

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040719**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.07.20**

(21) Номер заявки  
**201270678**

(22) Дата подачи заявки  
**2011.01.20**

(51) Int. Cl. *C10J 3/66* (2006.01)  
*C07C 29/151* (2006.01)  
*C10G 2/00* (2006.01)  
*F23J 15/00* (2006.01)

---

(54) **УСТРОЙСТВА БЕЗ ВЫБРОСОВ И СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ РАБОТЫ И ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

---

(31) **10151473.5; 10151481.8; 10154449.2**

(32) **2010.01.22; 2010.01.22; 2010.02.23**

(33) **EP**

(43) **2013.04.30**

(86) **PCT/EP2011/050788**

(87) **WO 2011/089200 2011.07.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**PV ЛИЦЕНЗ АГ (CH)**

(72) Изобретатель:  
**Рюдлингер Микаэль (CH)**

(74) Представитель:  
**Носырева Е.Л. (RU)**

(56) WO-A2-2009144369  
WO-A2-2007079381  
WO-A1-2004054029  
US-A1-2003097840  
WO-A1-2006117824

(57) Предложено устройство (1) для выполнения механической работы и/или выработки электрической или тепловой энергии, причем необходимую для функционирования энергию получают от окисления углеродосодержащего топлива (20) в углекислый газ (24) и воду (23). Данное устройство содержит средство (14) для сжатия и/или конденсации отработавшего газа (21) и средство (15) хранения для приема сжатого и/или конденсированного отработавшего газа (21).

**040719**

**B1**

**040719**  
**B1**

### **Область техники**

Данное изобретение относится к устройствам без выбросов и способам выполнения механической работы и выработки электрической и тепловой энергии, и к системам подачи топлива для мобильных и неподвижных устройств.

### **Уровень техники**

При повышении мобильности и загрязнения окружающей среды, которое возникает в результате такой мобильности, в течение некоторого времени существует потребность в приводных устройствах, в частности двигателях внутреннего сгорания, с пониженным выбросом загрязнителей, таких как, например, оксиды азота, угарный газ и летучие органические соединения. Для этого, с одной стороны, прилагались усилия по очистке выхлопных газов от загрязнителей, например с помощью фильтров и каталитических преобразователей, а с другой стороны, предпринимались попытки по снижению образования данных загрязнителей.

При использовании топлива на основе углеводов, такого как бензин, дизельный или природный газ, углекислый газ является неизбежным конечным продуктом процесса сгорания. На сегодняшний день уже известно, что углекислый газ оказывает очень негативное воздействие на климатический баланс земли и в значительной степени способствует антропогенному глобальному потеплению. Следовательно, предотвращение выбросов углекислого газа очень востребовано.

Как правило, отфильтровать углекислый газ из выхлопных газов с приемлемым расходом энергии очень сложно. При крупномасштабном промышленном применении системы подвергаются испытаниям, например при которых углекислый газ поглощается растворителями на основе амина. Однако такие системы являются дорогими и сложными и не практичны для небольших установок. Кроме того, для снижения выбросов углекислого газа были разработаны двигатели внутреннего сгорания с более низким расходом топлива и, следовательно, с более низким выделением углекислого газа, либо используются топлива, которые нейтральны к углекислому газу и основаны на биомассах.

Электроприводные транспортные средства работают абсолютно без выбросов, во всяком случае, локально. Но даже батарейные системы, доступные на сегодняшний день, по-прежнему очень тяжелые при их слишком низкой плотности энергии, что ограничивает максимально достижимый диапазон. Кроме того, транспортные средства с питанием от аккумуляторной батареи хуже, чем транспортные средства с химическим топливом в отношении времени подзарядки и дозаправки.

Альтернативно разрабатывались топливные батареи для осуществления способов выработки электроэнергии, предназначенной для обеспечения функционирования транспортных средств с электроприводом. В указанных топливных батареях электричество вырабатывается электрохимическим способом из основанного на углеводороде топлива и воздушного кислорода. Однако и здесь возникает продукт реакции в виде углекислого газа.

Выброса углекислого газа можно избежать при использовании водорода в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания или топливных элементов. Однако водород обладает более низкой плотностью энергии, чем жидкое топливо, основанное на углеводородах, а также вызывает определенные проблемы, связанные с его производством и хранением.

Множество технологий, которые устоялись за долгие годы, доступно в уровне техники для двигателей внутреннего сгорания. Вместо развития абсолютно новых технологий, было бы желательно изменить эти существующие технологии таким образом, чтобы выбросы углекислого газа можно было снизить или избежать.

### **Задача изобретения**

Задачей настоящего изобретения является обеспечение устройств без выбросов и способов выполнения механической работы и/или выработки электрической и/или тепловой энергии, у которых отсутствуют вышеупомянутые и другие недостатки. В частности, такое устройство и способ должны иметь значительно сниженные выбросы или должны быть вообще без выбросов.

Еще одной задачей данного изобретения является обеспечение устройства и способа, которые позволяют эффективно захватывать накапливающийся углекислый газ и другие выделения и сохранять их для последующего использования, конечного хранения или рециркуляции.

Дополнительная задача изобретения заключается в обеспечении устройства и способа, которые могут работать при замкнутом цикле.

Эти и дополнительные задачи решены устройством по настоящему изобретению, устройствами, которые работают с такими устройствами, в частности мобильными и стационарными машинами и установками; способом по настоящему изобретению для выполнения механической работы и выработки электрической или тепловой энергии; топливозаправочной установкой по настоящему изобретению; системой подачи топлива для таких мобильных и стационарных машин; а также способом по настоящему изобретению для подачи топлива одному или более потребителям, согласно независимым пунктам формулы изобретения. Дополнительные предпочтительные варианты реализации изложены в зависимых пунктах формулы изобретения.

### **Раскрытие изобретения**

В устройстве по настоящему изобретению, предназначенном для выполнения механической работы

и/или для выработки электрической или тепловой энергии, энергия, которая необходима для функционирования, получается в результате окисления углеродсодержащего топлива в отработавший газ, состоящий по существу из углекислого газа и воды. Также обеспечивается устройство для сжатия и/или конденсации отработавшего газа. Средство хранения принимает сжатый и/или конденсированный отработавший газ.

Такие устройства настоящего изобретения могут приводиться в действие обогащенным кислородом воздухом, предпочтительно с содержанием кислорода более 95%, и/или чистым кислородом в качестве окислителя.

