

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202491180** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.07.31

(51) Int. Cl. **F01K 21/04** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.09.03

(54) **НОВЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ С ВЫСОКОЙ РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ**

(31) **102019000015770; 102019000015776**

(72) Изобретатель:

(32) **2019.09.06**

Оливотти Серджи (IT)

(33) **IT**

(62) **202290765; 2020.09.03**

(74) Представитель:

(71) Заявитель:

**Харин А.В., Стойко Г.В., Буре Н.Н.,
Галухина Д.В., Алексеев В.В. (RU)**

И.В.А.Р. С.П.А. (IT)

(57) Предложен термодинамический цикл, выполненный с возможностью использования с тепловым двигателем, работающий с несколькими комбинированными текучими средами и отличающийся тем, что он содержит:

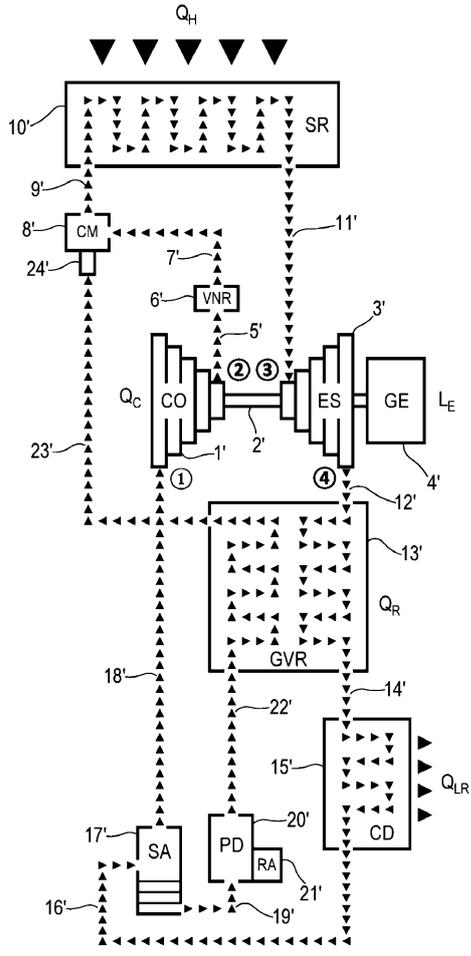
а) компрессор (1'), выполненный с возможностью всасывания ① и сжатия ② циркулирующей газообразной текучей среды, такой как воздух, и/или гелий, и/или другой совместимый газ; б) обратный клапан (6'), выполненный с возможностью предотвращения циркуляции сжатой газообразной текучей среды в противоположном направлении; в) смесительная камера (8'), выполненная с возможностью приема сжатых газов, поступающих из компрессора (1'), для последующего смешивания сжатых газов с перегретым водяным паром, поступающим из генератора (13') регенерируемого пара, для создания смеси; г) перегреватель (10'), выполненный с возможностью перегрева смеси, поступающей из смесительной камеры (8'), для получения тепловой энергии "Q_H", необходимой для задания вращения расширителя (3'); д) расширитель (3'), выполненный с возможностью приема перегретой смеси ③ и обеспечения ее расширения ④, извлечения из нее тепловой энергии и производства полезной механической работы цикла "L_E"; е) генератор (13') регенерируемого пара, выполненный с возможностью извлечения остаточной тепловой энергии (Q_R), содержащейся в смеси, выходящей из расширителя (3'), и использования ее для генерации перегретого водяного пара для повторного введения в цикл; ж) конденсатор (15'), выполненный с возможностью рассеивания невосстанавливаемой энергии (Q_{LR}), чтобы завершить конденсацию смеси при низкой температуре, которая выводится из генератора (13') регенерируемого пара; з) сепаратор (17'), выполненный с возможностью отделения газообразной части смеси, такой как воздуха, и/или гелий, и/или другой совместимый газ, от жидкой части (конденсационной воды), чтобы их можно было использовать в цикле по отдельности; и) дозирующий насос (20'), имеющий регулятор (21') расхода и выполненный с возможностью всасывания из сепаратора (17') заданного количества конденсационной воды и перекачивания ее под высоким давлением в генератор (13') регенерируемого пара; к) электрический генератор (4'), выполненный с возможностью преобразования механической работы "L_E", производимой расширителем, в электрическую энергию, а также с возможностью выполнения функции пускового мотора на начальном этапе запуска теплового двигателя.

202491180

A1

A1

202491180



НОВЫЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ С ВЫСОКОЙ РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ

Объектом настоящего изобретения, согласно одному из его аспектов, является новый термодинамический цикл, сокращенно названный “СЕОЛ”, в котором мировая новизна обусловлена генератором регенерируемого пара (GVR), который полностью заменяет регенератор, используемый в уровне техники, и выполнен с возможностью восстановления почти всего перепада энергии текущего теплоносителя в конце расширения (Q_R) путем производства перегретого водяного пара, который затем впрыскивается и смешивается с другими циркулирующими газами, что вносит определяющий вклад в увеличение обеспечиваемого циклом общего выхода энергии и в увеличение единичной мощности теплового двигателя.

Более конкретно, настоящее изобретение может найти широкое применение в производстве электроэнергии из возобновляемых источников, в области комбинированного производства электрической и тепловой энергии, в области транспортных средств/перевозок и в области двигателей вообще, с обеспечением при этом значительного вклада в уменьшение загрязнения атмосферы.

Настоящее изобретение, в котором используется термин «новый комбинированный СЕОЛ цикл», обеспечивает значительное функциональное упрощение цикла, раскрытого в международной заявке WO-2019/008457-A1, поданной тем же заявителем, что и данная заявка.

В общем, со временем были разработаны двигатели, которые работают с различными термодинамическими циклами, и еще некоторые в настоящий момент проходят испытания. Однако, можно наблюдать, что решения, которые были введены в промышленный оборот, до сих пор имеют много недостатков. Это особенно актуально для маленьких тепловых двигателей, используемых для привода автономных электрогенераторов малой и средней мощности (ниже 50 кВт/ч):

А - поршневые эндотермические двигатели с циклом Дизеля или циклом Отто, которые механически сложные, шумные, очень загрязняют среду и требуют значительного технического обслуживания,

Б - экзотермические двигатели Стирлинга, которые меньше загрязняют среду по сравнению с эндотермическими двигателями, но обладают малой единичной мощностью, имеют малый выход и являются очень тяжелыми и громоздкими,

В - экзотермические двигатели Эриксона, которые теоретически могут иметь значительный общий выход, предусматривают наличие клапанов нагрузки/разгрузки и в

настоящий момент еще не имеют промышленного применения,

Г - турбинные эндометрические двигатели (на газу или другом топливе), которые в маломощных вариантах сильно загрязняют среду и не очень конкурентоспособны,

Д - паровые экзометрические двигатели (работающие на цикле Ренкина или Ренкина-Хирна) различных видов, которые могут быть конкурентоспособными только в конкретных системах когенерации определенного размера.

Имеющиеся в уровне техники эндометрические двигатели некоторых типов (с внутренним сгоранием), с подходящими механическими и функциональными модификациями, могут быть адаптированы для использования нового комбинированного СЕОЛ цикла, более конкретно, в качестве неограничивающего примера, следующие:

А - четырехтактный дизельный поршневой двигатель,

Б - четырехтактный поршневой двигатель Отто,

В - четырехтактный роторный двигатель Ванкеля,

Г - четырехтактный квазитурбинный роторный двигатель (патентная заявка US-2014-0140879-A1).

Имеющиеся в уровне техники экзометрические двигатели некоторых типов (с внешним сгоранием), с небольшими функциональными модификациями, могут быть адаптированы для использования нового комбинированного СЕОЛ цикла, более конкретно, в качестве неограничивающего примера, следующие:

А - роторный лопастной двигатель, образованный секцией всасывания-сжатия (1') и одной или двумя секциями расширения-выпуска (3'), ограниченный четырьмя или шестью поршнями скольжения, с периодически переменной скоростью, в одном кольцевом цилиндре, как уже раскрыто в патентных заявках: WO-2015/114602-A1, WO-2019/008457-A1, поданных тем же заявителем, что и данная заявка,

Б - поршневой двигатель Эриксона с двумя цилиндрами,

В - роторный двигатель Ванкеля, образованный компрессором (1') и расширителем (3'), механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патент: US-3,426,525),

Г - роторный двигатель Палетт, образованный компрессором (1') и расширителем (3'), механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: DE-43.17.690-A1),

Д - роторный трехлопастной двигатель, образованный компрессором (1') и расширителем (3'), механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: US-2011-0259002-A1),

Е - роторный лопастной двигатель, образованный компрессором (1') и

расширителем (3'), механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: WO-02/084078-A1),

Ж - роторный двигатель Скролл, образованный компрессором (1') и расширителем (3'), механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: US-2005/0172622-A1)

З - роторный двигатель с многоступенчатой турбиной, образованный компрессором (1') и расширителем (3'), механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: WO-2012/123500-A2).

В общем, все известные решения в области двигателей, в основном из-за их низкого общего выхода, имеют уровень рентабельности, который не вполне удовлетворителен. Из-за этого очень ограничено распространение комбинированного производства энергии на рынке многоквартирных домов и жилых помещений.

При желании расширить возможности использования новых тепловых двигателей также в области транспортных средств/перевозок, очень важна компактность и общий КПД таких двигателей. В этой связи, целью предлагаемого изобретения является новый термодинамический цикл.

В известных тепловых двигателях внешнего сгорания обычно используют регенератор, который позволяет восстановить лишь перепад энергии, существующий между температурой текучего теплоносителя в конце расширения (4) и температурой в конце сжатия (2), то есть относительно низкий перепад (например $T_4: 360^\circ\text{C} - T_2: 276^\circ\text{C} = 84^\circ\text{C}$), который в некоторых случаях даже может оказаться отрицательным. Мировая новизна нового комбинированного СЕОЛ цикла обусловлена работой генератора регенерируемого пара (GVR), который полностью заменяет регенератор и выполнен с возможностью восстановления перепада энергии (Q_R) между температурой текучего теплоносителя в конце расширения (4) и температурой текучего теплоносителя при почти полной конденсации (измеряется в трубе 14'), то есть очень большого перепада (например $T_4: 360^\circ\text{C} - T_{14}: 40^\circ\text{C} = 320^\circ\text{C}$). Благодаря использованию такого большого перепада энергии (Q_R), генератор регенерируемого пара (GVR) может производить перегретый водяной пар, который полностью повторно используется в цикле.

Благодаря использованию нового комбинированного СЕОЛ цикла, можно получить следующие основные преимущества:

А - увеличение единичной мощности теплового двигателя благодаря увеличению энтальпии смеси (воздух и/или гелий и/или другой совместимый газ, смешанный с перегретым водяным паром), подаваемой в расширитель (ES),

Б - значительное увеличение общего выхода тепловой энергии в результате

восстановления энергии (Q_R), которое имеет место в генераторе регенерируемого пара (GVR),

В - возможность смазки цилиндров и/или камер скольжения поршней известного теплового двигателя, с уменьшением механического трения и износа и, следовательно, с увеличением общего выхода самого двигателя,

Г - возможность использования нескольких источников тепла (Q_H), которые могут до достаточной температуры нагревать смесь, циркулирующую в перегревателе (SR),

Д - возможность разработки и промышленного применения новых «тепловых двигателей», характеризующихся высоким общим выходом и уменьшенными затратами на производство.

Для ясности описания, следует отметить, что схемы и чертежи, приложенные к настоящей заявке на промышленное изобретение, не имеют ограничивающего характера, причем:

Фиг.1 изображает общую функциональную схему «нового комбинированного СЕОЛ цикла», который является объектом настоящего изобретения, в одном из его аспектов, со всеми обозначениями, которые необходимы для его быстрого и легкого технического понимания,

Фиг.2 изображает схемы уже известного в области техники цикла Джоуля, используемые только для описания.

Со ссылкой на фиг.1, новый комбинированный СЕОЛ цикл в основном состоит из следующих элементов:

А - компрессор «СО», предназначенный для всасывания ① и сжатия ② газообразной текучей среды (воздуха и/или гелия и/или другого совместимого газа), являющейся частью смеси,

Б - обратный клапан «VNR», предназначенный для предотвращения, в любом случае, циркуляции сжатой газообразной текучей среды в направлении, противоположном нормальному движению,

В - смесительная камера «СМ», предназначенная для приема сжатых газов, поступающих от компрессора «СО», и их смешивания с перегретым водяным паром, поступающим от генератора регенерируемого пара «GVR»,

Г - перегреватель «SR», который предназначен, путем извлечения тепловой энергии (Q_H), для перегрева смеси, поступающей от смесительной камеры «СМ», чтобы сделать ее пригодной для использования в цикле,

Д - расширитель «ES», выполненный с возможностью приема от перегревателя «SR» перегретой смеси ③ и ее расширения ④, с извлечением тепловой энергии из указанной

смеси и выполнением полезной механической работы цикла «L_E»,

Е - генератор регенерируемого пара «GVR» (самый важный компонент нового комбинированного СЕОЛ цикла), который выполнен с возможностью извлечения остаточной тепловой энергии (Q_R), все еще содержащейся в смеси, выпущенной из расширителя «ES», и использования данной энергии для генерации перегретого водяного пара для повторного использования в цикле,

Ж - конденсатор «CD», предназначенный для удаления остаточной энергии (Q_{LR}) из смеси, так, чтобы завершить конденсацию при низкой температуре смеси, которая выходит из генератора регенерируемого пара «GVR»,

З - сепаратор «SA», предназначенный для отделения газообразной части смеси (воздуха и/или гелия и/или другого совместимого газа) от жидкой части (конденсационной воды) так, чтобы их можно было использовать в цикле по-отдельности,

И - дозированный насос «PD», имеющий регулятор расхода «RA» и предназначенный для всасывания от сепаратора «SA» заданного количества конденсационной воды и перекачивания ее под высоким давлением в генератор регенерируемого пара «GVR»,

К - электрический генератор «GE», выполненный с возможностью преобразования механической работы «L_E», производимой расширителем «ES», в электрическую энергию, а также с возможностью выполнения функции пускового мотора на начальном этапе запуска теплового двигателя.

На схеме, изображенной на фиг.1, представленный тепловой двигатель по существу образован компрессором «CO» и расширителем «ES», механически соединенными друг с другом с помощью приводного вала (2'), однако, без какого-либо негативного влияния на изобретение, новый комбинированный СЕОЛ цикл может быть использован с любым другим известным в уровне техники двигателем (с возвратно-поступательным или вращательным движением), который может совместно или отдельно выполнять необходимые функции всасывания/сжатия и функции расширения/выпуска. Кроме того, без какого-либо негативного влияния на изобретение, можно использовать многие другие различные технические решения, предназначенные для выполнения указанных функций любым образом.

Со ссылкой на схему, показанную на фиг.1, будет уместно отметить следующие важные характеристики, касающиеся этапа подготовки замкнутого контура, в котором протекают рабочие среды:

А - с помощью генератора «GE» (используемого как пусковой мотор), устанавливаются очень медленное вращение теплового двигателя и, используя отдельные заряды сжатых газов и подходящие выходы нагрузки (не показаны на схеме), отдельные

газы (воздух и/или гелий и/или другой совместимый газ) впускают в замкнутый контур системы в заданных пропорциях до достижения некоторого избыточного давления (0,1 – 0,2 бар) относительно атмосферного давления,

Б - поддержание вращения двигателя (как в предыдущем абзаце А): также дозирующий насос «PD» активируется с минимальным расходом и затем, путем использования подходящего поднятого контейнера, имеющего игольчатый клапан, вводят в контур заданное количество дистиллированной воды, таким образом, что на дне сепаратора «SA» (возможно ступенчатом) всегда присутствует количественный запас конденсационной воды так, чтобы иметь возможность обеспечить срабатывание того же дозирующего насоса «PD» и ожидаемый максимальный расход в случае максимального использования.

