

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038808**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.10.22

(21) Номер заявки
202090189

(22) Дата подачи заявки
2018.06.12

(51) Int. Cl. **F01C 1/077** (2006.01)
F01C 1/18 (2006.01)
F01K 7/36 (2006.01)
F01K 13/00 (2006.01)

(54) ТЕПЛОВАЯ МАШИНА, ПРЕДНАЗНАЧЕННАЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЦИКЛОВ, И СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЦИКЛОВ ПОСРЕДСТВОМ ТАКОЙ ТЕПЛОВОЙ МАШИНЫ

(31) **102017000074290**

(32) **2017.07.03**

(33) **IT**

(43) **2020.04.30**

(86) **PCT/IB2018/054254**

(87) **WO 2019/008457 2019.01.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
И.В.А.Р. С.П.А. (IT)

(72) Изобретатель:
Оливотти Серджо (IT)

(74) Представитель:
**Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.
(RU)**

(56) **WO-A1-2015114602**
DE-A1-2910990
EP-A1-0553524
WO-A1-2014076637

(57) Тепловая машина (121) для осуществления теплового цикла, причем тепловая машина выполнена с возможностью работы с текучим теплоносителем и содержит приводной блок (1), содержащий первый ротор (4) и второй ротор (5), каждый из которых имеет три поршня (7а, 7b, 7с; 9а, 9b, 9с), которые выполнены с возможностью скольжения в кольцевой камере (12), причем поршни образуют шесть камер (13', 13'', 13'''; 14', 14'', 14''') переменного объема. Приводной блок содержит трансмиссию, выполненную с возможностью преобразовывать вращательное движение с соответствующими первой и второй периодически изменяющимися угловыми скоростями (ω_1 , ω_2) указанных первого и второго роторов (4, 5), которые имеют рассогласование друг относительно друга, во вращательное движение с постоянной угловой скоростью. Тепловая машина дополнительно содержит компенсационный резервуар (44), выполненный с возможностью накапливать сжатый текучий теплоноситель из приводного блока, регенератор (42), выполненный с возможностью предварительного нагрева текучего теплоносителя, нагреватель (41), выполненный с возможностью перегрева текучего теплоносителя, циркулирующего в извилистой катушке, горелку (40), предназначенную для подачи необходимой тепловой энергии в нагреватель (41); причем регенератор (42), сообщаемый по текучей среде с приводным блоком (1), дополнительно выполнен с возможностью получения тепловой энергии из отработанного текучего теплоносителя и использования его для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению к нагревателю (41). Настоящее изобретение также относится к способу выполнения теплового цикла с помощью указанной тепловой машины.

B1**038808****038808****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к "тепловой машине", содержащей "роторный приводной блок" и оснащенной системой передачи движения, и к некоторым ее конкретным функциональным конфигурациям, при этом, несмотря на использование в качестве основы тепловых циклов Джоуля-Эрикссона, настоящее изобретение дополняет и улучшает их, обеспечивая инновационный комбинированный тепловой цикл, который работает со смесью воздуха и водяного пара, с целью получения повышенной единичной мощности, значительного увеличения общего КПД и эффективного смазывания цилиндра, в котором вращаются поршни. Настоящее изобретение также относится к способу выполнения тепловых циклов.

В частности, настоящее изобретение может найти применение в производстве электрической энергии из возобновляемых источников, в области совместной выработки электрической энергии и тепла, в области транспорта и в целом в автомобильном секторе.

Уровень техники

Некоторые исторические соображения, касающиеся термодинамических циклов, уже изложены в описании заявки на патент, опубликованной под номером WO2015/114602A1 от имени этого же заявителя, поэтому представляется целесообразным отметить далее только наиболее важные части, составляющие идею настоящего изобретения, в отношении применения тепловой машины, характеризующейся новым "пульсирующим тепловым циклом", в основе которого лежат циклы Джоуля-Эрикссона.

Историческая справка по двигателю Эрикссона

Первая конструкция и производство двигателя Эрикссона "на горячем воздухе" относятся к 1826 году, причем изначально он не предусматривал регенерацию и имел довольно скромный общий КПД.

В 1833, был создан новый двигатель Эрикссона, оснащенный клапанами и тепловым рекуператором, что позволило получить значительное увеличение общего КПД.

В 1853 году был построен двигатель Эрикссона "на горячем воздухе", который использовался на кораблях, причем он был способен генерировать 220 кВт мощности при общем КПД в 13,3%.

В последующие годы было произведено несколько тысяч двигателей Эрикссона, которые нашли применение на кораблях и в производственно-контрольных лабораториях в США.

С 1855 по 1860 годы было создано примерно 3000 маломощных (600 Вт) двигателей Эрикссона. Они продавались и применялись в США, Германии, Франции и Швеции.

Эти двигатели обладали высокой надежностью и устойчивостью, настолько, что один двигатель, установленный в световом маяке, мог продолжать работать в течение 30 лет после введения в эксплуатацию.

По причинам, которые до сих пор полностью не ясны, на замену двигателей Эрикссона сначала пришли традиционные паровые двигатели, а затем двигатели внутреннего сгорания, более мощные и с более компактными размерами.

Схематическое представление замкнутого цикла Эрикссона

Цикл Эрикссона, характеризующийся применением двигателя с возвратно-поступательным движением, работающего в замкнутом контуре, схематично представлен на фиг. 4, и имеет в составе следующие основные компоненты:

Е - расширительный цилиндр;

Е1-Е2 - впускные/выпускные клапаны расширительного цилиндра;

Р - теплообменник/рекуператор;

К - теплообменник/теплопоглотитель;

С - цилиндр сжатия;

С1-С2 - впускные/выпускные клапаны цилиндра сжатия;

Н - нагреватель "текущего теплоносителя".

Как показано на фиг. 4, двигатель Эрикссона функционирует следующим образом:

в цилиндре С, в результате нисходящего движения поршня, текущий теплоноситель (при температуре Т1), проходящий через клапан С1, сначала всасывается и далее, в результате восходящего движения поршня, сжимается до достижения максимального значения, соответствующего предварительно установленному соотношению;

сжатый текущий теплоноситель далее проходит через клапан С2 и выходит из цилиндра С (при температуре Т2);

текущий теплоноситель затем проходит в рекуператор Р, где он получает тепло и нагревается сильнее (до температуры Т2');;

текущий теплоноситель далее проходит к нагревателю Н, где он получает тепло и нагревается сильнее (до температуры Т3);;

текущий теплоноситель далее проходит через клапан Е1 и входит в цилиндр Е, где, за счет расширения, он обеспечивает нисходящее движение поршня с производством полезной работы;

уже расширенный текущий теплоноситель, в результате восходящего движения поршня, далее выпускается из цилиндра и (при сниженной температуре Т4) проходит через клапан Е2;

текущий теплоноситель затем проходит через рекуператор Р, где он отдает тепло (с достижением

сниженной температуры T4');

текущий теплоноситель далее проходит через теплопоглотитель К, где он снова отдает тепло (с достижением температуры T1) и откуда может начаться новый цикл, полностью идентичный предыдущему циклу.

Схематическое представление замкнутого цикла Джоуля

Цикл Джоуля, характеризующийся применением турбомашин с непрерывным вращательным движением, работающей в замкнутом контуре, схематично показан на фиг. 5 и имеет в составе следующие основные компоненты:

- Е - расширительная турбина;
- Р - теплообменник/рекуператор;
- К - теплообменник/теплопоглотитель;
- С - турбина сжатия;
- Н - нагреватель "текучего теплоносителя".

Как показано на фиг. 5, турбомашин Джоуля функционирует следующим образом: в результате быстрого вращательного движения турбины С, текущий теплоноситель (при температуре T1) всасывается и сжимается до максимального предварительно установленного значения;

сжатый текущий теплоноситель затем выходит из турбины С (при температуре T2);

текущий теплоноситель проходит далее в рекуператор Р, где он получает тепло и нагревается (до температуры T2');

текущий теплоноситель затем проходит в нагреватель Н, где он получает тепло и нагревается сильнее (до температуры T3);

текущий теплоноситель входит далее в турбину Е, где, за счет расширения, он способствует вращательному движению самой турбины с производством полезной работы;

уже расширенный текущий теплоноситель далее выпускается из турбины Е (при сниженной температуре T4);

текущий теплоноситель затем проходит через рекуператор Р, где он отдает тепло (до достижения сниженной температуры T4');

текущий теплоноситель затем проходит через теплопоглотитель К, где он снова отдает тепло (до достижения температуры T1), и цикл завершается.

Общие соображения

В общем, разработан целый ряд тепловых машин, функционирующих с разнообразными термодинамическими циклами, и еще множество находятся на стадии экспериментальных работ.

Однако заявителем было обнаружено, что даже технические решения, уже ставшие промышленно развитыми, имеют большое количество ограничений. Это относится, в частности, к двигателям, используемым для приведения в действие автономных электрических генераторов малой и средней мощности (менее 50 кВт).

На сегодняшний день, на практике, для приведения в действие электрических генераторов обычно используются следующие приводные блоки:

двигатели внутреннего сгорания возвратно-поступательного движения, которые являются механически сложными, шумными, с высоким уровнем загрязнения и требуют большого объема работ по техническому обслуживанию;

двигатели Стирлинга, которые, хотя и являются экологически более чистыми, должны работать с низкой скоростью (ограничение, обусловленное применением регенератора с переменным потоком) для получения высокого общего КПД, и поэтому являются очень тяжелыми и громоздкими;

газовые турбины, которые помимо того, что имеют высокий уровень загрязнения, не являются экономически конкурентоспособными в небольших масштабах;

расширители, использующие цикл Ренкина или Ренкина-Хирна, которые, с учетом необходимости использования парового генератора конкретного размера, могут оказаться конкурентоспособными только в стационарных когенерационных установках, при этом они требуют дополнительных технических инноваций для того, чтобы их можно было выгодно использовать также в маломасштабных подвижных системах.

В целом, все известные технические решения, помимо проблем с загрязнением окружающей среды, низким КПД, механической сложностью и высокими затратами на техническое обслуживание, также характеризуются таким отношением издержек и прибыли, которое является не вполне удовлетворительным, что существенно ограничивает распространение технологии когенерации на рынке многоквартирных домов и жилых помещений.

Заявителем также было обнаружено, что при желании расширить возможности использования таких тепловых машин в области транспортных средств и в когенерационных микроустановках в домах, основополагающее значение будут иметь компактность и общий КПД.

Инновационное техническое решение, предложенное заявителем

В данном контексте, заявителем поставлена задача, состоящая в создании новой "тепловой машины", способной работать с инновационным комбинированным тепловым циклом с применением горяче-

го воздуха и водяного пара, что позволяет использовать больше энергии за счет ее восстановления во время различных стадий самого цикла, при значительном увеличении единичной мощности и общего КПД, благодаря чему можно также решить серьезную проблему смазывания цилиндра, в котором скользят поршни известного приводного блока.

В частности, по сравнению с циклами Эрикссона и Джоуля, инновационные меры, внесенные согласно настоящему изобретению, можно выявить в трех различных возможных рабочих конфигурациях теплового цикла.

В первой конфигурации, которая предусматривает только впрыскивание воды ниже по потоку от регенерации, обеспечиваются следующие результаты:

- смазывание цилиндра приводного блока, со снижением трения и износа и с последующим увеличением механического КПД;

- увеличение единичной мощности, благодаря увеличению расхода и молекулярного веса текучего теплоносителя, который расширяется в цилиндре;

- отсутствие увеличения отрицательной работы сжатия, поскольку введенная вода конденсируется и отделяется от воздуха перед его всасыванием;

- небольшое уменьшение общего КПД, поскольку количество тепла, поглощаемого при испарении, является очень большим на единицу массы.

Во второй конфигурации, которая предусматривает впрыскивание насыщенного пара, полученного за счет восстановления энергии ниже по потоку от регенерации, обеспечиваются следующие результаты:

- смазывание цилиндра приводного блока, с уменьшением трения и износа и с последующим увеличением механического КПД;

- увеличение единичной мощности, благодаря увеличению расхода и молекулярного веса текучего теплоносителя, который расширяется в цилиндре;

- отсутствие увеличения отрицательной работы сжатия, поскольку введенная вода конденсируется и отделяется от воздуха перед его всасыванием;

- увеличение общего КПД, поскольку количество тепла, поглощенного при испарении, компенсируется за счет восстановления энергии, обеспечиваемого испарителем.

В третьей конфигурации, которая предусматривает впрыскивание перегретого пара, полученного при восстановлении энергии ниже по потоку от регенерации и восстановления энергии из газов сгорания, обеспечиваются следующие результаты:

- смазывание цилиндра приводного блока, с уменьшением трения и износа и с последующим увеличением механического КПД;

- дополнительное увеличение единичной мощности, благодаря увеличению расхода, молекулярного веса и энтальпии текучего теплоносителя, который расширяется в цилиндре;

- отсутствие увеличения отрицательной работы сжатия, поскольку введенная вода конденсируется и отделяется от воздуха перед его всасыванием;

- дополнительное увеличение общего КПД, поскольку количество тепла, поглощенного при испарении, компенсируется за счет восстановления энергии, обеспечиваемого перегревом и увеличением энтальпии, получаемым в результате перегрева.

Таким образом, задача, лежащая в основе настоящего изобретения, в различных аспектах и/или вариантах его осуществления, состоит в устранении одного или нескольких недостатков известных технических решений за счет создания новой "тепловой машины", которая позволяет применять множество источников тепла и которая способна производить большое количество механической энергии (работы), причем ее можно использовать в любом месте и с любой целью, но предпочтительно для генерирования электрической энергии.

Другая задача настоящего изобретения заключается в разработке новой "тепловой машины", характеризующейся высоким термодинамическим КПД и отличным отношением мощности к весу.

Еще одна задача настоящего изобретения заключается в разработке новой "тепловой машины", оснащенной "приводным блоком" и характеризующейся такой механической конструкцией, которая отличается простотой и может быть легко изготовлена.

Другая задача настоящего изобретения заключается в возможности изготовления новой "тепловой машины", характеризующейся низкими затратами на изготовление.

Эти задачи, а также другие задачи, которые станут очевидными при ознакомлении с нижеследующим описанием, по существу решаются посредством новой "тепловой машины", которая основана на применении "приводного блока" и характеризуется наличием ряда конкретных аспектов.

В соответствии с первым аспектом, в настоящем изобретении предложена тепловая машина для осуществления теплового цикла, причем тепловая машина выполнена с возможностью работы с текучим теплоносителем и содержит:

- приводной блок, содержащий:

- корпус, заключающий в себе кольцевую камеру и имеющий впускные или выпускные отверстия соответствующих размеров, сообщающиеся по текучей среде с каналами, внешними по отношению к кольцевой камере, причем каждое впускное или выпускное отверстие расположено на угловом расстоя-

нии от смежных впускных и выпускных отверстий для создания пути расширения/сжатия для рабочей текучей среды в кольцевой камере;

первый ротор и второй ротор, установленные с возможностью вращения в указанном корпусе; причем каждый из двух роторов имеет три поршня, которые выполнены с возможностью скольжения в кольцевой камере; причем поршни одного из роторов чередуются под углом с поршнями другого ротора; причем смежные под углом поршни образуют шесть камер переменного объема;

ведущий вал, функционально соединенный с указанными первым и вторым роторами;

трансмиссию, которая функционально размещена между указанными первым и вторым роторами и ведущим валом и выполнена с возможностью преобразовывать вращательное движение с соответствующими первой и второй периодически изменяющимися угловыми скоростями указанных первого и второго роторов, которые имеют рассогласование друг относительно друга, во вращательное движение, имеющее постоянную угловую скорость ведущего вала; при этом трансмиссия выполнена с возможностью обеспечивать, при периодически изменяющейся угловой скорости каждого из роторов, шесть периодов изменения для каждого полного оборота ведущего вала.

В одном из аспектов указанный приводной блок представляет собой роторный расширитель объема, выполненный с возможностью работы с указанным текучим теплоносителем.

