



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F02C 6/16 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2017120389, 02.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.11.2015

Дата регистрации:
29.10.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
11.12.2014 DE 10 2014 118 466.1

(43) Дата публикации заявки: 11.01.2019 Бюл. № 2

(45) Опубликовано: 29.10.2019 Бюл. № 31

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 11.07.2017

(86) Заявка РСТ:
EP 2015/075494 (02.11.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2016/091475 (16.06.2016)

Адрес для переписки:
119019, Москва, Гоголевский б-р, 11, этаж 3,
"Гоулинг ВЛГ(Интернэшнл) Инк.", Угрюмов
Владислав Михайлович

(72) Автор(ы):

ГАЙСЛЕР Бернд (DE)

(73) Патентообладатель(и):

**АПТ ГМБХ-АНГЕВАНДТЕ ФИЗИК &
ТЕКНОЛОЖИ (DE)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2011/094231 A1, 28.04.2011. DE
102008033527 A1, 21.01.2010. RU 2053398 C1,
27.01.1996. EP 2450549 A2, 09.05.2012. SU 383859
A1, 23.05.1973. RU 2435050 C2, 23.05.1973.

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ ВРЕМЕННОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ ГАЗА И ТЕПЛА

(57) Реферат:

Устройство для временного хранения газа и тепла, содержащее, по меньшей мере, один баллон высокого давления (10), несколько компрессоров (3, 8, 9), с помощью которых выполняется сжатие газа (1), несколько последовательно включенных ступеней сжатия, которые содержат соответственно один из компрессоров (3, 8, 9) и включенный последовательно за ним газовый проточный контур (11, 12, 13), и содержащую несколько тепловых аккумуляторов (4, 5, 6) сборку аккумуляторов тепла (7), с помощью которой аккумулируется вырабатываемая при

сжатии газа (1) теплота сжатия. К последней из последовательных ступеней сжатия присоединен баллон высокого давления (10), в котором может накапливаться сжатый с помощью компрессоров (3, 8, 9) газ (1). Сборка аккумуляторов тепла (7) включена в газовый проточный контур (11, 12, 13) каждой ступени сжатия. Тепловые аккумуляторы (4, 5, 6) расположены последовательно. Газовый проточный контур (11, 12, 13) каждой ступени сжатия проходит через тепловые аккумуляторы (4, 5, 6) в такой последовательности тепловых аккумуляторов

поочередно друг за другом. Каждому тепловому аккумулятору (4, 5, 6) соответствует предварительно заданная минимальная температура. Сборка тепловых аккумуляторов (7) имеет, по меньшей мере, одно нагревательное устройство (18, 19, 20), с помощью которого каждый тепловой аккумулятор (4, 5, 6) нагревается до своей соответствующей минимальной температуры, причем

соответствующие этим тепловым аккумуляторам (4, 5, 6) минимальные значения температуры понижаются в такой последовательности тепловых аккумуляторов. Изобретение направлено на усовершенствование устройства и способа так, чтобы как можно больше тепла сжатия можно было аккумулировать в сборке аккумуляторов тепла. 2 н. и 11 з.п. ф-лы, 1 ил.

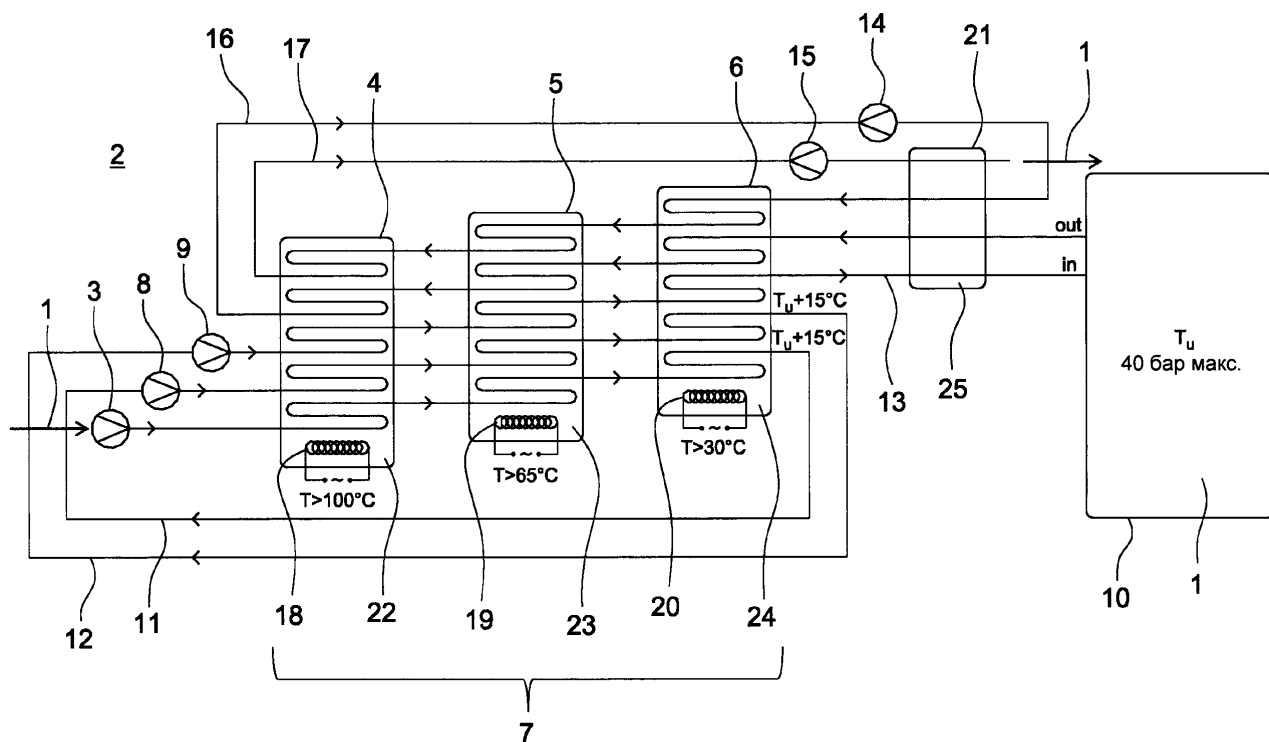


Рис. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F02C 6/16 (2019.05)

(21)(22) Application: **2017120389, 02.11.2015**

(24) Effective date for property rights:
02.11.2015

Registration date:
29.10.2019

Priority:

(30) Convention priority:
11.12.2014 DE 10 2014 118 466.1

(43) Application published: **11.01.2019 Bull. № 2**

(45) Date of publication: **29.10.2019 Bull. № 31**

(85) Commencement of national phase: **11.07.2017**

(86) PCT application:
EP 2015/075494 (02.11.2015)

(87) PCT publication:
WO 2016/091475 (16.06.2016)

Mail address:
**119019, Moskva, Gogolevskij b-r, 11, etazh 3,
"Gouling VLG(Interneshnl) Ink.", Ugryumov
Vladislav Mikhajlovich**

(72) Inventor(s):

GEISLER, Bernd (DE)

(73) Proprietor(s):

**APT GMBH - ANGEWANDTE PHYSIK &
TECHNOLOGIE (DE)**

(54) **DEVICE AND METHOD FOR TEMPORARY ACCUMULATION OF GAS AND HEAT**

(57) Abstract:

FIELD: internal combustion engines.