В - расход дозирующего насоса «PD» автоматически регулируется регулятором «RA» для того, чтобы ввести в цикл точное количество конденсационной воды, необходимое для обеспечения восстановления генератором регенерируемого пара «GVR» максимально возможной энергии (Q_R) в различных рабочих условиях.

Г - независимо от доступности электрической энергии, обычно получаемой от электрического генератора «GE», электрическая энергия, необходимая на стадии запуска двигателя и для питания аппаратуры собственных нужд, подается обычной аккумуляторной батареей достаточной емкости.

Со ссылкой на схему на фиг.1, запуск теплового двигателя происходит предпочтительно следующим образом:

А - с помощью электрического генератора «GE», используемого как пусковой мотор, и с помощью приводного вала (2'), компрессор «CO» и расширитель «ES» вращают на минимальной заданной скорости (например 400 оборотов/м);

Б - при указанной скорости вращения компрессор «CO», с помощью трубы (18'), всасывает ① из сепаратора «SA» газообразную текучую среду (воздух и/или гелий и/или другой совместимый газ) и сжимает ее ② до давления конкретной величины (например 4 бар), что соответствует пропорциональной температуре (например 163°C);

В - сжатый таким образом газ проходит в трубу (5'), проходит через обратный клапан «VNR», проходит в трубу (7'), поступает в смесительную камеру «CM» (в которой на начальном этапе циркулирует только газообразная текучая среда), и поступает в трубу (9'), перед этим достигая перегревателя «SR»;

Г - после запуска компрессора «CO», активируется также источник тепла «QH», причем последний отрегулирован таким образом, что на выходе перегревателя «SR», в трубе (11'), газообразная текучая среда достигает минимальной заданной температуры

(например 400°C);

Д - указанная газообразная текучая среда передается в расширитель “ES” где, будучи расширенной из состояния ③ максимального давления (например 4 бар) и максимальной температуры (например 400°C) до состояния ④ минимального давления (например 1 бар) и средней температуры (например 180°C), она производит полезную работу “L_E”, затем имеет на выходе, в трубе (12’), температуру, которая все еще высокая (например 160°C), и количество тепловой энергии, которое можно использовать почти полностью;

Е - когда уже расширенная газообразная текучая среда достигает в трубе (12’) заданной минимальной температуры (например 120°C), полезной для производства водяного пара, тогда активируется дозирующий насос “PD”, отрегулированный до заданного минимального расхода и откалиброванный до заданного давления подачи (например 20 бар);

Ж - после активации дозирующего насоса “PD”, с помощью трубы (19’), заданное количество конденсационной воды всасывается в сепаратор “SA” при температуре окружающей среды (например 20°C), а затем с помощью трубы (22’) указанная вода под высоким давлением передается в генератор регенерируемого пара “GVR”;

З - в генераторе регенерируемого пара “GVR”, который работает как противоточный теплообменник, тепловая энергия, все еще имеющаяся в смеси (Q_R), выходящей из расширителя “ES”, используется для превращения в пар конденсационной воды, поступающей из дозирующего насоса “PD”, перед этим с помощью трубы (23’) и инжектора (24’) перемещают перегретый водяной пар в смесительную камеру “CM”, где перегретый водяной пар смешивается с газообразной текучей средой, поступающей из компрессора “CO”;

И - идеальным условием восстановления энергии будет такое, при котором температура текучей среды, выходящей из генератора регенерируемого пара “GVR”, измеренная в трубе (14’), равна значению, как можно более близкому к температуре окружающей среды (20°C). Однако, с учетом того, что выполнения данного условия трудно достичь из-за особенностей теплообмена, обеспечено наличие конденсатора “CD”, предназначенного для рассеивания остаточной энергии (Q_{LR}) чтобы уменьшить, в каждом случае, температуру текучего теплоносителя, выходящего из генератора регенерируемого пара “GVR”, до уровня температуры окружающей среды;

К - в сепараторе “SA” отделяют газообразную часть смеси (воздух и/или гелий и/или другой совместимый газ) от жидкой части (конденсационной воды) так, чтобы их можно было далее использовать в цикле по-отдельности;

Л - когда поступающая в расширитель “ES” перегретая смесь достигает

определенной температуры и перепад температуры между входом и выходом того же расширителя превышает заданное минимальное значение, то есть когда выполненная полезная работа " L_E " превышает величину механической прочности на сжатие " Q_C " плюс механическое трение, тогда тепловой двигатель может работать с самостоятельным движением и электрический генератор " GE " может прекратить работать как пусковой мотор и начать работать как электрический генератор;

М - когда тепловой двигатель работает с самостоятельным движением: путем постепенного увеличения количества подаваемой в систему энергии " Q_H " определяют постепенное увеличение температуры смеси, которая перемещается в трубе (11'), до допустимого максимума (например 900°C);

Н - более высокая температура смеси, поступающей в расширитель " ES ", определяет увеличение количества оборотов двигателя (например от 400 до 900 оборотов/мин) и почти пропорциональное увеличение производимой полезной работы " L_E ";

О - при указанной выше скорости вращения, компрессор " CO " с помощью трубы (18') всасывает ① из сепаратора " SA " газообразную текучую среду и сжимает ее ② до давления большей величины (например от 4 до 9 бар), что соответствует пропорциональному увеличению температуры в конце сжатия (например от 163°C до 276°C);

П - в указанных рабочих условиях, смесь, выходящая из расширителя " ES ", имеет даже еще более высокую температуру (например 353°C) и перепад энергии (Q_R), который почти полностью может быть восстановлен в генераторе регенерируемого пара " GVR ", как уже описано выше.

Другие аспекты настоящего изобретения описаны далее в данном описании.

Предметом настоящего изобретения является тепловой двигатель, содержащий приводной блок, имеющий систему передачи движения, а также комбинированный тепловой цикл, работающий на смеси газа и водяного пара, с целью обеспечения более высокой единичной мощности, значительного увеличения общего выхода и эффективной смазки подвижных элементов приводного блока. Настоящее изобретение также относится к способу реализации тепловых циклов.

Тепловой двигатель по существу может применяться для производства механической энергии. Настоящее изобретение имеет конкретное применение в производстве электрической энергии в генераторных установках, или в области комбинированного производства электрической и тепловой энергии с помощью теплоэлектростанций и микро теплоэлектростанций. Кроме того, настоящее изобретение может использоваться в области транспортных средств/перевозок и в области двигателей

вообще.

Некоторые исторические соображения, касающиеся термодинамических циклов, а также некоторые известные решения, уже были изложены в описании патентных заявок WO2015/114602A1 и WO2019/008457, поданных тем же заявителем, что и данная заявка.

В общем, разработаны тепловые двигатели, которые работают с различными термодинамическими циклами, и еще некоторые в настоящий момент проходят испытания.

Однако, заявителем обнаружено, что даже решения, которые уже введены в промышленный оборот, имеют много недостатков. Это особенно актуально для двигателей, используемых для привода автономных электрогенераторов малой и средней мощности (ниже 50 кВт/ч).

В настоящий момент в уровне техники для привода электрогенераторов используются следующие приводные устройства:

- поршневые эндотермические двигатели, которые механически сложные, шумные, очень загрязняют среду и требуют значительного технического обслуживания,

- двигатели Стирлинга, которые хоть и меньше загрязняют среду, но для обеспечения хорошего общего выхода должны работать на низкой скорости и, следовательно, очень тяжелые и громоздкие,

- газовые турбины, которые помимо того, что сильно загрязняют среду, не являются конкурентоспособными по сравнению с вариантами малых размеров,

- расширители, работающие на цикле Ренкина или Ренкина-Хирна, которые, по причине необходимости использования парогенератора определенного размера, могут быть конкурентоспособными только в конкретных системах когенерации и требуют дополнительных инновационных технологий для их более эффективного использования, даже в подвижных системах малого размера.

Тем не менее, заявитель обнаружил, что известные решения имеют недостатки и могут быть улучшены в различных аспектах.

Конечно, по существу все известные решения, помимо проблем загрязнения среды, низкого общего выхода, механической сложности и высокой стоимости обслуживания, также имеют уровень рентабельности, который не вполне удовлетворителен. Из-за этого очень ограничено распространение комбинированного производства энергии на рынке многоквартирных домов и жилых помещений.

По наблюдению заявителя, при желании расширить возможности использования таких тепловых двигателей также в области транспортных средств/перевозок и в области микрокогенерации в жилом строительстве, очень важна компактность и общий КПД таких двигателей.

Таким образом, задача, лежащая в основе настоящего изобретения, в различных его аспектах и/или вариантах осуществления, заключается в создании соединителя для соединения труб, который может обеспечить устранение одного или более из вышеуказанных недостатков.

Более конкретно, заявителем поставлена цель создания нового «теплового двигателя», выполненного с возможностью функционирования с инновационным комбинированным газовойдяным тепловым циклом, с помощью которого возможно использовать больше энергии, извлекая ее на таких же этапах цикла, со значительным увеличением единичной мощности и общего выхода, а также с решением большой проблемы смазки подвижных элементов приводного блока.

Другой целью настоящего изобретения является создание теплового двигателя, который имеет высокую надежность в эксплуатации.

Еще одной целью настоящего изобретения является создание теплового двигателя, характеризующегося простой и рациональной конструкцией.

Еще одной целью настоящего изобретения, в различных его аспектах и/или вариантах осуществления, является устранение одного или более недостатков известных решений, путем создания нового «теплового двигателя», выполненного с возможностью использования множества источников тепла и производства механической энергии (работы), которую можно использовать в любом месте и по любому назначению, предпочтительно для производства электроэнергии.

Еще одной целью настоящего изобретения является создание теплового двигателя, характеризующегося высоким термодинамическим выходом и оптимальным соотношением веса и мощности.

Еще одной целью настоящего изобретения является создание теплового двигателя, характеризующегося уменьшенной стоимостью изготовления.

Еще одной целью настоящего изобретения является создание альтернативных, относительно уровня техники, решений, касающихся производства тепловых двигателей и/или открытия новых областей конструирования.

Указанные цели, а также другие возможные цели, которые станут более понятными при прочтении следующего описания, по существу достигаются с помощью теплового двигателя, выполненного согласно одному или более пунктам прилагаемой формулы, каждый из которых рассматривается отдельно (без соответствующих зависимых пунктов) или в комбинации с другими пунктами, или согласно следующим аспектам и/или вариантам выполнения, комбинированным различным образом, также с указанными пунктами формулы.

Далее изложены аспекты настоящего изобретения

В первом аспекте настоящего изобретения предложен тепловой двигатель, выполненный с возможностью работы в тепловом цикле, работающий с текучим теплоносителем и содержащий приводной блок и приводной контур.

В одном аспекте приводной блок содержит:

корпус, ограничивающий внутри по меньшей мере одну рабочую камеру;

элементы для преобразования энергии указанного теплоносителя, подвижно размещенные внутри указанной по меньшей мере одной рабочей камеры и выполненные с возможностью преобразования энергии указанного теплоносителя в механическую энергию в соответствии с рабочим циклом;

выходной вал, функционально соединенный с указанными элементами преобразования энергии и выполненный с возможностью приема указанной механической энергии и обеспечения вращательного движения на выходе, предпочтительно с постоянной угловой скоростью.

В одном аспекте корпус, ограничивающий внутри по меньшей мере одну рабочую камеру, имеет:

первый впуск, проточно сообщающийся с первым впускным каналом для приема из него потока указанного теплоносителя, всасываемого в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру;

первый выпуск, проточно сообщающийся с первым выпускным каналом для направления в него потока указанного теплоносителя под давлением, выходящего из указанной по меньшей мере одной рабочей камеры;

второй впуск, проточно сообщающийся со вторым впускным каналом для приема из него потока указанного теплоносителя, который загружается и расширяется в указанной по меньшей мере одной рабочей камере;

второй выпуск, проточно сообщающийся со вторым выпускным каналом для направления в него выпускаемого потока указанного теплоносителя, выходящего из указанной по меньшей мере одной рабочей камеры.

В одном аспекте приводной контур проходит между указанным первым впуском и вторым впуском и указанным первым выпуском и вторым выпуском и содержит указанный первый впускной канал, указанный первый выпускной канал, указанный второй впускной канал и указанный второй выпускной канал.

В одном аспекте приводной контур обеспечивает непрерывный цикл потока текучего теплоносителя через указанную по меньшей мере одну рабочую камеру приводного блока, при этом:

второй выпускной канал начинается от второго выпуска корпуса приводного блока и оканчивается непрерывным соединением с первым впускным каналом (то есть протекает в начало указанного канала), который оканчивается в первом впуске корпуса приводного блока, причем второй выпускной канал и первый впускной канал образуют первую замкнутую ветвь приводного контура;

первый выпускной канал начинается от первого выпуска корпуса приводного блока и оканчивается непрерывным соединением со вторым входным каналом (то есть протекает в начало указанного канала), который оканчивается во втором впуске корпуса приводного блока, причем первый выпускной канал и второй входной канал образуют вторую замкнутую ветвь приводного контура.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит нагреватель, который функционально работает вдоль указанной второй замкнутой ветви приводного контура, между указанным первым впускным каналом и указанным вторым впускным каналом, и выполнен с возможностью нагрева текучего теплоносителя, циркулирующего во второй ветви приводного контура.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит конденсатор, который функционально расположен вдоль указанной первой замкнутой ветви приводного контура, между указанным вторым впускным каналом и указанным первым впускным каналом, и выполнен с возможностью охлаждения текучего теплоносителя, циркулирующего в первой ветви.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит сепаратор конденсата, расположенный ниже по потоку от конденсатора вдоль указанного первого впускного канала, где вода, присутствующая в текучем теплоносителе, конденсируется и отделяется от воздуха, прежде чем теплоноситель достигнет указанного первого впуска для всасывания в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит насос (предпочтительно высокого давления), выполненный с возможностью всасывания конденсационной воды, предварительно извлеченной из воздуха с помощью сепаратора конденсата, и направления ее в испарительную трубу, входящую в указанную вторую ветвь, в месте указанного первого впускного канала перед указанным нагревателем.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит испаритель, расположенный в тепловом двигателе таким образом, чтобы пересекать, на высокотемпературной стороне (или первой стороне), указанный второй выпускной канал ниже по потоку от приводного блока и выше по потоку от конденсатора и, на низкотемпературной стороне (или второй стороне), указанную испарительную трубу.

В одном аспекте испаритель выполнен с возможностью нагрева и испарения конденсационной воды, циркулирующей в указанной трубе, перед тем, как она попадет в указанную вторую ветвь.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит инжектор, расположенный на конце указанной испарительной трубы и выполненный с возможностью впрыска во вторую ветвь, перед нагревателем, заданного количества водяного пара, с обеспечением увеличения единичной мощности приводного блока и с обеспечением смазки указанных элементов преобразования энергии, подвижно размещенных в указанной по меньшей мере одной рабочей камере.

В одном аспекте испаритель функционально расположен на низкотемпературной стороне между указанным насосом высокого давления и указанным инжектором, и функционально расположен на высокотемпературной стороне между вторым выпуском приводного блока, который выводит отработанный теплоноситель, и конденсатором, таким образом, что испаритель получает остаточную энергию-тепло отработанного теплоносителя и использует ее для предварительного нагрева теплоносителя, движущегося к нагревателю.

В одном аспекте испаритель представляет собой теплообменник.

В одном аспекте испаритель представляет собой теплообменник, имеющий две стороны, которые пересекают, соответственно, второй выпускной канал и испарительную трубу таким образом, чтобы передавать тепло от теплоносителя, циркулирующего во втором выпускном канале к текучей среде (воде), циркулирующей в испарительной трубе.