В одном из аспектов тепловая машина содержит первый участок приводного блока, в котором, после перемещения двух поршней друг от друга, текучий теплоноситель, проходящий через впускное отверстие, всасывается в камеру.

В одном из аспектов тепловая машина содержит второй участок указанного приводного блока, в котором, после перемещения двух поршней друг к другу, ранее всосанный текучий теплоноситель сжимается в камере и затем, при прохождении через выпускное отверстие, трубу и обратный клапан, подается в компенсационный резервуар.

В одном из аспектов, тепловая машина содержит указанный компенсационный резервуар, выполненный с возможностью накапливать сжатый текучий теплоноситель, чтобы сделать его доступным, через специальные трубы и обратный клапан, для последующего его использования в непрерывном режиме.

В одном из аспектов тепловая машина содержит регенератор, сообщающийся по текучей среде через специальные трубы и выполненный с возможностью предварительного нагрева текучего теплоносителя перед его входом в нагреватель.

В одном из аспектов тепловая машина содержит указанный нагреватель, выполненный с возможностью перегрева текучего теплоносителя, циркулирующего в извилистой катушке (то есть, в трубе, расположенной вокруг камеры сгорания и образующей нагреватель), с использованием тепловой энергии, производимой горелкой.

В одном из аспектов тепловая машина содержит указанную горелку с прикрепленной к ней камерой сгорания, причем указанная горелка предназначена для работы с различными типами топлива и способна подавать необходимую тепловую энергию в нагреватель.

В одном из аспектов тепловая машина содержит третий участок указанного приводного блока, сообщающийся по текучей среде с указанным нагревателем, через специальные трубы, и выполненный с возможностью принимать, через впускные отверстия, текучий теплоноситель, нагретый под давлением до высокой температуры в нагревателе так, что он расширяется в камерах, образованных поршнями, соответственно, чтобы поршни вращались и производили работу.

В одном из аспектов тепловая машина содержит четвертый участок указанного приводного блока, сообщающийся по текучей среде через выпускные отверстия и специальные трубы с регенератором, причем из-за уменьшения объема двух камер, обусловленного движением двух пар поршней друг к другу, обеспечена возможность принудительного вытеснения отработанного текучего теплоносителя.

В одном из аспектов, указанный регенератор, сообщающийся по текучей среде с указанным приводным блоком, выполнен с возможностью получения тепловой энергии из отработанного текучего теплоносителя и использования его для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению к нагревателю.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 6), первый участок приводного блока сообщается по текучей среде с внешней средой посредством специальной трубы, так что обеспечена возможность всасывания окружающего воздуха в камеру.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 6), тепловая машина содержит дозирующий насос, сообщающийся по текучей среде с резервуаром дистиллированной воды и выполненный с возможностью впрыскивания предварительно заданного количества дистиллированной воды в воздушный контур посредством инжектора, причем указанное предварительно заданное количество способно увеличить единичную мощность приводного блока и обеспечить смазывание цилиндра.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 7), тепловая машина содержит охладитель, функционально размещенный между низкотемпературным выходом регенератора и входом нагревателя.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 7) обеспечена возможность прохож-

дения текучего теплоносителя, выходящего из охладителя при температуре T_1 , в специальную трубу, прохождения через конденсатосборник, в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождения в дополнительную специальную трубу при температуре T_1' , прохождения через всасывающее отверстие и, после перемещения двух поршней друг от друга, всасывания в камеру указанного первого участка.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 7), выталкиваемая насосом высокого давления конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником, проходит через специальные трубы и достигает инжектора, выполненного с возможностью впрыскивать в воздушный контур предварительно заданное количество конденсатной воды, способное увеличить единичную мощность приводного блока и обеспечить смазывание цилиндра.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 8), тепловая машина содержит охладитель, функционально размещенный между низкотемпературным выходом регенератора и входом нагревателя, при этом обеспечена возможность прохождения текучего теплоносителя, выходящего из охладителя при температуре T_1 , в трубу, прохождения через конденсатосборник, в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождения в дополнительную трубу при температуре T_1' , прохождения через всасывающее отверстие и, после перемещения двух поршней друг от друга, всасывания в камеру указанного первого участка, при этом выталкиваемая насосом высокого давления конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником, проходит через специальные трубы и достигает испарителя, выполненного с возможностью нагрева и испарения конденсатной воды и направления ее в инжектор, выполненный с возможностью впрыскивать в воздушный контур предварительно заданное количество испаренной конденсатной воды, способное увеличить единичную мощность приводного блока и обеспечить смазывание цилиндра.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 8), испаритель функционально размещен его высокотемпературной стороной между указанным насосом высокого давления и указанным инжектором, при этом испаритель выполнен с возможностью приема на своей низкотемпературной стороне отработанного текучего теплоносителя, вытесненного из выхода приводного блока, в качестве поступающей текучей среды, чтобы получить остаточную тепловую энергию от указанного отработанного текучего теплоносителя и использовать ее для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению в нагреватель.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 11), тепловая машина содержит охладитель, функционально размещенный между низкотемпературным выходом регенератора и входом нагревателя, причем обеспечена возможность прохождения текучего теплоносителя, выходящего из охладителя при температуре T_1 , в трубу, прохождения через конденсатосборник, в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождения в трубу при температуре T_1' , прохождения через всасывающее отверстие и, после перемещения двух поршней друг от друга, всасывания в камеру указанного первого участка, при этом выталкиваемая насосом высокого давления конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником, проходит через трубы и достигает испарителя, выполненного с возможностью нагрева и испарения конденсатной воды и направления ее в перегреватель, который, путем выделения энергии из горячих газов сгорания ниже по потоку от горелки, способен перегревать насыщенный пар, выходящий из испарителя, для подачи в него энергии.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 11), указанный перегреватель выполнен с возможностью направления испаренной и перегретой конденсатной воды в инжектор, выполненный с возможностью впрыскивания в воздушный канал предварительно заданного количества указанной перегретой и испаренной конденсатной воды, способного дополнительно увеличить единичную мощность приводного блока и обеспечить смазывание цилиндра.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 11), испаритель функционально размещен его высокотемпературной стороной между указанным насосом высокого давления и указанным перегревателем, при этом испаритель выполнен с возможностью приема на своей низкотемпературной стороне отработанного текучего теплоносителя, вытесненного из выхода приводного блока, в качестве поступающей текучей среды, чтобы получить остаточную тепловую энергию от указанного отработанного текучего теплоносителя и использовать ее для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению в нагреватель.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 12), тепловая машина оснащена охлаждающим контуром, содержащим:

первый рекуператор, расположенный выше по потоку от горелки, в котором воздух для горения извлекается из окружающей среды;

охлаждающий блок (или промежуточное пространство), связанный с приводным блоком;

второй рекуператор, расположенный ниже по потоку от горелки и нагревателя, и предпочтительно ниже по потоку от указанного перегревателя, вдоль выходного пути горячих газов сгорания;

множество охлаждающих труб, которые последовательно соединяют указанный первый рекуператор, указанный охлаждающий блок и указанный второй рекуператор, с образованием кольцевого пути, и удерживают определенное количество охлаждающей текучей среды (предпочтительно воды);

охлаждающий насос, расположенный в указанном контуре и функционально активный на одной трубе из указанного множества охлаждающих труб для обеспечения циркуляции указанной охлаждающей текучей среды в охлаждающем контуре.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 12), указанный первый рекуператор выполнен с возможностью охлаждения указанной охлаждающей текучей среды путем отдачи тепловой энергии указанному воздуху для горения; указанный охлаждающий блок выполнен с возможностью охлаждения приводного блока путем передачи тепловой энергии от приводного блока к охлаждающей текучей среде, претерпевающей повышение температуры; а указанный второй рекуператор выполнен с возможностью нагрева указанной охлаждающей текучей среды путем получения тепловой энергии от горячих газов сгорания.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 6, 7, 8, 11, 12) тепловая машина оснащена вспомогательным гидравлическим контуром. В одном из аспектов вспомогательный гидравлический контур содержит:

вспомогательный рекуператор, расположенный ниже по потоку от горелки и нагревателя, и предпочтительно ниже по потоку от перегревателя, вдоль выходного пути горячих газов сгорания;

множество вспомогательных труб, выполненных с возможностью прохождения через указанный вспомогательный рекуператор и подлежащих соединению с одним или более вспомогательными средствами, предпочтительно устройствами для отопления помещений и/или технологическими узлами для бытовой горячей воды;

вспомогательный насос, расположенный в указанном контуре и функционально активный на одной трубе из указанного множества вспомогательных труб для обеспечения циркуляции в указанном вспомогательном контуре.

В одном из аспектов, указанный вспомогательный рекуператор выполнен с возможностью восстановления как можно большего количества энергии из газов сгорания и передачи ее текучей среде, циркулирующей в указанном вспомогательном контуре, так что указанная энергия оказывается доступной для указанных вспомогательных средств.

В одном из аспектов, тепловая машина содержит вентилятор, расположенный выше по потоку от горелки и выполненный с возможностью втягивания воздуха для горения из окружающей среды и его принудительного направления в указанную горелку для обеспечения процесса горения.

В одном из аспектов тепловая машина содержит один или более обратных клапанов, расположенных вдоль труб тепловой машины и предназначенных для содействия циркуляции текучего теплоносителя однонаправленным образом и предотвращения вытекания текучего теплоносителя в противоположном направлении.

В одном из независимых аспектов настоящее изобретение относится к способу выполнения теплового цикла, причем способ работает с текучим теплоносителем и содержит этапы, на которых подготавливают тепловую машину; выполняют множество этапов.

В одном из аспектов указанное множество этапов включает в себя:

приведение в движение ведущего вала и трансмиссии приводного блока, приведение в движение шести поршней;

активацию горелки и запуск процесса горения;

когда текучий теплоноситель, циркулирующий в тепловой машине, достигает предварительно установленного минимального рабочего состояния, производство приводным блоком работы, необходимой для независимого поворота;

после перемещения двух поршней друг от друга, всасывание текучего теплоносителя в камеру через всасывающее отверстие;

после перемещения двух поршней друг к другу, сжатие предварительно всосанного текучего теплоносителя в камере, с увеличением его температуры с T_1' до T_2 , с прохождением через выпускное отверстие и достижением компенсационного резервуара;

с прерыванием, определенным вращением поршней и результирующим открытием/закрытием впускных отверстий, вытекание текучего теплоносителя из резервуара и прохождение через регенератор, где он претерпевает увеличение температуры с T_2 до T_2' ;

прохождение текучего теплоносителя через нагреватель, где он получает тепловую энергию и его температура увеличивается от T_2' до T_3 ;

вращение в кольцевом цилиндре, когда поршни открывают впускные отверстия, при этом перегретый текучий теплоноситель впускается в расширительные камеры, где он расширяется, с уменьшением его температуры с T_3 до T_4 , и, заставляя поршни вращаться, производит полезную работу.

В одном из аспектов на указанном этапе подготовки тепловой машины, указанная тепловая машина выполнена в соответствии с комбинацией одного или более аспектов настоящего изобретения и/или одного или более пунктов прилагаемой формулы.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 6) после перемещения поршней друг к другу происходит уменьшение в объеме камер, при этом отработанный текучий теплоноситель выталки-

вается из приводного блока, проходит через выпускные отверстия и через регенератор, где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает снижение температуры с T_4 до T_4' .

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 6) на этапе всасывания текучего теплоносителя в камеру указанный текучий теплоноситель высасывается из окружающей среды при температуре T_1' .

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 6) способ включает в себя следующие этапы:

извлечение дистиллированной воды из резервуара;

приведение в действие дозирующего насоса и введение заданного количества дистиллированной воды в контур посредством инжектора, с обеспечением, таким образом, уменьшения температуры полученного текучего теплоносителя с T_2' до T_2'' ;

после этапа прохождения через регенератор, выпуск отработанного текучего теплоносителя в атмосферу.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 7), способ дополнительно включает в себя следующие этапы:

прохождение текучего теплоносителя, выходящего из охладителя при температуре T_1 , в трубу, прохождение через конденсатосборник, в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождение в трубу при температуре T_1' , прохождение через всасывающее отверстие и, после перемещения двух поршней друг от друга, всасывание в камеру указанного первого участка;

прохождение выталкиваемой насосом высокого давления конденсатной воды, ранее извлеченной из воздуха сборником, по трубам и достижение ей инжектора, выполненного с возможностью впрыскивания в воздушный контур предварительно заданного количества конденсатной воды, которое способно увеличить единичную мощность приводного блока и обеспечить смазывание цилиндра.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 8) способ дополнительно включает в себя следующие этапы:

прохождение текучего теплоносителя, выходящего из охладителя при температуре T_1 , в трубу, с прохождением через конденсатосборник, в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождением в трубу при температуре T_1' , прохождением через всасывающее отверстие, и после перемещения двух поршней друг от друга, всасывание в камеру указанного первого участка;

прохождение вытолкнутой насосом высокого давления конденсатной воды, ранее извлеченной из воздуха сборником, через трубы и достижение испарителя, выполненного с возможностью нагрева и испарения конденсатной воды и ее направления в инжектор, выполненный с возможностью впрыскивания, в воздушный контур, предварительно заданного количества конденсатной воды, способного увеличить единичную мощность приводного блока и обеспечить смазывание цилиндра;

причем указанный испаритель выполнен с возможностью приема на своей низкотемпературной стороне отработанного текучего теплоносителя, выпущенного из выхода приводного блока, в качестве входящей текучей среды, чтобы получить остаточную тепловую энергию из указанного отработанного текучего теплоносителя и использовать его для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению в нагреватель.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 11) способ дополнительно включает в себя следующие этапы:

прохождение текучего теплоносителя, выходящего из охладителя при температуре T_1 , в трубу, прохождение через конденсатосборник, в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождение в трубу при температуре T_1' , прохождение через всасывающее отверстие, и после перемещения двух поршней друг от друга, всасывание в камеру указанного первого участка;

прохождение выталкиваемой насосом высокого давления конденсатной воды, ранее извлеченной из воздуха сборником, через трубы и достижение испарителя, выполненного с возможностью нагрева и испарения конденсатной воды и направления ее в перегреватель, который выполнен с возможностью перегрева выходящего из испарителя насыщенного пара путем выделения энергии из горячих газов сгорания ниже по потоку от горелки, для подачи энергии;

причем указанный перегреватель выполнен с возможностью направления перегретой и испаренной конденсатной воды в инжектор, выполненный с возможностью впрыскивания в воздушный контур предварительно заданного количества указанной перегретой конденсатной воды, способного дополнительно увеличить единичную мощность приводного блока, увеличить общий КПД и обеспечить смазывание цилиндра,

причем указанный испаритель выполнен с возможностью приема на своей низкотемпературной стороне отработанного текучего теплоносителя, выпущенного из выхода приводного блока, в качестве входящей текучей среды, чтобы получить остаточную тепловую энергию от указанного отработанного текучего теплоносителя и использовать его для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению в нагреватель.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 12), способ дополнительно содержит следующие этапы:

- подготавливают охлаждающий контур, содержащий
- первый рекуператор, расположенный выше по потоку от горелки, в котором воздух для горения извлекается из окружающей среды;
- охлаждающий блок (или промежуточное пространство), связанный с приводным блоком;
- второй рекуператор, расположенный ниже по потоку от горелки и нагревателя, и предпочтительно ниже по потоку от перегревателя, вдоль выходного пути горячих газов сгорания;
- множество охлаждающих труб, которые последовательно соединяют указанный первый рекуператор, указанный охлаждающий блок (или промежуточное пространство) и указанный второй рекуператор, с созданием кольцевого пути, и удерживают определенное количество охлаждающей текучей среды (предпочтительно воды);
- охлаждающий насос, расположенный в указанном контуре и функционально активный на одной трубе из указанного множества охлаждающих труб для обеспечения циркуляции указанной охлаждающей текучей среды в охлаждающем контуре;

выполняют следующие этапы:

- охлаждение охлаждающей текучей среды посредством указанного первого рекуператора путем отдачи тепловой энергии указанному воздуху для горения;
- охлаждение, посредством указанного охлаждающего блока, приводного блока путем передачи тепловой энергии от приводного блока к охлаждающей текучей среде, которая претерпевает увеличение температуры;
- нагрев, посредством указанного второго рекуператора, указанной охлаждающей текучей среды за счет получения тепловой энергии от горячих газов сгорания.