SUBSTANCE: device for temporary storage of gas and heat, containing at least one high-pressure cylinder (10), several compressors (3, 8, 9), by means of which gas compression (1) is performed, several series-connected compression stages, which contain correspondingly one of compressors (3, 8, 9) and successively connected gas flow circuit (11, 12, 13), and containing several heat accumulators (4, 5, 6) assembling heat accumulators (7), by means of which heat of compression generated during compression of gas (1) is accumulated. High-pressure cylinder (10) is connected to the last of successive stages of

compression, in which gas (1) compressed with the help of compressors (3, 8, 9) can be accumulated. Heat accumulator assembly (7) is connected to gas flow circuit (11, 12, 13) of each compression stage. Heat accumulators (4, 5, 6) are arranged in series. Gas flow path (11, 12, 13) of each compression stage passes through heat accumulators (4, 5, 6) in such sequence of thermal accumulators in turn one by one. Preset minimum temperature corresponds to each thermal accumulator (4, 5, 6). Assembly of thermal accumulators (7) has at least one heating device (18, 19, 20), by means of which each heat accumulator (4, 5, 6) is heated to its corresponding minimum

temperature, wherein the minimum temperature values corresponding to said heat accumulators (4, 5, 6) are reduced in such sequence of heat accumulators.

EFFECT: invention is aimed at improvement of the

device and method so that as much as possible of heat of compression could be accumulated in assembly of heat accumulators.

13 cl, 1 dwg

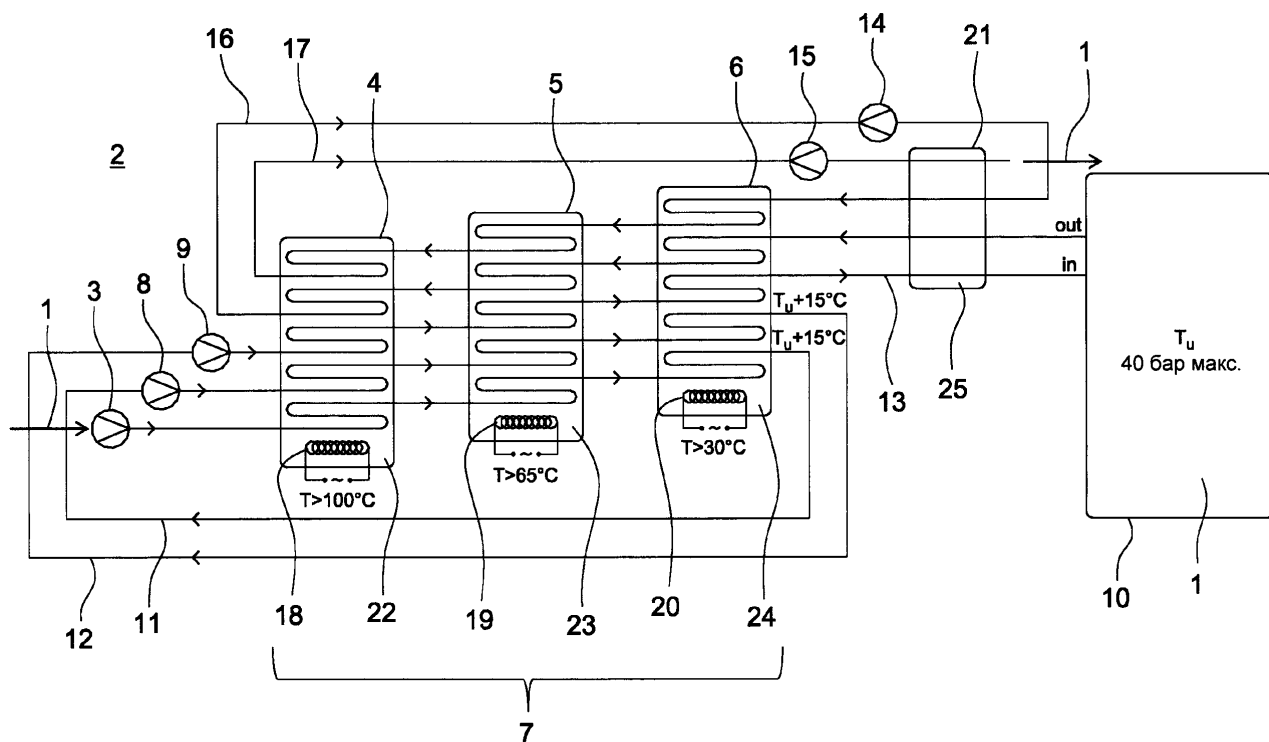


Рис. 1

Изобретение относится к устройству для временного аккумулирования газа и тепла, по меньшей мере, с одним баллоном высокого давления, несколькими компрессорами, с помощью которых выполняется сжатие газа, несколькими последовательно включенными ступенями сжатия, которые содержат соответственно один из компрессоров и последовательно включенный за ним газовый проточный контур, причем к последней из последовательных ступеней сжатия присоединен баллон высокого давления, в котором может накапливаться сжатый с помощью компрессоров газ, и имеется содержащая несколько тепловых аккумуляторов сборка аккумуляторов тепла, с помощью которой аккумулируется вырабатываемая при сжатии газа теплота сжатия. Кроме того, изобретение относится к способу для временного аккумулирования газа и тепла, причем один газ последовательно сжимается в нескольких ступенях сжатия и затем аккумулируется, по меньшей мере, в одном баллоне высокого давления, и причем выработанная при сжатии этого газа теплота сжатия после каждого сжатия аккумулируется в нескольких тепловых аккумуляторах.

В описании изобретения к патенту DE 102010050428 A1 приводится теплоаккумулирующая энергетическая установка со ступенями давления для временного аккумулирования энергии в виде энергии давления в сжимаемой среде в баллоне высокого давления и в виде тепловой энергии, по меньшей мере, с одной ступенью сжатия с устройством накопления, которая имеет, по меньшей мере, одно последовательно включенное устройство сжатия и, по меньшей мере, одно теплообменное устройство и, по меньшей мере, одну ступень сжатия с устройством вывода, которая имеет, по меньшей мере, одно теплообменное устройство и, по меньшей мере, одно устройство сжатия, причем число ступеней сжатия с устройством накопления неравно числу ступеней сжатия с устройством вывода.

