самым, нагрева хладагента 1.2, температура хладагента 1.1 на входе в расширительный клапан 250 падает до -10°C, что превращает хладагент 1.1 из жидкости в смесь жидкость/газ при температуре -40°C на входе испарителя 270, следовательно, повышая температуру смеси до -35°C.

[0072] В соответствии с примером 200 температура хладагента 1.2, выходящего из расширительного клапана 251, повышается с -15°C до -10°C на вторичной стороне теплообменника 230. Затем хладагент 1.2 (состояние раствора жидкость/газ) поступает в компрессор 111, который повышает его температуру до 60°C (газ), который затем конденсируется HE 221 в жидкий хладагент при температуре 25°C и, тем самым, передает дополнительное тепло хладагенту 2.1, который используется для нагрева воды для бытовых нужд. После нагрева хладагента 2.1 температура хладагента 1.2 на входе в расширительный клапан 251 падает до 25°C, что превращает хладагент 1.1 из жидкости в смесь жидкость/газ при температуре -15°C на вторичной стороне

теплообменника 230, что повышает температуру хладагента-1.2 до -10°C.

[0073] Следует отметить, что каскадная стадия 201 испаряет хладагент 2.1, который выходит из расширительного клапана 252 из состояния смеси жидкость/газ при 20°C в газообразное состояние при 25°C посредством теплообменников 220 и 221.

[0074] Хладагент 2.1 (газ) при температуре 25°C поступает в компрессор 212, который повышает температуру хладагента-2.1 приблизительно до 110°C, который затем конденсируется конденсатором 222 в жидкий хладагент 2.1 при температуре 65°C, и, тем самым, передает тепло воде для бытовых нужд, которое повышает их температуру с 60°C до 83°C. Следует отметить, что хладагент 2.1 выходит из конденсатора 222 в виде жидкости при температуре 65°C, имеющей остаточное тепло, которое используется для повышения температуры хладагента 2.2 посредством HE 231.

[0075] Рабочий цикл, согласно примеру 200, завершается в контуре 2.2 следующим образом: хладагент 2.2 поступает на вторичную сторону HE 231 в виде смеси жидкости/газа при температуре 35°C и выходит в виде газа при температуре 40°C в компрессор 213, что повышает температуру газа приблизительно до 110°C, который затем конденсируется конденсатором 223 в жидкий хладагент при 90°C, и, тем самым, передает дополнительное тепло воде для бытовых нужд, которое повышает их температуру с 83°C до 90°C. Хладагент 2.2 (жидкость), который выходит из конденсатора 223 при 73°C, затем испаряется

расширительным клапаном 253 в смесь жидкости/газа при 35°C перед повторным нагревом теплообменником 231.

[0076] Обратимся теперь к фиг. 4, на которой показана блочная схема еще одной многокаскадной системы нагрева, выполненной в виде блока кондиционирования воздуха (БКВ), в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения. БКВ 104 представляет приведенную в качестве примера архитектуру/конфигурацию системы, используемой для блоков кондиционирования воздуха. Конфигурация БКВ 104 основана на системе 100.

[0077] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления БКВ 104 представляет собой интеграцию блока обработки воздуха и многокаскадной системы 100 нагрева, показанной в описании на фиг. 1, выполненной с возможностью использования в качестве автономного блока 104 кондиционирования воздуха.

[0078] Следует отметить, что все компоненты БКВ 104 идентичны многокаскадной системе 100 нагрева, показанной на фиг. 1, за исключением конденсаторов 120, 121 и 122, которые заменены конденсаторами 120А, 121А и 122А, которые содержат нагнетатели 140, 141 и 142, соответственно.

[0079] БКВ 104 использует многокаскадную систему 100 нагрева, показанную в описании фиг. 1, со следующими изменениями. Следует понимать, что БКВ 104 на фиг. 4 представляет собой лишь один

приведенный в качестве примера вариант реализации, используемый для описания настоящего раскрытия, который может содержать множество каскадных ступеней.