В одном из аспектов (см. схематичное представление на фиг. 6, 7, 8, 11, 12) способ дополнительно содержит следующие этапы:

- подготавливают вспомогательный гидравлический контур, содержащий
- вспомогательный рекуператор, расположенный ниже по потоку от горелки и нагревателя, и предпочтительно ниже по потоку от указанного перегревателя, вдоль выходного пути горячих газов сгорания;
- множество вспомогательных труб, выполненных с возможностью прохождения через указанный вспомогательный рекуператор и подлежащих соединению с одним или более вспомогательными устройствами, предпочтительно устройствами для отопления помещений и/или технологическими узлами для бытовой горячей воды;
- вспомогательный насос, расположенный в указанном контуре и функционально активный на одной трубе указанного множества вспомогательных труб таким образом, чтобы обеспечивать циркуляцию в указанном вспомогательном контуре;
- выполняют следующие этапы:
- восстановление как можно большего количества энергии из газов сгорания посредством указанного вспомогательного рекуператора;
- передачу указанной энергии в текучую среду, циркулирующую в указанном вспомогательном контуре;
- обеспечение доступности указанной энергии для вспомогательных средств.

В одном из аспектов, приводной блок, по существу, состоит из

- блока цилиндров двигателя, образованного корпусом, оснащенным внутренней полостью, задающей тороидальный цилиндр (или кольцевой цилиндр);
- двух троек поршней, размещенных с возможностью вращения внутри тороидального цилиндра (или кольцевого цилиндра), причем каждая тройка соединена с соответствующим ведущим ротором, причем поршни двух троек чередуются друг с другом;
- трансмиссии с тремя валами и цепью из четырех трехлепестковых шестерен, расположенных в специальном кожухе, которая предназначена и выполнена с возможностью передачи движения от двух троек поршней и/или к ним, причем трансмиссия содержит ведущий вал (или приводной вал), первый вторичный вал и второй вторичный вал, причем каждый вторичный вал соединен, посредством приводных роторов, с соответствующей тройкой поршней;

первого ротора и второго ротора, соединенных, соответственно, с первым и вторым вспомогательными валами и установленных с возможностью вращения в указанном корпусе; причем каждый из двух роторов механически выполнен за одно целое с тремя поршнями, которые имеют угловое рассогласование относительно друг друга под углом 120° и выполнены с возможностью скольжения в кольцевой камере; причем поршни одного из роторов чередуются под углом с поршнями другого ротора, так что смежные под углом поршни образуют и ограничивают каждую из шести созданных камер переменного объема.

В одном из аспектов, кольцевая камера имеет прямоугольное или квадратное поперечное сечение, при этом поршни, являясь ответными по форме, имеют, соответственно, прямоугольное или квадратное поперечное сечение.

В одном из аспектов кольцевая камера имеет круглое поперечное сечение (проходящее тороидально), при этом поршни, являясь ответными по форме, имеют круглое поперечное сечение (проходящее тороидально).

В одном из аспектов тороидальный цилиндр (или кольцевой цилиндр) оснащен множеством взаимно различных впускных отверстий для введения высокотемпературного текучего теплоносителя в цилиндр и множеством взаимно различных выпускных отверстий для вывода отработанного текучего теплоносителя.

В одном из аспектов каждая из шести камер расширяется три раза и сжимается три раза на каждый полный оборот (360°) ведущего вала.

В одном из аспектов все впускные/выпускные отверстия, используемые для прохождения текучего теплоносителя, сформированы на корпусе тороидального (или кольцевого) цилиндра.

В одном из аспектов тороидальный цилиндр (или кольцевой цилиндр) оснащен одним или несколькими впускными отверстиями для введения охлажденного текучего теплоносителя в цилиндр и одним или несколькими выпускными отверстиями для вывода сжатого текучего теплоносителя в компенсационный резервуар.

В одном из аспектов благодаря ручному или автоматическому угловому вращению кожуха, вмещающего в себя трансмиссию, относительно впускных/выпускных отверстий, можно согласовать по времени фазы теплового цикла для более раннего или позднего их наступления с целью оптимизации термодинамического КПД.

В одном из аспектов за счет ручного или автоматического углового вращения кожуха, вмещающего в себя трансмиссию, относительно впускных/выпускных отверстий, можно согласовать по времени фазы теплового цикла для более раннего или позднего их наступления с целью обеспечения независимого запуска двигательного аппарата.

В одном из аспектов первая тройка поршней является неотъемлемой частью первого ротора, а вторая тройка поршней является неотъемлемой частью второго ротора.

В одном из аспектов три поршня каждого из двух роторов расположены на равном угловом расстоянии друг от друга.

В одном из аспектов три поршня каждого из роторов жестко соединены друг с другом для совместного вращения друг с другом.

В одном из аспектов первый вторичный вал является цельным и неразрывно соединен одним концом с первой трехлепестковой шестерней, а противоположным концом - с первым ротором.

В одном из аспектов второй вторичный вал является полым и неразрывно соединен одним концом с соответствующей второй трехлепестковой шестерней, а противоположным концом со вторым ротором.

В одном из аспектов ведущий вал (или приводной вал) неразрывно соединен с первой и второй трехлепестковыми шестернями, расположенными под углом 60° друг от друга.

В одном из аспектов, трансмиссия приводного блока содержит:

первый вспомогательный вал, на котором установлен первый ротор;

второй вспомогательный вал, на котором установлен второй ротор;

первую трехлепестковую шестерню и вторую трехлепестковую шестерню, посаженные на шпонке на ведущий вал с угловым рассогласованием под углом 60° ;

третью трехлепестковую шестерню, посаженную на шпонке на первый вспомогательный вал;

четвертую трехлепестковую шестерню, посаженную на шпонке на второй вспомогательный вал;

причем первая трехлепестковая шестерня функционально работает с третьей трехлепестковой шестерней, а вторая трехлепестковая шестерня функционально работает с четвертой трехлепестковой шестерней.

В одном из аспектов первый вспомогательный вал соосно вставлен во второй вспомогательный вал или наоборот.

В одном из аспектов ось ведущего вала параллельна оси первого вала и второго вала и расположена на соответствующем расстоянии от нее.

В одном из аспектов каждая трехлепестковая шестерня имеет вогнутые и/или плоские и/или выпуклые соединительные участки между ее лепестками.

В одном из аспектов каждая трехлепестковая шестерня, как может следовать из ее определения, имеет по существу треугольный профиль.

Во всех аспектах вращение с постоянной угловой скоростью ведущего вала (или приводного вала) вызывает периодическое изменение угловой скорости вращения двух вторичных валов.

Во всех аспектах ведущий вал (или приводной вал) вызывает периодическое циклическое изменение угловой скорости первого и второго вторичных валов и соответствующих троек поршней, вращающихся внутри тороидального цилиндра (или кольцевого цилиндра), что позволяет создавать шесть различных вращающихся камер с переменным объемом и соотношением.

В одном из аспектов передача движения между поршнями и ведущим валом (или приводным валом) обеспечивается посредством цепи трехлепестковых шестерен, которая соединяет первый и второй вторичные валы с ведущим валом и которая характеризуется тем, что в то время как ведущий вал (или

приводной вал) вращается с постоянной угловой скоростью, два вторичных вала вращаются с угловой скоростью, периодически более высокой, равной или меньшей, чем у ведущего вала.

В одном аспекте без ущерба для идеи изобретения, приводной блок может иметь по существу любую систему для передачи движения между двумя тройками поршней и ведущим валом (такую как, например, система, заявленная в патентах US5147191, EP0554227A1 и TW1296023B), причем она может использовать любой механизм, способный преобразовывать вращательное движение ведущего вала, имеющего постоянную угловую скорость, во вращательное движение с периодически изменяющейся угловой скоростью двух вторичных валов, функционально соединенных с двумя тройками поршней.

Во всех аспектах приводной блок может быть выполнен посредством подходящих каналов, передающих текучий теплоноситель, так, чтобы обеспечить возможность функционального соединения различных компонентов и различных участков с соответствующими впускными/выпускными отверстиями приводного блока.

В одном из аспектов приводной блок полностью лишен впускных/выпускных клапанов и сопряженных с ними механизмов, так как тройки поршней, за счет перемещения в тороидальном цилиндре (или кольцевом цилиндре), сами по себе способствуют открытию и закрытию впускных/выпускных отверстий для текучего теплоносителя.

В одном из аспектов тепловая машина, в котором используется приводной блок, может быть оснащена обратными клапанами, соответствующим образом расположенными в каналах, передающих текучий теплоноситель, так чтобы оптимизировать тепловой цикл за счет содействия работе поршней для открытия/закрытия впускных/выпускных отверстий.

В одном из аспектов тепловая машина, в которой используется приводной блок, может содержать один или более нагревателей текучего теплоносителя и/или рекуператоров, выполненных так, чтобы предоставить максимальную энергию, необходимую для производства полезной работы, с восстановлением как можно большего количества энергии, которая, в противном случае, будет потеряна.

В одном из аспектов приводной блок соединен с генератором, способным вырабатывать электрическую энергию, пригодную для использования для любых целей.

В одном из аспектов приводной блок способен вырабатывать механическую энергию, пригодную для использования для любых целей.

В одном из аспектов тепловая машина, в которой используется приводной блок, содержит систему регулирования тепловой энергии, выполненную с возможностью регулирования давления и/или температуры подачи текучего теплоносителя на различных стадиях процесса.

В одном из аспектов приводной блок может быть выполнен с возможностью работы с исходным рабочим циклом Джоуля-Эриксона, поскольку приводной блок может выполнять функции сжатия и расширения текучего теплоносителя.

В одном из аспектов "тепловая машина", в которой используется приводной блок, выполнена с возможностью работы с новым "пульсирующим тепловым циклом", использующим горячий воздух и водяной пар и демонстрирующим однонаправленное непрерывное движение текучего теплоносителя.

В одном из аспектов приводной блок пригоден для применения в качестве аппарата, способного вырабатывать механическую энергию с помощью потоков текучего теплоносителя, нагретого посредством любого источника тепла.

В одном из аспектов нагрев циркулирующего текучего теплоносителя может быть обеспечен с помощью топливной горелки (например, газовой горелки) или любого другого внешнего источника тепла, такого как, например, солнечная энергия, биомасса, нерафинированное топливо, высокотемпературные промышленные отходы, или другой источник, подходящий для нагрева самого текучего теплоносителя до минимальной необходимой температуры.

Дополнительные признаки станут более очевидными из нижеследующего подробного описания тепловой машины согласно настоящему изобретению и некоторых предпочтительных вариантов ее осуществления и применения, касающихся, соответственно:

первой функциональной конфигурации (см. фиг. 6), относящейся к новому "открытому" рабочему циклу, в котором в текучий теплоноситель (обычно воздух) добавляется впрыскиванием непригодная для повторного использования дистиллированная вода, основное назначение которой заключается в смазывании цилиндра, в котором скользит поршень, и в увеличении единичной мощности приводного блока;

второй функциональной конфигурации (см. фиг. 7), относящейся к новому "закрытому" рабочему циклу, в котором в текучий теплоноситель (обычно воздух) добавляется впрыскиванием конденсатная вода, основное назначение которой заключается в смазывании цилиндра, в котором скользят поршни, и в увеличении единичной мощности приводного блока;

третьей функциональной конфигурации (см. фиг. 8), относящейся к новому "закрытому" рабочему циклу, в котором в текучий теплоноситель (обычно воздух) добавляется впрыскиванием насыщенный водяной пар, который помимо смазывания цилиндра, в котором скользят поршни, и увеличения единичной мощности приводного блока, также обеспечивает повышение общего КПД теплового цикла;

четвертой функциональной конфигурации (см. фиг. 11), относящейся к новому "закрытому" рабочему циклу, в котором в текучий теплоноситель (обычно воздух) добавляется впрыскиванием перегре-

тый водяной пар, который, помимо смазывания цилиндра, в котором скользят поршни, и увеличения единичной мощности приводного блока, также обеспечивает существенное повышение общего КПД теплового цикла;

пятой функциональной конфигурации (см. фиг. 12), относящейся к новому "закрытому" рабочему циклу, в котором в текучий теплоноситель (обычно воздух) добавляется впрыскиванием перегретый водяной пар, который, помимо смазывания цилиндра, в котором скользят поршни, и значительного увеличения единичной мощности приводного блока, обеспечивает существенное повышение общего КПД теплового цикла, а также обеспечивает полное восстановление тепловой энергии циркулирующих текучих сред.

Прежде всего следует отметить, что газ, предпочтительно используемый в качестве текучего теплоносителя, обычно представляет собой "воздух"; однако, без ущерба для идеи изобретения, возможно использование любого другого газа, который больше подходит и наиболее совместим с водяным паром, как рассмотрено и раскрыто ниже.

Кроме того, целесообразно указать, что в "исходном" состоянии, используемые текучие теплоносители (обычно воздух и вода) находятся при той же самой температуре, что и окружающая среда, причем в технических решениях с замкнутым контуром, внутри цилиндров и труб, при необходимости также можно выбрать давление, отличное от атмосферного давления.

Новый тепловой цикл, в его полноте, осуществляется непрерывно в течение нескольких этапов термодинамического изменения текучей среды: введения, сжатия, нагрева, испарения, перегрева, расширения (что обеспечивает производство полезной работы), выпуска и конденсации, как описано ниже для пяти основных конфигураций тепловой машины в соответствии с настоящим изобретением, которые приведены в качестве неограничивающего примера.

Наиболее полная функциональная конфигурация тепловой машины, представленная на фиг. 12, относится к тепловой машине (121), содержащей приводной блок (1) в соответствии с одним или более предыдущими аспектами, и предназначенной для осуществления нового термодинамического цикла, традиционно определяемого как "пульсирующий тепловой цикл", который характеризуется использованием текучего теплоносителя, предпочтительно состоящего из воздуха и дистиллированной воды, подходящим образом нагретого, испаренного и перегретого перед его расширением в приводном блоке 1, для получения значительного увеличения единичной мощности, существенного увеличения общего КПД и эффективного смазывания системы цилиндр/поршень водяным паром.

В данной конфигурации, в которой начало цикла совпадает с всасыванием охлажденного воздуха, тепловая машина содержит

"охладитель" (43), выполненный с возможностью выделения тепла из циркулирующего текучего теплоносителя, для охлаждения его и увеличения массы воздуха, который затем будет всосан/сжат в блоке (1);

четырёх- или шестипоршневой "приводной блок" (1), выполняющий функции "сжатия" и "расширения" циркулирующего текучего теплоносителя;

"компенсационный резервуар" (44), оснащенный подходящими обратными клапанами, выполненными с возможностью оптимизации "пульсирующей" циркуляции сжатого текучего теплоносителя;

"регенератор" (42), выполненный с возможностью выделения тепла из отработанного текучего теплоносителя, который выталкивается из блока (1) для предварительного нагрева текучего теплоносителя, который затем будет подвержен нагреву;

"испаритель" (95), выполненный с возможностью преобразования конденсатной воды в пар, с выделением дополнительной энергии из отработанного текучего теплоносителя, уже прошедшего через регенератор (42);

"перегреватель" (96), выполненный с возможностью перегрева насыщенного пара, выходящего из "испарителя" (95), за счет выделения энергии из горячих газов сгорания, с целью обеспечения его энергией, что обеспечивает существенное преимущество для теплового цикла;

"нагреватель" (41), назначение которого заключается в нагреве циркулирующего текучего теплоносителя, для обеспечения его тепловой энергией, необходимой для последующего этапа активного расширения, на котором производится работа;

отводящее устройство/отделитель (93), выполненный с возможностью конденсации циркулирующего водяного пара для того, чтобы иметь возможность повторно его использовать в непрерывном режиме;

насос (94) высокого давления, выполненный с возможностью обеспечения рециркуляции конденсатной воды;

"инжектор" (97), выполненный с возможностью обеспечения наилучших условий для введения перегретого пара в контур;

"обменник" (98), насос (99), первый "рекуператор" (100), второй рекуператор (101), выполненные так, чтобы поддерживать приводной блок (1) при идеальной рабочей температуре и обеспечивать восстановление дополнительной энергии из газов сгорания, перед их выпуском в атмосферу.