Во многих технических решениях требуется отводить выделяющееся технологическое тепло. Примерами их использования являются блочные теплоэлектроцентрали и магистральные теплотрассы. Часто энергетически предпочтительной была бы также регенерация тепла. Прямая регенерация может осуществляться, например, теплообменниками способом прямого и обратного потока, что в этом случае часто обеспечивает большую экономию энергии.

В механических энергоаккумуляторах регенерация тепла является необходимой предпосылкой для достижения приемлемых значений общего КПД. Однако при этом не всегда целесообразным является динамический процесс по способу прямого или обратного потока, так как зарядка и разрядка энергоаккумулятора должны быть по времени как можно дальше разнесены друг от друга. Предлагаемые на рынке теплообменники характеризуются в отличие от этого своими постоянными, одновременными параллельными или встречно-параллельными потоками. Протекание аккумулирующей среды требует дополнительных энергозатрат на перекачку, которые могут быть сэкономлены.

Если энергия аккумулируется в виде сжатого воздуха, то при сжатии неизбежно выделяется тепло (1-й закон термодинамики).

Проще всего это тепло можно рассчитать на примере идеального изотермического компрессора. Оно составляет теоретически примерно 1/3 затраченной работы сжатия. На практике тепло выделяется в основном в окружающую среду, и потери тепла достигают в большинстве случаев даже еще более высоких значений, примерно до 2/3 затраченной работы сжатия. Поэтому изобретение предназначено, в частности, для адиабатических пневмоаккумулирующих энергетических установок (англ. Adiabatic Compressed Air Energy Storage, ACAES). При этом прилагательное «адиабатический»

здесь нужно понимать не строго в термодинамическом смысле (никакого теплообмена с окружающей средой), это означает, что выделяющееся при сжатии тепло должно регенерироваться в максимально возможной степени.

На основе уравнения теплового состояния идеальных газов $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ (более реалистичное уравнение Ван-дер-Ваальса дает коррекцию лишь около 10%) и на основе уравнения калорийного состояния для двухатомного газа $U = 5/2 \cdot n \cdot R \cdot T$ (воздух на 99% является двухатомным газом) становится очевидным, что для рабочего газа в предварительно заданном объеме V повышение давления достигается повышением температуры T или количества вещества n , или тем и другим. В любом случае, тогда это равносильно повышению внутренней энергии U или энтальпии $H = U + p \cdot V$ газа. R - универсальная газовая постоянная.

Для увеличения энергии или для увеличения энтальпии системы при подаче теплоты фактически не имеет значения, осуществляется ли такое повышение давления путем повышения количества молекул в баллоне высокого давления или путем повышения температуры, то есть повышением движения частиц.

При подаче или регенерации теплоты сжатия в такой квази-адиабатической пневмоаккумулирующей энергетической установке становятся возможными такие значения общего КПД, которые теоретически значительно превышают показатели обычных компрессоров и турбин.

На практике, вероятно, нельзя осуществить адиабатическую изоляцию огромной емкости высокого давления. Так как если бы тепловая изоляция была размещена вне баллона высокого давления, то происходил бы нагрев стенки емкости. Вследствие очень большой теплоемкости баллона высокого давления в таком случае теплота сжатия лишь незначительно влияла бы на повышение температуры стенки емкости, и на этом низком температурном уровне была бы в значительной мере потеряна для практического использования при прямой регенерации. Размещенная внутри емкости высокого давления тепловая изоляция была бы, с другой стороны, подвержена чрезмерным колебаниям давления и температурным колебаниям (несколько сотен бар, несколько сотен Кельвинов), которые могли бы ее разрушить при длительном воздействии. Как следствие, эта емкость высокого давления должна находиться на температурном уровне своей окружающей среды.

Это обуславливает необходимость промежуточного накопления тепла сжатия. При этом здесь возникает другая принципиальная проблема: тепло хотя и можно хорошо передавать при высоких значениях разности температур, и хотя они также в принципе предпочтительны при работе тепловых силовых машин (см. КПД цикла Карно), но потери в результате конвекции, электропроводимости и, в частности, излучения (пропорционально четвертому потенциалу температуры, согласно закону Стефана - Больцмана) также соответственно возрастают.

Поэтому высокотемпературные аккумуляторы тепла принципиально непригодны для длительных периодов времени, которые, однако, принципиально желательны при аккумулировании энергии. Один из известных высокотемпературных аккумуляторов имеет помимо прочего также тот недостаток, что названные высокие значения разности температур и давлений приводят к механическому разрушению аккумулирующего материала (например, камня) и возникающие при этом частицы при распространении могут оказывать пескоструйное воздействие на лопасти турбин.

Материалы смены фаз или материалы с изменяемым фазовым состоянием (Phase-Change-Materials, PCM) не пригодны для возникающих разностей температур или еще находятся в стадии экспериментальных исследований. Со временем они изнашиваются

и согласно современному уровню знаний не являются достаточно эффективными. Также непригодны и известные промышленные адсорбционные аккумуляторы силикагель (Silikagel) и Цеолит (Zeolith), так как большая часть теплоты сжатия выходит за нижний предел их температур на выходе, и теплопередача является непрерывным, а не дискретным процессом. Так что с помощью этих материалов можно было бы регенерировать лишь относительно незначительную часть тепла, которая находится в верхнем диапазоне их выходных температур. Преобладающая часть остаточной теплоты в более низком диапазоне температур была бы утеряна.

Выходом мог бы стать многоступенчатый низкотемпературный аккумулятор тепла. Подобным образом сконструированная адиабатическая или квази-адиабатическая пневмоаккумулирующая энергетическая установка тогда не могла бы быть связана с кпд цикла Карно, в чем можно убедиться в ходе мысленного эксперимента, поставив компрессор в пределах адиабатически изолированного баллона высокого давления. Тогда его отходящее тепло должно было бы переходить на рабочий газ, так что теоретически энергия компрессора могла бы быть полностью использована.

Таким образом, в основу изобретения положена задача усовершенствовать устройство и способ указанного в первом пункте формулы изобретения типа так, чтобы как можно больше тепла сжатия могло аккумулироваться в сборке аккумуляторов тепла.

Согласно изобретению эта задача решается с помощью устройства по пункту 1 и с помощью способа по пункту 12. Предпочтительные усовершенствования изобретения приведены в дополнительных пунктах формулы изобретения и в нижеследующем описании.