[0080] Со ссылкой на фиг. 5, иллюстрирующую компоновку многокаскадного БКВ в соответствии с некоторыми приведенными в качестве примера вариантами осуществления раскрытого объекта изобретения, БКВ 104 по фиг. 4 представляет собой встроенную нагревательную конструкцию 160.

[0081] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления нагревательная конструкция 160 может представлять собой кожух, который включает в себе множество конденсаторов, например конденсаторы 120А, 121А и 122А, и связанные с ними нагнетатели 140, 141 и 142, соответственно. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления низкотемпературный воздух в диапазоне от 18°C до 24°C всасывается через воздухозаборник 161 и постепенно нагревается множеством конденсаторов, а затем подается обратно в помещение через отверстие 162 для выпуска.

[0082] Вернемся к фиг. 4. В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления температура низкотемпературного воздуха, поступающего в БКВ 104 через воздухозаборник 161 по фиг. 5, может изменяться в диапазоне от 18°C до 24°C. Проходя через БКВ 104, воздух постепенно нагревается до тех пор, пока не будет удален через отверстие 162 для выпуска по фиг. 5 при температуре, которая достигает 40°C - 45°C.

[0083] В таком нагреве среды нагревательная текучая среда постоянно циркулирует через систему 100 и нагреватели. Таким образом, текучая среда нагревается системой 100, и тепло рассеивается в окружающую среду нагревателями.

[0084] Ниже приведен пример, относящийся к конфигурации 104 (пример 104) рабочего цикла с несколькими БКВ 104, используемыми для нагрева воздуха в блоке кондиционирования воздуха. В примере 102 температура воздуха, поступающего в БКВ 104, составляет приблизительно 20°C, при этом температура наружной среды составляет около -7°C.

[0085] Воздух сначала будет нагрет конденсатором 120 приблизительно до 35°C, а затем он будет нагрет конденсатором 121 приблизительно до 42°C, и, наконец, конденсатор 122 повысит температуру воздуха приблизительно до 45°C, после чего нагретый воздух будет отводиться в помещение через отверстие 162 для выпуска. Этот процесс постоянно повторяется для поддержания в помещении требуемой температуры 45°C.

[0086] Для этого испаритель 170, который подвергается воздействию температуры наружной среды, понижает температуру первого хладагента до -10°C в газообразном состоянии. Газообразный хладагент поступает в компрессор 110, который повышает температуру газа до 90°C, который затем конденсируется конденсатором 120 в жидкий хладагент при температуре 45°C и, тем самым, передает тепло проходящему воздуху для повышения его температуры с 20°C до 35°C.

Следует отметить, что жидкий хладагент (при 45°C) в трубопроводе 110b сохраняет остаточное тепло, которое используется для повышения температуры второго хладагента посредством теплообменника 130. После передачи остаточного тепла теплообменником 130 и, тем самым, нагрева второго хладагента, температура первого хладагента на входе в расширительный клапан 150 падает до 15°C, что превращает первый хладагент в раствор жидкость/газ при -15°C на входе испарителя 170, следовательно, повышает температуру первого хладагента (газа) до -10°C.

[0087] В соответствии с примером 104 температура второго хладагента, выходящего из расширительного клапана 151, в газообразном состоянии повышается с 10°C до 15°C на вторичной стороне теплообменника 130. Затем газообразный хладагент поступает в компрессор 111, который повышает температуру газа до 95°C, который затем конденсируется конденсатором 121 в жидкий хладагент при температуре 50°C и, тем самым, передает дополнительное тепло текущей жидкости для повышения ее температуры с 35°C до 42°C. Следует отметить, что жидкий хладагент (при 50°C) в трубопроводе 111b сохраняет остаточное тепло, которое используется для повышения температуры хладагента посредством теплообменника 131. После передачи остаточного тепла теплообменником 131 и, тем самым, нагрева третьего хладагента, температура второго хладагента на входе в расширительный клапан 151 падает до 30°C, что приводит к испарению второго хладагента при температуре 10°C на вторичной стороне теплообменника 130, следовательно, повышая температуру второго хладагента (газа) до 15°C.