В частности, движение циркулирующей текучей среды в тепловой машине обусловлено вращатель-

ным движением поршней, которые, за счет обеспечения открытия/закрытия впускных/выпускных отверстий, создают особый высокочастотный "пульсирующий" эффект, характеризующий новый тепловой цикл. Например, скорость вращения 1000 об/мин ведущего вала соответствует точно 100 импульсам в секунду циркулирующего текучего теплоносителя.

Краткое описание чертежей

Со ссылкой на прилагаемые схемы и чертежи, следует отметить, что они приведены исключительно в качестве иллюстрации, а не с целью ограничения, при этом на них изображено следующее.

На фиг. 1 показан схематичный вид спереди приводного блока, пригодного для использования в настоящем изобретении.

На фиг. 2а показан вид сбоку в разрезе центрального тела приводного блока с фиг. 1.

На фиг. 2b показан вид сбоку в разрезе одного из вариантов центрального тела приводного блока с фиг. 1, с разрезом системы передачи движения.

На фиг. 3 показан вид спереди цепи трехлепестковых шестерен, образующей часть системы передачи движения приводного блока с фиг. 1.

На фиг. 4 показана рабочая схема цикла Эрикссона с замкнутым контуром, осуществляемого двигателем, оснащенным поршнями с возвратно-поступательным движением.

На фиг. 5 показана рабочая схема тепловой машины с циклом Джоуля с замкнутым контуром, осуществляемым турбиной с одним валом.

На фиг. 6 схематично показан первый возможный вариант осуществления тепловой машины согласно настоящему изобретению в конфигурации "с открытым контуром", которая характеризуется применением текучего теплоносителя, состоящего из воздуха с впрыскиванием воды.

На фиг. 7 схематично показан второй возможный вариант осуществления тепловой машины согласно настоящему изобретению, в конфигурации "с замкнутым контуром", которая характеризуется применением текучего теплоносителя, состоящего из воздуха с впрыскиванием конденсата жидкого пара.

На фиг. 8 схематично показан третий возможный вариант осуществления тепловой машины согласно настоящему изобретению, в конфигурации "с замкнутым контуром", которая характеризуется применением текучего теплоносителя, состоящего из воздуха с впрыскиванием насыщенного водяного пара.

На фиг. 9 показана функциональная схема, иллюстрирующая процесс восстановления энергии, получаемый за счет испарения конденсатной воды.

На фиг. 10 показана функциональная схема, иллюстрирующая увеличение энергии, получаемое за счет испарения конденсатной воды и с использованием перегретого водяного пара в цикле.

На фиг. 11 схематично показан четвертый возможный вариант осуществления тепловой машины согласно настоящему изобретению, в конфигурации "с замкнутым контуром", которая характеризуется применением текучего теплоносителя, состоящего из воздуха с впрыскиванием перегретого водяного пара.

На фиг. 12 схематично показан пятый вариант осуществления тепловой машины согласно настоящему изобретению, в конфигурации "с замкнутым контуром", которая характеризуется применением текучего теплоносителя, состоящего из воздуха с вспрыскиванием перегретого водяного пара, и содержит систему восстановления энергии с тепловой стабилизацией приводного блока.

На фиг. 13 в увеличенном масштабе показан участок тепловой машины согласно настоящему изобретению, причем данный участок является одинаковым для конфигураций, проиллюстрированных на фиг. 6, 7, 8, 11 и 12.

Подробное описание приводного блока, используемого в тепловой машине

Со ссылкой на фиг. 1, 2а, 2b и 3 номером позиции (1) обозначен, в целом, "приводной блок", применяемый в качестве "компрессора/расширителя" в новом "пульсирующем тепловом цикле", работающем предпочтительно с горячим воздухом и водяным паром.

Приводной блок 1 содержит корпус 2, который внутри ограничивает основание 3.

В неограничивающем варианте осуществления, проиллюстрированном на чертежах, корпус 2 образован двумя половинками 2а, 2b, которые соединены друг с другом.

В основании 3 размещены первый ротор 4 и второй ротор 5, которые вращаются вокруг одной и той же оси "X-X".

Первый ротор 4 имеет первое цилиндрическое тело 6 и три первых элемента 7а, 7b, 7с, проходящих в радиальном направлении от первого цилиндрического тела 6 и жестко соединенных или выполненных с ним за одно целое.

Второй ротор 5 имеет второе цилиндрическое тело 8 и три вторых элемента 9а, 9b, 9с, проходящих в радиальном направлении от второго цилиндрического тела 8 и жестко соединенных или выполненных за одно целое с ним.

Элементы 7а, 7b, 7с ротора 4 расположены на одинаковом угловом расстоянии друг от друга, то есть, каждый элемент отстоит от смежного элемента, в среднем, на угол " α ", равный 120° (измеренный между плоскостями симметрии каждого элемента).

Элементы 9а, 9b, 9с ротора 5 расположены на одинаковом угловом расстоянии друг от друга, то

есть, каждый элемент отстоит от смежного элемента, в среднем, на угол "а", равный 120° (измеренный между плоскостями симметрии каждого элемента).

Первое и второе цилиндрические тела 6, 8 установлены бок о бок на соответствующих основаниях 10, 11 и являются соосными.

Кроме того, три первых элемента 7а, 7б, 7с первого ротора 4 проходят вдоль осевого направления и имеют выступающую часть, находящуюся в положении, радиально внешнем по отношению ко второму цилиндрическому телу 8 второго ротора 5.

Кроме того, три вторых элемента 9а, 9б, 9с второго ротора 5 проходят вдоль осевого направления и имеют выступающую часть, находящуюся в положении, радиально внешнем по отношению к первому цилиндрическому телу 6 первого ротора 4.

Три первых элемента 7а, 7б, 7с чередуются с тремя вторыми элементами 9а, 9б, 9с вдоль окружной протяженности кольцевой камеры 12.

Каждый из первых и вторых элементов 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с имеет в радиальном разрезе (фиг. 1) по существу трапецевидный профиль, который сходится к оси "Х-Х" вращения, и в осевом разрезе (фиг. 2а, 2б) по существу круглый или прямоугольный профиль.

Каждый из первых и вторых элементов 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с имеет угловой размер, приведенный исключительно в качестве упрощения, а не в качестве ограничения, и равный приблизительно 38°.

Периферийные поверхности, радиально внешние по отношению к первому и второму цилиндрическим телам 6, 8, ограничивают, вместе с внутренней поверхностью основания 3, кольцевую камеру 12.

Таким образом, кольцевая камера 12 разделена первыми и вторыми элементами 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с на "вращающиеся камеры" 13', 13", 13"', 14', 14", 14"' переменного объема. В частности, каждая из "вращающихся камер" переменного объема ограничена (помимо поверхности, радиально внутренней по отношению к корпусу 2, и поверхности, радиально внешней по отношению к цилиндрическим телам 6, 8) одним из первых элементов 7а, 7б, 7с и одним из вторых элементов 9а, 9б, 9с.

На фиг. 2а каждый из первых и вторых элементов 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с имеет, в осевом разрезе, по существу круглый профиль, при этом кольцевая камера 12 также имеет круглое поперечное сечение, определенное как "тороидальное".

В варианте на фиг. 2б, каждый из первых и вторых элементов 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с имеет, в осевом разрезе, прямоугольный (или квадратный) профиль, при этом кольцевая камера 12 также имеет прямоугольное (или квадратное) поперечное сечение.

Между внутренними стенками кольцевой камеры 12 и каждым из указанных выше первых и вторых элементов 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с остается зазор так, чтобы обеспечить возможность вращательного движения поршней 4, 5 и скольжения элементов 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с в самой камере 12.

Первые и вторые элементы 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с представляют собой поршни изображенного приводного блока 1, а вращающиеся камеры 13', 13", 13"', 14', 14", 14"' переменного объема представляют собой камеры для сжатия и/или расширения рабочей текучей среды указанного приводного блока 1.

Впускные и выпускные отверстия 15', 16', 15", 16", 15"', 16"' (подходящего размера и формы) выполнены в стенке, радиально внешней по отношению к корпусу 2; они открываются в кольцевую камеру 12 и сообщаются по текучей среде с каналами, внешними по отношению к кольцевой камере 12, как показано ниже.

Каждое впускное или выпускное отверстие 15', 16', 15", 16", 15"', 16"' расположено на соответствующем угловом расстоянии так, чтобы адаптироваться к требованиям каждой отдельной функциональной конфигурации приводного блока 1.

Приводной блок 1 дополнительно содержит ведущий вал 17, проходящий параллельно и расположенный на расстоянии от оси "Х-Х" вращения, а также установленный с возможностью вращения на корпусе 2, и трансмиссию 18, механически размещенную между ведущим валом 17 и роторами 4, 5.

Трансмиссия 18 содержит первый вспомогательный вал 19, на который на шпонке посажен первый ротор 4, и второй вспомогательный вал 20, на который на шпонке посажен второй ротор 5. Первый и второй вспомогательные валы 19, 20 соосны с осью "Х-Х" вращения. Второй вспомогательный вал 20 имеет трубчатую форму и вмещает в себя часть первого вспомогательного вала 19. Первый вспомогательный вал 19 может вращаться на втором вспомогательном вале 20, а второй вспомогательный вал 20 может вращаться в корпусе 2.

Первая трехлепестковая шестерня 23 посажена на шпонке на ведущий вал 17. Вторая трехлепестковая шестерня 24 посажена на шпонке на ведущий вал 17 рядом с первой. Вторая трехлепестковая шестерня 24 установлена на ведущий вал 17 с угловым рассогласованием относительно первой трехлепестковой шестерни 23 на угол "А", равный 60°. Две трехлепестковые шестерни 23 и 24 вращаются вместе совместно с ведущим валом 17.

Третья трехлепестковая шестерня 25 посажена на шпонке на первый вспомогательный вал 19 (с возможностью вращаться за одно целое с ним), при этом ее зубья точно сцепляются с зубьями первой трехлепестковой шестерни 23.

Четвертая трехлепестковая шестерня 26 посажена на шпонке на второй вспомогательный вал 20 (с возможностью вращаться за одно целое с ним), при этом ее зубья точно сцепляются с зубьями второй

трехлепестковой шестерни 24.

Каждая из указанных выше трехлепестковых шестерен 23, 24, 25, 26 приблизительно имеет профиль равносостороннего треугольника с закругленными вершинами 27 и соединительными частями 28, размещенными между вершинами 27, которые могут быть вогнутыми, плоскими или выпуклыми.

Изменение формы вершин 27 и соединительных частей 28 шестерен позволяет предварительно установить значение углового периодического движения вспомогательных валов 19, 20 во время их вращения.

Конструкция трансмиссии 18 такова, что во время полного оборота ведущего вала 17 два ротора 4, 5 также совершают полный оборот, но с периодически меняющимися угловыми скоростями, со смещением друг от друга, что обеспечивает перемещение смежных поршней 7а, 9а; 7б, 9б; 7с, 9с друг от друга и друг к другу три раза во время полного оборота на 360° . Таким образом, каждая из шести камер 13', 13'', 13''', 14', 14'', 14''' переменного объема расширяется три раза и три раза сжимается при каждом полном обороте ведущего вала 17.

Другими словами, пары смежных поршней из шести поршней 7а, 9а; 7б, 9б; 7с, 9с являются подвижными, во время их вращения с периодически меняющейся угловой скоростью в кольцевой камере 12, между первым положением, в котором две поверхности смежных поршней расположены по существу рядом друг с другом, и вторым положением, в котором эти же поверхности расположены на максимально допустимом угловом расстоянии друг от друга. Исключительно в качестве примера, в первом положении две поверхности смежных поршней расположены на угловом расстоянии друг от друга, примерно равном 1° , при этом во втором положении эти же две поверхности расположены на угловом расстоянии друг от друга, равном примерно 81° .

Шесть камер 13', 13'', 13''', 14', 14'', 14''' переменного объема состоят из первой группы из трех камер 13', 13'', 13''' и второй группы из трех камер 14', 14'', 14'''. Когда три камеры 13', 13'', 13''' первой группы имеют минимальный объем (поршни находятся рядом друг с другом на минимальном взаимном расстоянии), три другие камеры 14', 14'', 14''' (второй группы) имеют максимальный объем (поршни находятся на максимальном взаимном расстоянии).

Для того чтобы дополнительно разъяснить и выделить инновационные аспекты настоящего изобретения, ниже более точно и подробно раскрыты пять основных функциональных конфигураций.

Для описания функционирования новой тепловой машины (121), выполненной с возможностью работы с "пульсирующим тепловым циклом" согласно настоящему изобретению, необходимо, в первую очередь, отметить, что в приводном блоке (1), в каждой из шести камер (13', 13'', 13''', 14', 14'', 14''') с периодически меняющимся объемом, каждая из которых ограничена двумя поршнями, смежными друг к другу и вращающимися внутри кольцевого цилиндра, периодически выполняются различные функции всасывания, сжатия, расширения и выпуска.

На фиг. 13 в увеличенном масштабе показана часть тепловой машины согласно настоящему изобретению; причем указанная часть относится к приводному блоку, применяемому, аналогичным образом, в пяти конфигурациях, которые представлены на фиг. 6, 7, 8, 11 и 12, и являются объектом нижеследующих пяти разделов описания (А, В, С, D, Е). Номера позиций, содержащиеся на фиг. 13, используются для обозначения элементов приводного блока 1 и их соединений с компонентами тепловой машины 121, и применимы в отношении соответствующих элементов, показанных на фиг. 6, 7, 8, 11 и 12.

Для упрощения, в нижеследующих разделах описания (А, В, С, D, Е), путь, по которому движется текучий теплоноситель в различных секциях тепловой машины (121), раскрывается так, как будто происходит только один полный тепловой цикл. В действительности, для каждого оборота приводного вала (соответствующего углу оборота, равному 360°), осуществляется не менее шести полных тепловых циклов.

А. Подробное описание тепловой машины 121, работающей в соответствии с функциональной конфигурацией, показанной на фиг. 6.

По сравнению с циклами Джоуля-Эрикссона, взятыми отдельно, и одиночным "приводным блоком", новизна, обеспечиваемая данной конфигурацией, заключается в реализации "смешанного" рабочего цикла, в котором текучий теплоноситель представляет собой смесь воздуха и воды (превращаемой в пар), что обеспечивает возможность смазывания цилиндра (в котором скользят поршни) и позволяет получить более высокую единичную мощность, даже несмотря на небольшое снижение общего КПД.

Со ссылкой на фиг. 6, в положении, в котором находятся поршни, можно выделить следующие основные этапы цикла.

А1. Приведение в движение.

В первую очередь, следует отметить, что все устройства управления и регулирования питаются от специальной вспомогательной электрической линии (не показана), при этом запуск тепловой машины 121 происходит следующим образом:

приводят во вращательное движение ведущий вал 17 (виден на фиг. 2b) и всю систему передачи движения, которая обеспечивает движение шести поршней 7а, 7б, 7с, 9а, 9б, 9с, посредством пускового двигателя, создавая, тем самым, предварительное условие для запуска цикла;

активируют дозирующий насос для дозирования дистиллированной воды 97b;

активируют вентилятор 92;

активируют горелку 40 воздействием на регулирующий клапан 91 (который управляет впрыском топлива F) и запускают процесса горения;

когда циркулирующий текучий теплоноситель достигает предварительно установленного минимального рабочего состояния, приводной блок 1 может производить работу, необходимую для обеспечения возможности его независимой работы.

Воздух, всасываемый из окружающей среды при температуре T1', проходит в трубу 93, проходит через всасывающее отверстие 15", и, после перемещения двух поршней 9с-7с друг от друга, он всасывается в камеру 13".

A3. Этап сжатия и восстановления всасываемого воздуха.