Устройство согласно изобретению для временного аккумулирования газа и тепла имеет один или, по меньшей мере, один баллон высокого давления, несколько компрессоров, с помощью которых выполняется сжатие газа, несколько последовательно включенных ступеней сжатия, которые содержат соответственно один из компрессоров и включенный последовательно за ним газовый проточный контур, причем к последней из последовательных ступеней сжатия присоединен баллон высокого давления, в котором может накапливаться сжатый с помощью компрессоров газ, а также содержащую несколько тепловых аккумуляторов сборку аккумуляторов тепла, с помощью которой аккумулируется вырабатываемая при сжатии газа теплота сжатия, причем сборка аккумуляторов тепла включена в газовый проточный контур каждой ступени сжатия, а тепловые аккумуляторы снабжены последовательностью тепловых аккумуляторов, и прохождение тепловых аккумуляторов газового проточного контура каждой ступени сжатия, в частности относительно соответствующего направления потока газа в этой последовательности тепловых аккумуляторов, имеется или осуществляется поочередно друг за другом. Таким образом, теплота сжатия преимущественно отдается в аккумулятор тепла, в частности, постепенно, в каждой ступени сжатия.

Согласно изобретению в газовом проточном контуре каждой ступени сжатия включена последовательная схема аккумуляторов тепла, причем эти аккумуляторы тепла в каждом из этих газовых проточных контуров включены друг за другом в одной и той же последовательности. Таким образом, сборка аккумуляторов тепла образует включенный за каждым компрессором ступенчатый аккумулятор тепла, ступени которого реализованы аккумуляторами тепла. При этом значения температуры аккумуляторов тепла преимущественно понижаются в такой последовательности аккумуляторов тепла. С помощью устройства согласно изобретению в сборке

аккумуляторов тепла аккумулируется значительно более высокая доля тепла сжатия, чем в обычных решениях. В частности, сборка аккумуляторов тепла может эксплуатироваться при низкой температуре, а также эксплуатируется преимущественно при низкой температуре.

- 5 Число ступеней сжатия составляет преимущественно две, по меньшей мере, две, три или, по меньшей мере, три. В частности, число компрессоров соответствует числу ступеней сжатия. Преимущественно каждая ступень сжатия содержит только один из компрессоров. Преимущественно каждый компрессор относится строго к одной из ступеней сжатия и/или предусмотрен в ней. Сборка аккумуляторов тепла и/или
- 10 аккумуляторы тепла не содержат, в частности, ни одного компрессора.

Каждый компрессор может называться, например, также как компрессор или компрессионная машина. К примеру, каждый компрессор является турбокомпрессором, винтовым компрессором или поршневым компрессором.

- 15 Баллон высокого давления преимущественно термически не изолирован по отношению к окружающей среде. Преимущественно аккумулярованный в баллоне высокого давления газ имеет температуру окружающей среды или приблизительно температуру окружающей среды. Баллон высокого давления может содержать, например, также несколько последовательно включенных сосудов высокого давления и/или может состоять из них.

- 20 Преимущественно аккумуляторы тепла термически изолированы друг от друга и/или относительно окружающей среды. Таким образом, можно препятствовать тому, чтобы устанавливалось тепловое равновесие между аккумуляторами тепла.

- Преимущественно каждому из аккумуляторов тепла соответствует предварительно заданная минимальная температура. В частности, каждый аккумулятор тепла имеет,
- 25 по меньшей мере, свою соответствующую минимальную температуру. Предпочтительно относящиеся к аккумуляторам тепла минимальные температуры понижаются в последовательности аккумуляторов тепла.

- Согласно усовершенствованию сборка аккумуляторов тепла имеет одно, по меньшей мере, одно или несколько нагревательных устройств. Преимущественно нагрев
- 30 аккумуляторов тепла осуществляется нагревательным устройством или нагревательными устройствами. В частности, каждый аккумулятор тепла нагревается нагревательным устройством или нагревательными устройствами до соответствующей минимальной температуры и/или, по меньшей мере, поддерживается на этой минимальной температуре. Таким образом, можно обеспечить, чтобы каждый
- 35 аккумулятор тепла имел, по меньшей мере, свою соответствующую минимальную температуру. Преимущественно каждый аккумулятор тепла имеет нагревательное устройство или одно из нагревательных устройств. В частности, каждый аккумулятор тепла с помощью своего нагревательного устройства может нагреваться до соответствующей минимальной температуры и/или, по меньшей мере, поддерживаться
- 40 на этой минимальной температуре. Таким образом, принудительно достигается эта и/или некоторая разность температур между аккумуляторами тепла. В частности, нагревательные устройства обеспечивают то, что осуществляется передача тепла сжатия в аккумуляторы тепла в область или в области нужных минимальных температурных уровней. Предпочтительно значения температуры и/или минимальной температуры аккумуляторов тепла в последовательности аккумуляторов тепла имеют перепад. Нагревательное устройство или каждое из нагревательных устройств выполнено, в частности, в качестве электрического нагревательного устройства.

Преимущественно каждый аккумулятор тепла содержит носитель для

аккумулирования тепла, в котором, в частности, аккумулируется часть тепла сжатия. Преимущественно каждый из носителей для аккумулирования тепла является жидким. Предпочтительно аккумуляторы тепла являются пассивными. Помимо прочего нужно, в частности, понимать, что носитель для аккумулирования тепла каждого аккумулятора

5 тепла не циркулирует и/или не перекачивается. Преимущественно перенос тепла сжатия в носители для аккумулирования тепла происходит, в частности, исключительно или главным образом, путем конвекции.

Согласно одному варианту изобретения предварительно заданная минимальная температура первого в последовательности аккумулятора тепла составляет 100°C, приблизительно 100°C, по меньшей мере, 100°C и/или свыше 100°C. В частности,

10 носителем для аккумулирования тепла первого по порядку аккумулятора тепла являются глицерин (называемый также глицерол). В качестве носителя для аккумулирования тепла первого по порядку аккумуляторов тепла преимущественно используется исключительно глицерин. Глицерин (элементарная формула: $C_3H_8O_3$) выделяется,

15 например, в отходы при изготовлении биогорючего и, таким образом, является относительно малозатратным материалом.

Решающее значение для использования в качестве носителя для аккумулирования тепла на базе основного уравнения $Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T = \rho \cdot c_p \cdot V \cdot \Delta T$ имеет произведение $c_p \cdot \rho$,

20 т.е. теплоемкость, умноженная на плотность, которая для глицерина ($3,06 \cdot 10^6$ Дж/м³К) более чем в два раза превышает показатель для силиконового масла ($1,50 \cdot 10^6$ Дж/м³К) и составляет примерно 70% от значения для воды, которое является чрезвычайно высоким ($4,40 \cdot 10^6$ Дж/м³К). При этом Q означает поданный в носитель для

25 аккумулирования тепла или извлеченный объем тепла, m - масса носителя для аккумулирования тепла, c_p - теплоемкость носителя для аккумулирования тепла, ρ - плотность носителя для аккумулирования тепла и ΔT - разность между начальной и конечной температурой носителя для аккумулирования тепла. Теплопроводность глицерина (0,286 Вт/мК) также примерно вдвое выше показателя для силиконового

30 масла. Поэтому сравнительно экологичный глицерин является относительно вполне подходящим носителем для аккумулирования тепла.