[0088] Рабочий цикл, согласно примеру 104, завершается третьим контуром следующим образом: температура третьего хладагента (в газообразном состоянии) на трубопроводе 112С повышается с 25°C до 30°C на вторичной стороне теплообменника 131. Затем газообразный хладагент поступает в компрессор 111, который повышает температуру газа приблизительно до 100°C, который затем конденсируется конденсатором 122 в жидкий хладагент при 73°C, и тем самым передает дополнительное тепло проходящему воздуху для повышения температуры воздуха с 42°C до 45°C. Жидкий хладагент, который выходит из конденсатора 122 при температуре 73°C, затем испаряется расширительным клапаном 152 в газообразное состояние при температуре 25°C перед тем, как он будет вновь повторно нагрет теплообменником 131.

[0089] В некоторых приведенных в качестве примера вариантах осуществления КПД многокаскадной системы нагрева согласно настоящему раскрытию может быть дополнительно улучшен за счет установки системы, за исключением испарителя, в помещении; усиления теплоизоляции на входе в расширительный клапан 150/250 и любой комбинации этого или тому подобного.

[0090] Хотя объект изобретения был описан в сочетании с его конкретными вариантами осуществления, очевидно, что специалистам в данной области техники будут очевидны многие альтернативы, модификации и вариации. Соответственно, предполагается охватить все такие альтернативы, модификации и вариации, которые находятся в пределах духа и широкого объема приложенной формулы изобретения. Все публикации, патенты и патентные заявки, упомянутые в настоящем

описании, полностью включены в настоящий документ посредством ссылки в описании в той же степени, как если бы каждая отдельная публикация, патент или патентная заявка была конкретно и индивидуально указана для включения в настоящий документ посредством ссылки. Кроме того, цитирование или идентификация любой ссылки в настоящей заявке не должны рассматриваться как признание того, что такая ссылка доступна в качестве предшествующего уровня техники для настоящего объекта изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Многокаскадная система нагрева, содержащая:
множество последовательно соединенных контуров теплового насоса, причем контуры теплового насоса соединены друг с другом общим теплообменником;
при этом каждый контур теплового насоса дополнительно содержит:
конденсатор и
хладагент, циркулирующий в контуре теплового насоса для нагрева текучей среды, протекающей через конденсатор; и
при этом текучая среда последовательно проходит через конденсатор каждого контура теплового насоса, так что температура текучей среды является более высокой в каждом последующем конденсаторе, когда она проходит в направлении выпуска многокаскадной системы нагрева, в то время как тепло, не используемое конденсатором для нагрева текучей среды, используется для нагрева теплообменником хладагента последующего контура теплового насоса.
2. Многокаскадная система нагрева по п. 1, в которой каждый контур теплового насоса дополнительно содержит: компрессор; расширительный клапан и трубопроводы, выполненные с возможностью соединения конденсатора; компрессора; расширительного клапана и одной стороны теплообменника последовательно, тем самым обеспечивая возможность циркуляции хладагента в контуре теплового насоса.

3. Многокаскадная система нагрева по любому из пп. 1-2, в которой первый контур теплового насоса из множества контуров теплового насоса дополнительно содержит испаритель, выполненный с возможностью сбора тепловой энергии наружной среды.

4. Многокаскадная система нагрева по любому из пп. 1-3, в которой номинальная мощность компрессора контура теплового насоса меньше номинальной мощности компрессора предыдущего контура теплового насоса.

5. Многокаскадная система нагрева по любому из пп. 1-4, в которой номинальная тепловая мощность конденсатора контура теплового насоса меньше, чем номинальная тепловая мощность конденсатора предыдущего контура теплового насоса.

6. Многокаскадная система нагрева по любому из пп. 1-5, в которой хладагенты выбраны из группы, состоящей из R600, R410A, R507, R134A, R290, R32, R744, и в которой в контурах теплового насоса может быть использован аналогичный или отличающийся хладагент.

7. Многокаскадная система нагрева по любому из пп. 1-6, в которой конденсатор контура теплового насоса содержит впуск и выпуск, выполненные с возможностью обеспечения течения указанной текучей среды через конденсатор, и в которой выпуск может быть соединен с впуском последующего контура теплового насоса.