В одном аспекте испаритель определяет охлаждение теплоносителя, циркулирующего во втором выпускном канале и соответствующий (в смысле термодинамики) нагрев текучей среды, циркулирующей в испарительной трубе.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит компенсационный бак, расположенный ниже по потоку от указанного первого выпуска приводного блока, вдоль указанного первого выпускного канала, и выполненный с возможностью хранения сжатого текучего теплоносителя, чтобы обеспечить возможность его последующего использования для выравнивания и оптимизации потока теплоносителя, циркулирующего в указанном приводном контуре.

В одном аспекте нагреватель содержит горелку с закрытой камерой сгорания, причем горелка выполнена с возможностью работы на топливе различных видов и с возможностью снабжения нагревателя тепловой энергией, необходимой для его работы.

В одном аспекте нагреватель содержит клапан впрыска, выполненный с возможностью управления, требуемым образом, подачей топлива для питания указанной

горелки.

В одном аспекте нагреватель содержит корпус, имеющий впуск для воздуха для горения, забираемого из окружающей среды, и вмещающий указанную горелку, функционально работающую вдоль указанной второй замкнутой ветви приводного контура, и указанный конденсатор, функционально работающий вдоль первой замкнутой ветви приводного контура, таким образом, что тепло, отбираемое из первой ветви с помощью конденсатора, передается воздуху для горения до того, как он достигнет горелки, облегчая процесс сгорания и нагрева текучего теплоносителя во второй ветви.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит перегреватель, расположенный ниже по потоку от горелки, для отбора энергии из горячих продуктов горения горелки, и выполненный с возможностью пересечения испарительной трубы в месте ниже по потоку от низкотемпературной стороны испарителя и выше по потоку от инжектора.

В одном аспекте перегреватель выполнен с возможностью передачи энергии, отводимой от горячих продуктов горения горелки, конденсационной воде, испаряющейся на выходе из испарителя, таким образом, чтобы перегреть ее, прежде чем она достигнет инжектора.

В одном аспекте тепловой двигатель имеет замкнутый контур охлаждения, отдельный от указанного приводного контура.

В одном аспекте контур охлаждения имеет первый рекуператор тепла, расположенный в корпусе нагревателя в месте ниже по потоку от конденсатора и выше по потоку от горелки, относительно направления потока воздуха для горения в нагревателе.

В одном аспекте контур охлаждения имеет охлаждающее устройство (промежуточное пространство), функционально связанное с корпусом приводного блока.

В одном аспекте контур охлаждения содержит охлаждающие трубы, последовательно соединяющие, образуя круговой канал, указанный первый рекуператор тепла и указанное охлаждающее устройство, причем указанные охлаждающие трубы несут некоторое количество охлаждающей текучей среды (предпочтительно воды).

В одном аспекте указанные охлаждающие трубы расположены в тепловом двигателе таким образом, чтобы обеспечивать:

взаимодействие с указанным охлаждающим устройством, где низкотемпературная охлаждающая текучая среда отводит тепло от корпуса приводного блока, охлаждая его, и, следовательно, достигает высокой температуры, и

взаимодействие с указанным первым рекуператором тепла, где высокотемпературная охлаждающая текучая среда передает тепло потоку воздуха для горения, нагревая его, и, соответственно, возвращается к низкой температуре.

В одном аспекте контур охлаждения содержит охлаждающий насос, размещенный в указанном контуре охлаждения и функционально работающий в одной из указанных охлаждающих труб для обеспечения циркуляции указанной охлаждающей текучей среды в контуре охлаждения.

В одном аспекте указанный контур охлаждения содержит второй рекуператор тепла, расположенный в корпусе нагревателя в месте ниже по потоку от горелки и предпочтительно ниже по потоку от перегревателя, вдоль пути выхода горячих продуктов горения нагревателя.

В одном аспекте указанные охлаждающие трубы последовательно соединяют в указанный круговой канал первый рекуператор тепла, охлаждающее устройство и второй рекуператор тепла, причем последний расположен ниже по потоку от охлаждающего устройства и выше по потоку от первого рекуператора в направлении движения охлаждающей текучей среды, таким образом, что:

в указанном охлаждающем устройстве низкотемпературная охлаждающая текучая среда отводит тепло от корпуса приводного блока, охлаждая его, и, следовательно, достигает высокой температуры,

во втором рекуператоре тепла высокотемпературная охлаждающая текучая среда получает тепло от горячих продуктов горения, охлаждая их, и, следовательно, ее температура повышается,

в первом рекуператоре тепла высокотемпературная охлаждающая текучая среда передает тепло потоку воздуха для горения, нагревая его, и, следовательно, возвращается к низкой температуре.

В одном аспекте:

первый рекуператор выполнен с возможностью охлаждения указанной охлаждающей текучей среды путем передачи тепла/энергии указанному воздуху для горения,

указанное охлаждающее устройство выполнено с возможностью охлаждения приводного блока путем передачи тепла/энергии от приводного блока охлаждающей текучей среде, которая подвергается увеличению температуры,

второй рекуператор выполнен с возможностью нагрева указанной охлаждающей текучей среды путем получения тепла/энергии от горячих продуктов горения.

В одном аспекте тепловой двигатель имеет вспомогательный гидравлический контур, содержащий вспомогательный рекуператор, расположенный в корпусе нагревателя в месте ниже по потоку от горелки, и предпочтительно ниже по потоку от указанного перегревателя, вдоль пути выхода горячих продуктов горения нагревателя.

В одном аспекте вспомогательный гидравлический контур содержит вспомогательные трубы, выполненные с возможностью прохождения через указанный вспомогательный рекуператор и соединения с по меньшей мере одной вспомогательной системой, предпочтительно с системами отопления помещений и/или установками коммунально-бытового горячего водоснабжения.

В одном аспекте вспомогательный гидравлический контур содержит вспомогательный насос, размещенный в указанном вспомогательном гидравлическом контуре и функционально работающий в одной из указанных вспомогательных труб для обеспечения циркуляции в указанном вспомогательном контуре.

В одном аспекте вспомогательный рекуператор выполнен с возможностью извлечения энергии из продуктов горения и передачи ее в текучую среду, циркулирующую в указанном вспомогательном контуре, причем эта энергия может быть использована для указанных вспомогательных систем.

В одном аспекте тепловой двигатель имеет вентилятор, размещенный в указанном впуске воздуха для горения корпуса нагревателя и выполненный с возможностью втягивания воздуха для горения из окружающей среды и принудительной подачи указанного воздуха в горелку чтобы питать процесс горения.

В одном аспекте тепловой двигатель имеет один или более обратных клапанов, размещенных вдоль труб приводного контура теплового двигателя и выполненных с возможностью обеспечения циркуляции теплоносителя в одном направлении и предотвращения потока теплоносителя в противоположном направлении.

В одном аспекте указанные элементы преобразования энергии выполнены с возможностью преобразования энергии указанного теплоносителя в механическую энергию в соответствии с рабочим циклом, обеспечивающим следующую последовательность этапов:

всасывание теплоносителя в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру,
сжатие теплоносителя в указанной по меньшей мере одной рабочей камере и выход теплоносителя,

загрузка теплоносителя в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру и расширение теплоносителя в указанной по меньшей мере одной рабочей камере,

выпуск теплоносителя из указанной по меньшей мере одной рабочей камеры.

В одном аспекте указанные элементы преобразования энергии содержат одну или более, предпочтительно множество, лопастей или поршней или эквивалентных элементов.

В одном аспекте указанный приводной блок представляет собой двухтактный или четырехтактный двигатель, или поршневой двигатель, или роторный двигатель.

В одном аспекте указанный приводной блок представляет собой тепловой двигатель, содержащий компрессор, выполняющий указанные этапы всасывания и сжатия, и расширитель, выполняющий указанные этапы расширения и выпуска.

В одном аспекте указанный компрессор и указанный расширитель механически независимы друг от друга или соединены с помощью передаточных элементов.

В одном аспекте указанный компрессор представляет собой многоступенчатый ротационный компрессор, и указанный расширитель представляет собой турбинный расширитель.

В одном аспекте указанная по меньшей мере одна рабочая камера содержит:

первую камеру, имеющую указанный первый впуск и указанный первый выпуск, в которой происходит всасывание теплоносителя и сжатие теплоносителя,

вторую камеру, отдельную от первой камеры, имеющую указанный второй впуск и второй указанный выпуск, в которой происходит загрузка сжатого теплоносителя, расширение теплоносителя и выпуск теплоносителя.

В одном аспекте указанный приводной блок является приводным блоком с прерывистым потоком, в котором:

указанная первая камера представляет собой рабочую камеру с переменным объемом, выполненную с возможностью выполнения всасывания текучей среды и ее сжатия,

указанная вторая камера представляет собой рабочую камеру с переменным объемом, выполненную с возможностью выполнения расширения текучей среды и ее выпуска.

В одном аспекте (альтернативном предыдущему аспекту) указанный приводной блок представляет собой приводной блок с непрерывным потоком, в котором:

указанная первая камера выполнена с возможностью получения компрессора, обеспечивающего возможность выполнения всасывания текучей среды и ее сжатия;

вторая камера выполнена с возможностью получения турбины, обеспечивающей возможность выполнения расширения текучей среды и ее выпуска.

В одном аспекте указанный первый впуск и указанный второй впуск совпадают, и в котором указанный первый выпуск и указанный второй выпуск совпадают.

В одном аспекте тепловой двигатель содержит электрический генератор, например генератор переменного тока, соединенный с указанным выходным валом таким образом, чтобы получать указанное вращательное движение, предпочтительно с постоянной угловой скоростью, и генерировать электрический ток, предназначенный для питания внешней системы.

В одном аспекте указанный теплоноситель представляет собой смесь, содержащую газ и водяной пар или воду, причем указанный газ предпочтительно представляет собой воздух и/или гелий и/или другую газообразную текучую среду, совместимую с водяным паром или водой, при этом указанный тепловой цикл, реализуемый тепловым двигателем, представляет собой комбинированный тепловой цикл.

Согласно независимому аспекту в настоящем изобретении предложен способ обеспечения теплового цикла, использующий текучий теплоноситель и включающий следующие этапы:

размещение теплового двигателя, предпочтительно выполненного по одному или более из вышеуказанных аспектов;

выполнение следующих этапов:

запуск указанного приводного блока, перемещение указанных элементов для преобразования энергии указанного теплоносителя;

приведение в действие указанного нагревателя для нагрева указанного теплоносителя в указанном приводном контуре;

активация рабочего цикла, включающего следующие этапы:

всасывание указанного теплоносителя в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру через указанный первый впуск;

сжатие указанного теплоносителя в указанной по меньшей мере одной рабочей камере и выход указанного теплоносителя из указанного первого выпуска;

нагрев указанного теплоносителя, циркулирующего в указанной второй ветви приводного контура, с помощью указанного нагревателя;

загрузка указанного теплоносителя в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру через указанный второй впуск и расширение указанного теплоносителя в указанной по меньшей мере одной рабочей камере;

выпуск указанного теплоносителя из указанной по меньшей мере одной рабочей камеры через указанный второй выпуск;

причем указанные этапы рабочего цикла, относящиеся к всасыванию, сжатию, загрузке и выпуску теплоносителя обеспечивают преобразование энергии указанного теплоносителя в механическую энергию.

В одном аспекте способ включает этап передачи указанной механической энергии, генерируемой указанными элементами преобразования, на указанный выходной вал, что обеспечивает вращательное движение на выходе, предпочтительно с постоянной угловой скоростью.

В одном аспекте способ включает следующие этапы:

теплоноситель, выходящий из указанного второго выпуска приводного блока, перемещают во второй выпускной канал первой ветви приводного контура и пропускают через высокотемпературную сторону испарителя;

далее теплоноситель пропускают в первую ветвь и вводят в конденсатор, где он охлаждается;

далее теплоноситель пропускают в первую ветвь и вводят в сепаратор конденсата, где присутствующая в теплоносителе вода конденсируется и отделяется от воздуха, прежде чем теплоноситель достигнет указанного первого выпуска приводного блока;

конденсационная вода, предварительно извлеченная из воздуха с помощью сепаратора конденсата, всасывается и направляется, с помощью насоса высокого давления, в испарительную трубу, входящую в указанную вторую ветвь, в месте указанного первого выпускного канала перед нагревателем;

конденсационную воду, циркулирующую в испарительной трубе, пропускают через низкотемпературную сторону испарителя, где она нагревается и испаряется, прежде чем попасть в указанную вторую ветвь;

заданное количество водяного пара впрыскивают во вторую ветвь, перед нагревателем, с помощью инжектора, причем указанное количество водяного пара обеспечивает увеличение единичной мощности приводного блока и обеспечивает смазку указанных элементов преобразования энергии, подвижно размещенных в указанной по меньшей мере одной рабочей камере.

В одном аспекте способ включает следующие этапы:

конденсационная вода, после прохождения через низкотемпературную сторону испарителя, где она нагревается и испаряется, проходит в испарительную трубу и достигает перегревателя, который размещен выше по потоку от инжектора и передает тепло конденсационной воде, испаряемой таким образом, чтобы обеспечить ее перегрев прежде чем она достигнет инжектора.

В одном аспекте способ включает следующие этапы:

размещение указанного контура охлаждения, содержащего первый рекуператор, охлаждающее устройство, охлаждающие трубы и охлаждающий насос;

выполнение следующих этапов:

обеспечение взаимодействия низкотемпературной охлаждающей текучей среды с охлаждающим устройством, где она отводит тепло от корпуса приводного блока, охлаждая его, и, следовательно, она нагревается до высокой температуры;

обеспечение взаимодействия высокотемпературной охлаждающей текучей среды с первым рекуператором тепла, где она передает тепло потоку воздуха для горения, нагревая

его, в результате чего она охлаждается и возвращается к низкой температуре;

приведение в действие охлаждающего насоса для обеспечения циркуляции охлаждающей текучей среды в контуре охлаждения.

В одном аспекте способ включает следующие этапы:

размещение второго рекуператора в контуре охлаждения;

выполнение следующих этапов:

в охлаждающем устройстве обеспечивают отведение низкотемпературной охлаждающей текучей средой тепла от корпуса приводного блока, охлаждая его, в результате чего указанная среда нагревается до высокой температуры;

во втором рекуператоре тепла обеспечивают получение высокотемпературной охлаждающей текучей средой тепла от горячих продуктов горения, охлаждая их, в результате чего температура указанной среды повышается;

в первом рекуператоре тепла обеспечивают передачу высокотемпературной охлаждающей текучей средой тепла потоку воздуха для горения, нагревая его, в результате чего указанная среда охлаждается и возвращается к низкой температуре.

В одном аспекте способ включает следующие этапы:

размещение указанного вспомогательного гидравлического контура, содержащего вспомогательный рекуператор, вспомогательные трубы и вспомогательный насос,

выполнение следующих этапов:

извлечение энергии из продуктов горения с помощью вспомогательного рекуператора,

передача указанной энергии в текучую среду, циркулирующую в указанном вспомогательном контуре,

обеспечение доступности указанной энергии для использования во вспомогательных системах.

В одном аспекте, относящемся к способу выполнения теплового цикла, указанный теплоноситель представляет собой смесь, содержащую газ и водяной пар или воду, причем указанный газ предпочтительно представляет собой воздух и/или гелий и/или другую газообразную текучую среду, совместимую с водяным паром или водой, при этом указанный тепловой цикл, реализуемый с помощью данного способа, представляет собой комбинированный тепловой цикл.

Каждый из указанных выше аспектов изобретения может рассматриваться отдельно или в комбинации с любым пунктом формулы или другим аспектом.