После перемещения двух поршней 7с-9а друг к другу, предварительно всосанный воздух сжимается в камере 14" (до предела, который обычно предварительно задается минимальным соотношением 1:4 и максимальным соотношением 1:20), и претерпевает увеличение температуры с T1' до T2, проходит через выпускное отверстие 16", трубу 44' и обратный клапан 44а и достигает компенсационного резервуара (44), где он остается доступным для немедленного использования.

A4. Этап предварительного нагрева сжатого текучего теплоносителя.

С прерыванием, определенным вращением поршней и результирующим открытием/закрытием впускных отверстий 15', 15", воздух вытекает из резервуара 44, проходит через трубу 44" и обратный клапан 44b, движется через трубу 44"" и проходит через регенератор 42 (где он претерпевает увеличение температуры с T2 до T2').

A5. Этап впрыскивания дистиллированной воды в воздушный канал.

Воздух, выходящий из регенератора 42, движется через трубу 42', проходит через обратный клапан 42а и проходит в трубу 42".

Дистиллированная вода извлекается из резервуара 97а, движется через трубу 97", доводится до высокого давления в дозирующем насосе 97b и, при температуре Tс, подается в трубу 97"" и, посредством инжектора 97, она вводится в трубу 42"", где, в результате смешивания, образованная таким образом смесь претерпевает снижение температуры с T2' до T2".

A6. Этап перегрева циркулирующего текучего теплоносителя.

Смешанный текучий теплоноситель движется через трубу 97', проходит через нагреватель 41 (смежный с камерой 40А сгорания и оснащенный многотопливной горелкой 40), в которой он получает тепловую энергию и его температура увеличивается с T2" до T3.

A7. Этап расширения перегретого текучего теплоносителя и производства полезной работы.

Когда поршни 7а-7b, путем вращения в кольцевом цилиндре в направлении движения, обозначенном стрелками, открывают впускные отверстия 15'-15", перегретый текучий теплоноситель, протекающий через трубы 41'-41"-41"', вводится в расширительные камеры 13' и 13", где он расширяется (с уменьшением температуры с T3 до T4), и, заставляя поршни вращаться, производит полезную работу.

A8. Этап выпуска и восстановления энергии из отработанного текучего теплоносителя.

После перемещения поршней 7а-9b и 7b-9с друг к другу, камеры 14' и 14" уменьшаются в объеме, при этом отработанный текучий теплоноситель (уже расширенный на предыдущем цикле) выталкивается из приводного блока 1, проходит через два выпускных отверстия 16'-16", протекает через трубы 45'-45"-45"', проходит через регенератор 42 (где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает снижение температуры с T4 до T4', и далее, после прохождения через трубу 42', выпускается в атмосферу, и, таким образом, тепловой цикл завершается.

A9. Восстановление энергии со снижением температуры газов сгорания.

С учетом того, что функция, намеченная для тепловой машины, также заключается в обеспечении тепловой энергии, направляемой к вспомогательным средствам (для отопления помещений и/или получения бытовой горячей воды, и т.д.), перед выпуском горячих газов в атмосферу (через канал 102), вся их остаточная энергия восстанавливается за счет максимально возможного снижения их температуры (также можно восстановить еще больше энергии за счет их возможной конденсации). Для достижения данной цели, используется конкретный гидравлический контур, в котором применяется следующий режим подачи: поступающий текучий теплоноситель (обычно вода) от вспомогательных средств 103 проходит в трубу 103' и, выталкиваемый циркуляционным насосом 104, проходит в трубу 104', достигает рекуператора 101 при низкой температуре Tf и далее, после прохождения через него, благодаря снижению температуры газов S с Th7 до Th2, получает тепловую энергию и нагревается до более высокой температуры Tg, так что он становится доступным, через трубу 101', для дополнительных средств 130 и его использования по назначению.

В. Подробное описание тепловой машины 121, работающей в соответствии с функциональной конфигурацией, представленной на фиг. 7.

По сравнению с циклами Джоуля-Эриксона, взятыми отдельно, и одиночным "приводным блоком", новизна, обеспечиваемая данной конфигурацией, заключается в реализации "смешанного" рабочего цикла, в котором текучий теплоноситель представляет собой смесь воздуха и воды (превращаемой в пар), что обеспечивает возможность смазывания цилиндра (в котором скользят поршни) и позволяет по-

лучить более высокую единичную мощность, даже несмотря на небольшое уменьшение общего КПД.

Со ссылкой на фиг. 7, в положении, в котором находятся поршни, можно выделить следующие основные этапы.

В1. Приведение в движение тепловой машины 121.

В первую очередь, следует отметить, что все устройства управления и регулирования питаются от специальной вспомогательной электрической линии (не показана), при этом запуск тепловой машины 121 происходит следующим образом:

приводят во вращательное движение ведущий вал 17 (виден на фиг. 2b) и всю систему передачи движения, которая обеспечивает движение шести поршней 7a, 7b, 7c, 9a, 9b, 9c, посредством пускового двигателя, создавая, тем самым, предварительное условие для запуска цикла;

активируют насос 94 для конденсатной воды;

активируют вентилятор 92;

активируют горелку 40 воздействием на регулирующий клапан 91 (который управляет впрыском топлива F) и запускают процесса горения;

когда циркулирующий текучий теплоноситель достигает предварительно установленного минимального рабочего состояния, приводной блок 1 может производить работу, необходимую для обеспечения возможности его независимой работы.

В2. Запуск цикла, начиная с этапа всасывания охлажденного текучего теплоносителя.

Текучий теплоноситель, выходящий из охладителя 43 при температуре T1, проходит в трубу 43', проходит через конденсатосборник 93 (в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха), проходит в трубу 93' при температуре T1', проходит через всасывающее отверстие 15''' и, после перемещения двух поршней 9c-7c друг от друга, всасывается в камеру 13'''.

В3. Этап сжатия и восстановления всасываемого текучего теплоносителя.

После перемещения двух поршней 7c-9a друг к другу, предварительно всосанный воздух сжимается в камере 14''' (до предела, который обычно предварительно задается минимальным соотношением 1:4 и максимальным соотношением 1:20), претерпевает увеличение температуры с T1' до T2, проходит через выпускное отверстие 16''', трубу 44' и обратный клапан 44a и достигает компенсационного резервуара 44, где он остается доступным для немедленного использования.

В4. Этап предварительного нагрева сжатого текучего теплоносителя.

С прерыванием, определенным вращением поршней и результирующим открытием/закрытием впускных отверстий 15', 15'', воздух вытекает из резервуара 44, проходит через трубу 44'' и обратный клапан 44b, движется через трубу 44''' и проходит в регенератор 42 (где он претерпевает увеличение температуры с T2 до T2').

В5. Этап втягивания конденсатной воды.

Проталкиваемая насосом 94 высокого давления, конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником 93, протекает через трубы 93'' и 94' (при температуре T1'').

В6. Этап впрыскивания конденсатной воды в воздушный канал.

Воздух, выходящий из регенератора 42, движется через трубу 42', проходит через обратный клапан 42a и проходит в трубу 42''', где, посредством инжектора 97, вводится конденсатная вода. В результате смешивания воздуха с конденсатной водой, смесь претерпевает снижение температуры с T2' до T2''.

В7. Этап перегрева циркулирующего текучего теплоносителя.

Смешанный текучий теплоноситель движется через трубу 97', проходит через нагреватель 41 (смежный с камерой 40A сгорания и оснащенный многотопливной горелкой 40), в которой он получает тепловую энергию и его температура увеличивается с T2'' и T3.

В8. Этап расширения перегретого текучего теплоносителя и производство полезной работы.

Когда поршни 7a-7b, путем вращения в кольцевом цилиндре в направлении движения, обозначенном стрелками, открывают впускные отверстия 15'-15'', перегретый текучий теплоноситель, протекающий через трубы 41'-41''-41''', вводится в расширительные камеры 13' и 13'', где он расширяется (с уменьшением температуры с T3 до T4), и, заставляя поршни вращаться, производит полезную работу.

В9. Этап выпуска и восстановления энергии из отработанного текучего теплоносителя.

После перемещения поршней 7a-9b и 7b-9c друг к другу, камеры 14' и 14'' уменьшаются в объеме, при этом отработанный текучий теплоноситель (уже расширенный на предыдущем цикле) выталкивается из приводного блока 1, проходит через выпускные отверстия 16'-16'', протекает через трубы 45'-45''-45''', проходит через регенератор 42 (где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает первое снижение температуры с T4 до T4').

В10. Завершение цикла с дополнительным охлаждением отработанного текучего теплоносителя.

Текучий теплоноситель проходит в трубу 42'' и достигает охладителя 43, где цикл может продолжиться и повторяться в непрерывном режиме.

В11. Восстановление энергии с оптимизацией процесса предварительного нагрева воздуха для горения.

Воздух для горения, втягиваемый из окружающей среды, проталкивается вентилятором 92 и проходит в охладитель 43, где он получает энергию и его температура увеличивается с Th1 до Th3, что способ-

ствует процессу горения.

В12. Восстановление энергии со снижением температуры газов сгорания.

С учетом того, что функция, намеченная для тепловой машины, также заключается в обеспечении тепловой энергии, направляемой во вспомогательные средства (для отопления помещений и/или получения бытовой горячей воды, и т.д.), перед выпуском горячих газов в атмосферу (через канал 102), вся их остаточная энергия восстанавливается за счет максимально возможного снижения их температуры (также можно восстановить еще больше энергии за счет их возможной конденсации). Для достижения данной цели, используется конкретный гидравлический контур, в котором применяется следующий режим подачи: поступающий текучий теплоноситель (обычно вода) из вспомогательных средств 103 проходит в трубу 103' и, выталкиваемый циркуляционным насосом 104, проходит в трубу 104', достигает рекуператора 101 при низкой температуре T_f и далее, после прохождения через него, благодаря снижению температуры газов S с Th_7 до Th_2 , получает тепловую энергию и нагревается до более высокой температуры T_g , так что он становится доступным, через трубу 101', для дополнительных средств 130 и использования по назначению.

С. Подробное описание тепловой машины 121, работающей в соответствии с функциональной конфигурацией, представленной на фиг. 8.

По сравнению с циклами Джоуля-Эриксона, взятыми отдельно, и одиночным "приводным блоком", новизна, обеспечиваемая данной конфигурацией, заключается в реализации "комбинированного" рабочего цикла, в котором текучий теплоноситель представляет собой смесь воздуха и воды (превращаемой в пар), что обеспечивает возможность смазывания цилиндра (в котором скользят поршни) и позволяет получить более высокую единичную мощность и повысить общий КПД.

Со ссылкой на фиг. 8, в положении, в котором находятся поршни, можно выделить следующие основные этапы.

С1. Приведение в движение тепловой машины 121.

В первую очередь, следует отметить, что все устройства управления и регулирования питаются от специальной вспомогательной электрической линии (не показана), при этом запуск тепловой машины 121 происходит следующим образом:

приводят во вращательное движение ведущий вал 17 (виден на фиг. 2b) и всю систему передачи движения, которая обеспечивает движение шести поршней 7a, 7b, 7c, 9a, 9b, 9c, посредством пускового двигателя, создавая, тем самым, предварительное условие для запуска цикла;

активируют насос 94 для конденсатной воды;

активируют вентилятор 92;

активируют горелку 40 воздействием на регулирующий клапан 91 (который управляет впрыском топлива F) и запускают процесса горения;

когда циркулирующий текучий теплоноситель достигает предварительно установленного минимального рабочего состояния, приводной блок 1 может производить работу, необходимую для обеспечения возможности его независимой работы.

С2. Запуск цикла, начиная с этапа всасывания охлажденного текучего теплоносителя.

Текучий теплоноситель, выходящий из охладителя 43 при температуре T_1 , проходит в трубу 43', проходит через конденсатосборник 93 (в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха), проходит в трубу 93' при

температуре T_1' , проходит через всасывающее отверстие 15''' и, после перемещения двух поршней 9c-7c друг от друга, всасывается в камеру 13'''.

С3. Этап сжатия и восстановления всасываемого текучего теплоносителя.

После перемещения двух поршней 7c-9a друг к другу, предварительно всосанный воздух сжимается в камере 14''' (до предела, который обычно предварительно задается минимальным соотношением 1:4 и максимальным соотношением 1:20), претерпевает увеличение температуры с T_1' до T_2 , проходит через выпускное отверстие 16''', трубу 44' и обратный клапан 44a и достигает компенсационного резервуара 44, где он остается доступным для немедленного использования.

С4. Этап предварительного нагрева сжатого текучего теплоносителя.

С прерыванием, определенным вращением поршней и результирующим открытием/закрытием впускных отверстий 15', 15'', воздух вытекает из резервуара 44, проходит через трубу 44'' и обратный клапан 44b, движется через трубу 44''' и проходит через регенератор 42 (где он претерпевает увеличение температуры с T_2 до T_2').

С5. Этап испарения/перегрева конденсатной воды.

Выталкиваемая насосом 94 высокого давления, конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником 93, проходит через трубы 93'' и 94', проходит через испаритель 95, где она нагревается/испаряется (с изменением состояния с жидкого на парообразное, и с увеличением температуры с T_1'' до T_a).

С6. Этап впрыскивания насыщенного пара в воздушный канал.

Воздух, выходящий из регенератора 42, движется через трубу 42', проходит через обратный клапан 42a и проходит через трубу 42'', куда, посредством инжектора 97, вводится насыщенный пар, переме-

щаемый в трубе 95'. В результате смешивания воздуха с насыщенным паром, текучий теплоноситель претерпевает увеличение массы и уменьшение температуры с $T2'$ до $T2''$.

C7. Этап перегрева циркулирующего текучего теплоносителя.

Смешанный текучий теплоноситель движется через трубу 97', проходит через нагреватель 41 (смежный с камерой 40А сгорания и оснащенный многотопливной горелкой 40), в которой он получает тепловую энергию и его температура увеличивается с $T2''$ до $T3$.

C8. Этап расширения перегретого текучего теплоносителя и производства полезной работы.

Когда поршни 7а-7b, за счет вращения в кольцевом цилиндре в направлении движения, обозначенном стрелками, открывают впускные отверстия 15'-15'', перегретый текучий теплоноситель, протекающий через трубы 41'-41''-41''', вводится в расширительные камеры 13' и 13'', где он расширяется (с уменьшением температуры с $T3$ до $T4$), и заставляя поршни вращаться, производит полезную работу.

C9. Этап выпуска и восстановления энергии из отработанного текучего теплоносителя.

После перемещения поршней 7а-9b и 7b-9с друг к другу, камеры 14' и 14'' уменьшаются в объеме, при этом отработанный текучий теплоноситель (уже расширенный на предыдущем цикле) выталкивается из приводного блока 1, проходит через два выпускных отверстия 16'-16'', протекает через трубы 45'-45''-45''', проходит через регенератор 42 (где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает первое снижение температуры с $T4$ до $T4'$), затем проходит в трубу 42'', проходит через испаритель 95, где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает второе снижение температуры с $T4'$ до $T4''$, обеспечивая возможность восстановления полезной энергии, что схематично представлено в области Q95 на фиг. 9.

C10. Завершение цикла с дополнительным охлаждением отработанного текучего теплоносителя.

Текучий теплоноситель проходит в трубу 95'' и достигает охладителя 43, откуда цикл может продолжиться и повторяться в непрерывном режиме.

C11. Восстановление энергии с оптимизацией процесса предварительного нагрева воздуха для горения.

Воздух для горения, втягиваемый из окружающей среды, проталкивается вентилятором 92 и проходит в охладитель 43, где он получает энергию и его температура увеличивается с $Th1$ до $Th3$, способствуя, тем самым, процессу горения.

C12. Восстановление энергии со снижением температуры газов сгорания.