8. Многокаскадная система нагрева по любому из пп. 1-7, в которой текучая среда выбрана из группы, состоящей из воды для

бытовых нужд; промышленной технологической жидкости; воды, смешанной с антифризом; масла и любой их комбинации.

9. Многокаскадная система нагрева по любому из пп. 1-8, в которой контуры теплового насоса выполнены с возможностью нагрева по меньшей мере двух различных текучих сред одновременно.

10. Система нагрева текучей среды, содержащая: множество многокаскадных систем нагрева по любому из пп. 1-8.

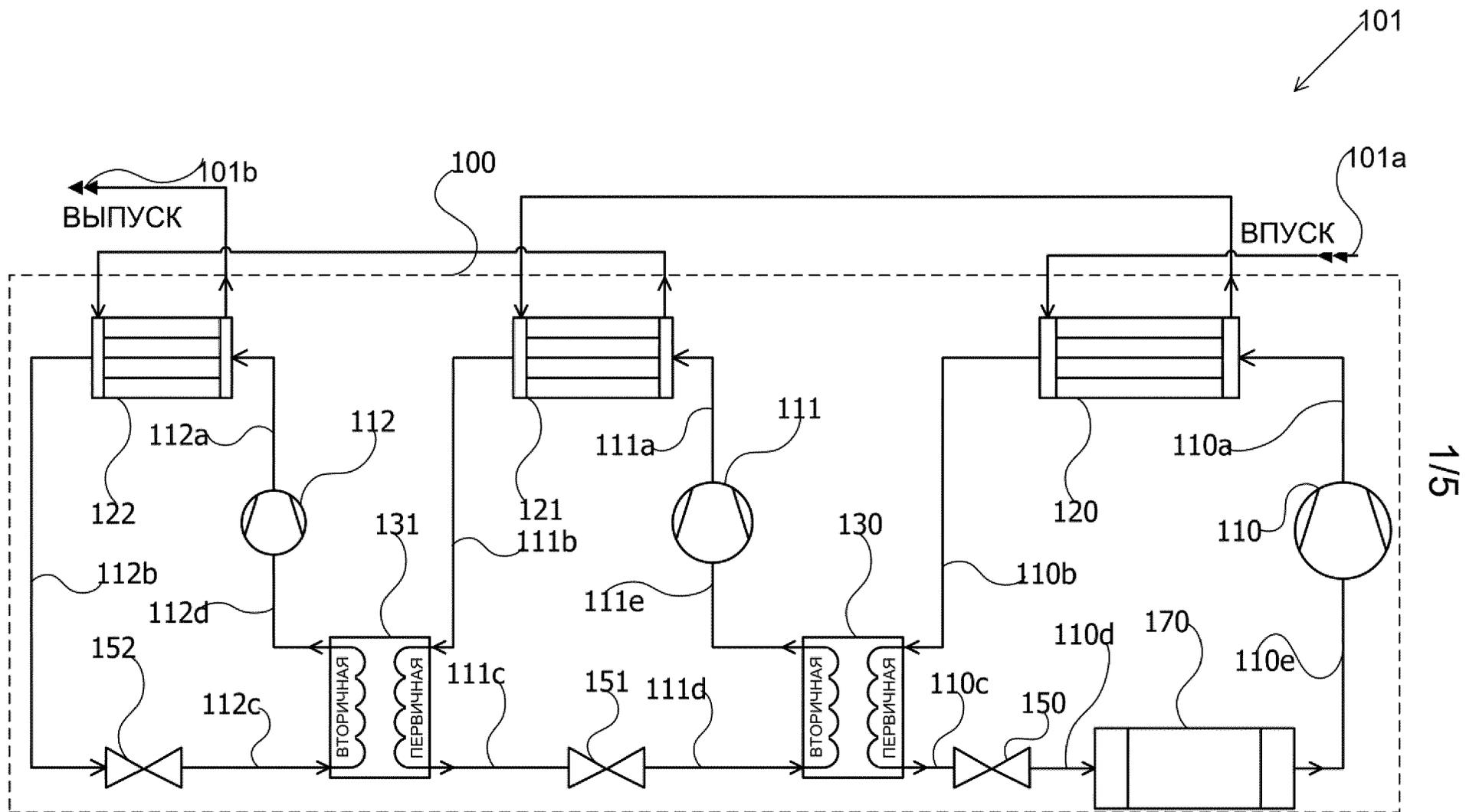
11. Система нагрева текучей среды по п. 10, в которой множество многокаскадных систем нагрева используется для преодоления существенно высокой ΔT между требуемой температурой текучей среды и температурой наружной среды.