Теплообменник, предназначенный для охлаждения потока отработавшего газа, может быть выполнен перед и/или после устройства для сжатия и/или конденсации отработавшего газа.

Еще один вариант реализации устройства по настоящему изобретению содержит устройство для конденсации и/или отделения воды из отработавшего газа.

Устройство по данному изобретению может быть реализовано в качестве топливного элемента, теплового двигателя, например в виде поршневого двигателя или турбины, или как нагревательное устройство.

Один вариант реализации устройства по настоящему изобретению, реализованного в виде теплового двигателя, предпочтительно представляет собой двигатель внутреннего сгорания, имеющий по меньшей мере одну камеру сгорания для сгорания жидкого или газообразного топлива вместе с обогащенным кислородом воздухом или кислородом; средство для преобразования возникающего давления газа или объема газа в механическую работу; подающее устройство для введения кислорода в камеру сгорания; и выхлопное устройство для отведения отработавших газов из камеры сгорания. Компрессор для сжатия отработавших газов и/или устройство конденсации для частичной конденсации отработавших газов располагается после устройства подачи.

Дополнительный вариант реализации такого устройства настоящего изобретения содержит подающее устройство для подачи воды в камеру сгорания и/или в поток отработавшего газа, проходящего после выхлопного устройства камеры сгорания.

Вариант реализации устройства по настоящему изобретению, реализованного в качестве нагревательного устройства, содержит по меньшей мере одну камеру сгорания для сжигания топлива с обогащенным кислородом воздухом или кислородом; средство для переноса получающейся тепловой энергии к жидкому теплоносителю; подающее устройство для введения кислорода в камеру сгорания; и выхлопное устройство для отведения отработавших газов из камеры сгорания. После выхлопного устройства располагают компрессор для сжатия отработавших газов и/или средство конденсации для частичной конденсации отработавших газы.

Машина согласно изобретению, в частности подвижная или стационарная машина, и устройство или установка по изобретению для обогрева зданий или сооружений, в частности районная теплоцентраль, содержит такое устройство настоящего изобретения.

Топливозаправочная установка по настоящему изобретению для заправки мобильной машины или устройства по изобретению газообразным или жидким топливом содержит средство для выведения сжатых газов, в частности углекислый газ, из средства хранения мобильной машины.

Предпочтительно такая топливозаправочная установка также содержит средство для заправки мобильной машины или установки обогащенным кислородом воздухом или кислородом.

Система подачи по настоящему изобретению для подачи по меньшей мере одному потребителю газообразного и/или жидкого топлива содержит первую распределительную сеть для транспортировки топлива потребителям от одной или более производственных установок и/или от одного или более первых средств хранения. Вторая возвратная сеть служит для обратной транспортировки отработавших газов, в частности углекислого газа, от потребителей к одной или более производственным установкам и/или по меньшей мере одному второму средству хранения.

В случае предпочтительного способа для выполнения механической работы и/или выработки электрической или тепловой энергии, необходимую для функционирования энергию получают в результате окисления углеродсодержащего топлива в отработавший газ, который состоит по существу из углекислого газа и воды. Отработавшие газы, образующиеся при реакции окисления, сжимают и/или конденсируют и собирают в средстве хранения.

В качестве окислителя предпочтительно используют обогащенный кислородом воздух, предпочтительно с содержанием кислорода более 95%, или чистый кислород. Такой способ предпочтительно выполняется устройством настоящего изобретения.

В случае еще одного варианта реализации способа по настоящему изобретению сжатые отработавшие газы охлаждают до и/или после сжатия и/или конденсации.

В дополнительном варианте реализации способа настоящего изобретения воду конденсируют и/или отделяют от отработавших газов.

Предпочтительно способ по настоящему изобретению выполняется топливным элементом, или тепловым двигателем, или нагревательным устройством.

В дополнительном предпочтительном варианте реализации способа по настоящему изобретению

топливо производят способом для термохимической утилизации углеродсодержащих исходных материалов, при котором на первой ступени пиролизуют углеродсодержащие исходные материалы и получают пиролитический кокс и пиролитический газ. На второй ступени газифицируют пиролитический кокс с первой ступени и получают синтез-газ, и отводят остающиеся шлак и другие остаточные вещества. На третьей ступени синтез-газ со второй ступени преобразовывают в топливо, причем избыточный рециркулирующий газ с третьей ступени подают на первую ступень и/или вторую ступень. Эти три ступени формируют замкнутый цикл.

Способ и установка для термохимической обработки и утилизации углеродсодержащих веществ раскрыты в международной заявке № PCT/EP 2010/067847 от 19 ноября 2010, принадлежащей заявителю данной заявки и озаглавленной "Verfahren und Anlage zur thermisch-chemischen Verarbeitung und Verwertung von kohlenstoffhaltigen Substanzen" ("Способ и устройство для термохимической обработки и утилизации углеродсодержащих материалов"). Раскрытие указанной заявки формирует неотъемлемую часть описания настоящего изобретения, заявленного в данной заявке.

В еще одном дополнительном предпочтительном варианте реализации способа настоящего изобретения, по меньшей мере, часть отработавших газов утилизируют способом для термохимической утилизации углеродсодержащих исходных материалов, при котором на первой ступени пиролизуют углеродсодержащие исходные материалы и получают пиролитический кокс и пиролитический газ. На второй ступени газифицируют пиролитический кокс с первой ступени и получают синтез-газ, и отводят остающиеся шлак и другие остаточные вещества. На третьей ступени синтез-газ со второй ступени преобразовывают в топливо; причем избыточный рециркулирующий газ с третьей ступени подводят на первую ступень и/или вторую ступень. Эти три ступени формируют замкнутый цикл. Отработавшие газы подают на первую ступень, и/или на вторую ступень, и/или на третью стадию.

Предпочтительно, отработавшие газы вводятся в рециркулирующий газ.

При способе по настоящему изобретению, предназначенном для подачи одному или более потребителям, которые выполняют способ согласно изобретению, газообразного и/или жидкого топлива в течение данного способа, потребителей обеспечивают посредством первой распределительной сети газообразным и/или жидким топливом от одной или более производственных установок и/или от одного или более первых средств хранения. Посредством второй возвратной сети, по меньшей мере, часть отработавших газов, образующихся при выполнении способа, в частности углекислый газ, отводят от потребителей к одной или более производственным установкам и/или одному или более вторым средствам хранения.

В случае способа по изобретению, для выработки электричества, энергию привода для электрогенератора вырабатывают способом по изобретению, который рассмотрен выше.

