



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F25B 1/02 (2020.02); F25B 1/10 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018118659, 20.10.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.10.2016

Дата регистрации:
31.08.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.10.2015 FR 15 60169

(43) Дата публикации заявки: 25.11.2019 Бюл. № 33

(45) Опубликовано: 31.08.2020 Бюл. № 25

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 23.05.2018

(86) Заявка РСТ:
EP 2016/075271 (20.10.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/068066 (27.04.2017)

Адрес для переписки:
101000, Москва, ул. Мясницкая, 13, стр. 5, ООО
"Союзпатент", С.Б. Фелициной

(72) Автор(ы):

ЖОФФРОЙ Жан-Марк (FR)

(73) Патентообладатель(и):

БУСТХИТ (FR)

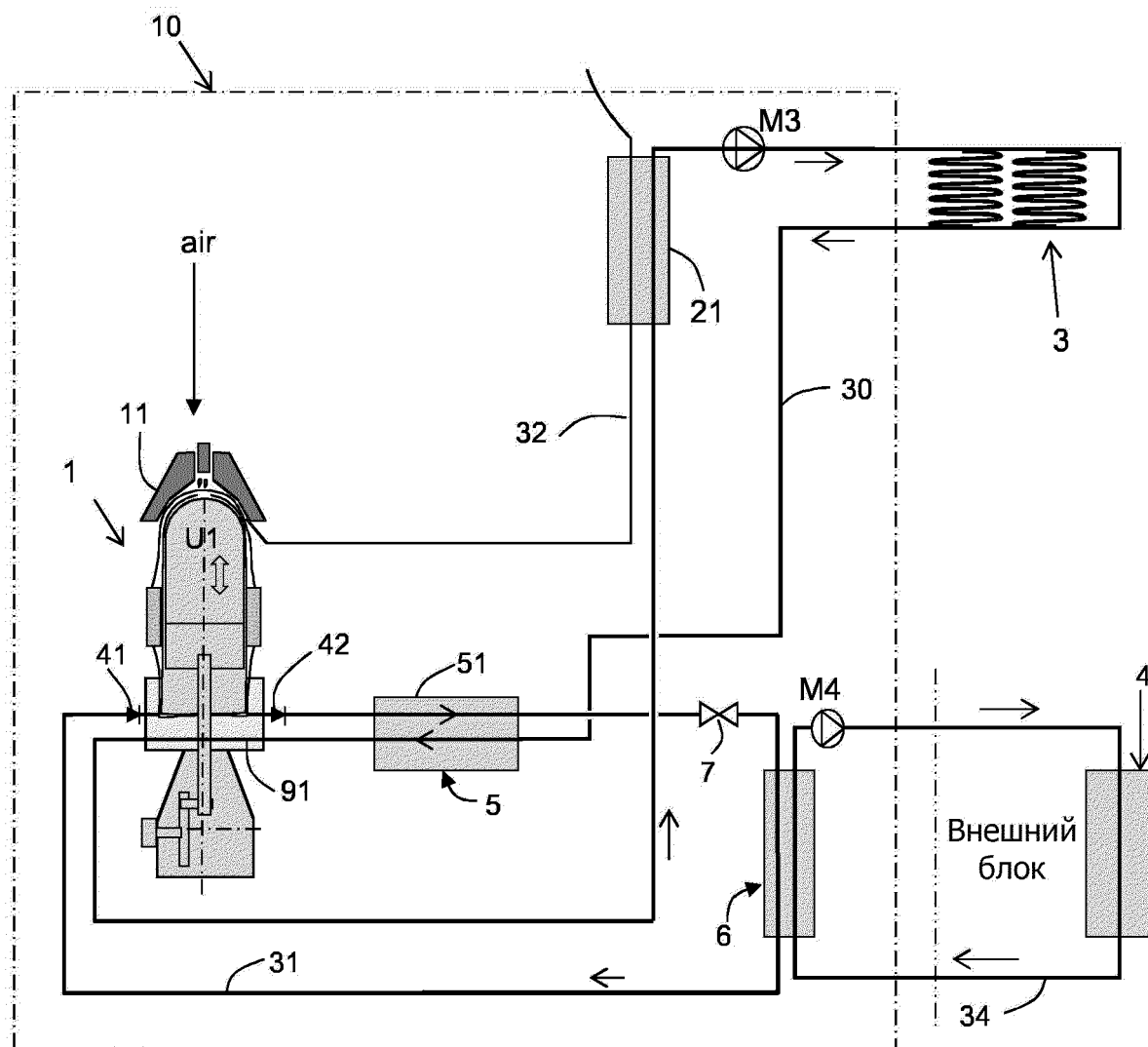
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2012107480 A1, 16.08.2012. WO
2014023586 A1, 13.02.2014. US 2157229 A,
09.05.1939. RU 99831 U1, 27.11.2010.

(54) ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ БОЙЛЕР С ТЕПЛОВЫМ КОМПРЕССОРОМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к отопительным системам, которые включают в себя устройства, известные как бойлеры. В частности, изобретение относится к термодинамическим бойлерам, использующим устройство, называемое тепловым насосом (сокращенно «ТН»). Термодинамический бойлер для теплообмена (отдачи или отвода) с по меньшей мере одним отопительным контуром (30), причем бойлер содержит тепловой компрессор (1), при этом тепловой компрессор воздействует на сжимаемую текучую среду и

содержит по меньшей мере одну ступень сжатия с действующим попеременно в двух направлениях поршнем (71), отделяющим первую камеру (81) от второй камеры (82), и первую топливную горелку (11), образующую источник тепла, соединенный с первой камерой, причем отопительный контур используется в качестве источника холода, соединенного со второй камерой, при этом тепловой компрессор выполняет функцию сжатия контура реверсивного теплового насоса (31, 34). 13 з.п. ф-лы, 9 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F25B 1/02 (2020.02); F25B 1/10 (2020.02)(21)(22) Application: **2018118659, 20.10.2016**(24) Effective date for property rights:
20.10.2016Registration date:
31.08.2020

Priority:

(30) Convention priority:
23.10.2015 FR 15 60169(43) Application published: **25.11.2019 Bull. № 33**(45) Date of publication: **31.08.2020 Bull. № 25**(85) Commencement of national phase: **23.05.2018**(86) PCT application:
EP 2016/075271 (20.10.2016)(87) PCT publication:
WO 2017/068066 (27.04.2017)Mail address:
**101000, Moskva, ul. Myasnitskaya, 13, str. 5, OOO
"Soyuzpatent", S.B. Felitsinoj**

(72) Inventor(s):

ZHOFFROJ Zhan-Mark (FR)

(73) Proprietor(s):

BUSTKHIT (FR)(54) **THERMODYNAMIC BOILER WITH HEAT COMPRESSOR**

(57) Abstract:

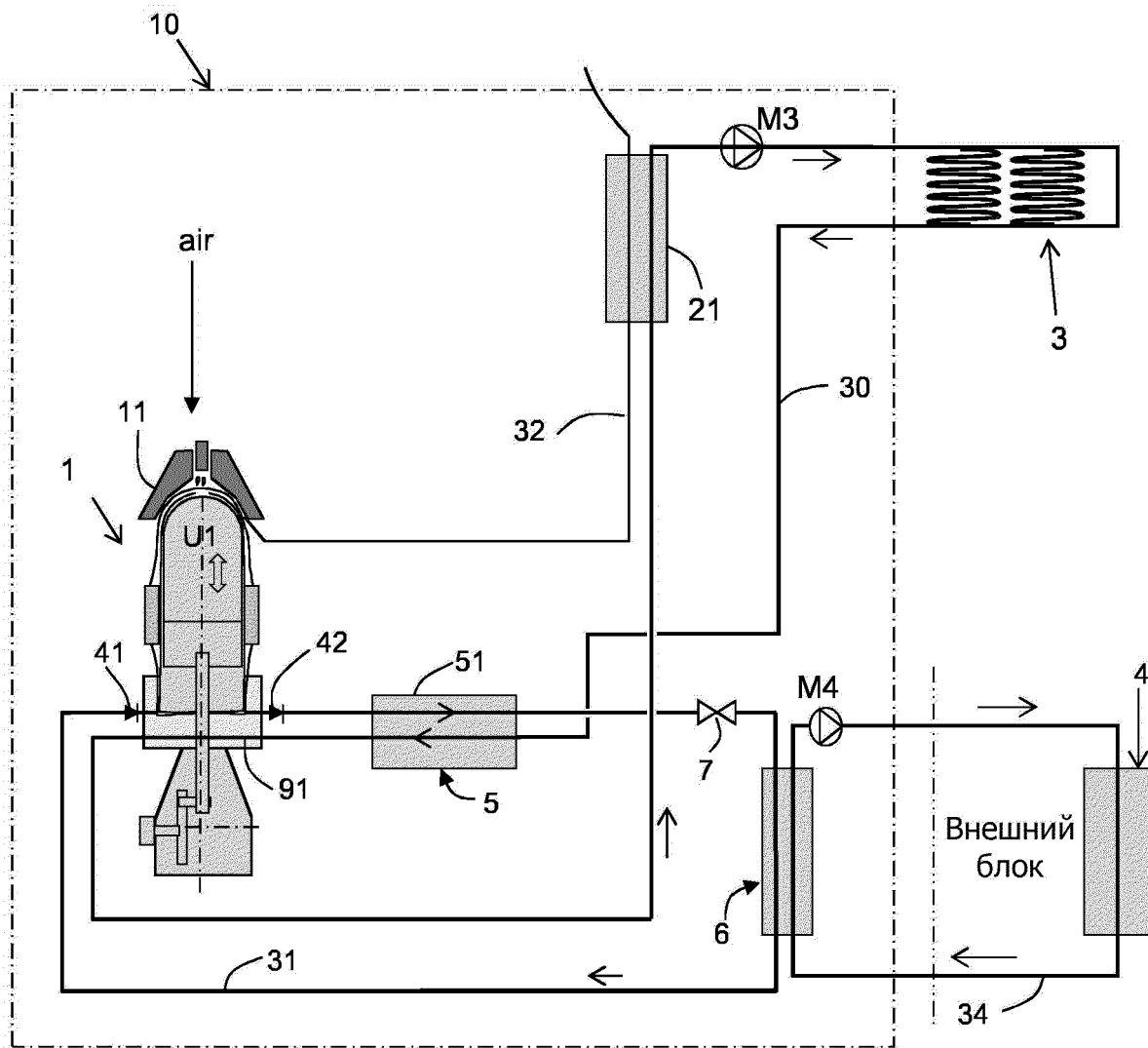
FIELD: heating.

SUBSTANCE: invention relates to heating systems which include devices known as boilers. In particular, the invention relates to thermodynamic boilers using a device called a heat pump (abbreviated "HP"). Thermodynamic boiler for heat exchange (recoil or discharge) with at least one heating circuit (30), wherein boiler comprises heat compressor (1), wherein heat compressor acts on compressible fluid and comprises at least one compression stage with piston (71) acting

alternately in two directions, separating first chamber (81) from second chamber (82), and the first fuel burner (11) forming the heat source connected to the first chamber, wherein the heating circuit is used as a cold source, connected to second chamber, wherein heat compressor performs compression function of reverse heat pump circuit (31, 34).

EFFECT: disclosed is a thermodynamic boiler with a heat compressor.

14 cl, 9 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к отопительным системам, которые включают в себя устройства, известные как бойлеры. В частности, изобретение относится к термодинамическим бойлерам, использующим устройство, называемое тепловым насосом (сокращенно «ТН»).

5 Предшествующий уровень техники

Уже существует несколько технических решений для реализации теплового насоса в контексте бойлера.

Прежде всего, известно применение электрических компрессоров для сжатия и циркуляции рабочего текучего теплоносителя. Эти компрессоры также известны как
10 «электрические ТН». Однако эффективность этих систем резко снижается при понижении внешней температуры, что в большинстве случаев приводит к тому, что необходима дополнительная обычная топливная горелка.

Также известны газомоторные тепловые насосы. Эта система включает в себя использование двигателя внутреннего сгорания, который является шумным и требует
15 регулярного технического обслуживания.

Также известны газовые тепловые насосы адсорбции/десорбции, такие, например, как насосы, использующие воду/аммиак или воду/цеолит, например, из документа US 5729988. Но эти устройства являются сложными и дорогими. Они также используют материалы, которые потенциально являются загрязняющими или вредными.

20 Кроме того, в общем, для этого типа бойлеров предпочтительно, чтобы они имели регулируемую мощность и были выполнены так, чтобы подавать горячую воду для бытовых нужд (известную как «ГВС»).

Кроме того, большинство описанных выше систем, в общем, могут работать в реверсном режиме, режиме охлаждения.

25 Учитывая вышеупомянутые недостатки, имеется потребность в том, чтобы предложить усовершенствованные решения для термодинамических бойлерных систем с эффектом теплового насоса.

Для этого предложен термодинамический бойлер для теплообмена с по меньшей мере одним отопительным контуром, содержащий тепловой компрессор, причем
30 тепловой компрессор воздействует на сжимаемую текучую среду и содержит по меньшей мере одну ступень сжатия с действующим попеременно в двух направлениях поршнем, отделяющим первую камеру и вторую камеру, и первую топливную горелку, образующую источник тепла, соединенную с первой камерой, и использует отопительный контур в качестве теплоприёмника, соединенного со второй камерой,
35 причем тепловой компрессор создает функцию сжатия в виде контура реверсивного теплового насоса, при этом первая и вторая камера связаны по текучей среде друг с другом посредством преобразователя с колебательным движением текучей среды.

При таком устройстве изобретение использует непосредственный теплообмен между горелкой и сжимаемой рабочей текучей средой, при этом компрессор является простым
40 и компактным, а контур реверсивного теплового насоса можно использовать либо для подачи тепла в отопительный контур в режиме нагрева («зимнем» режиме), либо, в некоторых случаях, для отвода тепла из отопительного контура в режиме охлаждения («летнем» режиме).

Кроме того, такой бойлер не требует большого количества технического
45 обслуживания, и операции по техническому обслуживанию можно по существу отделить.

Примечание 1: Что касается терминологии, используемой в данном документе, следует отметить, что отопительный контур можно в широком смысле интерпретировать как контур, предназначенный главным образом для теплообмена с представляющим

интерес объектом, чаще всего зданием, при этом цель заключается в нагревании или охлаждении представляющего интерес объекта.

Примечание 2: В вышеупомянутом контуре теплового насоса для теплопередачи используют сжимаемую двухфазную текучую среду, и в изобретении используют явление испарения на одном теплообменнике и конденсации на другом теплообменнике.

В соответствии с конфигурацией, известной как нагрев, термодинамический бойлер подает тепло в отопительный контур («нагревательный» или «зимний» режим), а контур реверсивного теплового насоса отводит тепло от внешнего блока.

В этих условиях, с точки зрения тепловой эффективности, всю энергию, затрачиваемую на горелку, либо используют непосредственно для сжатия, либо ее распределяют в отопительный контур. Кроме того, сжатие и связанный с ним контур текучей среды приводят к отводу «свободного» тепла наружу. Следовательно, в этих условиях получают очень удовлетворительный коэффициент полезного действия.

В различных вариантах осуществления изобретения также может быть применено одно и/или другая из следующих конструкций.

В соответствии с одним аспектом изобретения термодинамический бойлер может содержать дополнительное устройство, причем дополнительное устройство содержит вспомогательную горелку, отличную от первой горелки, и дополнительный теплообменник, расположенный в отопительном контуре. Таким образом, изобретение обеспечивает, с одной стороны, работу при очень холодных внешних температурных условиях или если контур ТН недоступен, а с другой стороны, достижение предельных требований, особенно для горячей воды для бытовых нужд вместе с потребностями в отоплении.

В соответствии с одним аспектом изобретения топливо предпочтительно представляет собой газ. Предпочтительно использовать газ из ископаемых источников или биогаз.

В соответствии с одним аспектом изобретения сжимаемый теплоноситель представляет собой CO₂. Это доступная, экологически чистая и безопасная текучая среда.

В соответствии с одним аспектом предпочтительно обеспечивают блок модуляции и мотор (электромагнитный привод, связанный с движением поршня) для регулирования (увеличения и/или уменьшения) скорости вращения компрессора. Такая модуляция мощности позволяет достичь идеального компромисса между комфортом и сезонными характеристиками и максимизировать коэффициент использования ТН.