Максимальная температура первого по порядку аккумулятора тепла и/или носителя для аккумулирования тепла первого по порядку аккумулятора тепла лежит, в частности, ниже значения 200°C. С одной стороны, эта максимальная температура находится ниже

35 точки кипения глицерина (точка кипения глицерина = 290°C), с другой стороны, ниже температуры 200°C не происходит преобразования глицерина в ядовитый акролеин (называемый также акриловый альдегид, элементарная формула: C_2H_4O).

Согласно одному усовершенствованию аккумуляторы тепла имеют соответственно одну емкость аккумулятора тепла, в которую помещен соответствующий носитель для

40 аккумулирования тепла. Каждая из емкостей аккумуляторов тепла может иметь открытое или закрытое исполнение.

Преимущественно емкость аккумулятора тепла первого по порядку аккумулятора тепла или, по меньшей мере, емкость аккумулятора тепла первого по порядку аккумулятора тепла имеет закрытое исполнение. Вследствие этого, может

45 предотвращаться начинающееся примерно со 150°C дымообразование и/или парообразование глицерина. Кроме того, с помощью нагревательного устройства и/или путем выдерживания минимальной температуры первого по порядку аккумулятора тепла, в частности, может быть обеспечено то, что при эксплуатации температура не

опускается ниже относительно высокой точки плавления глицерина (точка плавления глицерина = 18°C).

Каждый аккумулятор тепла и/или емкость аккумулятора тепла содержит преимущественно одну, по меньшей мере, одну или строго одну газовую питающую 5 линию на каждую ступень сжатия. Газовые питающие линии проходят преимущественно насквозь через соответствующий аккумулятор тепла и/или емкость аккумулятора тепла и при этом, в частности, окружены соответствующим носителем для аккумулятирования тепла. Например, газовые питающие линии проходят в соответствующем аккумуляторе 10 тепла и/или емкости аккумулятора тепла соответственно в форме меандра, винтообразно или спиралеобразно, или прямолинейно. В частности, газовые питающие линии каждой ступени сжатия включены последовательно, преимущественно в последовательности аккумуляторов тепла. Преимущественно последовательная схема газовых питающих 15 линий каждой ступени сжатия включена в газовый проточный контур соответствующей ступени сжатия. Газовые питающие линии каждого аккумулятора тепла и/или емкости аккумулятора тепла расположены, в частности, в соответствующем носителе для аккумулятирования тепла. Посредством этих газовых питающих линий каждого 20 аккумулятора тепла и/или емкости аккумулятора тепла, в частности, осуществляется теплообмен между газом и соответствующим носителем для аккумулятирования тепла.

Сборка аккумуляторов тепла имеет преимущественно два, по меньшей мере, два, 25 три или, по меньшей мере, три аккумулятора тепла. Предварительно заданная минимальная температура одного или каждого аккумулятора тепла, подключенного за первым по порядку аккумулятором тепла, составляет преимущественно менее 100°C. В частности, носителем для аккумулятирования тепла одного или каждого аккумулятора тепла, подключенного за первым по порядку аккумулятором тепла, является вода или 30 глицерин.

Аккумуляторы тепла являются, в частности, безнапорными. Под этим следует понимать, что аккумуляторы тепла и/или носители для аккумулятирования тепла имеют, в частности, окружающее давление ("безнапорный" в смысле „без избыточного давления" 35 относительно окружающей среды).

Каждый аккумулятор тепла может устанавливаться, например, по массе и/или по 40 уровню заполнения своего носителя для аккумулятирования тепла в своей теплоемкости на требуемую величину. В частности, теплоемкость каждого аккумулятора тепла может повышаться и/или понижаться путем добавки и/или отбора соответствующего носителя для аккумулятирования тепла. Тем самым, например, рабочая температура 45 соответствующего аккумулятора тепла может опускаться и/или повышаться по мере необходимости.

Согласно усовершенствованию газом является воздух. Воздух имеется, как правило, повсюду на земле. Таким образом, сжатый газ может называться также сжатым 40 воздухом. Кроме того, компрессоры могут также называться как компрессоры сжатого воздуха и/или баллоны высокого давления - как баллоны сжатого воздуха.

Каждый компрессор присоединяется со стороны выхода, в частности, к газовому проточному контуру соответствующей ступени сжатия. Газовый проточный контур 45 последней по порядку ступени сжатия присоединяется со стороны выхода к баллону высокого давления и/или к входу баллона высокого давления. Компрессор первой по порядку ступени сжатия присоединяется со стороны входа преимущественно к воздушному баллону или газовому баллону или остается открытым по отношению к окружающей среде. Однако предпочтительно перед первой по порядку ступенью сжатия включено, по меньшей мере, одно устройство для регенерации газа или воздуха, которое

содержит, например, газовый или воздушный фильтр и/или осушитель.

Согласно одному варианту изобретения в газовом проточном контуре последней по порядку ступени сжатия между сборкой аккумуляторов тепла и баллоном высокого давления включено устройство для аккумулялирования холода. С помощью этого устройства для аккумулялирования холода преимущественно производится охлаждение подаваемого в баллон высокого давления газа, в частности, до температуры окружающей среды. Посредством охлаждения подаваемого в баллон высокого давления газа влага из него удаляется и/или выводится в виде конденсата. Это является предпочтительным, так как тем самым, в баллон высокого давления поступает минимальное количество влаги. Устройство для аккумулялирования холода содержит преимущественно хладагент, с помощью которого из подаваемого в баллон высокого давления газа удаляется тепло. Помимо этого устройство для аккумулялирования холода содержит преимущественно циркуляционный насос, с помощью которого, в частности, перекачивается хладагент.

Контур, который газ проходит насквозь через компрессоры, в частности, при промежуточном включении сборки аккумуляторов тепла и/или аккумуляторов тепла, доходя до баллона высокого давления, и/или контур, который насквозь через компрессоры может проводить газ, в частности, при промежуточном включении сборки аккумуляторов тепла и/или аккумуляторов тепла, доходя до баллона высокого давления, называется преимущественно также компрессионным контуром.