#### **Краткое описание чертежей**

Чтобы обеспечить более полное понимание настоящего изобретения, далее ссылка делается на приложенные чертежи. Данные ссылки должны рассматриваться не как ограничивающие настоящее изобретение, а лишь как примерные.

Фиг. 1 схематично показывает устройство по настоящему изобретению в сочетании с установкой для термохимической утилизации углеродсодержащих веществ, в которых протекает по существу замкнутый цикл материалов.

Фиг. 2 схематично показывает один вариант устройства согласно изобретению.

Фиг. 3 схематично показывает один вариант реализации устройства по настоящему изобретению, воплощенного в виде двигателя внутреннего сгорания.

Фиг. 4 схематично иллюстрирует еще один вариант реализации устройства согласно изобретению, воплощенного в виде двигателя внутреннего сгорания.

Фиг. 4А схематично показывает устройство согласно изобретению, реализованное в виде комбинированной газовой/пропой турбины.

Фиг. 5 схематично показывает устройство по настоящему изобретению, расположенное в транспортном средстве, а также возможную схему замкнутого цикла для подачи топлива такого транспортного средства с устройством по настоящему изобретению, в сочетании с системой рециркуляции углекислого газа.

Фиг. 6 схематично показывает одну возможную конфигурацию распределительной сети газообразного топлива, в сочетании с системой рециркуляции углекислого газа, для выполнения способа подачи согласно изобретению.

#### **Подробное описание варианта реализации изобретения**

Примеры, описанные в дальнейшем, приведены для лучшей иллюстрации настоящего изобретения, и не должны ограничивать изобретение характерными признаками, которые раскрыты в них.

Как уже объяснялось, в случае способа и устройства 1 по настоящему изобретению, которые предназначены для выполнения механической работы и/или для выработки электрической или тепловой энергии, энергию, требуемую для функционирования, получают в результате окисления углеродсодержащего горючего в отработавший газ. Отработавший газ, возникающий в результате реакции окисления, сжимается и/или конденсируется и накапливается в средстве хранения. Использование химической энергии осуществляется термохимическим или электрохимическим способом. Такого рода способы и устрой-

ства 1 согласно изобретению имеют замкнутый цикл, что означает, что в атмосферу не производятся никакие выбросы.

Остаточные вещества, которые образуются при выполнении механической работы или выработке электрической или тепловой энергии, такие как, в частности, углекислый газ, подвергаются последующей обработке, сжимаются и компактно скапливаются, например, в резервуаре высокого давления. Накопленная газообразная смесь по существу содержит только углекислый газ и, в зависимости от обстоятельств, воду. Углекислый газ регулярно перемещают в подходящее более крупное устройство хранения для дальнейшей утилизации. Предпочтительно, такой отвод углекислого газа осуществляется одновременно с заправкой транспортного средства.

В одном предпочтительном варианте реализации способа и устройства по данному изобретению накопленный углекислый газ частично или полностью подвергают рециркуляции.

В международной заявке № PCT/EP 2010/067847, принадлежащей заявителю, раскрывается способ и установка для термохимической обработки и утилизации углеродсодержащих материалов. Фиг. 1 схематично и очень упрощенно изображает такую установку 8.

По существу в замкнутом контуре, в установке 6, углеродсодержащий исходный материал 27 преобразовывается в углеводороды 20 и углеводородные производные. С этой целью на первой ступени 61a и второй ступени 61b углеродсодержащий исходный материал 27 преобразовывается в газовую смесь 65 для химического синтеза. На первой ступени 61a обеспечиваются и подвергаются пиролизу углеродсодержащие вещества, и в результате образуются пиролитический кокс и пиролитический газ. На второй ступени 61b пиролитический кокс с первой ступени газифицируется, и образуется газовая смесь 65 для химического синтеза, и сохраняются шлак и другие остаточные вещества. На третьей ступени 62 из газовой смеси 65 для химического синтеза образуются углеводороды и другие полезные материалы 20, которые могут быть использованы для других целей, например, в качестве жидкого и/или газообразного топлива 20. Рециркулирующая газовая смесь 66, которая остается после ступени 62 синтеза, по существу содержит углекислый газ и направляется обратно на первую ступень в качестве агента газификации. Эти три ступени замкнуты устойчиво к нарастанию давления и формируют по существу замкнутый цикл. В случае такой установки 6 утилизации твердые, жидкие и газообразные вещества могут быть эффективно преобразованы в газообразное или жидкое топливо 20. В дополнение установка 6 вырабатывает тепловую энергию в виде технологического пара (не показано). Углеродсодержащее топливо, выработанное на ступени 62 синтеза, предпочтительно скапливается на промежуточном этапе 81, в резервуарах средств хранения высокого давления.

Устройство 1 настоящего изобретения предпочтительно использует в качестве топлива газообразные или жидкие углеводороды и углеводородные производные 20 из установки 6. Реакция окисления, порождающая тепловую или электроэнергию, выполняется с помощью обогащенного кислородом воздуха, предпочтительно с содержанием кислорода более 95%, или чистого кислорода 22 вместо воздуха. Предпочтительно кислород удерживается в резервуаре высокого давления. Устройство 1 настоящего изобретения может представлять собой, например, двигатель внутреннего сгорания, в котором тепло, возникающее от реакции окисления, преобразуется в тепловом двигателе в механическую работу, или топливным элементом в сочетании с электродвигателем, в котором реакция окисления непосредственно используется для выработки электричества.

С одной стороны, использование чистого кислорода 22 вместо воздуха предотвращает формирование окисей азота благодаря отсутствию атмосферного азота в термохимической реакции при высоких температурах. Однако в основном в возникающих продуктах 21 реакции остаются по существу только углекислый газ 24 и водяной пар 23. В зависимости от стехиометрического состава реакции образующиеся газы могут также содержать определенные доли угарного газа и непрореагировавшего топлива. Впоследствии они могут быть дополнительно обработаны по аналогии с углекислым газом.

Продукты 21 реакции от реакции выработки энергии являются по существу газообразными. Соответствующая газообразная смесь затем сжимается для уменьшения объема. Газообразная смесь 21 охлаждается с помощью теплообменника до и/или после сжатия, посредством чего ее объем дополнительно уменьшается. Вода конденсируется и посредством этого объем газообразной смеси вновь уменьшается, и в газообразной смеси остается только углекислый газ 24, и в зависимости от обстоятельств, с долями угарного газа и непрореагировавшего топлива. Конденсированная вода 23 отделяется. Углекислый газ 24 может скапливаться на промежуточном этапе в подходящем резервуаре, например в резервуаре высокого давления.

