



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012132856/06, 31.07.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.07.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.07.2012

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2014 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 27.06.2014 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2440504 C1, 20.01.2012. RU 2414443 C2, 20.03.2011. RU 2450148 C2, 10.05.2012. US 8132422 B2, 13.03.2012. US 4733536 A, 29.03.1988

Адрес для переписки:

150023, г.Ярославль, Московский пр., 88,
ФГБОУВПО "ЯГТУ"

(72) Автор(ы):

**Жаров Александр Викторович (RU),
Павлов Александр Анатольевич (RU),
Фавстов Владимир Сергеевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Ярославский государственный технический
университет" (RU)**

(54) КОГЕНЕРАЦИОННАЯ УСТАНОВКА

(57) Реферат:

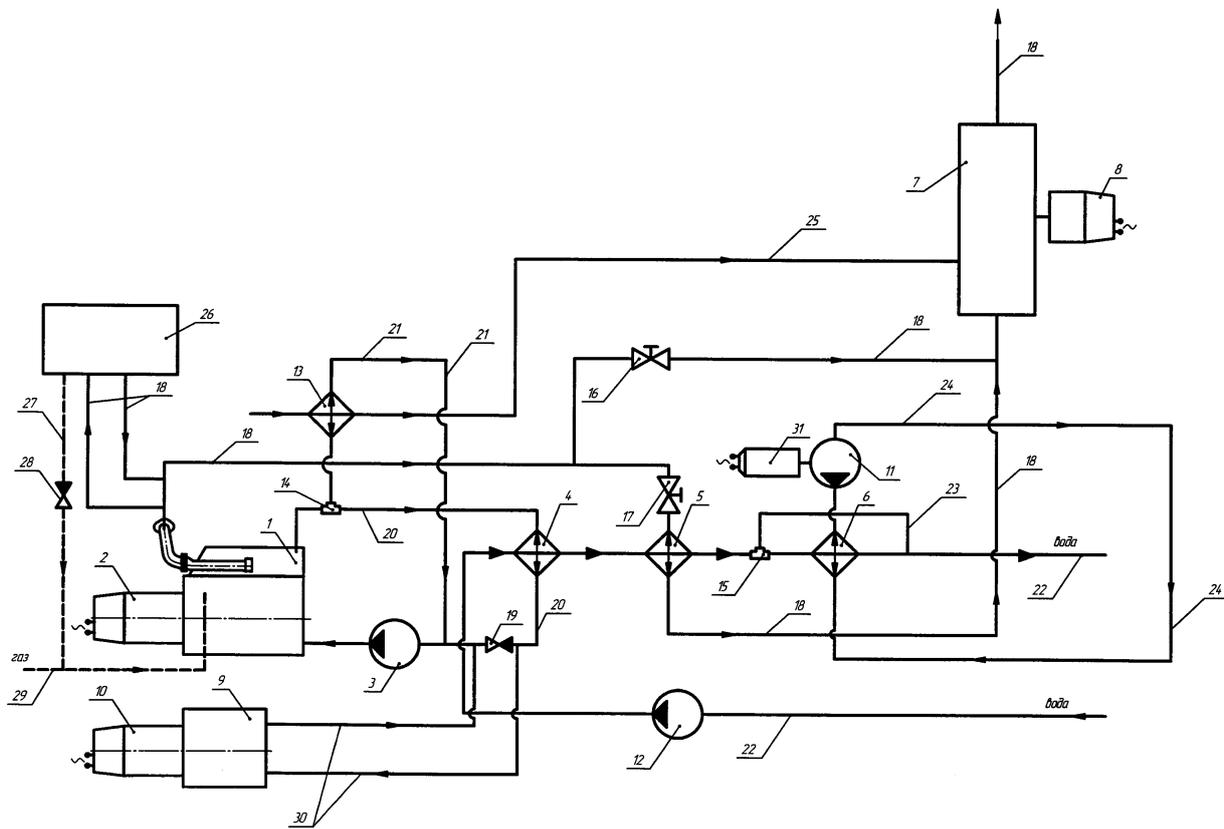
Изобретение предназначено для одновременного производства тепла и электроэнергии. Когенерационная установка содержит газопоршневой двигатель внутреннего сгорания (ДВС), систему утилизации теплоты, метантенк-реактор, вихревой теплогенератор, устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей и аварийно-вспомогательную теплоэнергетическую установку с дизельным ДВС. Насос системы охлаждения газопоршневого ДВС соединен с теплообменником - утилизатором теплоты газопоршневого ДВС. Циркуляционный насос системы утилизации теплоты соединен с теплообменниками этой системы и теплообменником - утилизатором теплоты вихревого теплогенератора. Отработанные газы газопоршневого ДВС подводятся к теплообменнику - утилизатору их теплоты, после которого направляются в устройство для

получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей. Также отработанные газы частично подводятся к метантенку-реактору. Вырабатываемый метантенком-реактором биогаз через обратный клапан подводится к газопроводу природного газа. Аварийно-вспомогательная теплоэнергетическая установка с дизельным ДВС через обратный клапан подсоединена к системе охлаждения газопоршневого ДВС. Воздушный радиатор для утилизации теплоты газопоршневого ДВС через трехходовой кран подсоединен к системе охлаждения газопоршневого ДВС. Воздуховод воздушного радиатора соединен с устройством для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей. Изобретение направлено на повышение эффективности установки. 1 ил.

R U
2 5 2 0 7 9 6
C 2

C 2
9 6 7 0 7 9 6
R U

RU 2520796 C2



RU 2520796 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012132856/06, 31.07.2012

(24) Effective date for property rights:
31.07.2012

Priority:

(22) Date of filing: 31.07.2012

(43) Application published: 10.02.2014 Bull. № 4

(45) Date of publication: 27.06.2014 Bull. № 18

Mail address:

150023, g.Jaroslavl', Moskovskij pr., 88, FGBOUVPO
"JaGTU"

(72) Inventor(s):

**Zharov Aleksandr Viktorovich (RU),
Pavlov Aleksandr Anatol'evich (RU),
Favstov Vladimir Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Jaroslavskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet" (RU)**(54) **COGENERATION PLANT**

(57) Abstract:

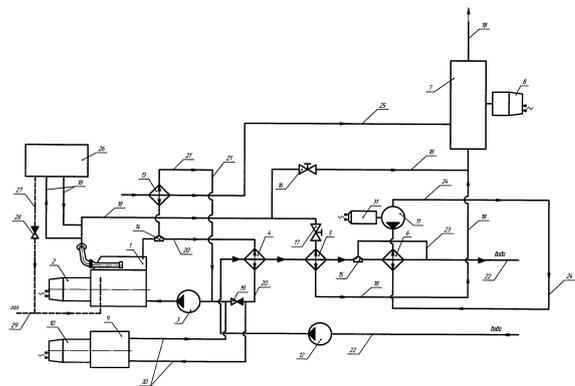
FIELD: heating.

SUBSTANCE: invention is intended for simultaneous generation of heat and electric power. A cogeneration plant comprises a gas reciprocating internal combustion engine (ICE), a heat recovery system, a digester-reactor, a vortex heat generator, a device for electric power generation using low-potential heat carriers and emergency-auxiliary heat power installation with diesel ICE. The pump of the gas reciprocating ICE cooling system is connected to the heat exchanger-heat recovery unit of the gas reciprocating ICE. The circulation pump of the heat recovery system is connected to the heat exchangers of this system and the heat exchanger-heat recovery unit of the vortex heat generator. Waste gases of the gas reciprocating ICE are led to the heat exchanger-heat recovery unit for their heat, afterwards they are led to the device for electric power generation using low-potential heat carriers. The waste gases are partially led to the digester-reactor as well. The biogas which is produced in the digester-reactor is led to the natural gas pipeline via a back pressure valve. The emergency-auxiliary heat power installation with diesel ICE is

connected to the gas reciprocating ICE cooling system via a back pressure valve. An air cooler for the recovery of heat of the gas reciprocating ICE is connected to the gas reciprocating ICE cooling system via a three-way cock. The air duct of the air cooler is connected to the device for electric power generation using low-potential heat carriers.

EFFECT: invention is aimed at increased plant efficiency.

1 dwg



Предлагаемое изобретение относится к области энергетики и предназначено для одновременного производства тепловой и электрической энергии.