12. Блок кондиционирования воздуха, содержащий: многокаскадную систему нагрева по п. 5 и выделенный нагнетатель для каждого конденсатора; и при этом конденсаторы и их нагнетатели установлены в ряд внутри кожуха, имеющего воздухозаборник и отверстие для выпуска.

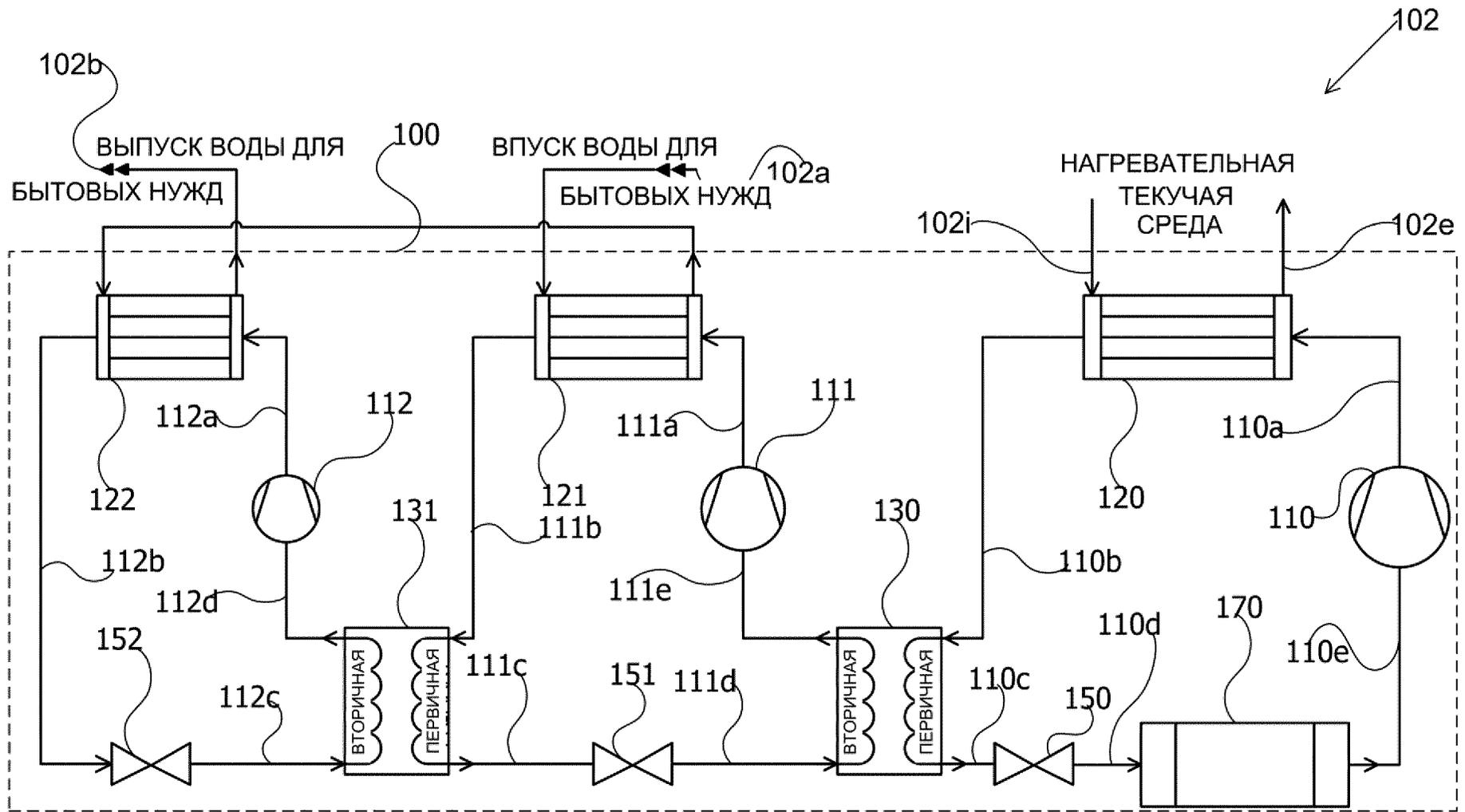
13. Блок кондиционирования воздуха по п. 12, в котором конденсаторы выполнены с возможностью нагрева воздуха, протекающего через них.