Углекислый газ 24 равномерными интервалами вновь подается на первый этап 61a установки 6 с тем, чтобы для углекислого газа протекал замкнутый материальный цикл. Для отработавшего газа, содержащего углекислый газ, может быть выполнено промежуточное средство 82 хранения. Таким образом, при упомянутом выше способе, можно вырабатывать жидкие или газообразные углеводороды и углеводородные производные из углеродсодержащих веществ и углекислого газа, и впоследствии преобразовать получающуюся топливную смесь в устройстве 1 настоящего изобретения в механическую работу и/или электрическую или тепловую энергию. Собранный и накопленный углекислый газ направляется обратно и снова частично или полностью преобразовывается в топливо 20 в установке 6. Таким образом,

эффективный выброс углекислого газа устройства по настоящему изобретению может быть значительно снижен или даже устранен.

Альтернативно или дополнительно к рециркуляции, часть накопленного углекислого газа может осаждаться в известном смысле и таким образом, чтобы постоянно препятствовать выходу в атмосферу. В настоящее время всемирно разрабатываются соответствующие технологии постоянного и длительного хранения углекислого газа. Например, на сегодняшний день тестируют конечное хранение углекислого газа посредством нагнетания в порожние нефтяные месторождения и месторождения природного газа.

На фиг. 2 схематически представлен дополнительный обобщенный вариант осуществления устройства 1 настоящего изобретения, предназначенного для выполнения способа по изобретению. Такое устройство двигателя внутреннего сгорания согласно изобретению может функционировать без затруднений в комбинированном режиме с водородом 25 в качестве дополнительного топлива. В таком случае доля водорода приводит к снижению количества образующегося остаточного газа после теплообменника или компрессора, так как в любом случае в результате окисления водорода кислородом будет возникать только вода.

Если устройство 1 настоящего изобретения разработано в качестве двигателя внутреннего сгорания, то в предпочтительном варианте реализации такого устройства или способа по настоящему изобретению вода 23 может использоваться как средство дополнительного расширения. С этой целью, после возбуждения процесса сгорания, например, после самовоспламенения сжатой топливовоздушной смеси в дизельном двигателе, в цилиндр впрыскивается определенное количество воды. Данная вода, которая предпочтительно распыляется мелкими частицами, впоследствии испаряется посредством тепловой энергии экзотермической реакции окисления. Таким образом, увеличение получающегося газового давления или увеличение объема газа за счет водяного пара способствует порождению кинетической энергии, при этом одновременно снижается температура полной смеси отработавших газов сгорания и водяного пара. Хотя это не относится к проблеме или даже является желательным, так как более высокие температуры реакции возникают из-за большей плотности энергии реакции с чистым кислородом, которая улучшает термодинамическую эффективность, однако это также может в значительной степени деформировать детали устройства 1 по настоящему изобретению.

Альтернативно вода может вводиться в виде пара. Более того, определенная доля жидкой воды также может подаваться смешанной с жидким топливом. При высоких температурах перегретый водяной пар действует как добавочный окислитель в дополнение к кислороду.

Порядок исполнения способа по настоящему изобретению описывается далее и более подробно разъясняется посредством примера устройства 1 настоящего изобретения, представленного в виде поршневого двигателя. Аналогично, устройства согласно изобретению, разработанные в виде двигателей внутреннего сгорания, могут также проектироваться в виде турбин или двигателей Ванкеля и т.д. Горячие отработавшие газы используются для выполнения механической работы, в соответствии с принципом работы соответствующего типа двигателя внутреннего сгорания, и таким образом частично расширяются. Впоследствии газообразная смесь покидает камеру сгорания, и в случае с двигателем внутреннего сгорания по настоящему изобретению, выполненным, например, в виде четырехтактного поршневого двигателя, смесь отработавшего газа выбрасывается из цилиндра в течение третьего такта и затем подвергается сжатию, охлаждению и промежуточному хранению.

Один возможный вариант реализации устройства 1 настоящего изобретения, предназначенного для выполнения способа по данному изобретению и выполненного в виде двигателя внутреннего сгорания, схематично представлен на фиг. 3 в виде примера одноцилиндрового поршневого двигателя. Изображенный двигатель 1 внутреннего сгорания содержит цилиндр 111 и поршень 112, подвижно расположенный в указанном цилиндре, которые вместе формируют замкнутую камеру 11 сгорания. В процессе первого такта кислород 22 вводится в расширяющуюся камеру 11 сгорания при помощи устройства 16 подачи, что изображено лишь схематично. Впоследствии, в процессе второго такта, кислород 22 подвергается сжатию, и в конце второго такта в камеру 11 сгорания при помощи устройства 18 подачи вводится топливо 20 и воспламеняется. С последующим третьим тактом расширяющиеся отработавшие газы 21 выполняют механическую работу, а на четвертом такте частично расширенные отработавшие газы 21 отводятся из камеры 11 сгорания посредством выхлопного устройства 12, что подробно не показано.

Горячие отработавшие газы 21, которые состоят по существу лишь из углекислого газа и водяного пара, в дальнейшем охлаждаются в теплообменнике 13, размещенном ниже по потоку. Посредством этого уменьшается объем указанных отработавших газов 21. Часть воды 23 конденсируется посредством охлаждения и отделяется. Остаточный газ, который сейчас состоит лишь из углекислого газа 24 и, в зависимости от обстоятельств, остаточных долей угарного газа и непрореагировавшего топлива, сжимается в компрессоре 14, расположенном последовательно, и нагнетается в средство 15 хранения, в самом простом случае в нагнетательный контейнер. Стадия 13 конденсации, следующая до сжатия 14, снижает нежелательное формирование капелек конденсационной воды в компрессоре 14.

Изображенный двигатель 1 внутреннего сгорания настоящего изобретения не создает каких-либо выбросов. Поскольку устройство не работает с применением воздуха или подобных смесей, то и не возникают также никакие определенные загрязнители, такие как, например, окислы азота. Вода,

образующаяся при сгорании, не проблематична и может быть отделена. Углекислый газ и другие остаточные газы собираются в средстве 15 хранения и хранятся для дальнейшего использования. Не воспламеняющиеся порции топлива либо конденсируются с водой и отделяются, либо сжимаются вместе с углекислым газом.