Другие особенности и преимущества данного изобретения станут более понятны из подробного описания некоторых вариантов выполнения, включая также предпочтительный

вариант, которые представляют собой не исключительные примеры теплового двигателя согласно данному изобретению.

Настоящее описание будет приведено далее со ссылкой на прилагаемые чертежи, приведенные только в качестве неограничивающего примера, на которых:

фиг.3 схематически изображает первый возможный вариант выполнения теплового двигателя согласно настоящему изобретению,

фиг.3А изображает увеличенный фрагмент теплового двигателя, показанного на фиг.3, а именно изображает приводной блок,

фиг.4 изображает тепловой двигатель, показанный на фиг.3, с некоторыми дополнительными элементами,

фиг.5 изображает тепловой двигатель, показанный на фиг.4, с некоторыми дополнительными элементами,

фиг.6 схематически изображает еще один возможный вариант выполнения теплового двигателя согласно настоящему изобретению,

фиг.7 схематически изображает еще один возможный вариант выполнения теплового двигателя согласно настоящему изобретению,

фиг.8 схематически изображает еще один возможный вариант выполнения теплового двигателя согласно настоящему изобретению,

фиг.9 схематически изображает еще один возможный вариант выполнения теплового двигателя согласно настоящему изобретению.

В подробном описании и на фиг.3-9 можно видеть различные возможные варианты выполнения теплового двигателя согласно настоящему изобретению, например конструкция двигателя может быть выполнена в соответствии с:

- первой функциональной конфигурацией (см. фиг.3, 4 и 5) с замкнутым рабочим циклом, в котором текучий теплоноситель соединяют со впрыском конденсационной воды, основное назначение которой заключается в смазке рабочей камеры и элементов преобразования энергии и в увеличении единичной мощности приводного блока,

- второй функциональной конфигурацией (см. конкретно фиг.6) в которой текучий теплоноситель соединяют со впрыском перегретого водяного пара, что помимо смазки рабочей камеры и элементов преобразования энергии и значительного увеличения единичной мощности приводного блока, также позволяет значительно повысить общий выход теплового цикла,

- третьей функциональной конфигурацией (см. варианты выполнения на фиг.3, 4 и 5) в которой текучий теплоноситель соединяют со впрыском перегретого водяного пара, что, помимо смазки и увеличения единичной мощности приводного блока, позволяет

значительно повысить общий выход теплового цикла, а также (в соответствии с различными вариантами выполнения) обеспечить извлечение тепла/энергии из циркулирующих текучих сред (как станет понятно из следующего описания).

Тепловой двигатель согласно настоящему изобретению также может быть реализован в соответствии с комбинацией вариантов выполнения, показанных на фиг.3-9.

На фиг.3-9 номером 200 позиции обозначен тепловой двигатель согласно настоящему изобретению в одном из его аспектов. В общем, одинаковые номера позиций использованы для одинаковых или аналогичных элементов, возможно в вариантах их выполнения.

Тепловой двигатель 200 прежде всего выполнен с возможностью реализации теплового цикла, работающего с текучим теплоносителем, и содержит приводной блок 1 и приводной контур 10.

Приводной блок 1 содержит корпус 2, ограничивающий внутри по меньшей мере одну рабочую камеру 3, и элементы для преобразования энергии указанного теплоносителя, подвижно размещенные внутри указанной рабочей камеры 3 и выполненные с возможностью преобразования тепловой энергии указанного теплоносителя в механическую энергию в соответствии с рабочим циклом, который будет более подробно проиллюстрирован далее.

Приводной блок содержит выходной вал 8, функционально соединенный с указанными элементами преобразования энергии и выполненный с возможностью приема указанной механической энергии и обеспечения вращательного движения на выходе, предпочтительно с постоянной угловой скоростью, причем данное вращательное движение может использоваться устройством, расположенным ниже по потоку от приводного блока, например электрическим генератором.

Корпус 2, ограничивающий внутри по меньшей мере одну рабочую камеру 3, имеет: первый впуск 4, проточно сообщающийся с первым впускным каналом 14 для приема из него потока теплоносителя, всасываемого в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру 3;

первый выпуск 5, проточно сообщающийся с первым выпускным каналом 15 для направления в него потока теплоносителя под давлением, выходящего из указанной по меньшей мере одной рабочей камеры 3;

второй впуск 6, проточно сообщающийся со вторым впускным каналом 16 для приема из него потока указанного теплоносителя, который загружается для расширения в указанной по меньшей мере одной рабочей камере 3;

второй выпуск 7, проточно сообщающийся со вторым выпускным каналом 17 для

направления в него выпускаемого потока указанного теплоносителя, выходящего из указанной по меньшей мере одной рабочей камеры 3.

Впуски, выпуски, впускные каналы и выпускные каналы, а также действия, совершаемые с текучей средой в рабочей камере (то есть всасывание, сжатие, загрузка/расширение и выпуск), схематически проиллюстрированы на фиг.3-9, в частности на фиг.3А.

Указанный приводной контур 10 проходит между первым впуском 4, вторым впуском 6, первым выпуском 5 и вторым выпуском 7, и содержит первый впускной канал 14, первый выпускной канал 15, второй впускной канал 16 и второй выпускной канал 17.

Предпочтительно приводной контур 10 обеспечивает непрерывный цикл потока текучего теплоносителя через указанную по меньшей мере одну рабочую камеру 3 приводного блока, при этом:

второй выпускной канал 17 начинается от второго выпуска 7 корпуса 2 приводного блока и оканчивается непрерывным соединением с первым впускным каналом 14, который оканчивается в первом впуске 4 корпуса 2 приводного блока, причем второй выпускной канал и первый впускной канал образуют первую замкнутую ветвь 11 приводного контура;

первый выпускной канал 15 начинается от первого выпуска 5 корпуса 2 приводного блока и оканчивается непрерывным соединением со вторым впускным каналом 16, который оканчивается во втором впуске 6 корпуса 2 приводного блока, причем первый выпускной канал и второй входной канал образуют вторую замкнутую ветвь 12 приводного контура.

По существу, первая ветвь образована путем последовательного соединения второго выпускного канала 17 и первого впускного канала 14, а вторая ветвь образована путем последовательного соединения первого выпускного канала 15 и второго впускного канала 16. В первой ветви имеется непрерывность (конструкционная и по текучей среде) между вторым выпускным каналом 17 и первым впускным каналом 14, а во второй ветви имеется непрерывность (конструкционная и по текучей среде) между первым выпускным каналом 15 и вторым впускным каналом 16.

Предпочтительно тепловой двигатель содержит нагреватель 41, который функционально работает вдоль второй замкнутой ветви 12 приводного контура 10, между первым выпускным каналом 15 и вторым впускным каналом 16, и выполнен с возможностью нагрева текучего теплоносителя, циркулирующего во второй ветви.

Следует отметить, что во второй ветви 12 нагреватель 41 конструктивно и функционально расположен между первым выпускным каналом 15 и вторым впускным каналом 16, и разделяет указанные каналы.

Предпочтительно тепловой двигатель 200 содержит конденсатор 43, который

функционально расположен вдоль первой замкнутой ветви 11 приводного контура 10, между вторым выпускным каналом 17 и первым впускным каналом 14, и выполнен с возможностью охлаждения текучего теплоносителя, циркулирующего в первой ветви 11.

Следует отметить, что в первой ветви 11 конденсатор 43 конструктивно и функционально расположен между вторым выпускным каналом 17 и первым впускным каналом 14, и разделяет указанные каналы.

Предпочтительно тепловой двигатель 200 содержит сепаратор 93 конденсата, расположенный ниже по потоку от конденсатора 43 вдоль первого впускного канала 14, где вода, присутствующая в текучем теплоносителе, конденсируется и отделяется от воздуха, прежде чем теплоноситель достигнет первого впуска 4 для всасывания в рабочую камеру 3. Сепаратор 93 конденсата обеспечивает отделение газообразной части смеси (воздуха и/или гелия и/или другого совместимого газа) от жидкой части (конденсационной воды) так, чтобы их можно было использовать в цикле по-отдельности.

Предпочтительно тепловой двигатель содержит насос 94 (предпочтительно высокого давления), выполненный с возможностью всасывания конденсационной воды, предварительно извлеченной из воздуха с помощью сепаратора 93 конденсата, и направления ее в испарительную трубу 20, входящую во вторую ветвь 12, в месте первого выпускного канала 15 перед указанным нагревателем 41.

Предпочтительно, как показано на фиг.3-9, тепловой двигатель содержит испаритель 95, расположенный таким образом, что он:

пересекает, на высокотемпературной стороне (или первой стороне), второй выпускной канал 17 ниже по потоку от приводного блока 1 и выше по потоку от конденсатора 43, и

пересекает, на низкотемпературной стороне (или второй стороне), испарительную трубу 20.

Предпочтительно, испаритель 95 выполнен с возможностью нагрева и испарения конденсационной воды, циркулирующей в испарительной трубе 20, перед тем как она попадет во вторую ветвь 12.

Следует отметить, что испаритель 95 (который представляет собой генератор водяного пара) выполнен с возможностью извлечения (на своей высокотемпературной стороне) большей части остаточной тепловой энергии, содержащейся в теплоносителе, выпущенном из второго выпуска 7 после расширения, и с возможностью передачи указанной энергии (на своей низкотемпературной стороне) конденсационной воде, передаваемой по испарительной трубе, таким образом используя данную энергию для генерации перегретого водяного пара, который будет повторно использован в приводном

контуре.

Предпочтительно тепловой двигатель содержит инжектор 97, расположенный на конце испарительной трубы 20 и выполненный с возможностью впрыска во вторую ветвь 12, перед нагревателем 41, заданного количества водяного пара, с обеспечением увеличения единичной мощности приводного блока 1 и с обеспечением смазки указанных элементов преобразования энергии, подвижно размещенных в рабочей камере 3.

Предпочтительно испаритель 95 функционально расположен, на его низкотемпературной стороне, между насосом 94 и инжектором 97, и функционально расположен, на его высокотемпературной стороне, между вторым выпуском 7 приводного блока 1, который выводит отработанный теплоноситель, и конденсатором 43, таким образом, что испаритель получает остаточную энергию-тепло от отработанного теплоносителя и использует ее для предварительного нагрева теплоносителя, движущегося к нагревателю 41.

Предпочтительно испаритель представляет собой теплообменник, имеющий две стороны, которые пересекают, соответственно, второй выпускной канал 17 (ниже по потоку от приводного блока 1 и выше по потоку от конденсатора 43) и испарительную трубу 20 таким образом, чтобы передавать тепло от теплоносителя, циркулирующего во втором выпускном канале 17, (охлаждая его) к текучей среде, циркулирующей в испарительной трубе 20 (нагревая и испаряя указанную среду).

Следует отметить, что функцией, выполняемой испарителем 95, является обеспечение восстановления перепада энергии между температурой текучего теплоносителя в конце расширения (выпускаемого на втором выпуске 7 рабочей камеры) и температурой текучего теплоносителя при почти полной конденсации (измеряется на выходе испарителя во втором выпускном канале 17), то есть очень большого перепада (например от температуры 360°C до температуры 40°C). Благодаря использованию такого большого перепада энергии, испаритель может производить перегретый водяной пар, который может полностью повторно использоваться в цикле.

Следует отметить, что инжектор 97 является местом, в котором испарительная труба 20 соединяется со второй ветвью 12 приводного контура 10. Инжектор 97 работает в качестве смесительной камеры, которая принимает текучий теплоноситель (после его сжатия), выходящий из первого выпуска 5 и проходящий по каналу 15 (то есть поступающий из обеспечивающей сжатие части рабочей камеры 3), и смешивает его с перегретым водяным паром, передаваемым по испарительной трубе 20 после прохождения через испаритель 95.

Предпочтительно, как показано на фиг.4, тепловой двигатель содержит

компенсационный бак 44, расположенный ниже по потоку от первого выпуска 5 приводного блока, вдоль первого выпускного канала 15, и выполненный с возможностью хранения сжатого текучего теплоносителя, чтобы обеспечить возможность его последующего использования для выравнивания и оптимизации потока теплоносителя, циркулирующего в приводном контуре 10.

Предпочтительно (см. фиг.5-9) нагреватель содержит горелку 40 с закрытой камерой 40А сгорания, причем горелка выполнена с возможностью работы на топливе различных видов и с возможностью снабжения нагревателя 41 тепловой энергией, необходимой для его работы.

Предпочтительно, нагреватель 41 содержит клапан 91 впрыска, выполненный с возможностью управления подачей топлива для питания указанной горелки должным образом.

Предпочтительно, нагреватель 41 может содержать корпус 50, имеющий впуск для воздуха 51 для горения, обычно выбираемого из окружающей среды, и вмещающий указанную горелку 40, функционально работающую вдоль указанной второй замкнутой ветви приводного контура, и указанный конденсатор 43, функционально работающий вдоль первой замкнутой ветви 11 приводного контура, таким образом, что тепло, отбираемое из первой ветви с помощью конденсатора, передается воздуху для горения до того, как он достигнет горелки 40, облегчая процесс сгорания и нагрева текучего теплоносителя во второй ветви 12.

Предпочтительно, (см. вариант выполнения, показанный на фиг.6) тепловой двигатель 200 содержит перегреватель 96, расположенный ниже по потоку от горелки 40, для отбора энергии из горячих продуктов горения горелки, и выполненный с возможностью пересечения испарительной трубы 20 в месте ниже по потоку от низкотемпературной стороны испарителя 95 и выше по потоку от инжектора 97.

Предпочтительно, перегреватель 96 выполнен с возможностью передачи энергии, отводимой от горячих продуктов горения горелки, конденсационной воде, испаряющейся на выходе из испарителя 95, таким образом, чтобы перегреть ее прежде, чем она достигнет инжектора.

Предпочтительно (см. вариант выполнения, показанный на фиг.7) тепловой двигатель 200 имеет замкнутый контур 60 охлаждения, отдельный от указанного приводного контура.

Предпочтительно, контур 60 охлаждения имеет первый рекуператор 98 тепла, предпочтительно расположенный в корпусе 50 нагревателя 41 в месте ниже по потоку от конденсатора 43 и выше по потоку от горелки 40, относительно направления потока воздуха

для горения в нагревателе.

Предпочтительно, контур охлаждения имеет охлаждающее устройство 2R, функционально связанное с корпусом приводного блока 1. В качестве примера, охлаждающее устройство может представлять собой промежуточное пространство, снаружи связанное с корпусом приводного блока, например контактирующее с по меньшей мере одной частью корпуса.

Предпочтительно, контур охлаждения 60 содержит охлаждающие трубы, последовательно соединяющие, образуя круговой канал, первый рекуператор 98 тепла и указанное охлаждающее устройство 2R, причем указанные охлаждающие трубы несут некоторое количество охлаждающей текучей среды (предпочтительно воды).

Предпочтительно, указанные охлаждающие трубы расположены в тепловом двигателе таким образом, чтобы обеспечивать:

взаимодействие с указанным охлаждающим устройством 2R, где низкотемпературная охлаждающая текучая среда отводит тепло от корпуса приводного блока, охлаждая его, и, следовательно, достигает высокой температуры, и

взаимодействие с первым рекуператором 98 тепла, где высокотемпературная охлаждающая текучая среда передает тепло потоку воздуха для горения, нагревая его, и, соответственно, возвращается к низкой температуре.

Предпочтительно, контур охлаждения 60 содержит охлаждающий насос 99, размещенный в указанном контуре охлаждения и функционально работающий в одной из указанных охлаждающих труб для обеспечения циркуляции указанной охлаждающей текучей среды в контуре охлаждения.