Известна теплоэнергетическая установка, состоящая из электрогенератора с приводом от двигателя внутреннего сгорания (ДВС), имеющего системы: охлаждения моторного масла, блока цилиндров, наддува, газовыхлопа, каждая из которых имеет теплообменник - утилизатор теплоты [Патент РФ №2280777, F02G5/04].

К недостаткам данной теплоэнергетической установки следует отнести то, что отработанные газы ДВС после теплообменника-утилизатора их теплоты имеют достаточно высокую энтальпию. Связано это с невозможностью глубокого охлаждения отработанных газов в теплообменнике-утилизаторе из-за их конденсации. По этой причине вышеуказанная теплоэнергетическая установка не до конца использует энергию, выделяющуюся при сгорании топлива, что ведет к снижению её общего КПД. Кроме этого, возможен режим работы теплоэнергетической установки, когда нет необходимости в выработке тепловой энергии (например, в летние месяцы), но есть потребность в электрической. В этом случае отработанные газы и охлаждающая жидкость ДВС направляются, минуя теплообменники - утилизаторы их теплоты. При этом отработавшие газы ДВС выбрасываются в окружающую среду, а охлаждающая жидкость ДВС направляется в радиатор. В радиаторе тепловая энергия охлаждающей жидкости рассеивается также в окружающую среду. Также возможен режим работы теплоэнергетической установки, когда необходима выработка преимущественно тепловой энергии (например, в ночные часы). В этом случае ввиду уменьшения нагрузки на электрогенератор уменьшается нагрузка на ДВС, что неизбежно ведет к снижению выработки им тепловой энергии. При работе рассматриваемой теплоэнергетической установки на вышеприведенных режимах выработка только электрической или тепловой энергии ведет к существенному снижению её КПД.

Наиболее близкой к предлагаемому изобретению является когенерационная установка с ДВС и двигателем Стирлинга [Патент РФ № 2440504 С1, МПК F02G1/043, F02G5/04, F25B27/02], включающая в себя двигатель Стирлинга с электрогенератором на одном валу, гидрولينии, систему охлаждения двигателя Стирлинга с насосом, камеру сгорания двигателя Стирлинга, теплообменник для передачи тепловой энергии потребителям, теплообменники утилизации теплоты систем охлаждения двигателя Стирлинга, отработанных газов, газификатор, магистраль генераторного газа, магистраль отработанных газов, двигатель внутреннего сгорания с электрогенератором на одном валу с ним, систему его охлаждения с насосом, тепловой насос абсорбционного типа, насос системы утилизации теплоты, состоящей из теплообменников утилизации теплоты двигателя внутреннего сгорания и двигателя Стирлинга, отработанных газов, теплообменника для передачи теплоты потребителям, вентиль, при этом насос системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания соединен с теплообменником - утилизатором его теплоты, а насос системы утилизации теплоты последовательно соединен при помощи гидрولينий с теплообменниками этой системы и нагревателем двигателя Стирлинга, при этом отработанные газы двигателя внутреннего сгорания по магистрали отработанных газов подводятся к теплообменнику - утилизатору их теплоты, после которого направляются в камеру сгорания двигателя Стирлинга, соединенной с его нагревателем, к которой, кроме этого, по магистрали генераторного газа подводится газ из газификатора, утилизирующего промышленные отходы органического происхождения, отработанные газы из камеры сгорания двигателя Стирлинга поступают к абсорбционному тепловому насосу, выполняющему роль кондиционера машинного зала, в котором установлена когенерационная установка,

при этом тепловая энергия, вырабатываемая тепловым насосом, тоже подводится к нагревателю двигателя Стирлинга, а система охлаждения двигателя Стирлинга по средствам гидрوليний соединена с насосом этой системы и теплообменником - утилизатором теплоты двигателя внутреннего сгорания.

5 Следует отметить, что данная когенерационная установка лишена такого недостатка как потеря значительной части энергии с отработавшими газами на режимах её работы, когда требуется только электрическая энергия. Однако на рассматриваемой когенерационной установке присутствует такой недостаток, как невозможность высокоэффективной выработки только тепловой энергии.

10 Задачей данного изобретения является создание когенерационной установки, обладающей высокой энергетической эффективностью и работающей в условиях быстроизменяющейся нагрузки, позволяющей работать с максимальной эффективностью на следующих режимах:

- одновременная выработка тепловой и электрической энергии;
- 15 - выработка только тепловой энергии;
- выработка только электрической энергии.