Помимо основных элементов С, Н, О, в топливе для устройства по настоящему изобретению могут также присутствовать сера и фосфор, в зависимости от степени качества топлива. Например, сера может реагировать в течение горения в двуокись серы и трехокись серы, которая, в свою очередь, реагирует с водой в сернистую кислоту и серную кислоту. Данные коррозионные загрязнители, вместе с водой, могут конденсировать, отделяться и удаляться. То же самое относится к фосфорсодержащим загрязнителям и, в зависимости от обстоятельств, к образованию частиц мелкой пыли.

Дополнительный возможный вариант реализации устройства 1 настоящего изобретения для выполнения способа по данному изобретению, выполненного в качестве двигателя внутреннего сгорания, схематично представлен на фиг. 4. В этом варианте реализации вода в камеру 11 сгорания вводится посредством устройства 17 подачи, что представлено лишь схематично. Данная операция выполняется предпочтительно таким образом, чтобы, в течение или после реакции сгорания, в камеру сгорания было введено и точно распределено определенное количество жидкой или парообразной воды 23. Данная вода нагревается посредством теплоты сгорания, за счет чего происходит увеличение конечного объема газа в камере 11 сгорания, и, следовательно, также возрастает давление газов или объем газа, подходящий для выполнения механической работы. Соответственно тогда, имея постоянную мощность, количество топлива может быть уменьшено.

Альтернативно или дополнительно, вода также может быть введена в поток 21 отработавшего газа, после того, как указанный отработавший газ покинул камеру 11 сгорания. Такой вариант реализации имеет преимущество в том, что реакция горения в камере сгорания может протекать эффективно при максимально высоких температурах, а получающаяся при этом температура потока отработавшего газа является настолько низкой, что расположенные ниже по потоку устройства 13, 14 не подвергаются очень сильной деформации.

Следовательно, количество воды и момент времени впрыска согласованы с подачей топлива 21 и кислорода 22 таким образом, чтобы реакция горения могла протекать эффективно. Предпочтительно, получающаяся температура в течение реакции окисления по существу равняется такой температуре, при которой достигается максимально высокий термодинамический КПД теплового двигателя. Чем больше количество применяемой воды, тем ниже в дальнейшем относительная доля углекислого газа в химически активных газах, что снижает количество газов, которое остается после конденсации воды и которое подлежит сжатию.

В устройстве 1, изображенном на фиг. 4, отработавшие газы 21 сначала подвергаются сжатию в компрессоре 14 до того, как они будут впоследствии охлаждены в теплообменнике 13. Вода 23 сохраняется в газообразной смеси 21 и собирается в жидкой форме в контейнере 15 под давлением. Указанная вода 23 может спускаться одновременно с регулярным сбросом углекислого газа 24.

Изображенный на фиг. 4 вариант реализации может быть также объединен с двигателем 1 внутреннего сгорания фиг. 3 без впрыска воды, и наоборот, и, в общем, может использоваться для устройства 1 настоящего изобретения.

Энергия, необходимая для функционирования компрессора устройства 1 данного изобретения, предпочтительно вырабатывается самим устройством по настоящему изобретению. В результате этого понижается достигаемая эффективность устройства по настоящему изобретению. Однако одновременно достигаются устройство и способ с нетоксичными выбросами согласно изобретению. Кроме того, при наличии одинаковых габаритных размеров двигателя, достигаемая мощность больше, что снова компенсирует потерю мощности.

Компрессор можно работать, например, через подходящую зубчатую передачу, напрямую соединенную с кривошипным валом поршневого двигателя внутреннего сгорания. Если устройство 1 согласно изобретению выполнено в качестве турбины, тогда компрессор может быть помещен непосредственно на том же вале. Следовательно, отработавшие газы могут конденсироваться сразу же после процедуры расширения и остающийся остаточный поток можно подвергнуть сжатию.

Еще в одном варианте реализации устройства по настоящему изобретению, разработанного в качестве поршневого двигателя, отработавшие газы уже предварительно сжаты в пределах камеры 12 сгорания на третьем такте, и затем выброшены через выхлопное устройство 12. В зависимости от обстоятельств можно также обойти компрессор 14, расположенный ниже по потоку.

Такой вариант реализации также применим к двухтактному типу двигателя, так как новое наполнение камеры сгорания реакционной смесью (топливо 20, кислород 22, вода 23) в устройстве настоящего изобретения может быть выполнено очень быстро. В течение второго такта хода поршня вверх, отработавшие газы предварительно сжимаются и к концу такта выпускаются из камеры сгорания. Газообразный кислород может нагнетаться в камеру сгорания под высоким давлением в конце такта движения поршня вверх, так как требуется сравнительно небольшое количество кислорода для реакции полного сгорания, а вода присутствует в качестве дополнительного расширяющего средства. В любом случае жидкое топли-

во 20 и вода 23 в качестве средства расширения могут впрыскиваться в камеру сгорания очень быстро и под высоким давлением.

Энергопотребление компрессора можно оптимизировать посредством подходящей комбинации с одним или более теплообменниками или охлаждающими элементами, в которых объем газа может быть уменьшен посредством выделения тепловой энергии химически активных газов к внутреннему или внешнему теплоотводу.

Подобным образом можно воплотить устройство 1 настоящего изобретения в качестве теплового двигателя с внешним сгоранием, например, в виде парового двигателя или паровой турбины или в виде стерлингового двигателя.

На фиг. 4А изображен еще один вариант реализации такого приводного устройства 1 по настоящему изобретению, которое разработано в виде скомбинированной газовой/паровой турбины. Такое приводное устройство особенно подходит для кораблей или силовых установок.

В камере 710 сгорания, присоединенной впереди турбины, топливо 20 сжигается вместе с кислородом 22 в горелке 714, образуя очень горячий отработавший газ. Вода 23' вводится в камеру 710 сгорания предпочтительно в виде перегретой жидкой воды с температурой, например, выше 250°C и давлением 50 бар. Получающийся водяной пар смешивается с отработавшими газами сгорания, образуя в результате горячий (например, 600°C) отработавший газ 21', обладающий большим содержанием перегретого водяного пара. Указанный отработавший газ покидает камеру 710 сгорания и преобразовывается в механическую работу 78 в пределах следующего за камерой сгорания турбинного устройства 719, которая вновь приводит в движение узел 74 электрогенератора. В зависимости от конструкции устройства газообразная смесь в камере сгорания работает при неизменном объеме так, чтобы увеличивалось давление газов, или с неизменным давлением так, чтобы соответственно увеличивался объем газа, либо увеличивались и объем, и давление. Последующее турбинное устройство 719 должно быть разработано соответствующим образом. Подходящие турбины 719 известны из предшествующего уровня техники, и, в общем, содержат несколько ступеней. В альтернативном варианте реализации частично расширенный технологический пар 77 может отводиться после ступени высокого давления турбинного устройства 719, а в других случаях может использоваться.