В соответствии с одним аспектом контур теплового насоса содержит два каскадных контура, то есть контур работы сжимаемого газа (31, 1, 5, 7, 6) и контур раствора этиленгликоля (34, 4, 6); которые позволяют заключить контур работы сжимаемого газа в изготовленном на заводе узле бойлера, что освобождает водопроводчика или установщика от необходимости обеспечивать герметичность этого контура; это отличается от контура раствора этиленгликоля, который легче реализовать, и который может быть установлен водопроводчиком.

В соответствии с одним аспектом компрессор может содержать по меньшей мере две последовательных ступени сжатия, то есть по меньшей мере одну вторую ступень сжатия U2 в дополнение к первой U1. Как следствие, можно использовать текучую среду типа CO₂ (R744) с большими отклонениями давления и температуры текучей среды CO₂, адаптированными в соответствии с температурами нагреваемых водных контуров. Таким образом, получается хорошая общая термодинамическая эффективность.

В соответствии с одним аспектом компрессор может содержать 3 ступени. Как

следствие, изобретение оптимизирует интервал подъемов давления и подходящей температуры текучей среды CO₂, адаптированной в соответствии с температурами нагреваемых водных контуров и тепловой мощностью, которую необходимо доставить.

Ступени преимущественно независимы. Это облегчает калибровку и увеличивает

возможности модуляции на каждой ступени.

Термодинамический бойлер содержит воздухонагреватель на входе первой горелки; тепло извлекают из газов сгорания и подают в воздух, направляющийся в горелку. Это улучшает общий коэффициент полезного действия.

Термодинамический бойлер содержит основной теплообменник (5), образующий, по существу, тепловую границу сопряжения между контуром (31) сжимаемой текучей среды и отопительным контуром (30), и компрессор охлаждают посредством обратной линии отопительного контура, который проходит, по меньшей мере, в одном основном теплообменнике 5, а затем в холодной части теплового компрессора; это наилучший выбор для хорошей производительности и эффективности системы.

Более того, после охлаждения компрессора обратная линия отопительного контура идет в дополнительный теплообменник. Таким образом, тепло, подаваемое в отопительный контур, будет максимальным.

Основной теплообменник содержит высокотемпературный «ВТ» теплообменник и низкотемпературный «НТ» теплообменник; поэтому тепло может быть подано в два разных отопительных контура: один с высокой средней температурой (соединен с ВТ), а другой - с умеренно высокой средней температурой (связан с НТ).

Термодинамический бойлер содержит контур горячей воды для бытовых нужд. Таким образом, бойлер может выполнять все функции бытового бойлера.

Горячую воду для бытовых нужд нагревают посредством высокотемпературного теплообменника (50), который расположен на контуре сжимаемой текучей среды непосредственно на выходе из теплового компрессора. Это помогает дать приоритет горячей воде для бытовых нужд.

В соответствии с одной конфигурацией, известной как охлаждение, термодинамический бойлер отводит тепло от отопительного контура 30 и доставляет это тепло либо в контур горячей воды для бытовых нужд ГВС, либо во внешний блок 4 (летний режим). Поэтому бойлер может обеспечивать функцию охлаждения, а также давать горячую воду без использования энергии.

Другие аспекты, цели и преимущества изобретения будут понятны после прочтения последующего описания варианта осуществления изобретения, приведенного в качестве неограничивающего примера. Изобретение также будет более понятным в отношении чертежей.

На фиг. 1 схематично представлена отопительная система, содержащая бойлер в соответствии с изобретением;

на фиг. 2 - система, аналогичная показанной на фиг. 1, при этом бойлер является гибридным и включает в себя дополнительную горелку;

на фиг. 3 - система, аналогичная показанной на фиг. 1, в которой имеется теплообменник предварительного нагрева воздуха, а компрессор бойлера содержит две ступени сжатия;

на фиг. 4 - система, аналогичная показанной на фиг. 3, в которой также обеспечена подача горячей воды для бытовых нужд;

на фиг. 5 - система, аналогичная показанной на фиг. 4, в которой компрессор бойлера содержит три ступени сжатия;

на фиг. 6 более подробно показана ступень, т.е. модуль сжатия, используемый в

тепловом компрессоре;

на фиг. 7 - термодинамический цикл в ступени;

на фиг. 8 - центральные части компрессора в трехступенчатой конфигурации;

на фиг. 9 - очень общая схема использования теплового компрессора в соответствии с изобретением в контуре реверсивного теплового насоса, применяемом в режимах нагрева и охлаждения.

На различных чертежах одинаковые ссылочные позиции используются для обозначения одних и тех же элементов.

На фиг. 1 показан общий вид отопительной системы, которую обычно обеспечивают для отопления промышленных зданий или индивидуальных или многоквартирных домов. Отопительная система содержит бойлер 10, который будет описан далее.

Система содержит отопительный контур, обозначенный через 30. Как было сказано в начале, выражение «отопительный контур» не исключает, что этот контур потребляет тепло; однако в первом показанном примере отопительный контур содержит объекты 3, принимающие тепло, в виде радиаторов/конвекторов 3 и/или подогреваемых полов, расположенных в помещениях отапливаемых зданий.

Может иметься несколько объектов, принимающих тепло, например, один низкой температуры (подогреваемый пол), а другие более высокой температуры (конвекторы, бытовая горячая вода). Циркуляционный насос МЗ перемещает воду в отопительном контуре 30.

Также можно обеспечить случай, когда один объект, принимающий тепло, представляет собой бассейн или оранжерею. Кроме того, отопительная система может быть использована в промышленности, при этом объект, принимающий тепло, представляет собой промышленное оборудование.

Бойлер 10 содержит тепловой компрессор 1, который представляет собой компонент движущей силы контура теплового насоса. В показанном примере только внешний блок, обозначенный через 4, расположен снаружи здания (строения, дома и т.д.) Остальные основные компоненты расположены внутри зданий или даже в корпусе бойлера 10.

Отметим, что на фигурах трубопроводы представлены символически.

Устройство теплового насоса содержит, с одной стороны, контур 34 раствора этиленгликоля, циркулирующего во внешнем блоке 4, и контур 31 рабочей текущей среды, которая проходит через компрессор 1. В показанном примере рабочая текущая среда - R744, известная иначе как CO₂, но можно выбрать другую текущую среду с аналогичными свойствами. Чтобы отличить другие текущие среды, рабочую текущую среду в контуре 31 в дальнейшем будем называть «сжимаемой» текущей средой, также известной в данной области техники как хладагент. Она отличается от текущей среды, которая циркулирует снаружи во внешнем блоке (контур 34), основанной, главным образом, на воде (раствор этиленгликоля), а также отличается от текущей среды, которая циркулирует в уже упоминавшемся отопительном контуре 30, которая также, главным образом, основана на воде, и поэтому не является сжимаемой.

Различные текущие среды, применяемые в контурах 31, 31, 34, являются текучими теплоносителями, сжимаемыми или несжимаемыми, они переносят тепло, в основном, из внешнего блока 4 в принимающие объекты 3, но также от горелки 11 компрессора в принимающие объекты 3.

Режим охлаждения, который также возможен, будет описан далее.

Следует отметить, что внешний блок 4 может представлять собой аэротермический блок или геотермический блок.

Было отмечено, что захват внешнего тепла посредством эффекта теплового насоса использует два последовательных контура текучей среды, которые сопряжены через теплообменник 6, также называемый теплообменником 6 сопряжения, который предпочтительно представляет собой теплообменник с перекрёстным потоком. Контур 34 раствора этиленгликоля содержит циркуляционный насос М4, извлекает тепло из внешнего блока 4 и доставляет это тепло в теплообменник 6 сопряжения. Узел контура 31 со сжимаемой текучей средой, т.е. СО₂, заключен внутри бойлера 10, который подготавливают на заводе-изготовителе. Профессионалу необходимо установить в месте размещения только контур 34 с раствором этиленгликоля.

Кроме того, устройство теплового насоса содержит расширительное устройство 7, известное само по себе, которое играет роль, противоположную компрессору, и основной теплообменник 5, который термически связывает контур со сжимаемой текучей средой на выходе компрессора и отопительный контур 30. Основной теплообменник 5 предпочтительно выполнен так, чтобы представлять собой теплообменник с перекрестным потоком. Вместо одного теплообменника 51, как показано, основной теплообменник может состоять из нескольких теплообменников, соединенных либо параллельно, либо последовательно, как будет видно далее.