Согласно одному варианту изобретения образует или образуют один или некоторые из них или, по меньшей мере, один из компрессоров, в частности, также одно или соответственно также одно расширительное устройство, с помощью которого может происходить расширение газа. Преимущественно одна или каждая ступень сжатия, компрессор которой выполнен также как расширительное устройство, образует также одну ступень расширения. Выполненный также как расширительное устройство компрессор называется, например, комбинированной машиной сжатия и расширения. Комбинированная машина сжатия и расширения содержит, например, перестроенный в головке цилиндров двухтактный дизельный двигатель, который работает с приводом от электродвигателя для выполнения аккумулялирования или сжатия как компрессор, и производит сжатый воздух. При обратной подаче или расширении он работает как двигатель сжатого воздуха, а электродвигатель, в частности, становится электрическим генератором. Это позволяет создавать простые и компактные системы. Можно реализовать также турбинные компрессоры.

Согласно усовершенствованию устройство согласно изобретению имеет несколько или, по меньшей мере, одно расширительное устройство, с помощью которого может происходить расширение газа, и несколько или, по меньшей мере, одну ступень расширения, которая содержит расширительное устройство и предвключенный газовый проточный контур, причем эта ступень расширения включена перед баллоном высокого давления, сборка аккумуляторов тепла встроена в газовый проточный контур ступени расширения, а прохождение аккумуляторов тепла газового проточного контура ступени расширения, в частности, относительно направления газового потока имеется или осуществляется в обратной последовательности аккумуляторов тепла поочередно друг за другом. Преимущественно подаваемый в расширительное устройство газ тем самым, может нагреваться аккумуляторами тепла, в частности, постепенно.

При этом устройство согласно изобретению имеет предпочтительно одно или несколько расширительных устройств, с помощью которых может происходить расширение газа, и одну или несколько последовательно включенных ступеней

расширения, которые содержат соответственно одно из расширительных устройств и один предвключенный газовый проточный контур, причем перед первой по порядку из ступеней расширения включен баллон высокого давления, сборка аккумуляторов тепла встроена в газовый проточный контур каждой ступени расширения, а прохождение аккумуляторов тепла газового проточного контура каждой ступени расширения, в частности, относительно соответствующего направления газового проточного контура имеется или осуществляется поочередно в обратной последовательности аккумуляторов тепла. Таким образом, подаваемый в каждое расширительное устройство газ может нагреваться преимущественно с помощью аккумуляторов тепла, в частности, постепенно.

Согласно первому варианту такие или некоторые из компрессоров или, по меньшей мере, один из компрессоров образует или образуют, в частности, также такие или соответственно также одно из расширительных устройств (как уже было сказано выше). Вследствие этого, возможна экономия материала. Согласно второму варианту компрессоры и расширительное устройство или расширительные устройства образуют, в частности, отдельные друг от друга и/или различные устройства и/или машины. Тем самым, соответствующие устройства и/или машины могут быть оптимизированы для выполнения своих соответствующих задач.

Контур, который газ проходит из баллона высокого давления, в частности, при промежуточном включении сборки аккумуляторов тепла и/или аккумуляторов тепла, доходя до расширительного устройства или расширительных устройств и проходя их насквозь и/или контур, через который газ, исходя из баллона высокого давления, в частности, при промежуточном включении сборки аккумуляторов тепла и/или аккумуляторов тепла, доходит до расширительного устройства или расширительных устройств и проходит их насквозь, называется преимущественно также расширительным устройством.

Согласно первой альтернативе контур расширения полностью или частично или, по меньшей мере, частично совпадает с компрессионным контуром, в частности, если, по меньшей мере, один из компрессоров выполнен как расширительное устройство.

Согласно второй альтернативе контур расширения отделен от компрессионного контура, в частности, если компрессоры и расширительное устройство или расширительные устройства образуют отдельные друг от друга и/или различные устройства и/или машины.

Поскольку газ при расширении охлаждается, расширительное устройство может или расширительные устройства могут покрываться льдом. С помощью предвключенной сборки аккумуляторов тепла таких или каждого расширительного устройства газ предварительно нагревается, так что это может противодействовать обледенению.

Число ступеней расширения составляет преимущественно одну, по меньшей мере, одну две, или, по меньшей мере, две. В частности, число ступеней расширения соответствует числу расширительных устройств. Преимущественно каждая ступень расширения содержит только одно из расширительных устройств. Преимущественно расширительное устройство относится строго к одной из ступеней расширения и/или предусмотрен в ней. Сборка аккумуляторов тепла и/или аккумуляторы тепла не содержат, в частности, расширительных устройств. Преимущественно число ступеней расширения меньше или равно числу ступеней сжатия.

Согласно первой альтернативе каждый аккумулятор тепла и/или емкость аккумулятора тепла содержит преимущественно одну, по меньшей мере, одну или строго одну возвратную газовую линию. В частности, возвратные газовые линии

включены последовательно, преимущественно в обратной последовательности аккумуляторов тепла. Преимущественно используется последовательная схема включения из возвратных газовых линий в газовый проточный контур ступени расширения.

5 Согласно второй альтернативе каждый аккумулятор тепла и/или емкость аккумулятора тепла содержит преимущественно одну, по меньшей мере, одну или строго одну возвратную газовую линию на каждую ступень расширения. В частности, возвратные газовые линии каждой ступени расширения включены последовательно, преимущественно в обратной последовательности аккумуляторов тепла.

10 Преимущественно используется последовательная схема включения из возвратных газовых линий каждой ступени расширения в газовый проточный контур соответствующей ступени расширения.

Согласно первому варианту возвратные газовые линии частично идентичны газовым питающим линиям, в частности, полностью или частично или, по меньшей мере, 15 частично. Согласно второму варианту под возвратными газовыми линиями понимаются, в частности, линии, отдельные от газовых питающих линий.

Возвратные газовые линии проходят преимущественно насквозь через соответствующий аккумулятор тепла и/или емкость аккумулятора тепла и при этом они, в частности, окружены соответствующим носителем для аккумуляирования тепла. 20 Например, возвратные газовые линии проходят в соответствующем аккумуляторе тепла и/или емкости аккумулятора тепла соответственно в форме меандра, винтообразно или спиралеобразно, или прямолинейно. Возвратная газовая линия или возвратные газовые линии каждого аккумулятора тепла и/или емкости аккумулятора тепла расположена или расположены, в частности, в соответствующем носителе для 25 аккумуляирования тепла и/или окружена им. Через возвратную газовую линию или возвратные газовые линии каждого аккумулятора тепла и/или емкости аккумулятора тепла, в частности, осуществляется теплообмен между газом и соответствующим носителем для аккумуляирования тепла.

Расширительное устройство или каждое расширительное устройство являются 30 преимущественно расширительной машиной. Например, расширительное устройство или каждое расширительное устройство является турбиной, винтовым расширителем или поршневой машиной.