Расширенный отработавший газ 21'' направляется в охладитель газов/экономайзер 73, где вода конденсирует и отделяется. Остающийся рециркулирующий газ 24, который по существу содержит углекислый газ, подвергается сжатию в компрессоре 72. Затем данный газ скапливается на промежуточном этапе в средстве 15 хранения газов или напрямую переносится на первую ступень установки 6 утилизации. Компрессор 72 предпочтительно приводится в действие от турбины 719.

Вместо введения в камеру 710 сгорания, вода 23' также может быть подмешана в поток 21' отработавшего газа после камеры сгорания, например, при помощи сопла Вентури.

В приводном устройстве 71 количество воды 23' и количество топливной смеси 20, 22 и другие выбираемые параметры предпочтительно подгоняются друг к другу таким образом, чтобы последующая турбина достигала максимально возможного энергетического КПД. При этом количество воды в смеси отработавшего газа должно быть максимально возможным. С одной стороны таким способом достигается максимальное возможное падение давления газообразной смеси в охладителе 73. Это увеличивает перепад абсолютного давления в турбине 719, а, следовательно, ее эффективность. С другой стороны, остается меньшее количество рециркулирующего газа 24, который подлежит сжатию 72 и хранению 15.

Дополнительное преимущество от введения водяного пара в камеру сгорания заключается в эффекте охлаждения пара. Экзотермическое окисление самой рабочей обогащенной топливной смеси может привести к очень высоким температурам, вплоть до 1000°C или даже 2000°C. Такие температуры будут очень сильно деформировать конструкции камеры 710 сгорания и следующего за ней турбинного устройства 719. Сравнительно охлажденный водяной пар вводится в камеру предпочтительно таким способом, что указанный пар экранирует стенки камеры 710 сгорания от очень горячего пламени 715. В конечном счете, пар охлаждает завершающую газообразную смесь вплоть до 600-800°C, что позволяет уменьшить температурную деформацию лопаток турбины и увеличить их срок службы.

В дополнение к упомянутым аспектам, показанное приводное устройство 1 отличается от обычной газовой турбины, в которой отсутствует компрессор перед камерой сгорания. Такое расположение обеспечивает более простую конструкцию камеры 710 сгорания, чем в газовой турбине. Поскольку топливо 20 сжигается с чистым кислородом 22, достигаемая плотность энергии выше, чем с воздухом, с его уменьшенным содержанием кислорода. Для того чтобы увеличить количество кислорода за такт, которое может вноситься в камеру 710 сгорания, кислород должен находиться под давлением. Турбинное устройство 719 может быть разрабатываться в виде паровой турбины, так как диапазоны температуры и давления отработавших газов 21' по сути одинаковые.

Транспортное средство 3, приводимое в движение устройством 1 настоящего изобретения, схематично изображено на фиг. 5 в виде примера движущегося автомобиля 3 согласно изобретению. Устройство 1 настоящего изобретения, которое сконструировано в виде двигателя внутреннего сгорания, либо применяется непосредственно в качестве приводного узла, либо, в качестве альтернативы, работает постоянно в идеальном диапазоне частоты вращения двигателя, причем электричество для узла электро-

привода вырабатывается генератором. Если же устройство 1 настоящего изобретения разработано в виде топливного элемента, то электродвигатель аналогично выполняет функцию приводного узла.

Транспортное средство 3 содержит резервуар 31 для жидкого или газообразного топлива 20, а также резервуар 32 высокого давления для кислорода 22. Средство 15 хранения газов для углекислого газа предпочтительно разработано как резервуар 15 для сжатого газа. Устройство 1 настоящего изобретения особенно подходит для транспортных средств, в меньшей степени чувствительных к весу, таких как, например, наземные и водные транспортные средства, в частности, транспортные средства для общественного транспорта или корабли и большие суда. Кроме того, кислород можно вырабатывать по месту, в зависимости от размера транспортного средства, в результате чего резервуар 32 для сжатого газа попросту будет служить в качестве промежуточного средства хранения и, соответственно, может разрабатываться меньших размеров.

Для воды 23 может быть выполнен резервуар, который не показан на фиг. 5. Такой резервуар может быть разработан сравнительно небольших размеров. Конденсированная вода, которая образуется при последующей обработке отработавших газов, может использоваться повторно, в результате чего фактический расход воды, и, следовательно, размер необходимого резервуара становятся еще меньше.

Подобным образом, на фиг. 5 представлена возможная схема замкнутого цикла подачи топлива такого транспортного средства 3 согласно изобретению. Для этого транспортное средство 3 заправляется жидким или газообразным топливом 20, а также сжатым кислородом 22 около установки 41, подходящим образом регулирующей подачу топлива. Одновременно с заправкой топлива углекислый газ 24, собранный в средстве 15 хранения газа, сбрасывается в подходящее средство хранения газов заправочной установки 41.

Еще в одном варианте реализации устройства по настоящему изобретению тепловая энергия, возникающая в процессе реакции окисления, не преобразовывается в механическую работу, но используется для нагрева текучего теплоносителя. Это означает, что устройство служит для выработки тепловой энергии. Для указанного теплоносителя, служащего для передачи сгенерированной тепловой энергии, могут использоваться, например, вода, масло или пар.

В одном возможном варианте реализации такого устройства настоящего изобретения энергия, порождающая реакцию окисления, возникает в подходяще выполненной камере сгорания, которая оборудована средствами нагрева среды переноса, например, теплообменником. Данные средства также служат для охлаждения возникающего потока отработавшего газа.

Нагретый теплоноситель впоследствии может использоваться в промышленных установках или в системах отопления зданий и сооружений. Например, районная теплоцентраль или отопительная станция квартала соответственно могут быть оборудованы таким устройством настоящего изобретения.