Контур 31 со сжимаемой текучей средой содержит текучую среду в двухфазной форме, которая извлекает тепло из теплообменника 6 сопряжения (сторона, называемая «испарителем», где двухфазная текучая среда переходит из жидкого состояния в парообразное состояние) и доставляет это тепло в основной теплообменник 5 (сторона, называемая «конденсатор», где двухфазная текучая среда переходит из парообразного состояния в жидкое состояние).

Отметим, обратная линия отопительного контура 30 сначала проходит через этот основной теплообменник 5, а затем направляется в холодную зону компрессора в место, где текучая среда отопительного контура охлаждает компрессор 1.

Отметим, что контур выпуска сожженного газа (обозначенный через 32) горелки 11 проходит в теплообменник 21, соединенный с отопительным контуром, где дымовые газы отдают свое тепло текучей среде основного отопительного контура 30. Позднее мы увидим, что этот теплообменник 21 также в некоторых случаях можно назвать «дополнительным теплообменником» 21.

Количеством вводимого и сжигаемого горелкой 11 газа управляет блок регулировки (не показан) бойлера.

Горелка 11 обычно имеет такой размер, чтобы она могла давать до 6 кВт мощности. На практике при работе компрессора посредством регулировки настраивают мощность от 2 кВт до 6 кВт.

Более конкретно для компрессора 1 со ссылкой на фиг. 6, он представляет собой тепловой компрессор, известный как «регенеративный» компрессор с зоной подачи тепла (горячей зоной), зоной охлаждения (холодной зоной) и закрытым корпусом 8, который сообщается с внешней стороной посредством двух обратных клапанов, т.е. впускного клапана 41 (впуск) и выпускного клапана 42 (обратный поток).

В примере на фиг. 1 имеется только одна ступень сжатия, обозначенная через U1.

В закрытом корпусе 8 сжимаемая текучая среда занимает практически постоянный объем, а перемещающий поршень 71 выполнен с возможностью попеременно смещаться в показанном примере сверху вниз, чтобы смещать большую часть объема сжимаемой текучей среды в горячую зону или в холодную зону. Поршень соединен со штоком и системой привода коленчатого вала в самодвижущейся системе, которая будет рассмотрена ниже.

Как показано на фиг. 6, компрессор расположен вокруг осевого направления X, которое предпочтительно расположено вертикально, но не запрещены и другие расположения. Поршень 71, установленный с возможностью перемещения в цилиндрической гильзе 90, может смещаться вдоль этого направления. Упомянутый поршень отделяет первую камеру 81 от второй камеры 82, причем эти две камеры включены в рабочий корпус 8 с суммой своих объемов $V_1 + V_2$, которая по существу постоянна. Верхняя часть поршня 71 выполнена в виде купола, например, полусферы.

Рабочий корпус 8 конструктивно содержится в узле, образованном горячим корпусом 96 и холодной головкой 95 цилиндра, при этом между ними расположено теплоизолирующее кольцо 97.

Первая камера 81, также известная как «горячая камера», расположена над поршнем и термически связана с источником 11 тепла (топливной горелкой 11), который подает тепло непосредственно в газообразную текучую среду в первой камере 81. Первая камера является осесимметричной с цилиндрической частью диаметром, соответствующим диаметру D_1 поршня и полусферической частью в верхней части, которая содержит центральное отверстие 83 для впуска и выпуска сжимаемой текучей среды. Источник 11 тепла образует колпак, полностью окружающий горячую камеру 81, с форсункой 11a горелки.

Вторая камера 82, также известная как «холодная камера», расположена под поршнем и термически связана с источником холода (в данном случае с обратной линией отопительного контура 91), чтобы, тем самым, передавать тепло от сжимаемой текучей среды в отопительный контур. Вторая камера является цилиндрической, имеет диаметр D_1 и содержит несколько отверстий 84, расположенных вокруг оси под поршнем для впуска и выпуска сжимаемой текучей среды.

Регенеративный теплообменник 19, применяемый обычно в термодинамических машинах, относящихся к двигателям Стирлинга, расположен вокруг стенки цилиндрической гильзы 90. Этот теплообменник 19 (который далее будем называть просто «регенератором») содержит каналы, имеющие малые поперечные сечения, и элементы для сохранения тепловой энергии и/или плотную сеть металлических проволок. Этот регенератор 19 расположен посередине между верхним концом и нижним концом корпуса и его горячая сторона 19a обращена вверх, а холодная сторона 19b обращена вниз.

Внутри регенератора между горячей стороной и холодной стороной наблюдается существенный градиент температуры, горячая сторона имеет температуру, близкую к температуре колпака горелки, т.е. 700°C , холодная сторона имеет температуру, близкую к температуре отопительного контура, т.е. к температуре от 30°C до 70°C в зависимости от объекта или объектов, находящихся на отопительном контуре.

Проходящий кольцевой зазор 24, расположенный напротив внутренней поверхности горячего корпуса 96, соединяет отверстие 83 первой камеры с горячей стороной 19a регенератора.

Каналы 25 в головке 95 цилиндра соединяют отверстия 84 второй камеры с холодной стороной 19b регенератора.

Поэтому, когда поршень перемещается вверх, сжимаемый газ выходит из первой камеры 81, проходя через зазор 24, регенератор 19 и каналы 25 в направлении второй холодной камеры 82. Наоборот, когда поршень перемещается вниз, сжимаемый газ выходит из второй холодной камеры 82, проходя через каналы 25, регенератор 19 и зазор 24, в направлении первой камеры 81.

Иначе говоря, первая и вторая камеры (81, 82) соединены друг с другом по текучей

среде посредством регенератора (19) с колебательным движением текучей среды.

Работу компрессора обеспечивают посредством попеременного перемещения поршня 71 от нижней мертвой точки НМТ до верхней мертвой точки ВМТ, а также посредством работы всасывающего клапана 41 на впуске и предотвращающего обратный поток клапана 42 на выпуске. Различные этапы А, В, С, D, описанные далее, показаны на

фиг. 6 и 7.

Этап А.

Поршень, изначально находящийся наверху, перемещается вниз, и объем первой камеры 81 увеличивается, в то время как объем второй камеры 82 сокращается.

Вследствие этого, текучую среду проталкивают через регенератор 19 снизу вверх, и в процессе нагревают. Одновременно увеличивается давление P_w .

Этап В.

Когда давление P_w превышает определенный уровень, выпускной клапан 42 открывается, и давление P_w переходит на выходное давление P_2 сжатой текучей среды, и текучую среду перемещают к выпуску (впускной клапан 41, конечно, в это время остается закрытым). Это происходит до тех пор, пока поршень не достигнет нижней мертвой точки.

Этап С.

Теперь поршень перемещается снизу вверх, и объем второй камеры увеличивается, в то время как объем первой камеры сокращается. Вследствие этого, текучую среду проталкивают через регенератор 19 сверху вниз, и в процессе охлаждают. Одновременно уменьшается давление P_w . Выпускной клапан 42 закрывается, когда начинается направленное вверх перемещение.

Этап D.

Когда давление P_w падает ниже определенного значения, впускной клапан 41 открывается, и давление P_w переходит на давление P_1 впуска текучей среды, и текучую среду втягивают через впуск (выпускной клапан 42, конечно, в это время остается закрытым). Это происходит до тех пор, пока поршень не достигнет верхней мертвой точки. Впускной клапан 41 закрывается, когда поршень начнет опускаться.

Перемещениями штока 18 управляет самодвижущееся устройство 14, воздействующее на один конец штока. Это самодвижущееся устройство содержит маховик 142, шатун 141, присоединенный к упомянутому маховику посредством поворотного соединения, например, роликового подшипника 143. Шатун соединен со штоком посредством другого поворотного соединения, например, роликового подшипника 144.

Вспомогательная камера 88 заполнена газообразной рабочей текучей средой, находящейся под давлением, обозначенным через P_a . При работе устройства давление P_a во вспомогательной камере 88 приводят к среднему давлению, по существу, равному половине суммы минимального P_1 и максимального P_2 давлений. На самом деле, из-за уменьшения функционального зазора между кольцом 118 и штоком 18 в динамическом режиме эта очень небольшая утечка не влияет на работу и остается незначительной.