14. Блок кондиционирования воздуха по любому из пп. 12-13, в котором конденсатор с самым высоким показателем теплоотдачи

установлен рядом с воздухозаборником, а конденсатор с самым низким показателем теплоотдачи установлен рядом с отверстием для выпуска.

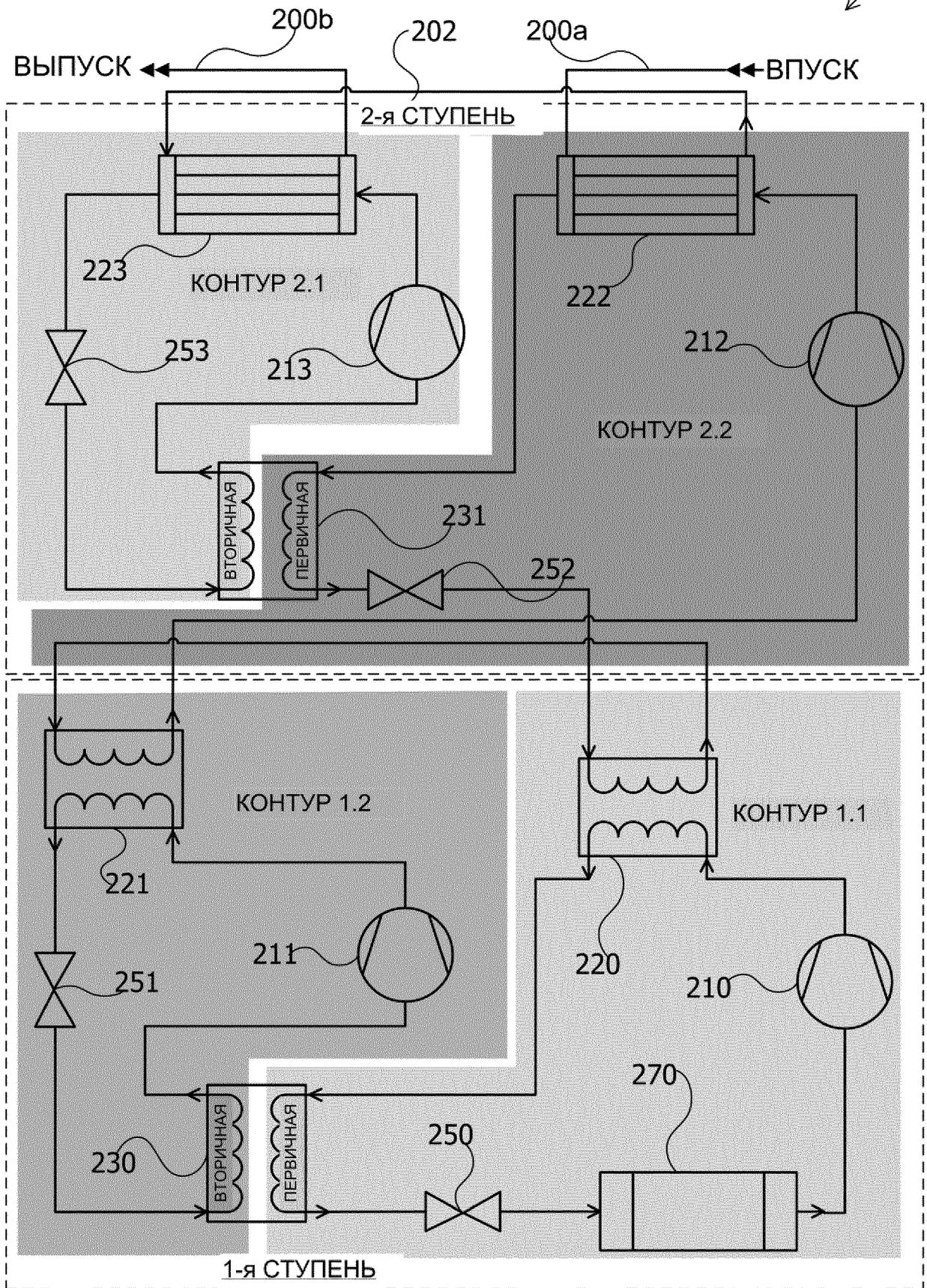


ФИГ. 1