Предпочтительно, (см. вариант выполнения, показанный на фиг.8) контур охлаждения содержит второй рекуператор 100 тепла, предпочтительно расположенный в корпусе нагревателя в месте ниже по потоку от горелки 40 и предпочтительно ниже по потоку также от перегревателя 96, вдоль пути выхода горячих продуктов горения нагревателя.

Предпочтительно, охлаждающие трубы последовательно соединяют в указанный круговой канал первый рекуператор 98 тепла, охлаждающее устройство 2R и второй рекуператор 100 тепла, причем последний расположен ниже по потоку от охлаждающего устройства 2R и выше по потоку от первого рекуператора 98 в направлении движения охлаждающей текучей среды, таким образом, что:

в указанном охлаждающем устройстве 2R низкотемпературная охлаждающая текучая среда отводит тепло от корпуса приводного блока, охлаждая его, и, следовательно, достигает высокой температуры,

во втором рекуператоре 100 тепла высокотемпературная охлаждающая текучая среда получает тепло от горячих продуктов горения, охлаждая их, и, следовательно, ее температура повышается,

в первом рекуператоре 98 тепла высокотемпературная охлаждающая текучая среда передает тепло потоку воздуха для горения (прежде чем он поступит в горелку 40), нагревая его, и, следовательно, возвращается к низкой температуре.

В такой конфигурации:

первый рекуператор 98 охлаждает охлаждающую текучую среду путем передачи тепла/энергии воздуху для горения,

указанное охлаждающее устройство 2R охлаждает приводной блок 1 путем передачи тепла/энергии от приводного блока охлаждающей текучей среде, которая подвергается увеличению температуры,

второй рекуператор 100 нагревает указанную охлаждающую текучую среду путем получения тепла/энергии от горячих продуктов горения.

Предпочтительно, (см. вариант выполнения, показанный на фиг.9) тепловой двигатель 200 имеет вспомогательный гидравлический контур, содержащий вспомогательный рекуператор 101, предпочтительно расположенный в корпусе нагревателя в месте ниже по потоку от горелки 40, и предпочтительно ниже по потоку от перегревателя 96, вдоль пути выхода горячих продуктов горения нагревателя.

Предпочтительно, вспомогательный гидравлический контур содержит вспомогательные трубы, выполненные с возможностью прохождения через вспомогательный рекуператор 101 и соединения с по меньшей мере одной вспомогательной системой 103, предпочтительно с системами отопления помещений и/или установками коммунально-бытового горячего водоснабжения.

Предпочтительно, вспомогательный гидравлический контур содержит вспомогательный насос 104, размещенный в указанном вспомогательном гидравлическом контуре и функционально работающий в одной из указанных вспомогательных труб для обеспечения циркуляции в указанном вспомогательном контуре. Предпочтительно, вспомогательный рекуператор 101 выполнен с возможностью извлечения энергии из продуктов горения и передачи ее в текучую среду, циркулирующую в указанном вспомогательном контуре, причем эта энергия может быть использована для вспомогательных систем 103.

Предпочтительно, тепловой двигатель 200 имеет вентилятор 92, размещенный во впуске воздуха для горения корпуса 50 нагревателя и выполненный с возможностью втягивания воздуха для горения из окружающей среды и принудительной подачи

указанного воздуха в горелку 40 чтобы питать процесс горения.

Предпочтительно, тепловой двигатель может иметь один или более обратных клапанов, например известного типа, размещенных вдоль труб приводного контура теплового двигателя и выполненных с возможностью обеспечения циркуляции теплоносителя в одном направлении и предотвращения прохождения потока теплоносителя в противоположном направлении.

Предпочтительно, как схематически показано на фиг.3А, элементы преобразования энергии выполнены с возможностью преобразования энергии указанного теплоносителя в механическую энергию в соответствии с рабочим циклом, обеспечивающим следующую последовательность этапов:

всасывание теплоносителя в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру 3 (через первый впуск 4),

сжатие теплоносителя в указанной по меньшей мере одной рабочей камере и выход (то есть выход наружу) теплоносителя (через первый выпуск 5),

загрузка теплоносителя в указанную по меньшей мере одну рабочую камеру 3 (через второй впуск 6) и расширение теплоносителя в указанной рабочей камере,

выпуск теплоносителя из указанной по меньшей мере одной рабочей камеры (через второй выпуск 7).

Предпочтительно, элементы преобразования энергии содержат одну или более, предпочтительно множество, лопастей или поршней или эквивалентных элементов.

В качестве примера, приводной блок может представлять собой двухтактный или четырехтактный двигатель, или поршневой двигатель, или роторный двигатель.

В качестве примера, приводной блок представляет собой тепловой двигатель, содержащий компрессор, выполняющий указанные этапы всасывания и сжатия, и расширитель, выполняющий указанные этапы расширения и выпуска. Компрессор и расширитель могут быть механически независимы друг от друга или соединены с помощью передаточных элементов.

В качестве примера, компрессор представляет собой многоступенчатый ротационный компрессор, и указанный расширитель представляет собой турбинный расширитель.

В возможных вариантах выполнения, например, показанных на фиг.3-9, предпочтительно указанная по меньшей мере одна рабочая камера 3 содержит:

первую камеру 3А, имеющую первый впуск 4 и первый выпуск 5, в которой происходит всасывание теплоносителя и сжатие теплоносителя,

вторую камеру 3В, отдельную от первой камеры, имеющую второй впуск 6 и второй

выпуск 7, в которой происходит загрузка сжатого теплоносителя, расширение теплоносителя и выпуск теплоносителя.

По существу, камера 3 разделена на две под-камеры, каждая из которых предназначена для выполнения соответствующей части рабочего цикла.

Приводной блок 1 может быть приводным блоком с прерывистым потоком, в котором:

указанная первая камера 3А представляет собой рабочую камеру с переменным объемом, выполненную с возможностью выполнения всасывания текучей среды и ее сжатия,

указанная вторая камера 3В представляет собой рабочую камеру с переменным объемом, выполненную с возможностью выполнения расширения текучей среды и ее выпуска.

В качестве альтернативы, приводной блок 1 представляет собой приводной блок с непрерывным потоком, в котором:

указанная первая камера 3А выполнена с возможностью получения компрессора, обеспечивающего возможность выполнения всасывания текучей среды и ее сжатия;

указанная вторая камера 3В выполнена с возможностью получения турбины, обеспечивающей возможность выполнения расширения текучей среды и ее выпуска.

В возможном варианте выполнения (не показан), с одной рабочей камерой, первый выпуск и второй выпуск совпадают друг с другом, и первый выпуск и второй выпуск совпадают друг с другом.

Имеющиеся в уровне техники эндометрические двигатели некоторых типов (с внутренним сгоранием), с подходящими механическими и функциональными модификациями, могут быть адаптированы для использования в качестве приводного блока 1. В качестве неограничивающего примера следует упомянуть следующие двигатели:

четырёхтактный дизельный поршневой двигатель,
четырёхтактный поршневой двигатель Отто,
четырёхтактный роторный двигатель Ванкеля,
четырёхтактный квазитурбинный роторный двигатель (патент US-2014-0140879-A1).

Имеющиеся в уровне техники экзометрические двигатели некоторых других типов (с внешним сгоранием), с небольшими механическими и функциональными модификациями, могут быть адаптированы для использования в качестве приводного блока 1. В качестве неограничивающего примера следует упомянуть следующие двигатели:

роторный лопастной двигатель, образованный секцией всасывания-сжатия и одной

или двумя секциями расширения-выпуска, ограниченный четырьмя или шестью поршнями скольжения, с периодически переменной скоростью, в одном кольцевом цилиндре, как уже раскрыто в патентных заявках: WO-2015/114602-A1, WO-2019/008457-A1, поданных тем же заявителем, что и данная заявка,

поршневого двигателя Эриксона с двумя цилиндрами,

роторный двигатель Ванкеля, образованный компрессором и расширителем, механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патент: US 3,426,525),

- роторный двигатель Палетт, образованный компрессором и расширителем, механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: DE 4317690A1),

- роторный трехлопастной двигатель, образованный компрессором и расширителем, механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: US 20110259002A1),

- роторный лопастной двигатель, образованный компрессором и расширителем, механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: WO 02084078A1),

- роторный двигатель Скролл, образованный компрессором и расширителем, механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: US 20050172622A1)

- роторный двигатель с многоступенчатой турбиной, образованный компрессором и расширителем, механически соединенными друг с другом с помощью какой-либо системы передачи (патентная заявка: WO 2012123500A2).

Тепловой двигатель 200 может предпочтительно содержать электрический генератор G, например генератор переменного тока, соединенный с выходным валом 8 таким образом, чтобы получать на входе вращательное движение (создаваемое приводным блоком 1), предпочтительно с постоянной угловой скоростью, и генерировать электрический ток на выходе, предназначенный для питания внешней системы.

Электрический генератор G выполнен с возможностью преобразования механической работы, производимой приводным блоком (а именно его расширительной частью), в электрическую энергию.

Электрический генератор также может быть выполнен с возможностью выполнения функции пускового мотора на начальном этапе запуска приводного блока.

В рамках настоящего изобретения, указанный текучий теплоноситель представляет собой смесь, содержащую газ и водяной пар или воду.

Указанный газ может представлять собой воздух или гелий или другую газообразную текучую среду (или смесь газообразных текучих сред), совместимую с водяным паром или водой, при этом указанный тепловой цикл, реализуемый тепловым двигателем, представляет собой комбинированный тепловой цикл.

Кроме того, следует указать, что в состоянии «покоя» теплового двигателя, используемые текучие среды (например, воздух и вода) находятся при той же температуре, что и окружающая среда, а также что, во время работы, внутри приводного блока и приводного контура может быть давление, отличное от атмосферного давления.

Следует отметить, что тепловой двигатель содержит подходящие устройства управления и настройки (например, электронный блок управления, который запрограммирован подходящим образом), которые не показаны и, например могут быть известного типа. Кроме того, тепловой двигатель предпочтительно содержит средства запуска, выполненные с возможностью управления этапами инициализации рабочего цикла и запуска различных элементов теплового двигателя (запуск приводного блока, нагревателя, циркуляции теплоносителя и т.д.)

Далее описан способ выполнения теплового цикла согласно настоящему изобретению. Данный способ работает с текучим теплоносителем и включает прежде всего следующие этапы:

размещение теплового двигателя, предпочтительно согласно настоящему изобретению, например тепловой двигатель 200 согласно вариантам выполнения, показанным на фиг.3-9;

запуск приводного блока 1, перемещение элементов для преобразования энергии теплоносителя;

приведение в действие нагревателя 41 для нагрева теплоносителя в приводном контуре;

активация рабочего цикла.

Предпочтительно рабочий цикл включает следующие этапы:

всасывание теплоносителя в рабочую камеру 3 (предпочтительно в первую под-камеру 3A) через первый впуск 4;

сжатие теплоносителя в рабочей камере и выход указанного теплоносителя из первого выпуска 5;

нагрев теплоносителя, циркулирующего во второй ветви 12 приводного контура 10, с помощью нагревателя 41;

загрузка теплоносителя в рабочую камеру 3 (предпочтительно во вторую под-камеру 3B) через второй впуск 6 и расширение теплоносителя в рабочей камере 3;

выпуск теплоносителя из рабочей камеры через указанный второй выпуск 7.

Указанные этапы рабочего цикла, относящиеся к всасыванию, сжатию, загрузке и выпуску теплоносителя обеспечивают преобразование тепловой энергии указанного теплоносителя в механическую энергию.

Предпочтительно способ включает этап передачи указанной механической энергии, генерируемой указанными элементами преобразования, на указанный выходной вал 8, что обеспечивает вращательное движение на выходе, предпочтительно с постоянной угловой скоростью.

Предпочтительно способ включает следующие этапы (см. фиг.3-5 и пути теплоносителя, обозначенные стрелками, в трубах, что иллюстрирует работу цикла):

теплоноситель, выходящий из второго выпуска 7 приводного блока 1, перемещается во второй выпускной канал 17 первой ветви 11 приводного контура 10 и проходит через высокотемпературную сторону испарителя 95;

далее теплоноситель проходит в первую ветвь 11 и попадает в конденсатор 43, где он охлаждается;

далее теплоноситель проходит в первую ветвь 11 и попадает в сепаратор 93 конденсата, где присутствующая в теплоносителе вода конденсируется и отделяется от воздуха, прежде чем теплоноситель достигнет первого выпуска 4 приводного блока;

конденсационная вода, предварительно извлеченная из воздуха с помощью сепаратора 93 конденсата, всасывается и направляется, с помощью насоса 94, в испарительную трубу 20, входящую во вторую ветвь 12, в месте первого выпускного канала 15 перед нагревателем 41;

конденсационная вода, циркулирующая в испарительной трубе 20, проходит через низкотемпературную сторону испарителя 95, где она нагревается и испаряется, прежде чем попасть во вторую ветвь 12;

заданное количество водяного пара впрыскивается во вторую ветвь 12, перед нагревателем 41, с помощью инжектора 97, причем указанное количество водяного пара обеспечивает увеличение единичной мощности приводного блока 1 и обеспечивает смазку элементов преобразования энергии, подвижно размещенных в рабочей камере 3.

Предпочтительно, способ в соответствии с вариантом выполнения, показанным на фиг.6, включает следующие этапы:

конденсационная вода, после прохождения через низкотемпературную сторону испарителя 95, где она нагревается и испаряется, проходит в испарительную трубу 20 и достигает перегревателя 96, который размещен выше по потоку от инжектора 97 (то есть между испарителем 95 и инжектором 97) и передает тепло конденсационной воде,

испаряемой таким образом, чтобы обеспечить ее перегрев прежде чем она достигнет инжектора 97.

Предпочтительно, способ в соответствии с вариантом выполнения, показанным на фиг.7, может обеспечить размещение контура 60 охлаждения, содержащего первый рекуператор 98, охлаждающее устройство 2R, охлаждающие трубы и охлаждающий насос 99, и выполнение следующих этапов:

обеспечение взаимодействия низкотемпературной охлаждающей текучей среды с охлаждающим устройством 2R, где она отводит тепло от корпуса 2 приводного блока 1, охлаждая его, и, следовательно, она нагревается до высокой температуры;

обеспечение взаимодействия высокотемпературной охлаждающей текучей среды с первым рекуператором 98 тепла, где она передает тепло потоку воздуха для горения, нагревая его, в результате чего она охлаждается и возвращается к низкой температуре;

приведение в действие охлаждающего насоса 99 для обеспечения циркуляции охлаждающей текучей среды в контуре 60 охлаждения.

Предпочтительно, способ в соответствии с вариантом выполнения, показанным на фиг.8, может обеспечить размещение второго рекуператора 100 в контуре 60 охлаждения и выполнение следующих этапов:

в охлаждающем устройстве 2R обеспечивают отведение низкотемпературной охлаждающей текучей средой тепла от корпуса 2 приводного блока 1, охлаждая его, в результате чего указанная среда нагревается до высокой температуры;

во втором рекуператоре 100 тепла обеспечивают получение высокотемпературной охлаждающей текучей средой тепла от горячих продуктов горения, охлаждая их, в результате чего температура указанной среды повышается;

в первом рекуператоре 98 тепла обеспечивают передачу высокотемпературной охлаждающей текучей средой тепла потоку воздуха для горения, нагревая его, в результате чего указанная среда охлаждается и возвращается к низкой температуре.

Предпочтительно, способ в соответствии с вариантом выполнения, показанным на фиг.9, может обеспечить размещение вспомогательного гидравлического контура, содержащего вспомогательный рекуператор 101, вспомогательные трубы и вспомогательный насос 104, в также выполнение следующих этапов:

извлечение энергии из продуктов горения с помощью вспомогательного рекуператора 101,

передача указанной энергии в текучую среду, циркулирующую в указанном вспомогательном контуре,

обеспечение доступности указанной энергии для использования во

вспомогательных системах 103.