Каждое расширительное устройство присоединяется со стороны входа, в частности, к газовому проточному контуру соответствующей ступени расширения.

35 Преимущественно газовый проточный контур первой по порядку ступени расширения присоединяется со стороны входа, в частности, к баллону высокого давления и/или к выходу баллона высокого давления. Расширительное устройство последней по порядку ступени расширения присоединяется со стороны выхода преимущественно к воздушному или газовому баллону или открыто в окружающую среду.

40 Вход и выход баллона высокого давления, в частности, различны. Согласно альтернативе вход баллона высокого давления идентичен, например, с выходом баллона высокого давления, в частности, если, по меньшей мере, один из компрессоров выполнен также как расширительное устройство.

Преимущественно расширительное устройство или расширительные устройства, по 45 меньшей мере, одной машины, в частности, механически, связано или связаны. С помощью расширительного устройства или расширительных устройств преимущественно можно осуществлять привод, по меньшей мере, одной машины. Предпочтительно каждое из расширительных устройств связано, в частности,

механически, с расширительной машиной, которая может приводиться в действие, в частности, с помощью соответствующего расширительного устройства. По меньшей мере, одна или такие машины являются или содержат, в частности, по меньшей мере, один или несколько электрических генераторов. С помощью, по меньшей мере, одного или таких электрических генераторов, в частности, может вырабатываться электрическая энергия и/или электрический ток.

Электрическое нагревательное устройство или электрические нагревательные устройства включены или могут быть включены, например, электрически, с таким или такими генераторами. В частности, электрическое нагревательное устройство или электрические нагревательные устройства могут снабжаться электрической энергией от такого или таких генераторов. Преимущественно электрическое нагревательное устройство или электрические нагревательные устройства могут служить в качестве сопротивления нагрузки или сопротивлений нагрузки для такого или таких генераторов.

Аккумулированная таким образом в устройстве согласно изобретению в виде сжатого газа и тепла энергия может использоваться для выполнения работы и/или генерирования электрической энергии. Устройство согласно изобретению является или образует, в частности, если оно имеет расширительное устройство или расширительные устройства, преимущественно пневмоаккумулирующую энергетическую установку или часть ее.

Преимущественно баллон высокого давления заполняется газом с помощью компрессоров и/или ступеней сжатия. В частности, преимущественно в первой стадии процесса, баллон высокого давления заполняется газом с помощью ступеней сжатия. Далее баллон высокого давления опоражнивается преимущественно с помощью ступени расширения или ступеней расширения. В частности, баллон высокого давления опоражнивается, преимущественно во второй стадии процесса, с помощью ступени расширения или ступеней расширения. Согласно одному варианту изобретения баллон высокого давления заполняется в первой стадии процесса сжатым газом, прежде чем аккумулированный в баллоне высокого давления сжатый газ расширяется во второй стадии процесса. В частности, стадии процесса протекают не одновременно, а по очереди. Например, между стадиями процесса может проходить длительный период времени, например нескольких часов. Преимущественно ступени сжатия работают не синхронно со ступенью расширения или ступенями расширения, а друг за другом.

В первой стадии процесса падение давления газа снижается с помощью обусловленного сборкой аккумуляторов тепла отбором теплоты при заполнении баллона высокого давления, в частности, давления газа в баллоне высокого давления и тем самым, сопротивления, против которого должны работать компрессоры. Во второй стадии процесса повышается обусловленная сборкой аккумуляторов тепла подача теплоты при опорожнении аккумулятора тепла при расширении эффективного давления, вследствие чего баллон высокого давления, в частности, медленнее опоражнивается и аккумулированного запаса газа хватает на дольше.

Преимущественно между последней по порядку ступенью сжатия и баллоном высокого давления включен один или первый запорный кран, с помощью которого баллон высокого давления может перекрываться по отношению к ступеням сжатия. Преимущественно между баллоном высокого давления и ступенью расширения или первой по порядку ступенью расширения включен один или второй запорный кран, с помощью которого баллон высокого давления может перекрываться по отношению к ступени расширения или ступеням расширения. Преимущественно между последней по порядку ступенью сжатия и баллоном высокого давления включен один или первый обратный клапан, с помощью которого может предотвращаться обратный поток газа

из баллона высокого давления в ступени сжатия. Преимущественно между баллоном высокого давления и ступенью расширения или первой по порядку ступенью расширения включен один или второй обратный клапан, с помощью которого возможен или может быть осуществлен выпуск газа из баллона высокого давления к ступени расширения или ступеням расширения. Если выход баллона высокого давления идентичен входу баллона высокого давления, то преимущественно первый обратный клапан включен последовательно с первым запорным краном, а второй обратный клапан включен последовательно преимущественно со вторым запорным краном, причем обе эти последовательные схемы включены, в частности, параллельно друг к другу. При этом обратные клапаны включены и/или направлены преимущественно по обратной схеме и/или противоположно друг другу.

Далее согласно усовершенствованию устройство для аккумулялирования холода включено после каждого из расширительных устройств и может охлаждаться преимущественно за счет холода расширенного газа. Путем охлаждения устройства для аккумулялирования холода, например, с помощью устройства для аккумулялирования холода может охлаждаться газ, подаваемый в баллон высокого давления. В частности, от хладагента за счет расширенного газа может отбираться тепло. Преимущественно устройство для аккумулялирования холода дополнительно включено в газовый проточный контур первой по порядку ступени расширения перед сборкой аккумуляторов тепла, так что подаваемый в ступени расширения газ может предварительно нагреваться с помощью устройства для аккумулялирования холода. В частности, с помощью хладагента подаваемому в ступени расширения газу передается тепло. Это возможно, например, после того, как устройство для аккумулялирования холода и/или его хладагент нагреется за счет охлаждения газа, подаваемого в баллон высокого давления. Таким образом, отобранное от подаваемого в баллон высокого давления газа тепло используется для предварительного нагрева поступающего в ступени расширения газа. Устройство для аккумулялирования холода имеет, например, двигатель Стерлинга, с помощью которого может приводиться в действие циркуляционный насос устройства для аккумулялирования холода, в частности, без необходимости подавать дополнительную энергию для эксплуатации циркуляционного насоса. Устройство для аккумулялирования холода называется, например, также «гипо-охладитель» (Hypokühler).