Когда маховик поворачивается на один оборот, поршень перемещает объем, соответствующий расстоянию между мертвой точкой и нижней мертвой точкой, умноженному на диаметр D_1 .

Термодинамический цикл, показанный на фиг. 7, обеспечивает положительную работу для самодвижущегося устройства.

Тем не менее, для начального запуска и для регулировки скорости вращения к маховику 142 присоединен электродвигатель 17.

Этот электродвигатель может быть преимущественно расположен во

вспомогательной камере 88 или снаружи, с магнитной связью со стенкой.

Электродвигатель 17 приводят в действие посредством регулирующего блока, не показанного на фигурах. Управление электродвигателем позволяет ускорить или замедлить скорость вращения маховика, причем обменные тепловые потоки практически пропорциональны скорости вращения маховика. Благодаря электродвигателю 17 регулирующий блок может регулировать скорость вращения, как правило, от 100 об/мин до 500 об/мин, предпочтительно в диапазоне [200 - 300 об/мин].

Также отметим, что электродвигатель 17 предназначен для запуска самодвижущегося устройства 14.

Следует отметить, что поршень 71 не является поршнем для приема энергии (в отличие от двигателя внутреннего сгорания или обычного двигателя Стирлинга), а является просто смещающим поршнем; мощность подают в виде увеличения давления рабочего газа.

Отметим, что $V1 + V2 + V_{\text{каналов}} = V_{\text{общий}}$, если исключены изменения объема штока 18, где $V1$ - объем первой камеры, $V2$ - объем второй камеры, а $V_{\text{каналов}}$ - объем каналов 24, 25. Предпочтительно изготавливают устройства с наименьшим возможным мертвым объемом с каналами, узкими в поперечном сечении, например $V_{\text{каналов}} < 10\%$ от $V1 + V2$.

Как показано на фиг. 2, бойлер может преимущественно быть гибридным, т.е. он может содержать вспомогательную горелку 20, отличную от первой горелки 11, и дополнительный теплообменник 21. Эта вспомогательная горелка 20 будет использоваться главным образом в случае работы при очень низких внешних температурах и для прохождения пиковых требований к отопительной установке (с учетом горячей воды для бытовых нужд, когда она присутствует, см. далее).

Вспомогательная горелка 20 дополнительного теплообменника обычно имеет такие размеры, чтобы теплоотдача составляла около 20 кВт, как правило, для индивидуального дома, что намного превышает тепловую мощность, необходимую для функции сжатия компрессора, как показано выше.

Более конкретно, регулирующий блок измеряет внешнюю температуру и различные температуры текучих сред в задействованных контурах (30, 31, 32, 34) для определения необходимости использования дополнительной горелки 20.

Как уже упоминалось, контур 32 выпуска сожженного газа первой горелки проходит внутрь дополнительного теплообменника 21, в месте, где он отдает свое тепло текучей среде основного отопительного контура 30.

Следует отметить, что текучая среда в отопительном контуре 30 получает свое тепло от основного теплообменника 5, 51 и от холодной части компрессора (зона 91), а также от газов сгорания, сжигаемых во вспомогательном теплообменнике 21. При работе вспомогательной горелки 20, тепло также подают непосредственно от вспомогательной горелки 20.

На фиг. 3 показаны две дополнительные особенности, которые могут присутствовать в бойлере в соответствии с изобретением.

Во-первых, две ступени сжатия, другими словами, установлено последовательно два блока $U1$, $U2$ сжатия, один $U2$ после другого $U1$, каждый из которых имеет свою собственную горелку 11, 12.

Вторая ступень $U2$ схожа или аналогична во всем первой ступени $U1$. Она содержит горелку 12, в местоположении которой происходит сгорание газа, смешанного с поступающим воздухом, и смещающий поршень 72, аналогичный поршню первой ступени, и перемещение и скорость вращения которого не зависят от первого. Сумма

мощности двух горелок 11, 12 может составлять около 10 кВт.

На практике выход обратного клапана 42 первой ступени вводят во входной обратный клапан 43 второй ступени. В интегрированной версии, где холодные части разделены, клапаны 42, 43 объединены. Выход второй ступени U2, т.е. клапан 44,

5 образует выпуск компрессора 1.

С другой стороны, может быть обеспечен теплообменник с предварительным подогревом воздуха, обозначенный через 9, посредством которого изобретение использует тепло, присутствующее в выхлопных газах, выходящих из горелок 11, 12, для предварительного нагрева холодного воздуха 35, поступающего к пламени горелки.

10 Здесь теплообменник 9 с предварительным нагревом представляет собой теплообменник воздух-воздух, известный сам по себе, используемый в показанном примере с поперечными потоками.

Таким образом, воздух, поступающий в форсунку 11а горелки 11, находится при температуре от 100°C до 300°C.

15 На фиг. 4 показан, во-первых, основной теплообменник 5, образованный двумя последовательными (особенности, которые будут подробно описаны далее) теплообменниками и другой дополнительной особенностью, т.е. подачей горячей воды для бытовых нужд (сокращенно «ГВС»). Обеспечен резервуар 16 для хранения горячей воды для бытовых нужд, известный сам по себе и, следовательно, не описанный здесь

20 подробно. Воду в этом резервуаре нагревают посредством циркуляции текучей среды 36, когда она проходит в теплообменнике 15 ГВС.

Отводная ветвь 33 отопительного контура 30 проходит в этом теплообменнике 15 ГВС. Эта отводная ветвь отводит тепло из высокотемпературного (ВТ) основного теплообменника, обозначенного через 50, и передает его в бытовую горячую воду в

25 теплообменнике 15 ГВС.

Управлять потоком текучей среды, который циркулирует в отводной ветви 33, можно с помощью регулирующего клапана 78, который сам по себе известен. Этот поток определяют пропорционально потребностям системы, управляющей резервуаром для хранения горячей воды для бытовых нужд.

30 Здесь основной теплообменник 5 содержит два теплообменника, расположенных последовательно в контуре 31 CO₂: «Высоко» температурный теплообменник 50, в котором проходит отводная ветвь 33, предназначенный для нагрева горячей воды для бытовых нужд, и «низко» температурный теплообменник 51, который образует основную связь контура 31 CO₂ с отопительным контуром 30. Отметим, что также

35 может быть комбинация двух теплообменников (высокотемпературного и низкотемпературного) даже без контура горячей воды, например, если есть два контура получения нагрева, один низкотемпературный, а другой высокотемпературный.

Обычно средняя температура сжимаемой текучей среды в высокотемпературном теплообменнике 50 будет намного выше 100°C, тогда как средняя температура

40 сжимаемой текучей среды в низкотемпературном теплообменнике 51 будет существенно ниже, чем температура на выходе высокотемпературного теплообменника, чаще всего ниже 150°C или даже предпочтительно ниже 100°C.

На фиг. 5 показана дополнительная особенность, т.е. конфигурация трех ступеней сжатия, другими словами, три блока сжатия U1, U2, U3.

45 Планируется, что изобретение будет иметь горелку 11 первой ступени и горелку 12 второй ступени, а также третью горелку 13 третьей ступени U3. Каждая ступень похожа на ступень, показанную на фиг. 6. Сумма мощностей трех горелок 11, 12, 13 может составлять около 13 кВт или даже 15 кВт.

Предпочтительно, ступени работают независимо, скорость вращения в одной ступени может отличаться от скорости вращения в другой. Вторая и третья ступени имеют поршни, обозначенные соответственно через 72, 73.

Отметим, что отопительный контур охлаждает три холодные зоны компрессоров посредством последовательных каналов 93, 92 и 91.

Выход первой ступени, т.е. клапан 42, соединен с входом второй ступени, т.е. с клапаном 43. Выход второй ступени, т.е. клапан 44, соединен с входом третьей ступени, т.е. с клапаном 45. Выход клапана 46 образует общий выпуск компрессора 1.

Установка давления обычно может происходить следующим образом: давление на входе первой ступени U1 составляет порядка 30 бар, давление на выходе первой ступени (вход второй ступени) составляет порядка 45 бар; давление на выходе второй ступени U2 (вход третьей ступени) составляет порядка 60 - 65 бар. Давление на выходе третьей ступени U3 может составлять порядка 90 бар.

Может быть обеспечено так, что три холодные зоны трех ступеней U1, U2, U3 образуют одну часть, называемую холодной головкой цилиндра, как показано пунктирными линиями 95' (фиг. 5).