Кроме этого, заявляемая когенерационная установка должна обладать полной автономностью и независимостью с возможностью осуществления своей работы в аварийных ситуациях.

20 Когенерационная установка содержит газопоршневой двигатель внутреннего сгорания (ДВС) с электрогенератором на одном валу с ним, систему его охлаждения с насосом, систему утилизации теплоты, состоящую из теплообменников утилизации теплоты системы охлаждения газопоршневого ДВС, отработанных газов, гидрوليнии, циркуляционный насос системы утилизации теплоты, магистраль отработанных газов, 25 вентили, метантенк-реактор, генерирующий биогаз, газопровод природного газа, газопровод биогаза, вихревой теплогенератор с приводом от электродвигателя, теплообменник утилизатор теплоты вихревого теплогенератора, устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей с электрогенератором, аварийно-вспомогательную теплоэнергетическую установку с 30 дизельным ДВС и электрогенератором на одном валу с ним, воздушный радиатор для утилизации теплоты газопоршневого ДВС, воздухопровод воздушного радиатора для утилизации теплоты газопоршневого ДВС, обратные клапаны, трехходовые краны, при этом насос системы охлаждения газопоршневого ДВС соединен с теплообменником - утилизатором его теплоты, а циркуляционный насос системы утилизации теплоты 35 последовательно соединен при помощи гидрوليний с теплообменниками этой системы и теплообменником утилизатором теплоты вихревого теплогенератора, при этом отработанные газы газопоршневого ДВС по магистрали отработанных газов подводятся к теплообменнику - утилизатору их теплоты, после которого направляются в устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей, 40 также отработанные газы частично подводятся к метантенку-реактору по магистрали отработанных газов, вырабатываемый метантенком-реактором биогаз через обратный клапан подводится к газопроводу природного газа, аварийно-вспомогательная теплоэнергетическая установка с дизельным ДВС через гидрوليнии и обратный клапан подсоединена к системе охлаждения газопоршневого ДВС, воздушный радиатор для 45 утилизации теплоты газопоршневого ДВС через трехходовой кран подсоединен при помощи гидрوليний к системе его охлаждения, при этом воздухопровод воздушного радиатора для утилизации теплоты газопоршневого ДВС соединен с устройством для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей.

На фиг. изображена схема когенерационной установки.

Когенерационная установка содержит газопоршневой ДВС 1, соединённый с электрогенератором 2, насос 3 системы охлаждения газопоршневого ДВС, теплообменник - утилизатор теплоты системы охлаждения газопоршневого ДВС 4, теплообменник - утилизатор теплоты отработанных газов 5, теплообменник - утилизатор теплоты вихревого теплогенератора 6, устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей 7 с электрогенератором 8, аварийно-вспомогательную теплоэнергетическую установку с дизельным ДВС 9 и электрогенератором 10, вихревой теплогенератор 11 с приводом от электродвигателя 31, циркуляционный насос системы утилизации теплоты 12, воздушный радиатор для утилизации теплоты газопоршневого ДВС 13, трехходовые краны 14 и 15, вентили 16 и 17, магистраль отработанных газов 18, обратные клапаны 19 и 28, гидролинии - 20, 21, 22, 23, 24, 30, воздухопровод воздушного радиатора для утилизации теплоты газопоршневого ДВС 25, метантенк-реактор 26, газопровод биогаза 27, газопровод природного газа 29.

Когенерационная установка работает следующим образом.