Таким образом, в настоящем изобретении могут быть предусмотрены многочисленные модификации и варианты, которые подпадают под объем изобретательского замысла, причем упомянутые выше компоненты могут быть заменены другими технически эквивалентными элементами.

Настоящее изобретение обеспечивает важные преимущества. Во-первых, настоящее изобретение, как ясно следует из данного описания, позволяет устранить по меньшей мере некоторые из недостатков известных технических решений.

Кроме того, двигатель и соответствующий способ согласно изобретению выполнены с возможностью использования множества источников тепла и производства механической энергии (работы), так как их можно использовать в любом месте и по любому назначению, предпочтительно для производства электроэнергии.

Кроме того, тепловой двигатель согласно настоящему изобретению характеризуется высоким термодинамическим выходом и оптимальным соотношением веса и мощности.

С точки зрения термодинамики, впрыск водяного пара в теплоноситель позволяет обеспечить оптимальную смазку приводного блока, с уменьшением трения и износа с увеличением, в результате, механического выхода.

Кроме того, текучий теплоноситель позволяет обеспечить увеличение единичной мощности благодаря увеличению расхода и молекулярного веса теплоносителя, расширяемого в приводном блоке. Кроме того, исключено увеличение работы по отрицательному сжатию, так как подаваемая в теплоноситель вода сконденсирована и отделена от воздуха (или от другой используемой газообразной текучей среды) перед ее всасыванием.

Кроме того, испаритель обеспечивает увеличение общего выпуска, так как количество тепла, поглощаемого для испарения, компенсируется благодаря восстановлению энергии, выполняемому испарителем.

Кроме того, тепловой двигатель согласно настоящему изобретению характеризуется простой механической конструкцией, которую легко получить.

Кроме того, тепловой двигатель согласно настоящему изобретению характеризуется уменьшенной стоимостью изготовления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Термодинамический цикл, выполненный с возможностью использования с тепловым двигателем, работающий с несколькими комбинированными текучими средами и отличающийся тем, что он содержит:

а) компрессор (1'), выполненный с возможностью всасывания ① и сжатия ② циркулирующей газообразной текучей среды, такой, как воздух и/или гелий и/или другой совместимый газ;

б) обратный клапан (6'), выполненный с возможностью предотвращения циркуляции сжатой газообразной текучей среды в противоположном направлении;

в) смесительная камера (8'), выполненная с возможностью приема сжатых газов, поступающих из компрессора (1'), для последующего смешивания сжатых газов с перегретым водяным паром, поступающим из генератора (13') регенерируемого пара, для создания смеси;

г) перегреватель (10'), выполненный с возможностью перегрева смеси, поступающей из смесительной камеры (8'), для получения тепловой энергии " Q_H ", необходимой для задания вращения расширителя (3');

д) расширитель (3'), выполненный с возможностью приема перегретой смеси ③ и обеспечения ее расширения ④, извлечения из нее тепловой энергии и производства полезной механической работы цикла " L_E ";

е) генератор (13') регенерируемого пара, выполненный с возможностью извлечения остаточной тепловой энергии (Q_R), содержащейся в смеси, выходящей из расширителя (3'), и использования ее для генерации перегретого водяного пара для повторного введения в цикл;

ж) конденсатор (15'), выполненный с возможностью рассеивания невозстанавливаемой энергии (Q_{LR}), чтобы завершить конденсацию смеси при низкой температуре, которая выводится из генератора (13') регенерируемого пара;

з) сепаратор (17'), выполненный с возможностью отделения газообразной части смеси, такой как воздух и/или гелий и/или другой совместимый газ, от жидкой части (конденсационной воды), чтобы их можно было использовать в цикле по-отдельности;

и) дозирующий насос (20'), имеющий регулятор (21') расхода и выполненный с возможностью всасывания из сепаратора (17') заданного количества конденсационной воды и перекачивания ее под высоким давлением в генератор (13') регенерируемого пара;

к) электрический генератор (4'), выполненный с возможностью преобразования механической работы " L_E ", производимой расширителем, в электрическую энергию, а

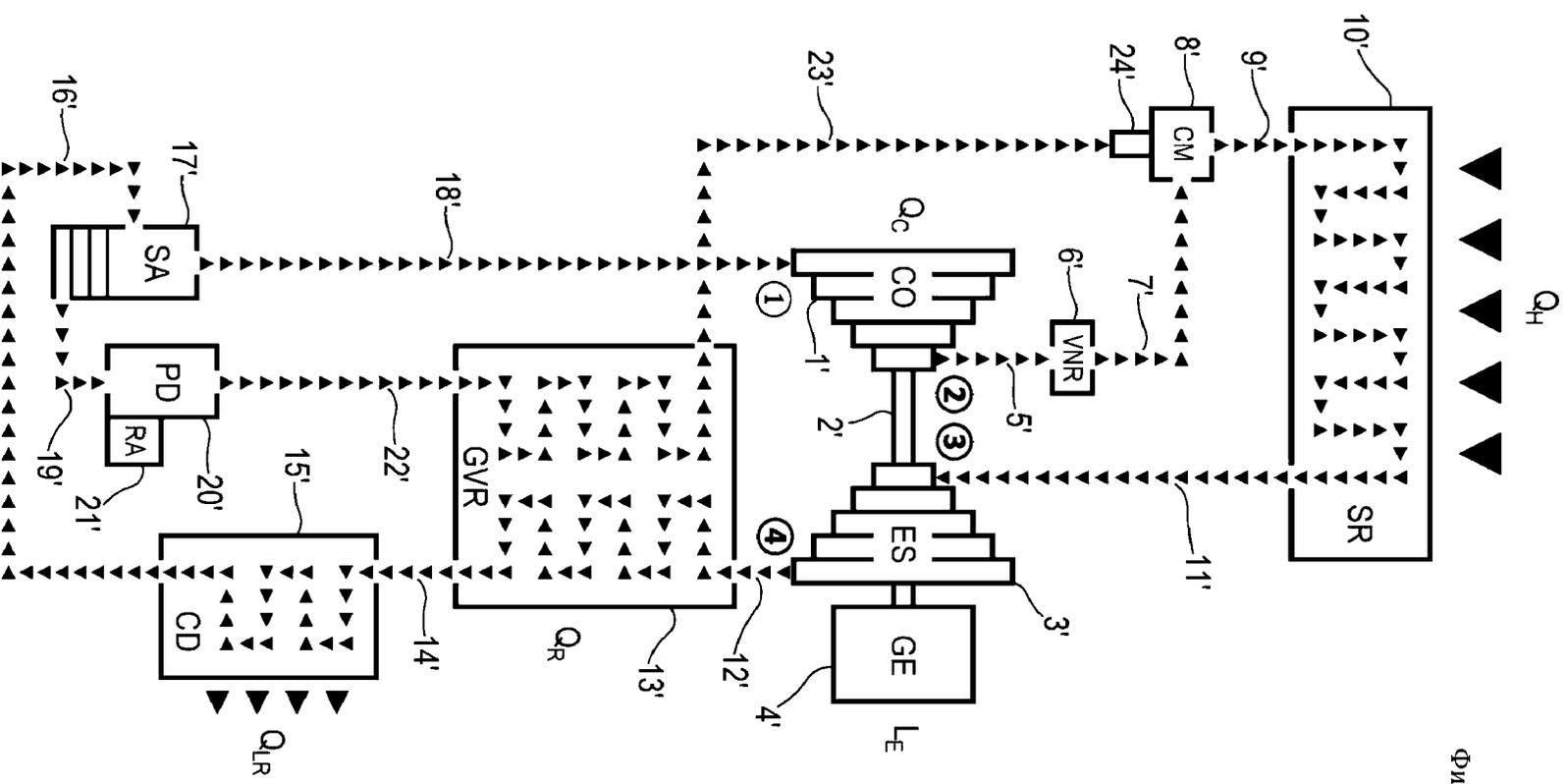
также с возможностью выполнения функции пускового мотора на начальном этапе запуска теплового двигателя.

2. Термодинамический цикл по п.1, отличающийся тем, что генератор (13') регенерируемого пара выполнен с возможностью извлечения остаточной тепловой энергии (Q_R), еще содержащейся в смеси, выходящей из расширителя (3'), и генерации перегретого водяного пара, который затем снова вводится в цикл, с возвращением восстановленной тепловой энергии и увеличением тем самым как единичной мощности теплового двигателя, так и общего теплового выхода самого цикла.

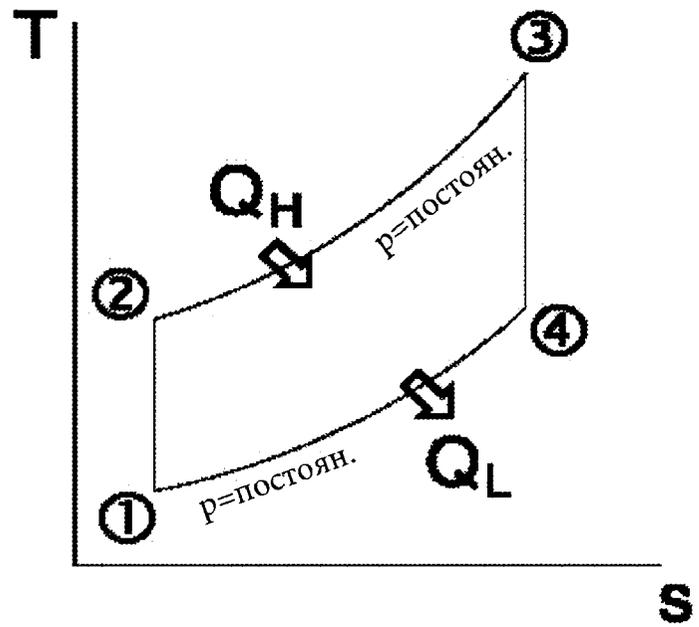
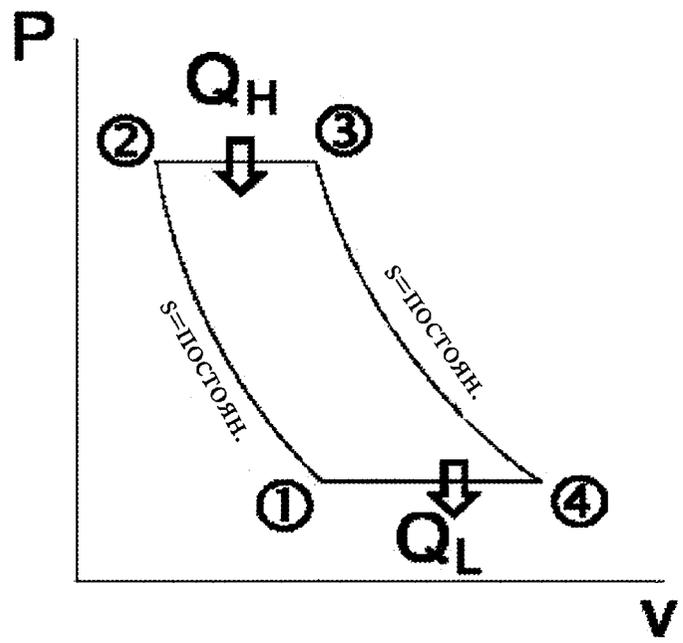
3. Термодинамический цикл по п.1, отличающийся тем, что посредством генератора (13') регенерируемого пара водяной пар, произведенный и повторно введенный в цикл, обеспечивает возможность смазки цилиндров и поршней теплового двигателя, с уменьшением при этом механического трения.

4. Термодинамический цикл по любому из п.п.1-3, отличающийся тем, что для механического преобразования тепловой энергии он содержит роторный двигатель, образованный многоступенчатым компрессором (1') и турбинным расширителем (3'), механически соединенными друг с другом посредством приводного вала (2').

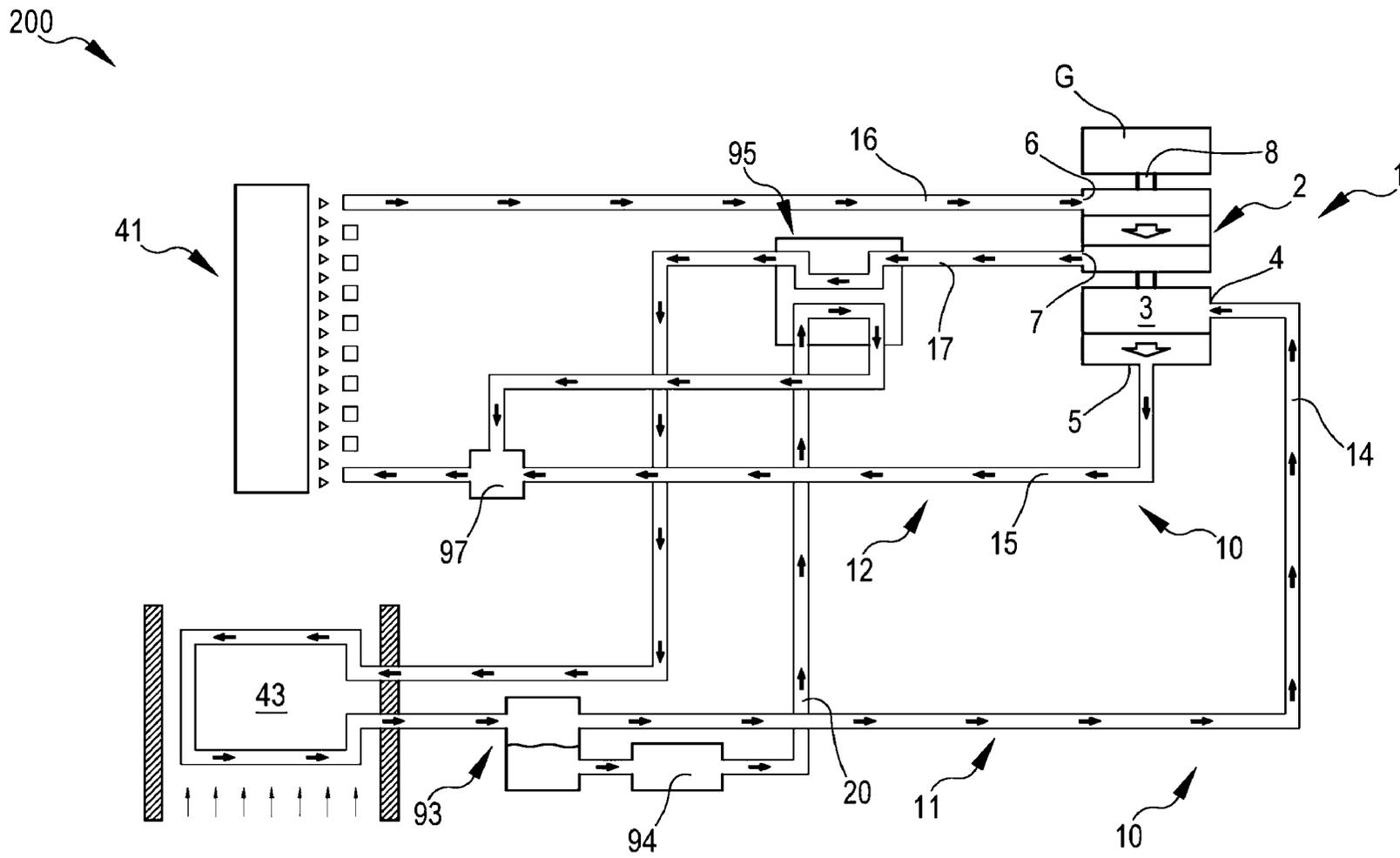
5. Термодинамический цикл по любому из п.п.1-3, отличающийся тем, что для механического преобразования тепловой энергии он содержит тепловой двигатель, образованный компрессором (1'), выполняющим функции всасывания/сжатия, и расширителем (3'), выполняющим функции расширения/выпуска, которые механически независимы друг от друга или соединены посредством передачи, и соответствующим образом модифицированы для обеспечения возможности использовать генератор (13') регенерируемого пара.