Другая возможная особенность бойлера показана на фиг. 5. Так называемый противообледенительный теплообменник 75 позволяет непосредственно соединить контур 34 с раствором этиленгликоля с отопительным контуром 30, не задействуя контур 31 со сжимаемым газом.

Вспомогательный контур 76 может быть активирован посредством клапана 74 (ручного или управляемого), который активирует противообледенительный теплообменник.

Как следует из его названия, этот противообледенительный теплообменник 75 используют для того, чтобы освободить ото льда внешний блок 4 путем теплопередачи от отопительного контура.

Отметим, что этот теплообменник также может быть использован в некоторых случаях для пассивного охлаждения в соответствии с тем же принципом теплопередачи от отопительного контура во внешний теплообменник.

В общем, отметим, что топливо, используемое в горелке, может представлять собой природный газ или биогаз растительного или животного происхождения либо легкие углеводороды из отходов производства технических масел.

Как показано на фиг. 9, тепловой компрессор 1, описанный выше, можно использовать в контексте схем, приведенных на фиг. 1 - 5, конечно, в режиме нагрева, но также и наоборот в режиме охлаждения.

В этом случае в этом режиме охлаждения тепло будут отбирать из отопительного контура 30 (например, из подогреваемого пола), и отобранное тепло будут направлять либо в контур 15, 16 горячей воды для бытовых нужд, либо во внешний блок 4.

Этот результат можно получить путем реверсии ролей испарительного и конденсирующего теплообменников 5', 6' в контуре 31 сжимаемого газа.

Для ясности четырехходовой клапан 77, который позволяет поменять местами направления циркуляции текучей среды, не был показан на фиг. 1 - 5, но принцип показан на фиг. 9, где четырехходовой клапан 77 представлен в нормальном положении, известном как режим нагрева, и в специальном (обратном) положении, известном как режим охлаждения.

Если четырехходовой клапан 77 находится в нормальном положении, то теплообменник, обозначенный через 6', работает в режиме конденсации, а теплообменник, обозначенный через 5', работает в режиме испарения.

Наоборот, если четырехходовой клапан 77 находится в обратном положении, то теплообменник 5', работает в режиме конденсации, а теплообменник, обозначенный через 6', работает в режиме испарения.

В бойлерной системе для ясности некоторые компоненты показаны не были, хотя они также могут присутствовать. В частности, следующие компоненты:

- расширительные баки в водяных контурах 34, 30;
- наполнительные и сливные краны отопительного контура;
- наполнительные и сливные краны контура CO₂;
- различные датчики давления и датчики температуры, необходимые для управления

системой с помощью регулирующего блока.

Обозначения

30 отопительный контур

31 сжимаемая текучая среда CO₂

32 газы сгорания

33 отводная ветвь для ГВС

34 раствор этиленгликоля (теплообмен с внешней средой)

35 выпуск нагретого воздуха

36 специальный контур ГВС

76 отводной противообледенительный контур

(57) Формула изобретения

1. Термодинамический бойлер для теплообмена с по меньшей мере одним отопительным контуром (30), включающий в себя тепловой компрессор (1), воздействующий на сжимаемую текучую среду и содержащий первую ступень (U1) сжатия с действующим попеременно в двух направлениях поршнем, отделяющим первую камеру (81) от второй камеры (82), и первую топливную горелку (11), образующую источник тепла, соединенный с первой камерой, причем отопительный контур используется в качестве источника холода, соединенного со второй камерой, при этом тепловой компрессор выполняет функцию сжатия контура (31, 34) реверсивного теплового насоса, первая и вторая камеры (81, 82) соединены друг с другом по текучей среде посредством регенератора (19) с колебательным движением текучей среды, причем имеются блок модуляции и двигатель (17) для управления, т.е. увеличения и/или уменьшения, скоростью вращения первой ступени компрессора, при этом тепловой компрессор содержит по меньшей мере две независимых ступени сжатия, указанную первую ступень (U1) сжатия и вторую дополнительную ступень (U2) сжатия, аналогичную первой ступени (U1) сжатия, причем вторая ступень (U2) сжатия расположена последовательно с первой ступенью (U1) сжатия.

2. Термодинамический бойлер по п. 1, который подает тепло в отопительный контур, а контур реверсивного теплового насоса отводит тепло от внешнего блока (4).

3. Термодинамический бойлер по п. 2, также содержащий дополнительное устройство (2), причем дополнительное устройство содержит вспомогательную горелку (20), отличную от первой горелки, и дополнительный теплообменник (21), расположенный на отопительном контуре (30).

4. Термодинамический бойлер по любому из пп. 1-3, в котором сжимаемая текучая среда представляет собой R744.

5. Термодинамический бойлер по любому из пп. 1-4, в котором контур теплового насоса содержит два каскадных контура, то есть контур (31, 1, 5, 7, 6) работы сжимаемого газа и контур (34, 4, 6) раствора этиленгликоля.

6. Термодинамический бойлер по п. 1, содержащий третью ступень (U3) сжатия.

7. Термодинамический бойлер по п. 6, в котором три ступени являются независимыми.

8. Термодинамический бойлер по любому из пп. 1-7, содержащий подогреватель (9) воздуха на впуске по меньшей мере первой горелки.

5 9. Термодинамический бойлер по любому из пп. 1-8, содержащий основной теплообменник (5), образующий, по существу, тепловую границу сопряжения между контуром (31) сжимаемой текущей среды и отопительным контуром (30), и компрессор охлаждают посредством обратной линии отопительного контура, которая проходит, по меньшей мере, в основном теплообменнике (5), а затем в холодной части теплового
10 компрессора.

10. Термодинамический бойлер по любому из пп. 1-9, в котором обратная линия отопительного контура после охлаждения компрессора проходит в дополнительный теплообменник (21).

11. Термодинамический бойлер по п. 9, в котором основной теплообменник (5)
15 содержит высокотемпературный теплообменник (50) и низкотемпературный теплообменник (51).

12. Термодинамический бойлер по любому из пп. 1-11, содержащий контур (15, 16) горячей воды для бытовых нужд.

13. Термодинамический бойлер по п. 11 или 12, в котором горячую воду (33) для
20 бытовых нужд нагревают посредством высокотемпературного теплообменника (50), который расположен на контуре сжимаемой текущей среды непосредственно на выходе из теплового компрессора (1).

14. Термодинамический бойлер по п. 12, который отводит тепло от отопительного контура (30) и доставляет это тепло либо в контур горячей воды для бытовых нужд,
25 либо во внешний блок (4) для обеспечения функции охлаждения.