Топливозаправочная установка 41 формирует замкнутый цикл совместно с установкой 6 производства топлива, как раскрыто в международной заявке № PCT/EP 2010/067847, принадлежащей заявителю. Установка 6 производит жидкое или газообразное углеводородное топливо 20 из углеродсодержащих исходных материалов 27. Данное топливо транспортируется к топливозаправочной установке 41 подходящими средствами. В свою очередь углекислый газ 24, содержащий, в зависимости от обстоятельств, порции угарного газа и непрореагировавшего топлива, которое было отведено из транспортного средства 3 в топливозаправочную установку 41, переносится при помощи подходящих средств к установке 6, где указанный углекислый газ подается в замкнутый цикл установки 6.

В частности, топливозаправочная установка 41 подходит, например, для предприятий общественного автобусного транспорта. В общем, такие автобусы дозаправляются горючим исключительно на топливозаправочных установках предприятия. Поэтому, большинство транспортных средств 3 могут быть соединены со сравнительно небольшим числом топливозаправочных установок 41, подлежащих модернизации. Это ведет к снижению инвестиционных затрат при соответствующей полной установке.

В районах, которые четко определены в пространственном отношении, например, города, рециркуляция углекислого газа и/или снабжение топливом могут также осуществляться через подходящую распределительную сеть 5. В случае способа по настоящему изобретению, для подачи одному или более потребителям газообразного и/или жидкого топлива в течение реализации данного способа, указанное газообразное и/или жидкое топливо подается потребителям посредством первой распределительной сети от одной или более производственных установок и/или от одного или более первых средств хранения. По меньшей мере, часть отработавших газов, в частности углекислый газ, которые образуются в зависимости от способа привода, направляется второй возвратной сетью от потребителей к одной или более производственным установкам и/или одному или более второму средству хранения.

На фиг. 6 изображена возможная схема такой распределительной сети, предназначенной для выполнения способа подачи согласно данному изобретению. В показанном примере система имеет две кольцевые сети. Газообразное или жидкое топливо 29 подается от производственной установки 6 с замкнутым циклом в первую распределительную сеть 51. Различные топливозаправочные установки 41 получают газообразное или жидкое топливо от указанной сети 51. Аналогичным образом с сетью 51 соединены первое промежуточное средство 81 хранения и электрическая силовая станция 43, в которой электрогенератор функционирует при использовании устройства по настоящему изобретению, которое, напри-

мер, показано на фиг. 4А.

Дополнительно, на фиг. 6 представлена вторая возвратная сеть 52, в которую вводится накапливающийся углекислый газ 24 от топливозаправочных установок 41 и силовой электростанции 43. В свою очередь углекислый газ направляется назад к производственной установке 6. Второе промежуточное средство 82 хранения служит для увеличения емкости второй сети. Кроме того, в показанном варианте реализации выполнено конечное хранилище 44. Углекислый газ может отводиться из второй сети и перекачиваться под давлением в выработанное нефтяное месторождение, где затем он остается навсегда.

Если устройство по данному изобретению будет соединено с такой распределительной системой 5 настоящего изобретения, топливный бак 31 и/или средство 15 хранения газа, предназначенное для углекислого газа, может быть полностью исключено, так как стационарная система трубопроводов допускает такое функционирование. Это относится, например, к установке 43 выработки электроэнергии, изображенной на фиг. 6.

Перечень используемых обозначений:

- 1 - устройство;
- 11 - камера сгорания;
- 111 - цилиндр;
- 112 - поршень;
- 12 - выхлопное устройство;
- 13 - теплообменник;
- 14 - устройство сжатия, компрессор;
- 15 - средство хранения газа;
- 16 - устройство подачи кислорода;
- 17 - устройство подачи воды;
- 18 - устройство подачи топлива;
- 20 - топливо;
- 21, 21', 21" - продукты реакции, получаемые газы, газы сгорания, отработавшие газы;
- 22 - кислород;
- 23, 23' - вода;
- 24 - углекислый газ;
- 25 - водород;
- 27 - углеродсодержащие исходные материалы;
- 3 - транспортное средство, подвижные или стационарные машины;
- 31 - топливный бак;
- 32 - кислородный бак;
- 41 - топливозаправочная установка;
- 43 - установка для выработки электроэнергии;
- 44 - конечное хранилище для углекислого газа;
- 5 - система снабжения;
- 51 - распределительная сеть для топлива;
- 52 - возвратная сеть для углекислого газа;
- 6 - установка для термохимической утилизации углеродсодержащих веществ;
- 61a - первая ступень для образования смеси газа для химического синтеза;
- 61b - вторая ступень для образования смеси газа для химического синтеза;
- 62 - третья ступень для образования углеводородных производных и других полезных материалов;
- 63 - пиролитический кокс;
- 64 - пиролитический газ;
- 65 - газ для химического синтеза;
- 66 - рециркулирующий газ с углекислым газом;
- 71 - устройство;
- 710 - камера сгорания;
- 711 - цилиндр;
- 712 - поршень;
- 713 - выхлопное устройство;
- 714 - горелка;
- 715 - пламя;
- 716 - устройство подачи кислорода;
- 717 - устройство подачи воды;
- 718 - устройство подачи топлива;
- 719 - турбина;
- 72 - компрессор;
- 73 - охладитель газов/экономайзер;
- 74 - генератор;

- 75 - внешний контур охлаждения;  
 76 - электроэнергия;  
 77 - технологический пар;  
 78 - механическая энергия;  
 81 - первое средство хранения, средство хранения топлива;  
 82 - второе средство хранения, средство хранения отработавших газов.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Транспортное средство (3), приводимое в движение двигателем внутреннего сгорания в виде турбины, для функционирования с применением обогащенного кислородом воздуха с содержанием кислорода более 95% или чистого кислорода в качестве окислителя, содержащее устройство двигателя внутреннего сгорания в виде турбины, получающее необходимую для функционирования энергию от окисления углеродосодержащего топлива (20) в отработавший газ (21), состоящий по существу из углекислого газа (24) и воды (23), и резервуар (31) для жидкого или газообразного топлива (20);

причем устройство двигателя в виде турбины содержит по меньшей мере одну камеру (710) сгорания для сгорания топлива с турбинным устройством (719) для преобразования возникающего давления газа или объема газа в механическую работу (78), с устройством подачи для введения воды (23') непосредственно в камеру сгорания (710) и выхлопным устройством (2) для отведения отработавших газов из камеры сгорания,

отличающееся тем, что

транспортное средство дополнительно содержит резервуар (32) высокого давления для кислорода (22) и резервуар (15) высокого давления для углекислого газа (24);

по меньшей мере одна камера сгорания содержит средство подачи (16) для введения кислорода в камеру сгорания,

и тем, что транспортное средство дополнительно содержит устройство (14) для сжатия и/или конденсации отработавших газов (21), причем компрессор (14) для сжатия отработавших газов (21) и/или устройство конденсации для частичной конденсации отработавших газов (21) выполнены после выхлопного устройства (12).