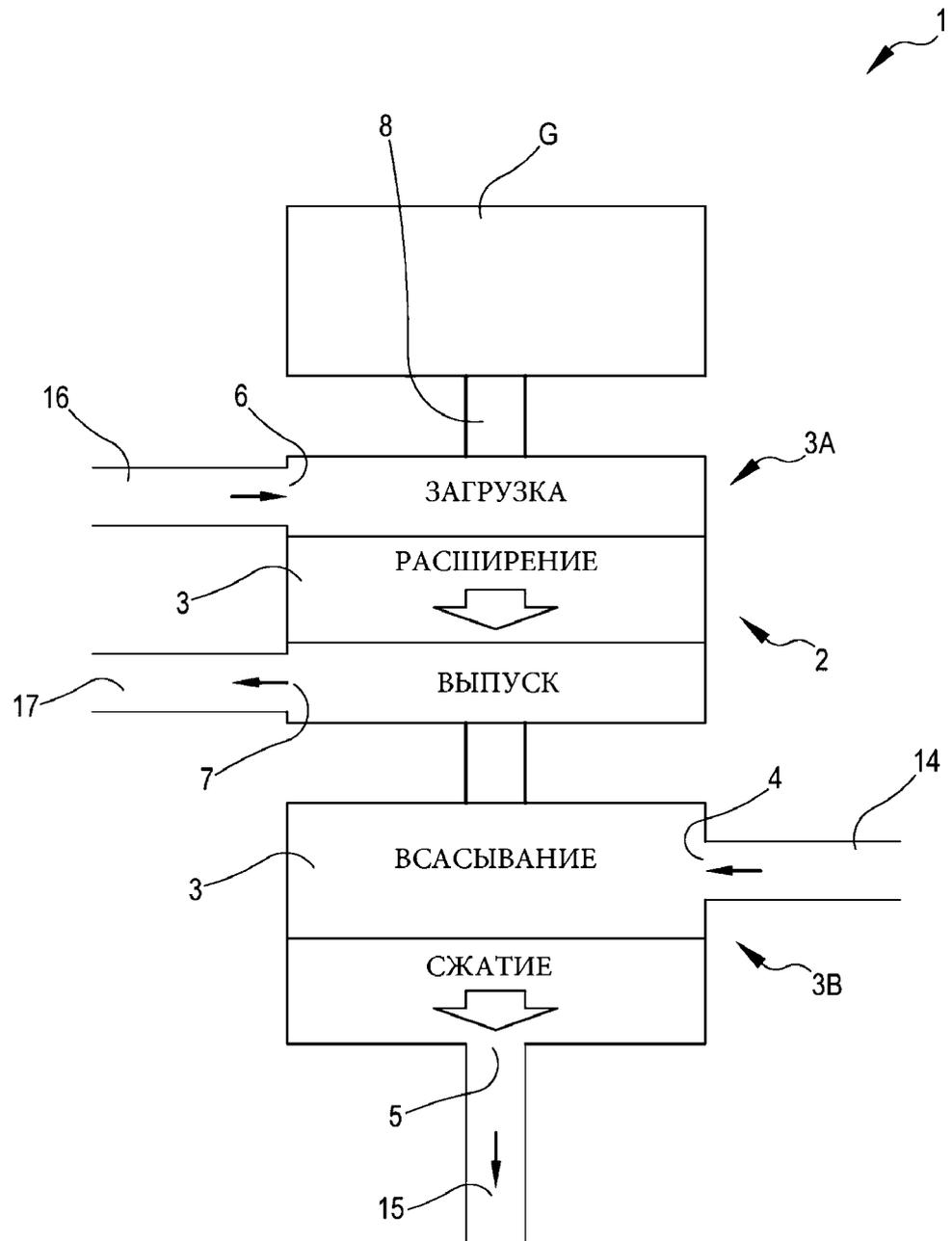
Фиг. 1



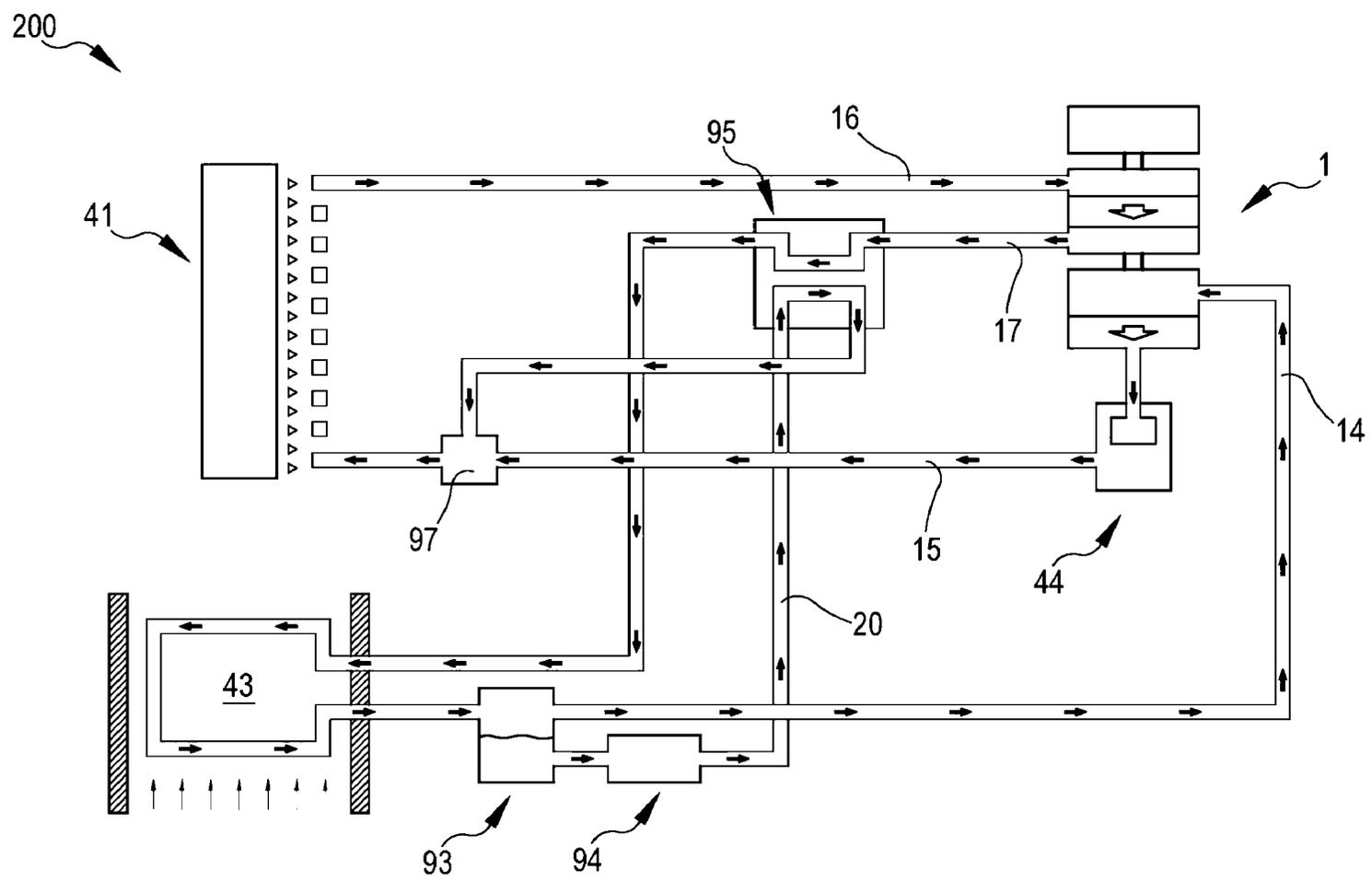
Фиг. 2



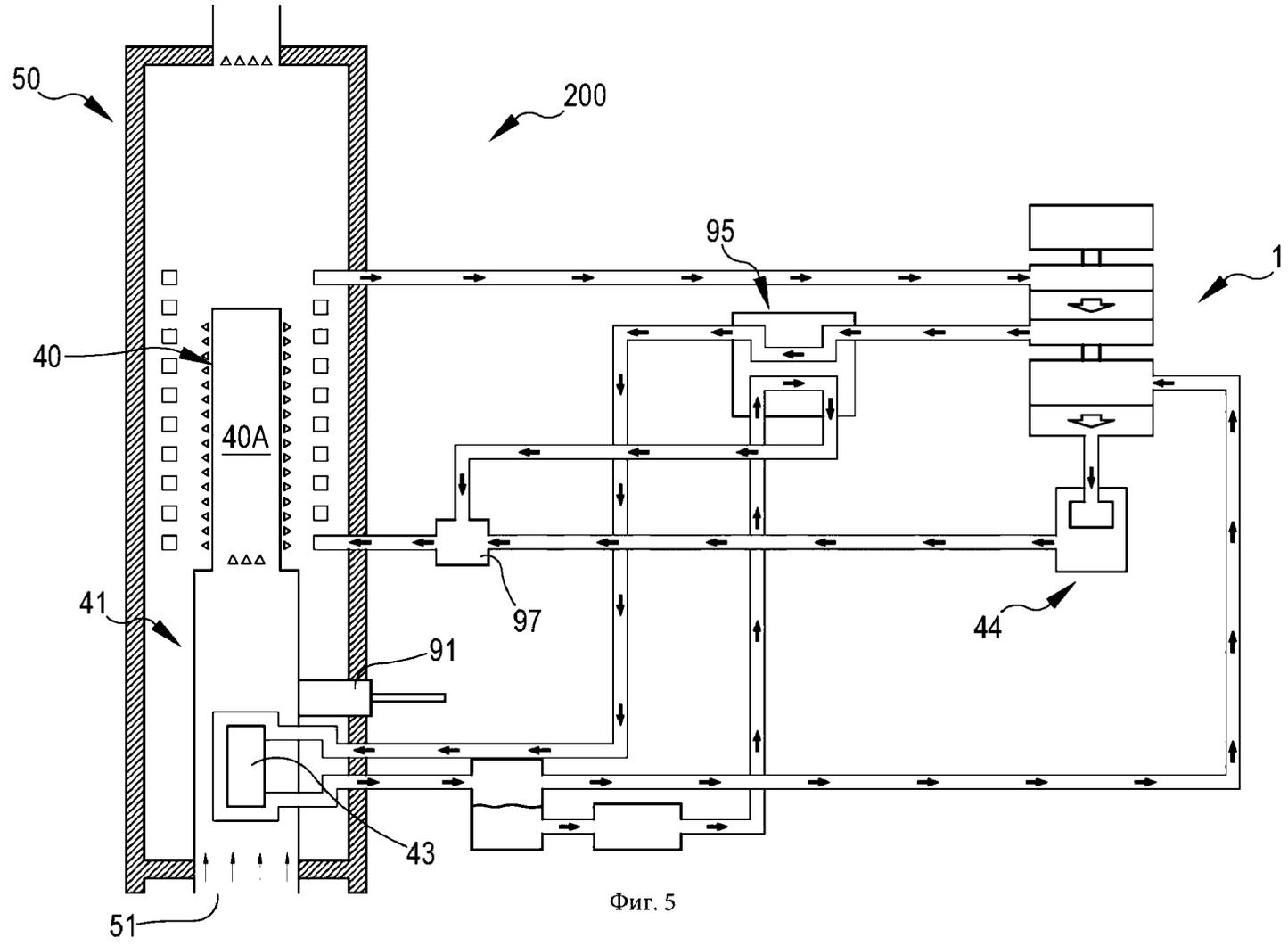
Фиг. 3



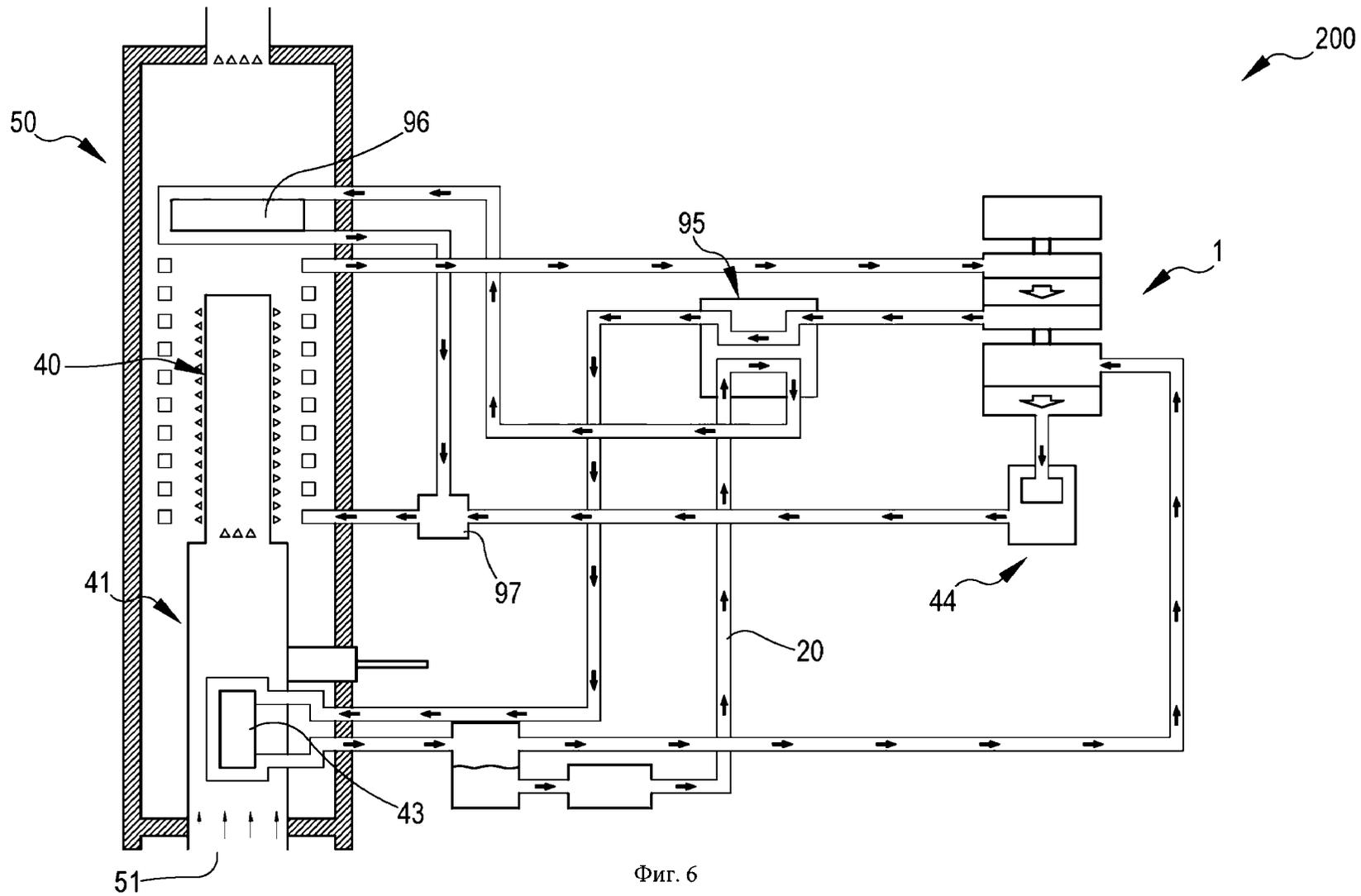
Фиг. 3А



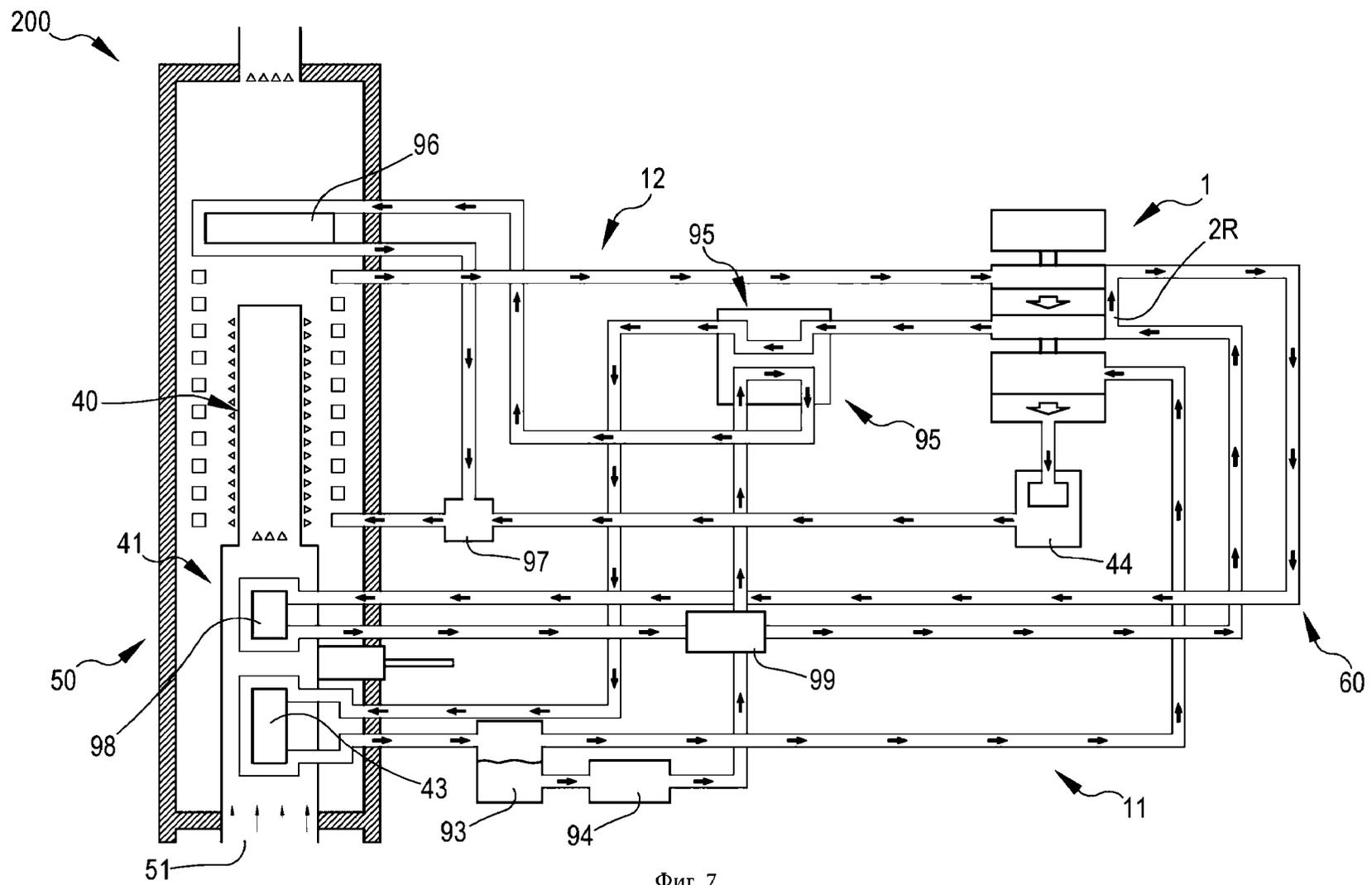
Фиг. 4



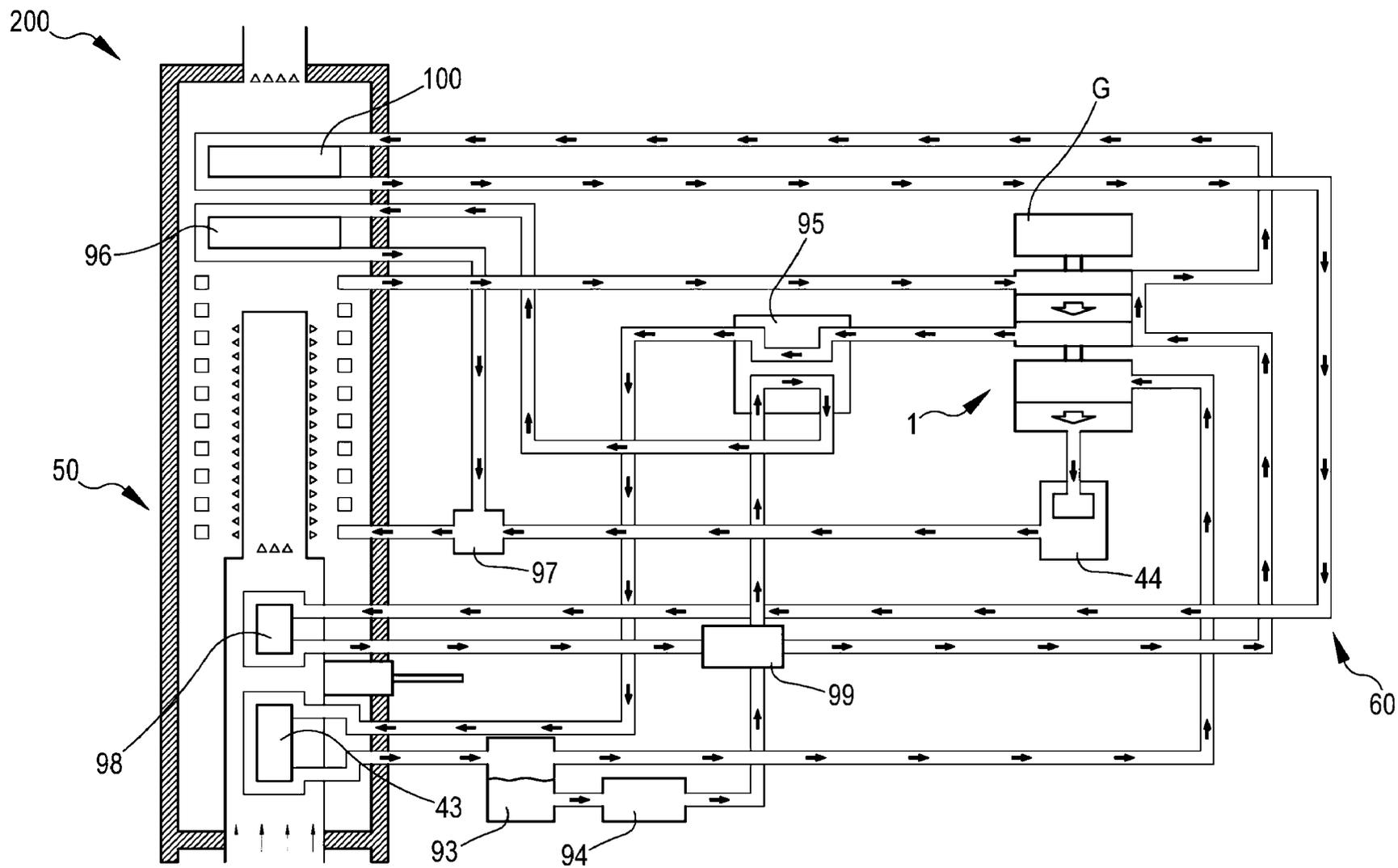
Фиг. 5



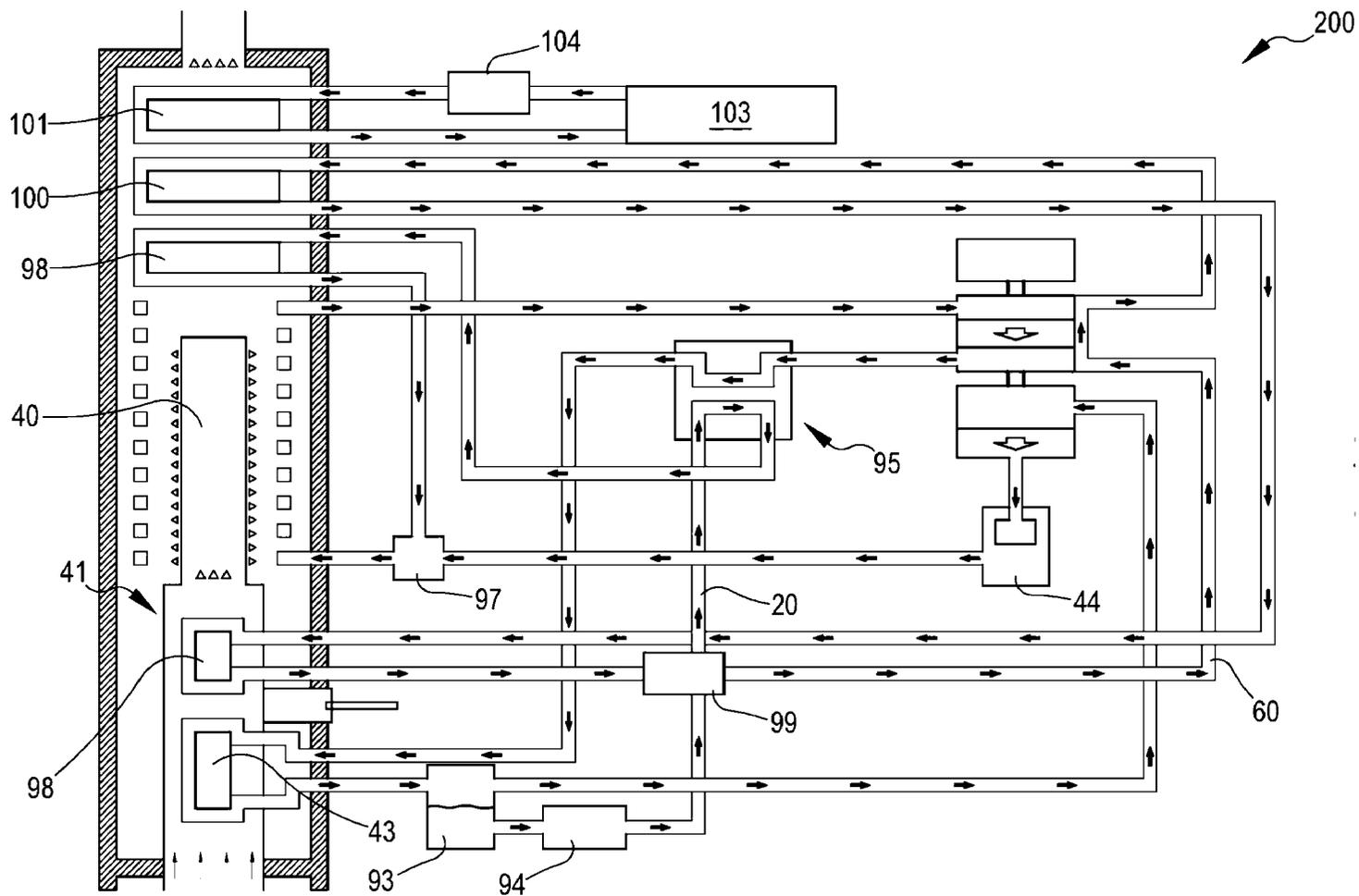
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference IVA1P31WO	FOR FURTHER ACTION see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/IB2020/058210	International filing date (<i>day/month/year</i>) 3 September 2020 (03-09-2020)	(Earliest) Priority Date (<i>day/month/year</i>) 6 September 2019 (06-09-2019)
Applicant I.V.A.R. S.P.A.		

This international search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 6 sheets.

It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of:

- the international application in the language in which it was filed
 a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

b. This international search report has been established taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43.6*bis*(a)).

c. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, see Box No. I.

2. **Certain claims were found unsearchable** (See Box No. II)

3. **Unity of invention is lacking** (see Box No III)

4. With regard to the **title**,

- the text is approved as submitted by the applicant
 the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

- the text is approved as submitted by the applicant
 the text has been established, according to Rule 38.2, by this Authority as it appears in Box No. IV. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority

6. With regard to the **drawings**,

- a. the figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No. 1
 as suggested by the applicant
 as selected by this Authority, because the applicant failed to suggest a figure
 as selected by this Authority, because this figure better characterizes the invention
- b. none of the figures is to be published with the abstract

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2020/058210

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2020/058210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01K21/04
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/031122 A1 (CUYCHA INNOVATION OY [FI]; NURMIA MATTI [FI]) 7 April 2005 (2005-04-07) page 10, line 13 - page 16, line 10; claims; figures abstract	1-20
X	DE 23 45 420 A1 (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 3 April 1975 (1975-04-03) page 3, paragraph 2 - page 9, lines -; claims; figure	1-20