30

35

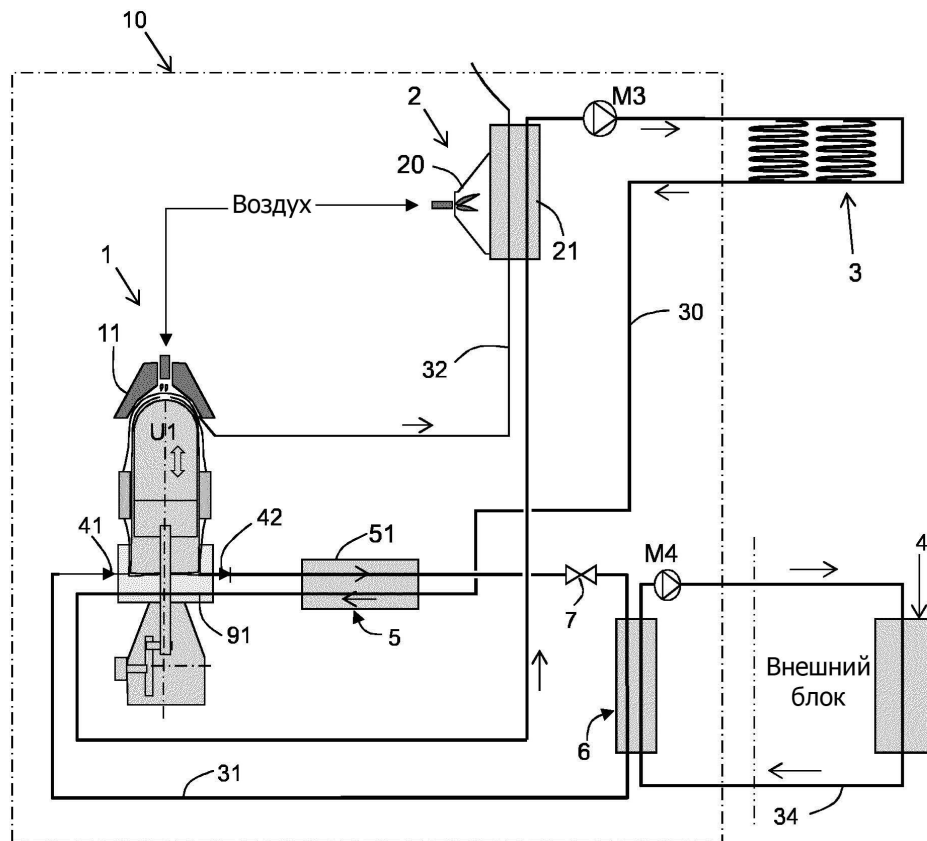
40

45

2

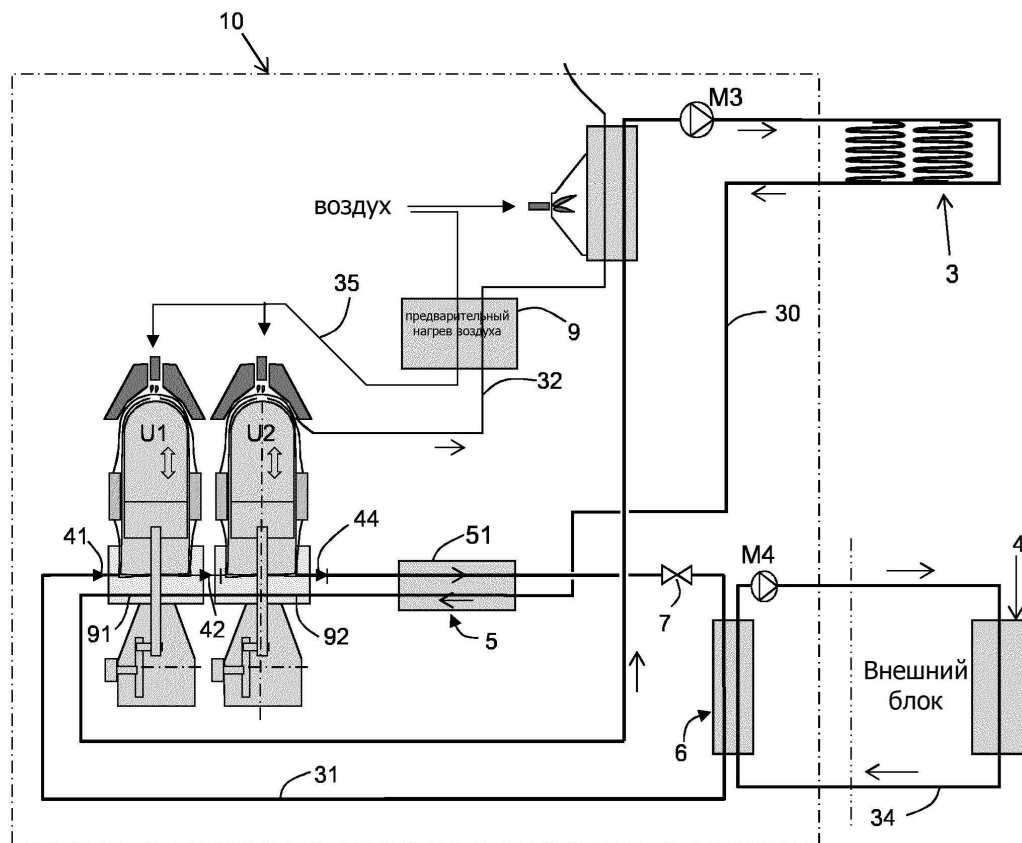


2/7



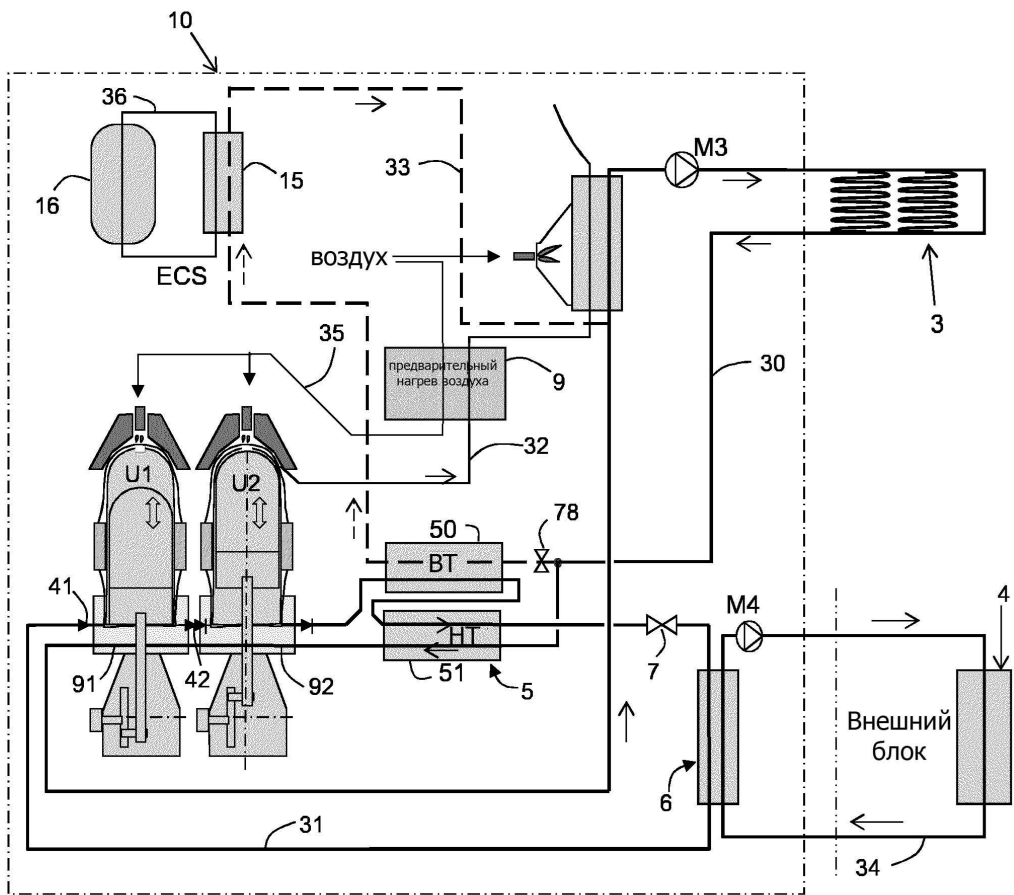
Фиг. 2

3/7



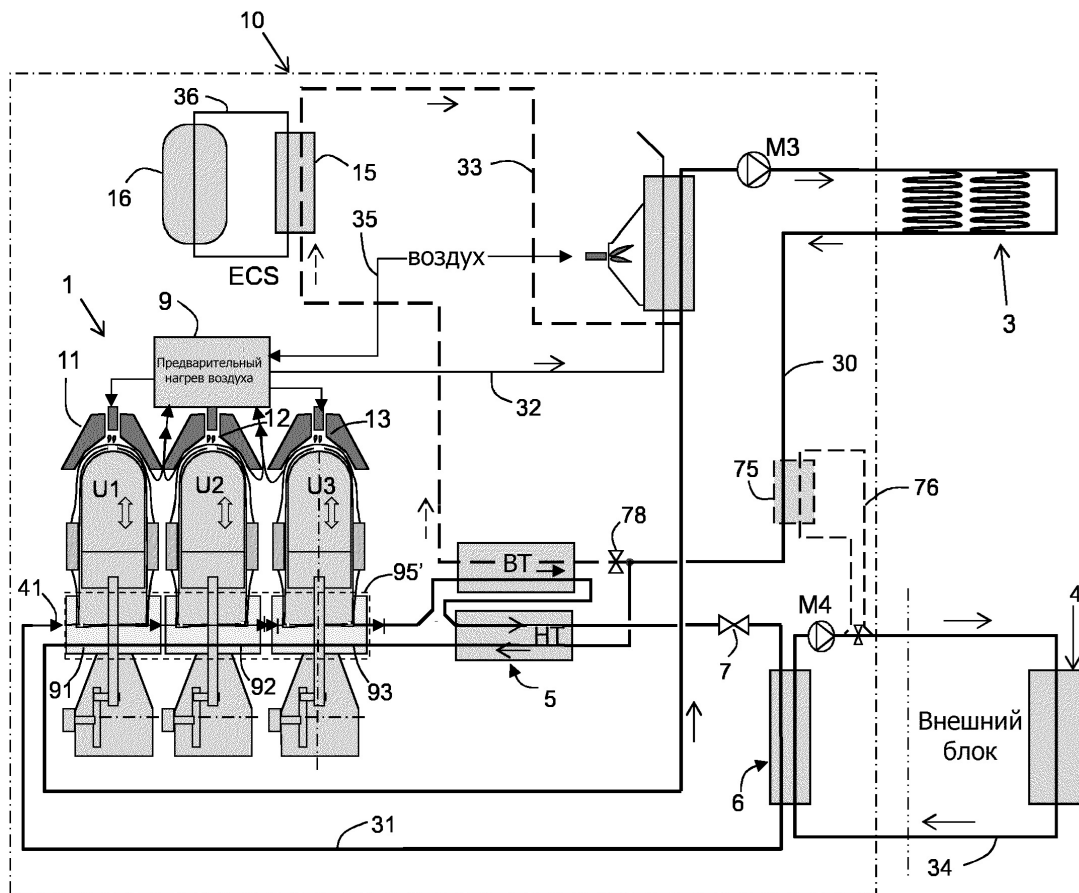