При работе газопоршневого ДВС 1 электрогенератор 2 вырабатывает электроэнергию, которая предназначена для электрической сети потребителей. Топливом для газопоршневого ДВС 1 служит природный газ, поступающий к нему по газопроводу природного газа 29, или биогаза, поступающего по газопроводу биогаза 27 и обратному клапану 28. Биогаз вырабатывается метантенком-реактором 26, обогреваемым отработанными газами, которые поступают к нему по магистрали 18. Причем магистраль отработанных газов 18 подключена к метантенку-реактору по параллельной схеме, когда через него циркулирует только частичный поток отработанных газов. Обратный клапан 28 предотвращает поступление природного газа в метантенк-реактор 26. Газопоршневой ДВС 1 запускается и начинает работать на природном газе, по мере накопления в метантенке-реакторе 26 достаточного количества биогаза переходит на него. Насос 3 системы охлаждения газопоршневого ДВС подает охлаждающую жидкость по гидролинии 20 через систему охлаждения газопоршневого ДВС к теплообменнику утилизатору его теплоты 4, а отработанные газы по магистрали 18 поступают к теплообменнику утилизатору 5 их теплоты. В теплообменниках- утилизаторах 4 и 5 происходит передача теплоты потоку жидкости, подаваемому к ним по гидролиниям 22 циркуляционным насосом системы утилизации теплоты 12. Затем поток жидкости направляется к трехходовому крану 15, который в зависимости от выбранного режима работы направляет поток жидкости либо в теплообменник-утилизатор теплоты вихревого теплогенератора 6, либо по гидролинии 23 в обход его. Жидкость направляется трехходовым краном 15 по гидролинии 23 к потребителю в случае работы когенерационной установки на режиме полной электрической и тепловой мощности. В режиме работы когенерационной установки для выработки только тепловой энергии трехходовой кран 15 направляет жидкость по гидролинии 22 через теплообменник - утилизатор теплоты вихревого теплогенератора 6, где жидкость дополнительно получает тепловую энергию от него. Вихревой теплогенератор приводится в движение от электродвигателя 31, получающего электрическую энергию от электрогенератора 2. По гидролиниям 24 вихревой теплогенератор 11 соединен с теплообменником - утилизатором своей теплоты 6. Пройдя через теплообменник утилизатор теплоты вихревого генератора жидкость направляется к потребителю. Отработанные газы по своей магистрали 18, после теплообменника утилизатора теплоты 5 направляются в устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных

теплоносителей 7. Указанное устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей 7 представляет собой паровую микротурбину с замкнутым рабочим циклом. Рабочим телом паровой микротурбины устройства для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей 7 является фреон. Используя тепловую энергию отработанных газов, устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей 7 при помощи электрогенератора 8 вырабатывает электрическую энергию, которая потребляется электрической сетью потребителя. При работе когенерационной установки для выработки тепловой и электрической энергии в режиме полной мощности вентиль 16 закрыт, а 17 открыт, обеспечивая, таким образом, движение отработанных газов по соответствующей магистрали 18 через теплообменник утилизатор их теплоты 5 к устройству для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей 7. В случае работы когенерационной установки для выработки только электрической энергии вентиль 17 перекрывает магистраль отработанных газов 18, подводящих их к теплообменнику утилизатору теплоты 5, а вентиль 16 открывается, обеспечивая движение отработанных газов к устройству для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей 7. Также в случае работы когенерационной установки для выработки только электрической энергии трехходовой кран 14 перекрывается таким образом, когда охлаждающая жидкость газопоршневого ДВС 1 по гидролиниям 21 циркулирует через воздушный радиатор для утилизации теплоты газопоршневого ДВС 13. Воздух, движущийся по воздухопроводу воздушного радиатора для утилизации теплоты газопоршневого ДВС 25, утилизировав теплоту газопоршневого ДВС 1, поступает к устройству для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей 7. В устройстве для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей 7 тепловая энергия воздуха преобразуется в электрическую при помощи электрического генератора 8. При этом система утилизации теплоты не функционирует. Аварийно-вспомогательная теплоэнергетическая установка с дизельным ДВС 9 и электрогенератором 10 предназначена для обеспечения когенерационной установки тепловой и электрической энергией во время возникновения аварийных ситуаций (например, при прекращении подачи природного газа) или плановых ремонтных, профилактических работах. Также аварийно-вспомогательная теплоэнергетическая установка с дизельным ДВС 9 и электрогенератором 10 может работать в качестве резервного источника тепловой и электрической энергии при возникновении пиковых режимов потребления энергии. Аварийно-вспомогательная теплоэнергетическая установка с дизельным ДВС 9 и электрогенератором 10 подключена к системе охлаждения газопоршневого ДВС 1 при помощи гидролиний 30 и обратного клапана 19. При штатной работе газопоршневого ДВС 1 часть его охлаждающей жидкости циркулирует через аварийно-вспомогательную теплоэнергетическую установку с дизельным ДВС 9, обеспечивая тем самым постоянную её тепловую готовность. Частичная циркуляция охлаждающей жидкости газопоршневого ДВС 1 через аварийно-вспомогательную теплоэнергетическую установку с дизельным ДВС 9 обеспечивается параллельной схемой подключения гидролиний 30 к гидролиниям 20. В случае возникновения ситуаций, когда необходима работа аварийно-вспомогательной теплоэнергетической установки с дизельным ДВС 9, газопоршневой ДВС 1 останавливается. Далее запускается аварийно-вспомогательная теплоэнергетическая установка с дизельным ДВС 9 и охлаждающая жидкость начинает циркулировать через него, где нагревается и по гидролинии 30 поступает к гидролинии 20. По гидролинии