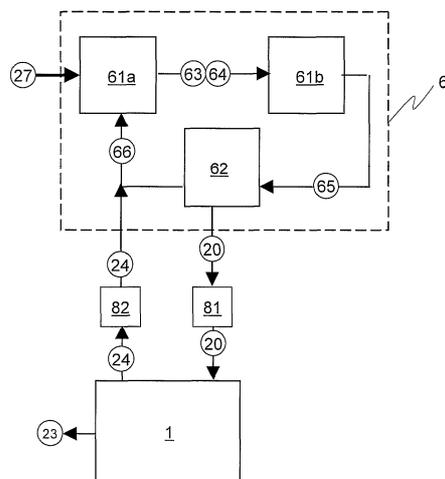
2. Транспортное средство по п.1, отличающееся тем, что компрессор (72) расположен непосредственно на вале турбинного устройства (719).

3. Транспортное средство по п.1 или 2, отличающееся тем, что перед камерой сгорания (710) отсутствует компрессор.

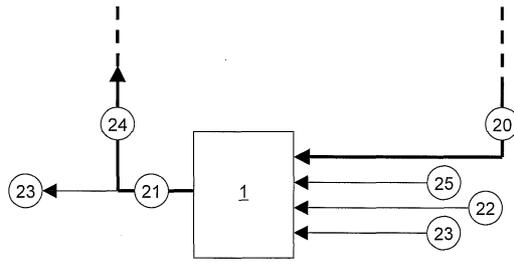
4. Транспортное средство по п.1, отличающееся тем, что содержит теплообменник (73) для охлаждения потока (2) отработавшего газа до и/или после устройства (72) для сжатия и/или конденсации отработавшего газа (21').

5. Транспортное средство по любому из пп.1, 2, отличающееся тем, что содержит устройство для конденсации и/или отделения воды (23) от отработавшего газа (21').

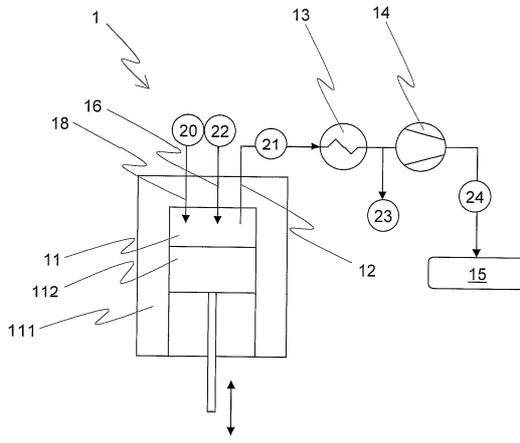
6. Транспортное средство по любому из пп.1-3, дополнительно содержащее электрический генератор (74), приводимый двигателем внутреннего сгорания в виде турбины, и узел электропривода.



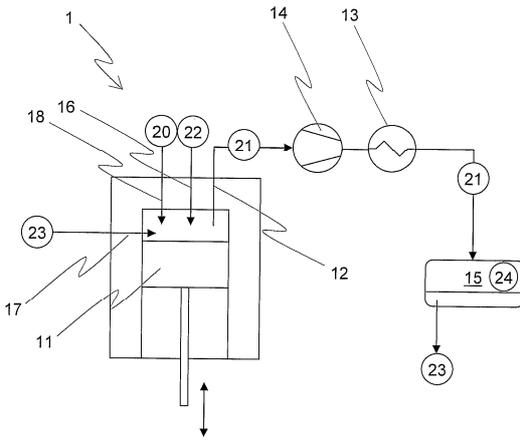
Фиг. 1



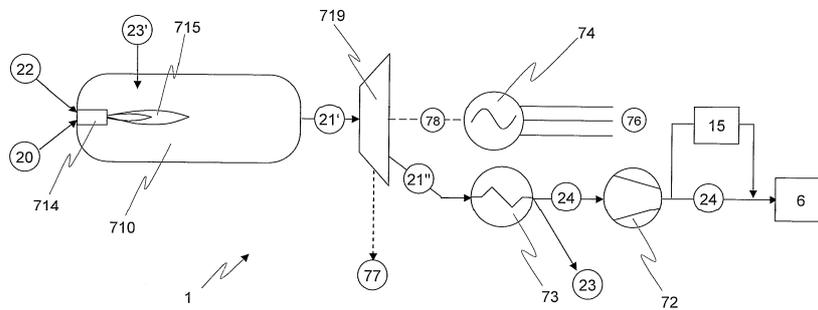
Фиг. 2



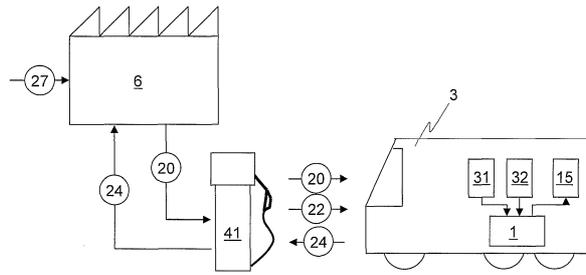
Фиг. 3



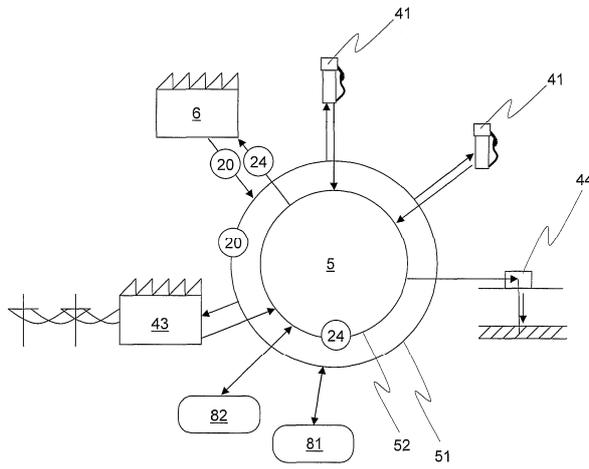
Фиг. 4



Фиг. 4А



Фиг. 5



Фиг. 6