Фиг. 3

4/7



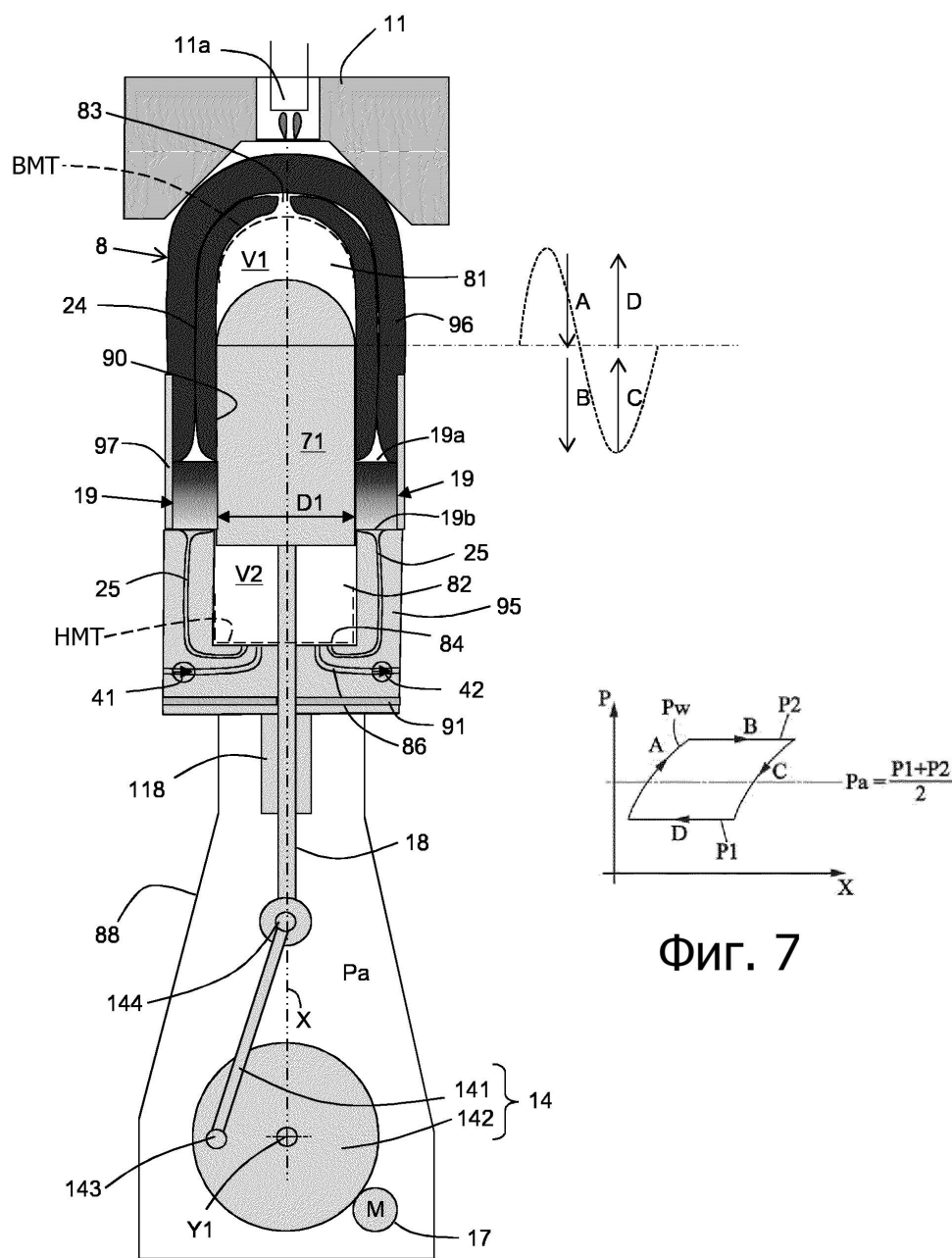
Фиг. 4

5/7



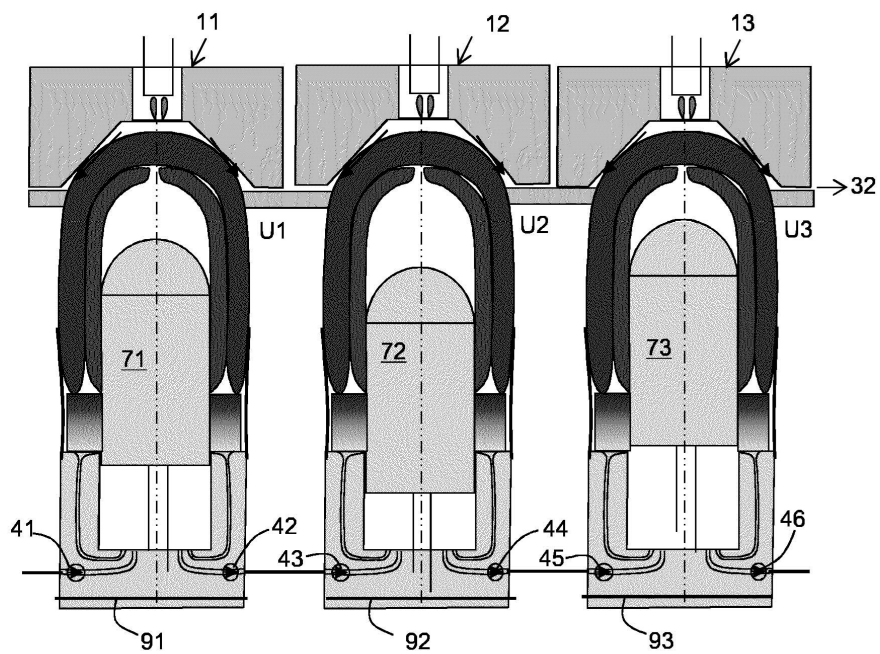
Фиг. 5

6/7

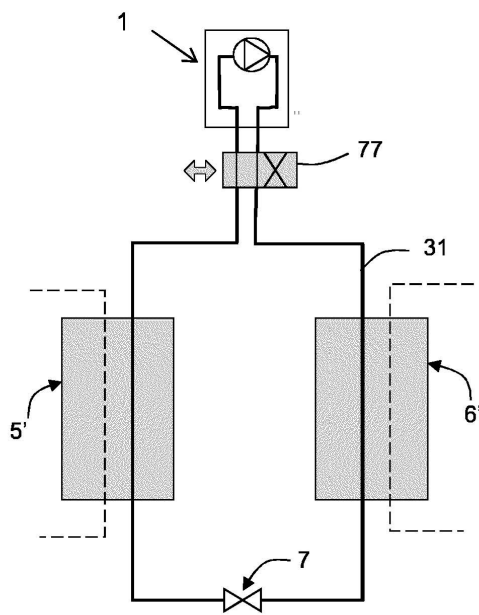


Фиг. 6

7/7



Фиг. 8



Фиг. 9