X	DE 36 05 466 A1 (GREUL ARTUR RICHARD) 27 August 1987 (1987-08-27) column 2, line 58 - column 3, line 66; claims; figure abstract	1-20
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 21 April 2021	Date of mailing of the international search report 30/04/2021
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Zerf, Georges
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2020/058210

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/124061 A1 (JOHNSON KEITH STERLING [US]; NEWMAN COREY JACKSON [US]) 14 August 2014 (2014-08-14) page 8, last paragraph - page 13, paragraph 2; claims; figure abstract	1-5
A	----- EP 2 574 738 A1 (SIEMENS AG [DE]) 3 April 2013 (2013-04-03) abstract	1-5
X	----- WO 2013/042142 A1 (ENEA MATTEI SPA [IT]; CONTALDI GIULIO [IT]) 28 March 2013 (2013-03-28) page 3, line 1 - page 17, line 24; claims; figures abstract	6-20
X	----- US 9 624 793 B1 (PASCH JAMES JAY [US]) 18 April 2017 (2017-04-18) column 3, line 62 - column 6, line 38; claims; figures abstract	6-20
X	----- US 7 926 276 B1 (DUNN PAUL M [US]) 19 April 2011 (2011-04-19) column 2, line 58 - column 4, line 30; claims; figures abstract	6-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/IB2020/058210

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005031122	A1	07-04-2005	NONE	

DE 2345420	A1	03-04-1975	NONE	

DE 3605466	A1	27-08-1987	NONE	

WO 2014124061	A1	14-08-2014	CA 2900257 A1	14-08-2014
			DK 2954177 T3	15-02-2021
			EP 2954177 A1	16-12-2015
			HR P20210222 T1	19-03-2021
			JP 6502859 B2	17-04-2019
			JP 2016513201 A	12-05-2016
			LT 2954177 T	25-02-2021
			PT 2954177 T	15-02-2021
			RU 2015137839 A	10-03-2017
			US 2015369086 A1	24-12-2015
			US 2017335724 A1	23-11-2017
			WO 2014124061 A1	14-08-2014

EP 2574738	A1	03-04-2013	CN 103842623 A	04-06-2014
			EP 2574738 A1	03-04-2013
			EP 2748435 A1	02-07-2014
			US 2014338329 A1	20-11-2014
			WO 2013045437 A1	04-04-2013

WO 2013042142	A1	28-03-2013	CN 103975134 A	06-08-2014
			EP 2744989 A1	25-06-2014
			WO 2013042142 A1	28-03-2013

US 9624793	B1	18-04-2017	US 9624793 B1	18-04-2017
			US 9856754 B1	02-01-2018

US 7926276	B1	19-04-2011	NONE	

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-5

A thermodynamic cycle comprising a compressor, check valve, mixing box, superheater, expander, recovery vapor generator, condenser, separator, metering pump and an electric generator

2. claims: 6-20

A heat engine comprising a drive unit, a drive circuit and a heater and the corresponding method