С учетом того, что функция, намеченная для тепловой машины, также заключается в обеспечении тепловой энергии, направляемой к вспомогательным средствам (для отопления помещений и/или получения бытовой горячей воды, и т.д.), перед выпуском горячих газов в атмосферу (через канал 102), вся их остаточная энергия восстанавливается за счет максимально возможного снижения их температуры (также можно восстановить еще больше энергии за счет возможной конденсации). Для достижения данной цели, используется конкретный гидравлический контур, в котором применяется следующий режим подачи: поступающий текучий теплоноситель (обычно вода) из вспомогательных средств 103 проходит в трубу 103' и, выталкиваемый циркуляционным насосом 104, проходит в трубу 104', достигает рекуператора 101 при низкой температуре Tf и далее, после прохождения через него, благодаря снижению температуры газов S с $Th7$ до $Th2$, получает тепловую энергию и нагревается до более высокой температуры Tg , так что он становится доступным, через трубу 101', для вспомогательных средств 130 и использования по назначению.

D. Подробное описание тепловой машины 121, работающей в соответствии с функциональной конфигурацией, представленной на фиг. 11.

По сравнению с циклами Джоуля-Эриксона, взятыми отдельно, и одиночным "приводным блоком", новизна, обеспечиваемая данной конфигурацией, заключается в реализации "комбинированного" рабочего цикла, в котором текучий теплоноситель представляет собой смесь воздуха и воды (превращаемой в перегретый пар), что обеспечивает возможность смазывания цилиндра (в котором скользят поршни) и позволяет получить более высокую единичную мощность и повысить общий КПД.

Со ссылкой на фиг. 11, в положении, в котором находятся поршни, можно выделить следующие основные этапы.

D1. Приведение в движение тепловой машины 121.

В первую очередь следует отметить, что все устройства управления и регулирования питаются от специальной вспомогательной электрической линии (не показана), при этом запуск тепловой машины 121 происходит следующим образом:

приводят во вращательное движение ведущий вал 17 (виден на фиг. 2b) и всю систему передачи движения, которая обеспечивает движение шести поршней 7а, 7b, 7с, 9а, 9b, 9с, посредством пускового двигателя, создавая, тем самым, предварительное условие для запуска цикла;

активируют насос 94 для конденсатной воды;

активируют вентилятор 92;

активируют горелку 40 воздействием на регулирующий клапан 91 (который управляет впрыском топлива F) и запускают процесс горения;

когда циркулирующий текучий теплоноситель достигает предварительно установленного мини-

мального рабочего состояния, приводной блок 1 может производить работу, необходимую для обеспечения возможности его независимой работы.

D2. Запуск цикла, начиная с этапа всасывания охлажденного текущего теплоносителя.

Текущий теплоноситель, выходящий из охладителя 43 при температуре T1, проходит в трубу 43', проходит через конденсатосборник 93 (в котором вода в текущем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха), проходит в трубу 93' при температуре T1', проходит через всасывающее отверстие 15''' и, после перемещения двух поршней 9с-7с друг от друга, всасывается в камеру 13'''.

D3. Этап сжатия и восстановления всасываемого текущего теплоносителя.

После перемещения двух поршней 7с-9а друг к другу, предварительно всосанный воздух сжимается в камере 14''' (до предела, который обычно предварительно задается минимальным соотношением 1:4 и максимальным соотношением 1:20), претерпевает увеличение температуры с T1' до T2, проходит через выпускное отверстие 16''', трубу 44' и обратный клапан 44а и достигает компенсационного резервуара 44, где он остается доступным для немедленного использования.

D4. Этап предварительного нагрева сжатого текущего теплоносителя.

С прерыванием, определенным вращением поршней и результирующим открытием/закрытием впускных отверстий 15', 15'', воздух вытекает из резервуара 44, проходит через трубу 44" и обратный клапан 44b, движется через трубу 44" и проходит через регенератор 42 (где он претерпевает увеличение температуры с T2 до T2').

D5. Этап испарения/перегрева конденсатной воды.

Выталкиваемая насосом 94 высокого давления, конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником 93, проходит по трубам 93" и 94', проходит через испаритель 95, где она нагревается/испаряется (с изменением состояния с жидкого на парообразное, и с увеличением температуры с T1" на Ta), движется через трубу 95', проходит через перегреватель 95 (где получает дополнительную энергию и его температура увеличивается с Ta до Tb).

D6. Этап впрыскивания перегретого пара в воздушный канал.

Воздух, выходящий из регенератора 42, движется через трубу 42', проходит через обратный клапан 42а и проходит в трубу 42'', куда, посредством инжектора 97, вводится перегретый пар, перемещаемый в трубе 96'. В результате смешивания воздуха с перегретым паром, текущий теплоноситель претерпевает повышение энергии и его температура увеличивается с T2' до T2'', обеспечивая восстановление полезной энергии, что схематично представлено в области Q96 на фиг. 10.

D7. Этап перегрева циркулирующего текущего теплоносителя.

Смешанный текущий теплоноситель движется через трубу 97', проходит через нагреватель 41 (смежный с камерой 40А сгорания и оснащенный многотопливной горелкой 40), в которой он получает тепловую энергию и его температура увеличивается с T2" до T3.

D8. Этап расширения перегретого текущего теплоносителя и производства полезной работы.

Когда поршни 7а-7b, за счет вращения в кольцевом цилиндре в направлении движения, обозначенном стрелками, открывают впускные отверстия 15'-15'', перегретый текущий теплоноситель, протекающий через трубы 41'-41''-41''', вводится в расширительные камеры 13' и 13'', где он расширяется (с уменьшением температуры с T3 до T4), и, заставляя поршни вращаться, производит полезную работу.

D9. Этап выпуска и восстановления энергии из отработанного текущего теплоносителя.

После перемещения поршней 7а-9b и 7b-9с друг к другу, камеры 14' и 14'' уменьшаются в объеме, при этом отработанный текущий теплоноситель (уже расширенный на предыдущем цикле) выталкивается из приводного блока 1, проходит через два выпускных отверстия 16'-16'', протекает через трубы 45'-45''-45''', проходит через регенератор 42 (где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает первое снижение температуры с T4 до T4'), далее проходит в трубу 42'', проходит через испаритель 95, где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает второе снижение температуры с T4' до T4'', обеспечивая возможность восстановления полезной энергии, что схематично представлено в области Q95 на фиг. 10.

D10. Завершение цикла с дополнительным охлаждением отработанного текущего теплоносителя.

Текущий теплоноситель проходит в трубу 95" и достигает охладителя 43, откуда цикл может продолжиться и повторяться в непрерывном режиме.

D11. Восстановление энергии с оптимизацией процесса предварительного нагрева воздуха для горения.

Воздух для горения, втягиваемый из окружающей среды, проталкивается вентилятором 92 и проходит в охладитель 43, где он получает энергию и его температура увеличивается с Th1 до Th3, способствуя, тем самым, процессу горения.

B12. Восстановление энергии со снижением температуры газов сгорания.

С учетом того, что функция, намеченная для тепловой машины, также заключается в обеспечении тепловой энергии, направляемой к вспомогательным средствам (для отопления помещений и/или получения бытовой горячей воды, и т.д.), перед выпуском горячих газов в атмосферу (через канал 102), они сначала должны пройти через перегреватель 96 (где их температура снижается с Th7 до Th6) и затем вся их остаточная энергия восстанавливается за счет максимально возможного снижения их температуры

(также можно восстановить еще больше энергии за счет их возможной конденсации). Для достижения данной цели, используется конкретный гидравлический контур, в котором применяется следующий режим подачи: поступающий текучий теплоноситель (обычно вода) из вспомогательных средств 103 проходит в трубу 103' и, выталкиваемый циркуляционным насосом 104, проходит в трубу 104', достигает рекуператора 101 при низкой температуре T_f и далее, после прохождения через него, благодаря снижению температуры газов S с T_h до T_{h2} , получает тепловую энергию и нагревается до более высокой температуры T_g , так что он становится доступным, через трубу 101', для дополнительных средств 130 и для использования по назначению.

Е. Подробное описание тепловой машины 121, работающей в соответствии с наиболее полной функциональной конфигурацией, представленной на фиг. 12.

По сравнению с циклами Джоуля-Эрикссона, взятыми отдельно, и одиночным "приводным блоком", новизна, обеспечиваемая данной конфигурацией, заключается в реализации "комбинированного" рабочего цикла, в котором текучий теплоноситель представляет собой смесь воздуха и воды (превращаемой в перегретый пар), что обеспечивает возможность смазывания цилиндра (в котором скользят поршни) и позволяет получить более высокую единичную мощность и существенно повысить общий КПД.

Со ссылкой на фиг. 12, в положении, в котором находятся поршни, можно выделить следующие основные этапы.

Е1. Приведение в движение тепловой машины 121.

В первую очередь следует отметить, что все устройства управления и регулирования питаются от специальной вспомогательной электрической линии (не показана), при этом запуск тепловой машины 121 происходит следующим образом:

приводят во вращательное движение ведущий вал 17 (виден на фиг. 2b) и всю систему передачи движения, которая обеспечивает движение шести поршней 7a, 7b, 7c, 9a, 9b, 9c, посредством пускового двигателя, создавая, тем самым, предварительное условие для запуска цикла;

активируют насос 94 для конденсатной воды;

подключают электропитание к водяному насосу 99;

активируют вентилятор 92;

активируют горелку 40 воздействием на регулирующий клапан 91 (который управляет впрыском топлива F) и запускают процесса горения;

когда циркулирующий текучий теплоноситель достигает предварительно установленного минимального рабочего состояния, приводной блок 1 может производить работу, необходимую для обеспечения возможности его независимой работы.

Е2. Запуск цикла, начиная с этапа всасывания охлажденного текучего теплоносителя.

Текучий теплоноситель, выходящий из охладителя 43 (при температуре T_1), проходит в трубу 43', проходит через конденсатосборник 93 (в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха), проходит в трубу 93' при температуре T_1' , проходит через всасывающее отверстие 15''' и, после перемещения двух поршней 9c-7c друг от друга, всасывается в камеру 13'''.

Е3. Этап сжатия и восстановления всасываемого текучего теплоносителя.

После перемещения двух поршней 7c-9a друг к другу, предварительно всосанный воздух сжимается в камере 14''' (до предела, который обычно предварительно задается минимальным соотношением 1:4 и максимальным соотношением 1:20), претерпевает увеличение температуры с T_1' до T_2 , проходит через выпускное отверстие 16''', трубу 44' и обратный клапан 44a и достигает компенсационного резервуара 44, где он остается доступным для немедленного использования.

Е4 Этап предварительного нагрева сжатого текучего теплоносителя.

С прерыванием, определенным вращением поршней и результирующим открытием/закрытием впускных отверстий 15', 15'', воздух вытекает из резервуара 44, проходит через трубу 44'' и обратный клапан 44b, движется через трубу 44'' и проходит через регенератор 42 (где он претерпевает увеличение температуры с T_2 до T_2').

Е5. Этап испарения/перегрева конденсатной воды.

Выталкиваемая насосом 94 высокого давления, конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником 93, протекает через трубы 93'' и 94' при температуре T'' , проходит через испаритель 95, где она нагревается/испаряется (с изменением состояния с жидкого на парообразное, и с увеличением температуры с T_1' до T_a), движется через трубу 95'', проходит через перегреватель 96 (где получает дополнительную энергию и претерпевает увеличение температуры с T_a до T_b).

Е6. Этап впрыскивания перегретого пара в воздушный канал.

Воздух, выходящий из регенератора 42, движется через трубу 42', проходит через обратный клапан 42a и проходит в трубу 42'', куда, посредством инжектора 97, вводится перегретый пар, перемещаемый в трубе 96'. В результате смешивания воздуха с перегретым паром, текучий теплоноситель претерпевает увеличение энергии, а его температура увеличивается с T_2' до T_2'' , что обеспечивает восстановление полезной энергии, схематично представленное в области Q96 на фиг. 10.

Е7. Этап перегрева циркулирующего текучего теплоносителя.

Смешанный текучий теплоноситель движется через трубу 97', проходит через нагреватель 41 (смежный с камерой 40А сгорания и оснащенный многотопливной горелкой 40), в которой он принимает тепловую энергию и его температура увеличивается с T_2 до T_3 .

Е8. Этап расширения перегретого текучего теплоносителя и производства полезной работы.

Когда поршни 7a-7b, за счет вращения в кольцевом цилиндре в направлении движения, обозначенном стрелками, открывают впускные отверстия 15'-15'', перегретый текучий теплоноситель, протекающий через трубы 41'-41''-41''', вводится в расширительные камеры 13' и 13'', где он расширяется (с уменьшением температуры с T_3 до T_4), и, заставляя поршни вращаться, производит полезную работу.

Е9. Этап выпуска и восстановления энергии из отработанного текучего теплоносителя.

После перемещения поршней 7a-9b и 7b-9с друг к другу, камеры 14' и 14'' уменьшаются в объеме, при этом отработанный текучий теплоноситель (уже расширенный на предыдущем цикле) выводится из приводного блока 1, проходит через два выпускных отверстия 16'-16'', протекает через трубы 45'-45''-45''', проходит через регенератор 42 (где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает первое снижение температуры с T_4 до T_4'), далее проходит в трубу 42'', проходит через испаритель 95, где он снова отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает второе снижение температуры с T_4' до T_4'' , обеспечивая возможность восстановления полезной энергии, что схематично представлено в области Q95 на фиг. 10.

Е10. Завершение цикла с дополнительным охлаждением отработанного текучего теплоносителя.

Текучий теплоноситель проходит в трубу 95' и достигает охладителя 43, откуда цикл может продолжиться и повторяться в непрерывном режиме.

Е11. Оптимизированное охлаждение приводного блока 1, с восстановлением энергии.

Вода, охлажденная в рекуператоре 98 (при температуре T_c), постоянно циркулирует посредством насоса 99, протекает через трубы 98'-99'', проходит через специальное промежуточное пространство 2R, предусмотренное в приводном блоке 1 (где, за счет охлаждающего действия, он претерпевает увеличение температуры с T_c до T_d), движется через трубу 2', проходит через рекуператор 100 (где он получает тепловую энергию, с увеличением температуры с T_d до T_e), движется через трубу 100' и, наконец, поступает в рекуператор 98, где его путь завершается. Промежуточное пространство 2R образует охлаждающий блок для приводного блока 1. Трубы 2', 98', 99'' и 100' образуют охлаждающие трубы. Промежуточное пространство 2R (или охлаждающий блок) первого рекуператора 98, второй рекуператор 100, охлаждающий насос 99 и охлаждающие трубы совместно образуют охлаждающий контур тепловой машины.

Е12. Восстановление энергии с оптимизацией процесса предварительного нагрева воздуха для горения.

Воздух для горения, втягиваемый из окружающей среды при температуре Th_1 , проталкивается вентилятором 92 и проходит в охладитель 43 (где он получает энергию и его температура увеличивается до Th_3), проходит в рекуператор 98 (где он получает дополнительную энергию и его температура увеличивается до Th_5).

Предварительно нагретый воздух смешивается в горелке 40 с топливом, подаваемым через регулирующий клапан 91, и вводится в камеру 40А сгорания, где газ, смешанный при высокой температуре, может подвергнуться оптимальному горению, что позволяет снизить объем вредных выбросов.

Е13. Восстановление энергии со снижением температуры газов сгорания.

Горячие газы, получаемые в результате горения при температуре Th_7 , сначала охлаждаются до температуры Th_6 (проходя через перегреватель 96), затем дополнительно охлаждаются до температуры Th_4 (проходя через рекуператор 100), и далее, с учетом того, что функция, намеченная для тепловой машины, также заключается в обеспечении тепловой энергии, направляемой к вспомогательным средствам (для отопления помещений и/или получения бытовой горячей воды, и т.д.), перед выпуском горячих газов в атмосферу (через канал 102), вся их остаточная энергия восстанавливается за счет максимально возможного снижения их температуры (также можно восстанавливать энергию за счет их возможной конденсации). Для достижения данной цели, используется конкретный гидравлический контур, в котором применяется следующий режим подачи: поступающий текучий теплоноситель (обычно вода) из вспомогательных средств 103 проходит в трубу 103' и, выталкиваемый циркуляционным насосом 104, проходит в трубу 104', достигает рекуператора 101 при низкой температуре T_f и далее, после прохождения через него, благодаря снижению температуры газов с Th_4 до Th_2 , он получает тепловую энергию и нагревается до более высокой температуры T_g , так что он становится доступным, через трубу 101', для дополнительных средств 130 и использования по назначению.