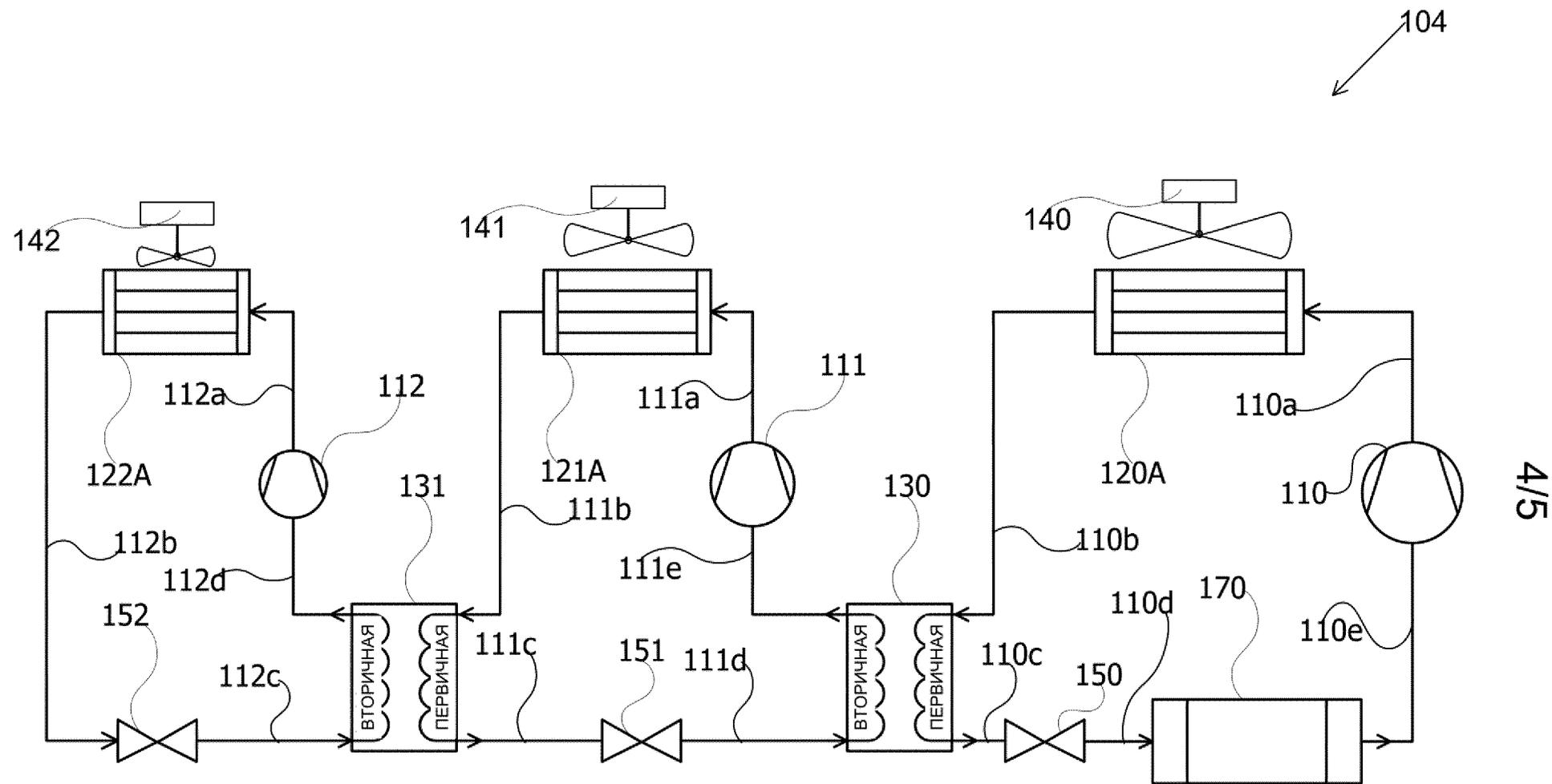
2/5

ФИГ. 2

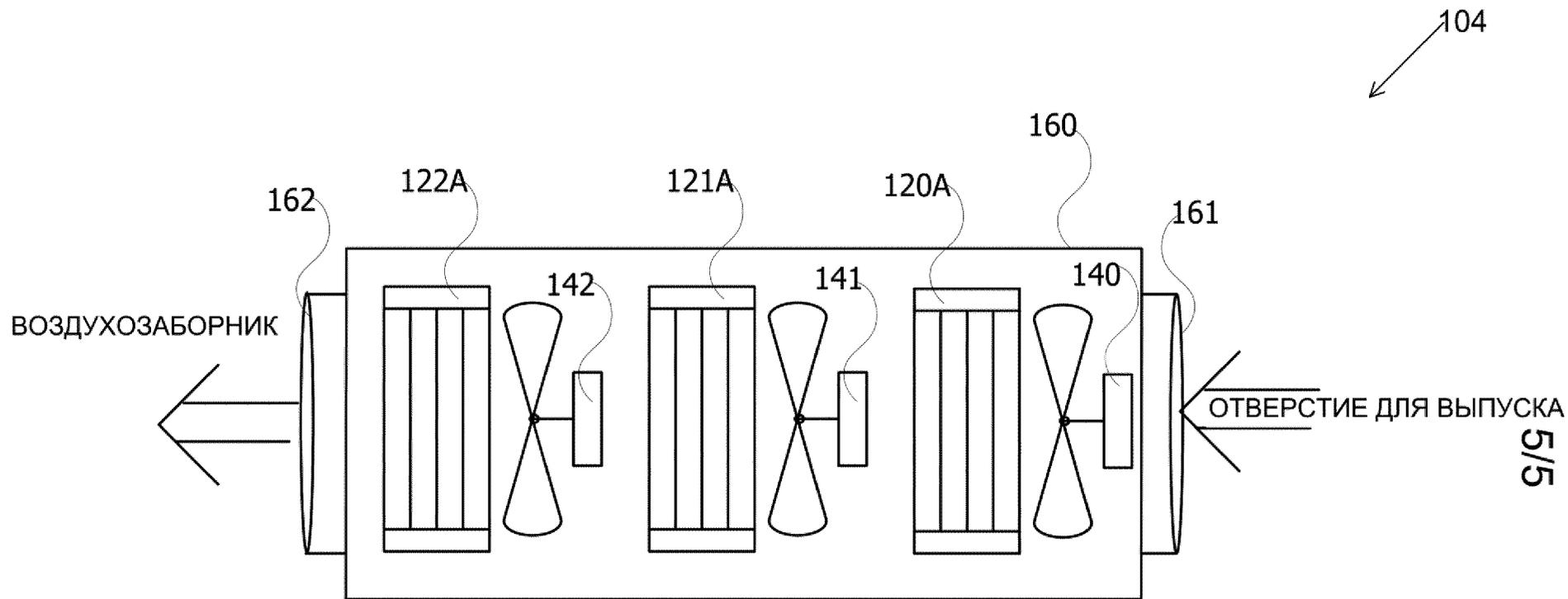


201

ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5