20 охлаждающая жидкость подводится к системе охлаждения газопоршневого ДВС 1, затем к теплообменнику - утилизатору теплоты системы охлаждения газопоршневого ДВС 4 и затем обратно к аварийно-вспомогательной теплоэнергетической установке с дизельным двигателем 9. Обратный клапан 19 предотвращает циркуляцию
 5 охлаждающей жидкости только через аварийно-вспомогательную теплоэнергетическую установку с дизельным ДВС 9. В теплообменнике - утилизаторе системы охлаждения газопоршневого ДВС 4 происходит передача теплоты потоку жидкости подаваемой к нему по гидролиниям 22 циркуляционным насосом системы утилизации теплоты 12. Теплота, переданная в теплообменнике- утилизаторе системы охлаждения
 10 газопоршневого ДВС 4, предназначена для нужд потребителя с целью обеспечения его тепловых сетей в работоспособном состоянии (например, если возникла аварийная ситуация в условиях низких отрицательных температур). Электроэнергия, вырабатываемая электрогенератором 10, предназначена для обеспечения работы насосов когенерационной установки, электронной автоматики и частично для
 15 электрической сети потребителя.

Заявленная когенерационная установка может быть использована в качестве мини-ТЭЦ, производящей тепловую и электрическую энергию для нужд промышленных предприятий или отдельных жилых районов. Применение её позволит максимально повысить эффективность использования теплоты сгорания топлива.

20

Формула изобретения

Когенерационная установка, содержащая газопоршневой двигатель внутреннего сгорания (ДВС) с электрогенератором на одном валу с ним, систему его охлаждения с насосом, систему утилизации теплоты, состоящую из теплообменников утилизации
 25 теплоты системы охлаждения газопоршневого ДВС, отработанных газов, гидролинии, циркуляционный насос системы утилизации теплоты, магистраль отработанных газов, вентили, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит метантенк-реактор, генерирующий биогаз, газопровод природного газа, газопровод биогаза, вихревой теплогенератор с приводом от электродвигателя, теплообменник - утилизатор теплоты
 30 вихревого теплогенератора, устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей с электрогенератором, аварийно-вспомогательную теплоэнергетическую установку с дизельным ДВС и электрогенератором на одном валу с ним, воздушный радиатор для утилизации теплоты газопоршневого ДВС, воздухопровод воздушного радиатора для утилизации теплоты газопоршневого ДВС,
 35 обратные клапаны, трехходовые краны, при этом насос системы охлаждения газопоршневого ДВС соединен с теплообменником - утилизатором его теплоты, а циркуляционный насос системы утилизации теплоты последовательно соединен при помощи гидролиний с теплообменниками этой системы и теплообменником - утилизатором теплоты вихревого теплогенератора, при этом отработанные газы
 40 газопоршневого ДВС по магистрали отработанных газов подводятся к теплообменнику - утилизатору их теплоты, после которого направляются в устройство для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей, также отработанные газы частично подводятся к метантенку-реактору по магистрали отработанных газов, вырабатываемый метантенком-реактором биогаз через обратный
 45 клапан подводится к газопроводу природного газа, аварийно-вспомогательная теплоэнергетическая установка с дизельным ДВС через гидролинии и обратный клапан подсоединена к системе охлаждения газопоршневого ДВС, воздушный радиатор для утилизации теплоты газопоршневого ДВС через трехходовой кран подсоединен при

помощи гидролиний к системе его охлаждения, при этом воздуховод воздушного радиатора для утилизации теплоты газопоршневого ДВС соединен с устройством для получения электроэнергии с использованием низкопотенциальных теплоносителей.

5

10

15

20

25

30

35

40

45