Трубы 101', 103' и 104' образуют вспомогательные трубы. Вспомогательный рекуператор 101, вспомогательный насос 104 и вспомогательные трубы совместно образуют охлаждающий контур тепловой машины 121.

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

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

Кроме того, тепловая машина и связанный с ней способ согласно настоящему изобретению могут использовать разнообразные источники тепла и генерировать механическую энергию (работу), поскольку их можно использовать в любом месте и для любых целей, но предпочтительно для производства электрической энергии.

Кроме того, тепловая машина согласно настоящему изобретению характеризуется высоким термодинамическим КПД и высоким отношением мощности к весу.

Дополнительно, тепловая машина согласно настоящему изобретению отличается простотой и легкостью в изготовлении конструкции.

Кроме того, тепловая машина согласно настоящему изобретению отличается сниженными производственными затратами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Тепловая машина (121) для осуществления теплового цикла, причем тепловая машина выполнена с возможностью работы с текучим теплоносителем, предназначена для работы с комбинированным тепловым циклом с применением горячего воздуха и водяного пара с обеспечением однонаправленного непрерывного движения текучего теплоносителя и содержит:

приводной блок (1), содержащий

корпус (2), заключающий в себе кольцевую камеру (12) и имеющий впускные и выпускные отверстия (15', 16', 15'', 16'', 15''', 16'''), сообщающиеся по текучей среде с каналами, внешними по отношению к кольцевой камере (12), причем каждое впускное и выпускное отверстие (15', 16', 15'', 16'', 15''', 16''') расположено на угловом расстоянии от смежных впускных и выпускных отверстий для создания пути расширения/сжатия для рабочей текучей среды в кольцевой камере (12);

первый ротор (4) и второй ротор (5), установленные с возможностью вращения в указанном корпусе (2); причем каждый из двух роторов (4, 5) имеет три поршня (7a, 7b, 7c; 9a, 9b, 9c), которые выполнены с возможностью скольжения в кольцевой камере (12); причем поршни (7a, 7b, 7c) одного (4) из роторов (4, 5) чередуются под углом с поршнями (9a, 9b, 9c) другого ротора (5); причем смежные под углом поршни (7a, 9a; 7b, 9b; 7c, 9c) образуют шесть камер (13', 13'', 13'''; 14', 14'', 14''') переменного объема;

ведущий вал (17), функционально соединенный с указанными первым и вторым роторами (4, 5);

трансмиссию (18), которая функционально размещена между указанными первым и вторым роторами (4, 5) и ведущим валом (17) и выполнена с возможностью преобразовывать вращательное движение с соответствующими первой и второй периодически изменяющимися угловыми скоростями (ω_1 , ω_2) указанных первого и второго роторов (4, 5), которые имеют рассогласование друг относительно друга, во вращательное движение, имеющее постоянную угловую скорость ведущего вала (17); при этом трансмиссия (18) выполнена с возможностью обеспечивать, при периодически изменяющейся угловой скорости (ω_1 , ω_2) каждого из роторов (4, 5), шесть периодов изменения для каждого полного оборота ведущего вала (17);

причем указанный приводной блок представляет собой роторный расширитель объема, выполненный с возможностью работы с указанным текучим теплоносителем;

первый участок приводного блока (1), в котором, после перемещения двух поршней (9c, 7c) друг от друга, текучий теплоноситель, проходящий через впускное отверстие (15'''), всасывается в камеру (13''');

второй участок указанного приводного блока (1), в котором после перемещения двух поршней (7c, 9a) друг к другу ранее всосанный текучий теплоноситель сжимается в камере (14''') и затем при прохождении через выпускное отверстие (16'''), трубу (44') и обратный клапан (44a) подается в компенсационный резервуар (44);

компенсационный резервуар (44), выполненный с возможностью накапливать сжатый текучий теплоноситель, чтобы сделать его доступным через трубы (44'', 42') и обратный клапан (44b), для последующего его использования в непрерывном режиме;

регенератор (42), сообщающийся по текучей среде через трубы (42', 97') с указанным приводным блоком (1) и выполненный с возможностью предварительного нагрева текучего теплоносителя перед его входом в нагреватель (41);

нагреватель (41), выполненный с возможностью перегрева текучего теплоносителя, циркулирующего в извилистой катушке, с использованием тепловой энергии, создаваемой горелкой (40);

горелку (40) с прикрепленной к ней камерой (40A) сгорания, причем указанная горелка (40) предназначена для работы с различными типами топлива и способна подавать необходимую тепловую энергию в нагреватель (41);

третий участок указанного приводного блока (1), сообщающийся по текучей среде через трубы (41', 41'', 41''') с указанным нагревателем (41) и выполненный с возможностью принимать через впускные отверстия (15', 15'') текучий теплоноситель, нагретый под давлением до высокой температуры в нагревателе (41) так, что он расширяется в камерах (13', 13''), образованных поршнями (9a, 7a, 9b, 7b), соответственно, чтобы поршни вращались и производили работу;

четвертый участок указанного приводного блока (1), сообщающийся по текучей среде через выпу-

ские отверстия (16', 16") и трубы (45', 45", 46) с регенератором (42), причем из-за уменьшения объема двух камер (14', 14"), обусловленного движением двух пар поршней (7а, 9b, 7b, 9с) друг к другу, обеспечена возможность принудительного вытеснения отработанного текучего теплоносителя;

при этом указанный регенератор (42), сообщающийся по текучей среде с указанным приводным блоком (1), дополнительно выполнен с возможностью получения тепловой энергии из отработанного текучего теплоносителя и использования его для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению к нагревателю (41).

2. Тепловая машина (121) по п.1, причем первый участок приводного блока (1) сообщается по текучей среде с внешней средой по трубе (93), так что обеспечена возможность всасывания окружающего воздуха в камеру (13""), при этом тепловая машина (121) содержит дозирующий насос (97b), сообщающийся по текучей среде с резервуаром (97а) дистиллированной воды и выполненный с возможностью впрыскивания предварительно заданного количества дистиллированной воды в воздушный контур (42""), посредством инжектора (97), причем указанное предварительно заданное количество способно увеличить единичную мощность приводного блока (1) и обеспечить смазывание цилиндра.

3. Тепловая машина (121) по п.1, содержащая:

охладитель (43), функционально размещенный между низкотемпературным выходом регенератора и входом нагревателя (41),

при этом обеспечена возможность прохождения текучего теплоносителя, выходящего из охладителя (43) при температуре T1 в трубу (43'), прохождения через конденсатосборник (93), в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождения в трубу (93') при температуре T1', прохождения через всасывающее отверстие (15""), и после перемещения двух поршней (9с, 7с) друг от друга всасывания в камеру (13""), указанного первого участка, при этом выталкиваемая насосом (94) высокого давления конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником (93), проходит через трубы (93", 94') и достигает инжектора (97), выполненного с возможностью впрыскивать в воздушный контур (42""), предварительно заданное количество конденсатной воды, способное увеличить единичную мощность приводного блока (1) и обеспечить смазывание цилиндра.

4. Тепловая машина (121) по п.1, содержащая

охладитель (43), функционально размещенный между низкотемпературным выходом регенератора и входом нагревателя (41);

при этом обеспечена возможность прохождения текучего теплоносителя, выходящего из охладителя (43) при температуре T1, в трубу (43'), прохождения через конденсатосборник (93), в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождения в трубу (93') при температуре T1', прохождения через всасывающее отверстие (15""), и после перемещения двух поршней (9с, 7с) друг от друга, всасывания в камеру (13""), указанного первого участка, при этом выталкиваемая насосом (94) высокого давления конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником (93), проходит через трубы (93", 94') и достигает испарителя (95), выполненного с возможностью нагрева и испарения конденсатной воды и направления ее в инжектор (97), выполненный с возможностью впрыскивать в воздушный контур (42""), предварительно заданное количество водяного пара, способное увеличить единичную мощность приводного блока (1) и обеспечить смазывание цилиндра,

причем указанный испаритель (95) функционально размещен его высокотемпературной стороной между указанным насосом (94) высокого давления и указанным инжектором (97),

при этом указанный испаритель (95) выполнен с возможностью приема на своей низкотемпературной стороне отработанного текучего теплоносителя, вытесненного из выхода приводного блока (1), в качестве поступающей текучей среды, чтобы получить остаточную тепловую энергию от указанного отработанного текучего теплоносителя и использовать ее для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению в нагреватель.

5. Тепловая машина (121) по п.1, содержащая

охладитель (43), функционально размещенный между низкотемпературным выходом регенератора и входом нагревателя (41);

причем обеспечена возможность прохождения текучего теплоносителя, выходящего из охладителя (43) при температуре T1, в трубу (43'), прохождения через конденсатосборник (93), в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождения в трубу (93') при температуре T1', прохождения через всасывающее отверстие (15""), и после перемещения двух поршней (9с, 7с) друг от друга всасывания в камеру (13""), указанного первого участка, при этом выталкиваемая насосом (94) высокого давления конденсатная вода, ранее извлеченная из воздуха сборником (93), проходит через трубы (93", 94') и достигает испарителя (95), выполненного с возможностью нагрева и испарения конденсатной воды и направления ее в перегреватель (96), который путем выделения энергии из горячих газов сгорания ниже по потоку от горелки (40) способен перегревать насыщенный пар, выходящий из испарителя (95), для подачи в него энергии;

причем указанный перегреватель (96) выполнен с возможностью подачи испаренной и перегретой конденсатной воды в инжектор (97), выполненный с возможностью впрыска в воздушный контур (42""), предварительно заданного количества перегретого водяного пара, способного дополнительно увеличить

единичную мощность приводного блока (1) и обеспечить смазывание цилиндра, причем указанный испаритель (95) функционально размещен его высокотемпературной стороной между указанным насосом (94) высокого давления и указанным перегревателем (96),

при этом указанный испаритель (95) выполнен с возможностью приема на своей низкотемпературной стороне отработанного текучего теплоносителя, вытесненного из выхода приводного блока (1), в качестве поступающей текучей среды, чтобы получить остаточную тепловую энергию от указанного отработанного текучего теплоносителя и использовать ее для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению в нагреватель.

6. Тепловая машина (121) по п.5, оснащенная охлаждающим контуром, содержащим первый рекуператор (98), расположенный выше по потоку от горелки (40), в котором воздух для горения извлекается из окружающей среды;

охлаждающий блок (2R), связанный с приводным блоком (1);

второй рекуператор (100), расположенный ниже по потоку от горелки (40) и нагревателя (41) вдоль выходного пути горячих газов сгорания;

множество охлаждающих труб (2', 98', 99', 100'), которые последовательно соединяют указанный первый рекуператор (98), указанный охлаждающий блок (2R) и указанный второй рекуператор (100), с образованием кольцевого пути, и удерживают определенное количество охлаждающей текучей среды;

охлаждающий насос (99), расположенный в указанном контуре и функционально активный на одной трубе из указанного множества охлаждающих труб для обеспечения циркуляции указанной охлаждающей текучей среды в охлаждающем контуре;

причем

указанный первый рекуператор (98) выполнен с возможностью охлаждения указанной охлаждающей текучей среды путем отдачи тепловой энергии указанному воздуху для горения;

указанный охлаждающий блок (2R) выполнен с возможностью охлаждения приводного блока (1) путем передачи тепловой энергии от приводного блока к охлаждающей текучей среде, претерпевающей повышение температуры;

указанный второй рекуператор (100) выполнен с возможностью нагревания указанной охлаждающей текучей среды путем получения тепловой энергии от горячих газов сгорания.

7. Тепловая машина (121) по любому из пп.1-6, оснащенная вспомогательным гидравлическим контуром, содержащим

вспомогательный рекуператор (101), расположенный ниже по потоку от горелки (40) и нагревателя (41) вдоль выходного пути горячих газов сгорания;

множество вспомогательных труб (101', 103', 104'), выполненных с возможностью прохождения через указанный вспомогательный рекуператор и подлежащих соединению с одним или более вспомогательными средствами, предпочтительно устройствами для отопления помещений и/или технологическими узлами для бытовой горячей воды;

вспомогательный насос (104), расположенный в указанном контуре и функционально активный на одной трубе из указанного множества вспомогательных труб для обеспечения циркуляции в указанном вспомогательном контуре;

причем указанный вспомогательный рекуператор (101) выполнен с возможностью восстановления энергии из газов сгорания и передачи ее текучей среде, циркулирующей в указанном вспомогательном контуре, так что указанная энергия доступна для указанных вспомогательных средств (103).

8. Тепловая машина (121) по любому из пп.1-7, дополнительно содержащая:

вентилятор (92), расположенный выше по потоку от горелки (40) и выполненный с возможностью втягивания воздуха для горения из окружающей среды и его принудительного направления в указанную горелку (40) для обеспечения процесса горения; и/или

один или более обратных клапанов (44a, 44b, 42a), расположенных вдоль труб тепловой машины и выполненных с возможностью содействия циркуляции текучего теплоносителя однонаправленным образом и предотвращения течения текучего теплоносителя в противоположном направлении.

9. Способ выполнения теплового цикла, причем способ работает с текучим теплоносителем, предназначен для работы с комбинированным тепловым циклом с применением горячего воздуха и водяного пара с обеспечением однонаправленного непрерывного движения текучего теплоносителя и содержит этапы, на которых

подготавливают тепловую машину (121) по одному или более из пп.1-8;

выполняют следующие этапы:

запуск ведущего вала (17) и трансмиссии (18) приводного блока (1), приведение поршней (7a, 7b, 7c, 9a, 9b, 9c) в движение;

активацию горелки (40) и запуск процесса горения;

когда текучий теплоноситель, циркулирующий в тепловой машине, достигает предварительно установленного минимального рабочего состояния, производство приводным блоком (1) работы, необходимой для независимого поворота;

после перемещения двух поршней (9c, 7c) друг от друга, всасывание текучего теплоносителя в ка-

меру (13''') через всасывающее отверстие (15''');

после перемещения двух поршней (7с, 9а) друг к другу, сжатие предварительно всосанного текучего теплоносителя в камере (14'''), с увеличением его температуры с $T1'$ до $T2$, прохождением через выпускное отверстие (16''') и достижением компенсационного резервуара (44);

с прерыванием, определенным вращением поршней и результирующим открытием/закрытием впускных отверстий (15', 15''), вытекание текучего теплоносителя из резервуара (44) и прохождение через регенератор (42), где он претерпевает увеличение температуры с $T2$ до $T2'$;

прохождение текучего теплоносителя через нагреватель (41), где он получает тепловую энергию и его температура увеличивается от $T2''$ до $T3$;

вращение в кольцевом цилиндре, когда поршни (7а, 7б) открывают впускные отверстия (15', 15''), при этом перегретый текучий теплоноситель впускается в расширительные камеры (13', 13''), где он расширяется, с уменьшением его температуры с $T3$ до $T4$, и заставляя поршни вращаться производит полезную работу;

после перемещения поршней (7а, 9б; 7б, 9с) друг к другу, уменьшение в объеме камер (14', 14''), при этом отработанный текучий теплоноситель выталкивается из приводного блока (1), проходит через впускные отверстия (16', 16'') и через регенератор (42), где он отдает еще сохраненную часть тепловой энергии и претерпевает снижение температуры с $T4$ до $T4'$.

10. Способ по п.9, причем на этапе всасывания текучего теплоносителя в камеру (13''') указанный текучий теплоноситель является воздухом, который всасывается из окружающей среды при температуре $T1'$, причем способ содержит следующие этапы:

извлечение дистиллированной воды из резервуара (97а);

приведение в действие дозирующего насоса (97б) и введение заданного количества дистиллированной воды в контур посредством инжектора (97), с обеспечением, таким образом, уменьшения температуры полученного текучего теплоносителя с $T2'$ до $T2''$;

причем после этапа прохождения через регенератор (42) отработанный текучий теплоноситель выпускают в атмосферу.

11. Способ по п.9, дополнительно содержащий следующие этапы:

прохождение текучего теплоносителя, выходящего из охладителя (43) при температуре $T1$, в трубу (43'), прохождение через конденсатосборник (93), в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождение в трубу (93') при температуре $T1'$, прохождение через всасывающее отверстие (15''') и после перемещения двух поршней (9с, 7с) друг от друга всасывание в камеру (13''') указанного первого участка;

прохождение выталкиваемой насосом (94) высокого давления конденсатной воды, ранее извлеченной из воздуха сборником (93), по трубам (93'', 94') и достижение ей инжектора (97), выполненного с возможностью впрыскивания в воздушный контур (42''') предварительно заданного количества конденсатной воды, которое способно увеличить единичную мощность приводного блока (1) и обеспечить смазывание цилиндра.

12. Способ по п.9, дополнительно содержащий следующие этапы:

прохождение текучего теплоносителя, выходящего из охладителя (43) при температуре $T1$, в трубу (43'), прохождение через конденсатосборник (93), в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождение в трубу (93') при температуре $T1'$, прохождение через всасывающее отверстие (15'''), и после перемещения двух поршней (9с, 7с) друг от друга, всасывание в камеру (13''') указанного первого участка;

прохождение выталкиваемой насосом (94) высокого давления конденсатной воды, ранее извлеченной из воздуха сборником (93), по трубам (93'', 94') и достижение испарителя (95), выполненного с возможностью нагрева и испарения конденсатной воды и ее направления в инжектор (97), выполненный с возможностью впрыскивания в воздушный контур (42''') предварительно заданного количества водяного пара, способного увеличить единичную мощность приводного блока (1) и обеспечить смазывание цилиндра;

причем указанный испаритель (95) выполнен с возможностью приема на своей низкотемпературной стороне отработанного текучего теплоносителя, выпущенного из выхода приводного блока (1), в качестве входящей текучей среды, чтобы получить остаточную тепловую энергию из указанного отработанного текучего теплоносителя и использовать его для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению в нагреватель.

13. Способ по п.9, дополнительно содержащий следующие этапы:

прохождение текучего теплоносителя, выходящего из охладителя (43) при температуре $T1$, в трубу (43'), прохождение через конденсатосборник (93), в котором вода в текучем теплоносителе конденсируется и отделяется от воздуха, прохождение в трубу (93') при температуре $T1'$, прохождение через всасывающее отверстие (15'''), и после перемещения двух поршней (9с, 7с) друг от друга, всасывание в камеру (13''') указанного первого участка;

прохождение выталкиваемой насосом (94) высокого давления конденсатной воды, ранее извлеченной из воздуха сборником (93), по трубам (93'', 94') и достижение испарителя (95), выполненного с воз-

возможностью нагрева и испарения конденсатной воды и направления ее в перегреватель (96), который путем выделения энергии из горячих газов сгорания ниже по потоку от горелки (40) способен перегревать насыщенный пар, выходящий из испарителя (95), для подачи в него энергии;

причем указанный перегреватель (96) выполнен с возможностью направления перегретого водяного пара в инжектор (97), выполненный с возможностью впрыскивания в воздушный контур (42) предварительно заданного количества указанного перегретого водяного пара, способного дополнительно увеличить единичную мощность приводного блока (1), увеличить общий выход и обеспечить смазывание цилиндра,

причем указанный испаритель (95) выполнен с возможностью приема на своей низкотемпературной стороне отработанного текучего теплоносителя, выпущенного из выхода приводного блока (1), в качестве входящей текучей среды, чтобы получить остаточную тепловую энергию от указанного отработанного текучего теплоносителя и использовать его для предварительного нагрева текучего теплоносителя, подлежащего направлению в нагреватель.

14. Способ по п.13, дополнительно содержащий следующие этапы:

подготавливают охлаждающий контур, содержащий

первый рекуператор (98), расположенный выше по потоку от горелки (40), в котором воздух для горения извлекается из окружающей среды;

охлаждающий блок (2R), связанный с приводным блоком (1);

второй рекуператор (100), расположенный ниже по потоку от горелки (40) и нагревателя (41) вдоль выходного пути горячих газов сгорания;

множество охлаждающих труб (2', 98', 99', 100'), которые последовательно соединяют указанный первый рекуператор (98), указанный охлаждающий блок (2R) и указанный второй рекуператор (100), с образованием кольцевого пути, и удерживают определенное количество охлаждающей текучей среды;

охлаждающий насос (99), расположенный в указанном контуре и функционально активный на одной трубе из указанного множества охлаждающих труб для обеспечения циркуляции указанной охлаждающей текучей среды в охлаждающем контуре;

выполняют следующие этапы:

охлаждение охлаждающей текучей среды посредством указанного первого рекуператора (98) путем отдачи тепловой энергии указанному воздуху для горения;

охлаждение, посредством указанного охлаждающего блока (2R), приводного блока (1) путем передачи тепловой энергии от приводного блока к охлаждающей текучей среде, которая претерпевает увеличение температуры;

нагрев, посредством указанного второго рекуператора (100), указанной охлаждающей текучей среды путем получения тепловой энергии от горячих газов сгорания.

15. Способ по любому из пп.9-14, дополнительно содержащий следующие этапы:

подготавливают вспомогательный гидравлический контур, содержащий

вспомогательный рекуператор (101), расположенный ниже по потоку от горелки (40) и нагревателя (41) вдоль выходного пути горячих газов сгорания;

множество вспомогательных труб (101', 103', 104'), выполненных с возможностью прохождения через указанный вспомогательный рекуператор и подлежащих соединению с одним или более вспомогательными средствами, предпочтительно устройствами для отопления помещений и/или технологическими узлами для бытовой горячей воды;

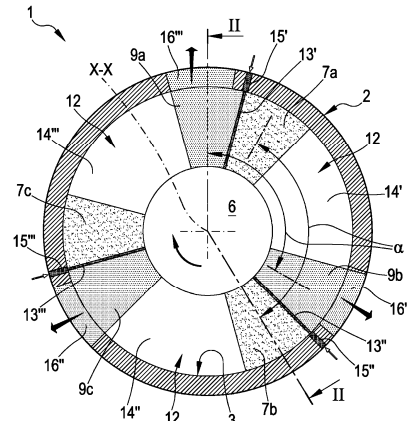
вспомогательный насос (104), расположенный в указанном контуре и функционально активный на одной трубе из указанного множества вспомогательных труб таким образом, чтобы обеспечивать циркуляцию в указанном вспомогательном контуре;

выполняют следующие этапы:

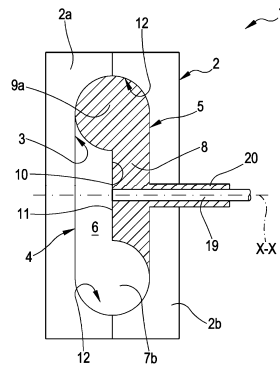
восстановление энергии из газов сгорания посредством указанного вспомогательного рекуператора (101);

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

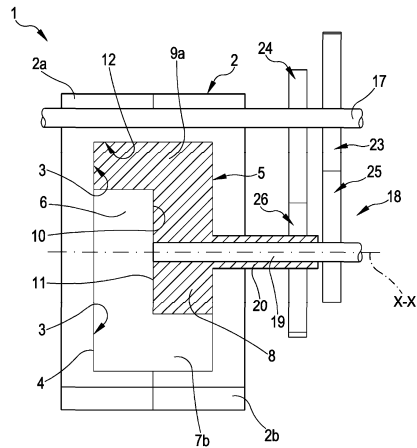
обеспечение доступности указанной энергии для вспомогательных средств (103).



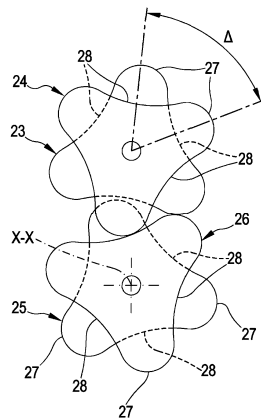
Фиг. 1



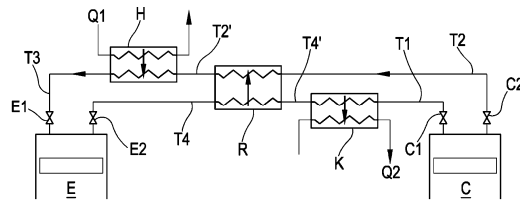
Фиг. 2a



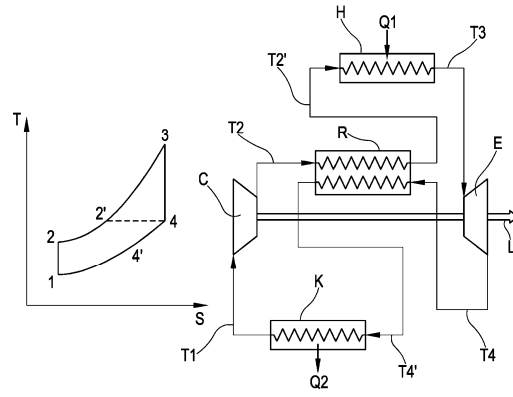
Фиг. 2b



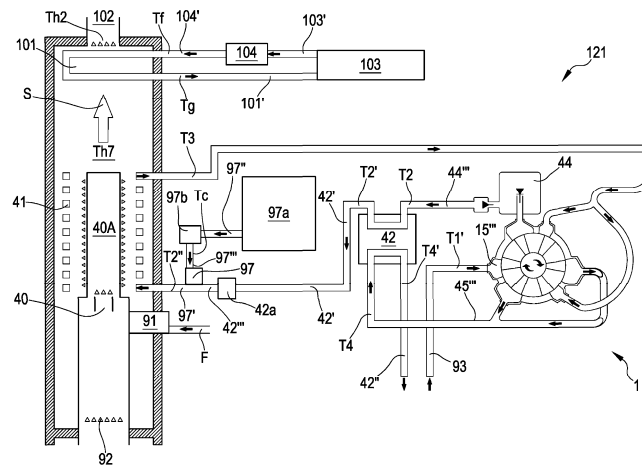
Фиг. 3



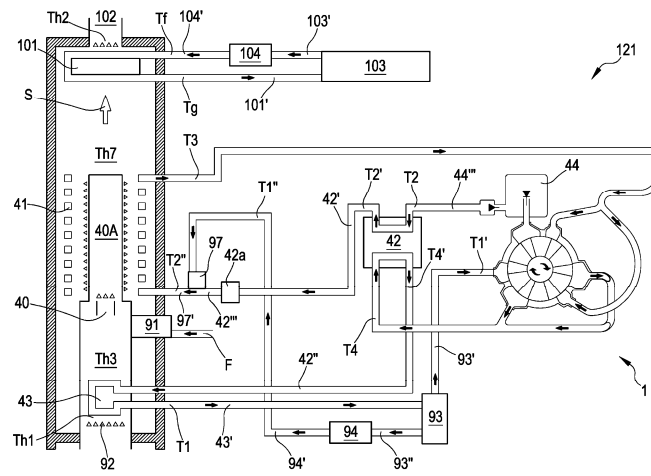
ФИГ. 4



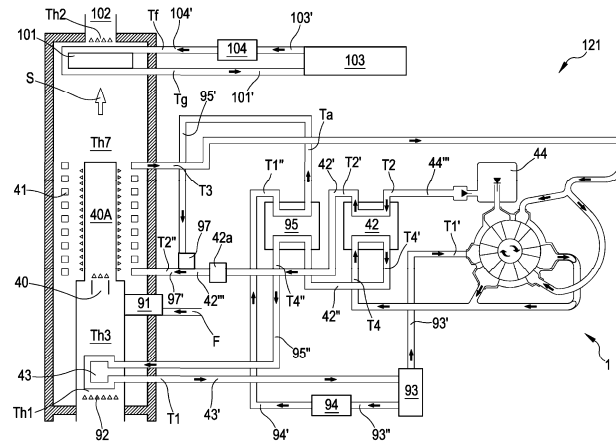
ФИГ. 5



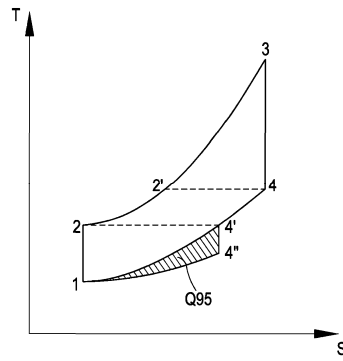
ФИГ. 6



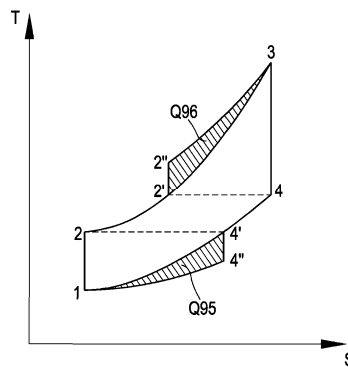
ФИГ. 7



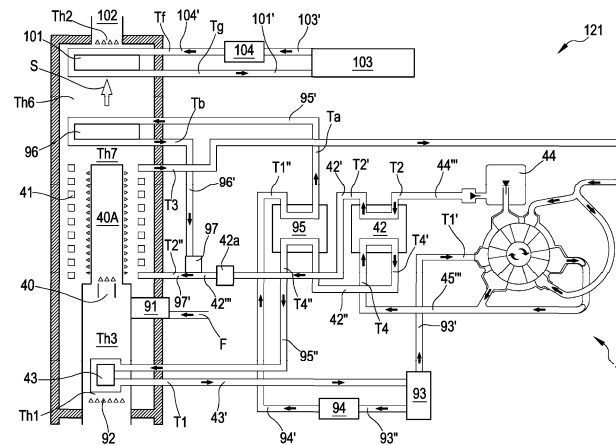
Фиг. 8



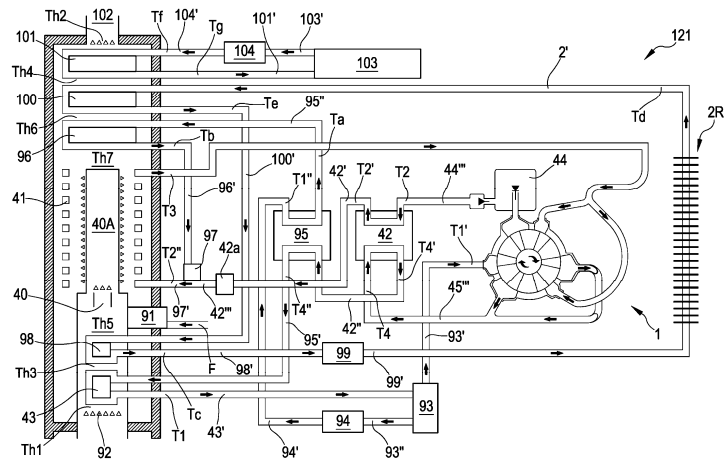
Фиг. 9



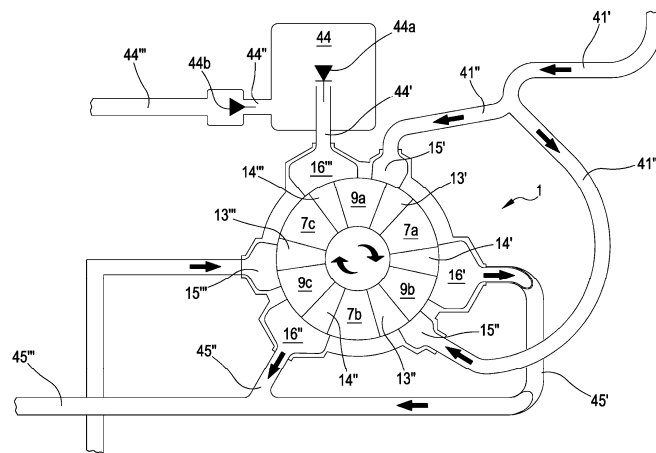
Фиг. 10



Фиг. 11



ФИГ. 12



ФИГ. 13