Преимущественно в устройстве для аккумулялирования холода, в частности, низкотемпературного аккумулятора тепла, холод расширенного газа за расширительными устройствами используется прежде всего для понижения температуры хладагента. В этом случае он отбирает из сжатого газа тепло (в частности, остаточное тепло) за сборкой аккумуляторов тепла и таким образом охлаждает сжатый газ, в частности, до температуры окружающей среды. Вследствие этого сжатый газ будет еще дополнительно осушен, прежде чем он поступит в баллон высокого давления. Наоборот сжатый газ при расширении и/или обратной подаче в устройство для аккумулялирования холода, преимущественно в две ступени, уже предварительно нагревается, прежде чем он проходит через сборку аккумуляторов тепла и поступает в расширительные устройства. Далее хладагент устройства для аккумулялирования холода используется преимущественно для охлаждения, по меньшей мере, одного или нескольких электрических модулей обратной подачи, которые подключены, в частности, электрически, по меньшей мере, за одним или такими электрическими генераторами и содержат, например, по меньшей мере, один или несколько электрических преобразователей тока. Использование устройства для аккумулялирования холода особенно выгодно, так как, в частности, может использоваться отходящий холод

расширительного устройства или расширительных устройств.

Под термином газовый проточный контур понимается, в частности, предмет или сборка предметов, через которые или который может проводиться газ, и/или с помощью которого или которых может создаваться газопроводное соединение. Например, каждый из газовых проточных контуров является или содержит газопровод или последовательную схему газопроводов.

Согласно одному варианту изобретения возможно, что такое или, по меньшей мере, одно из расширительных устройств образует также один из компрессоров и/или такая или, по меньшей мере, одна из ступеней расширения также образует одну из ступеней сжатия. Далее возможно, что каждое расширительное устройство образует также один из компрессоров и/или каждая ступень расширения также образует одну из ступеней сжатия.

Кроме того, изобретение относится к способу для временного аккумулирования газа и тепла, причем один газ в нескольких ступенях сжатия сжимается последовательно и аккумулируется затем в одном или, по меньшей мере, в одном баллоне высокого давления, выработанная путем сжатия газа теплота сжатия после каждого сжатия аккумулируется в нескольких аккумуляторах тепла, и причем к этим аккумуляторам тепла относится или может относиться одна последовательность аккумуляторов тепла, а газ после каждого сжатия поочередно проходит аккумуляторы тепла в последовательности аккумуляторов тепла, так что тепло сжатия, в частности, постепенно, отдается в аккумуляторы тепла.

Способ согласно изобретению осуществляется преимущественно с помощью устройства согласно изобретению. Преимущественно устройство согласно изобретению используется для осуществления способа согласно изобретению. Способ согласно изобретению может усовершенствоваться, в частности, в соответствии со всеми представленными вместе с устройством согласно изобретению вариантами изобретения. Кроме того, устройство согласно изобретению может усовершенствоваться в соответствии со всеми представленными вместе со способом согласно изобретению вариантами изобретения.

Преимущественно с каждым из аккумуляторов тепла связана данная или предварительно заданная минимальная температура. В частности, каждый аккумулятор тепла имеет, по меньшей мере, свою соответствующую минимальную температуру. Предпочтительно соответствующие аккумуляторам тепла значения минимальной температуры понижаются в последовательности аккумуляторов тепла.

Преимущественно каждый аккумулятор тепла нагревается до соответствующего значения минимальной температуры и/или, по меньшей мере, поддерживается на этом значении минимальной температуры.

Каждая ступень сжатия содержит преимущественно один компрессор. Например, каждый компрессор является турбокомпрессором, винтовым компрессором или поршневым компрессором. Каждый компрессор сжимает, в частности, газ в соответствующей ступени сжатия.

Согласно одному варианту изобретения аккумулированный в баллоне высокого давления газ расширяется, по меньшей мере, в одной ступени расширения, причем газ перед расширением проходит аккумулятор тепла в обратной последовательности аккумуляторов тепла по очереди и вследствие этого нагревается, в частности, постепенно. Однако преимущественно аккумулированный в баллоне высокого давления газ расширяется в нескольких ступенях расширения по очереди, причем газ перед каждым расширением проходит аккумулятор тепла в обратной последовательности

аккумуляторов тепла по очереди и вследствие этого нагревается, в частности, постепенно.

Такая или каждая ступень расширения содержит преимущественно одно расширительное устройство. Такое или каждое расширительное устройство является, к примеру, расширительной машиной, например, турбиной или поршневой машиной. Такая или каждая расширительная машина приводится в действие, в частности, с помощью газа, расширяющегося в такой или в соответствующей ступени расширения.

Согласно первому варианту образует или образуют такая или некоторые из них или, по меньшей мере, одна из ступеней сжатия, в частности, также такую или соответственно также одну из ступеней расширения. Согласно второму варианту ступени сжатия, в частности, отделены от ступени расширения или ступеней расширения или к ступени расширения или ступеням расширения и/или являются различными.

Преимущественно расширяющимся газом и/или расширительным устройством или расширительными устройствами приводятся в действие, в частности, механически, по меньшей мере, одна или несколько машин. По меньшей мере, одна или такие машины являются или содержат, в частности, по меньшей мере, один или несколько электрических генераторов. По меньшей мере, этот один или такие электрические генераторы вырабатывают, в частности, электрическую энергию и/или электрический ток.

Преимущественно с помощью ступеней сжатия по преимуществу в такой или в первой стадии процесса осуществляется заполнение газом баллона высокого давления. Далее, преимущественно в такой или во второй стадии процесса осуществляется опорожнение баллона высокого давления с помощью ступени расширения или ступеней расширения. В частности, баллон высокого давления в первой стадии процесса наполняется сжатым газом, прежде чем аккумулярованный в баллоне высокого давления сжатый газ расширяется во второй стадии процесса. Преимущественно эти стадии процесса не протекают одновременно, а по очереди. Предпочтительно вторая стадия процесса протекает после первой стадии процесса.

Согласно одному варианту изобретения подаваемый в баллон высокого давления газ охлаждается после последнего прохождения аккумулятора тепла хладагентом, в частности, до температуры ниже окружающей среды. Таким образом, может удаляться влага из подаваемого в баллон высокого давления газа и/или выводиться в виде конденсата.

Согласно усовершенствованию хладагент после каждого расширения охлаждается холодом расширенного газа. С помощью охлаждения хладагента этим хладагентом может охлаждаться, например, подаваемый в баллон высокого давления газ. Преимущественно дополнительно осуществляется предварительный нагрев подаваемого в такую или первую ступень расширения газа перед таким прохождением или перед первым прохождением аккумулятора тепла посредством хладагента. Это возможно, например, после того, как хладагент нагрелся при охлаждении газа, поданного в баллон высокого давления. Таким образом, отобранная от подаваемого в баллон высокого давления газа теплота может использоваться для нагревания газа, поданного в ступень или ступени расширения.

Ниже приводится описание изобретения на основе преимущественной формы исполнения со ссылками на рисунок. На рисунке показано:

Рис. 1. Схематическое изображение одного устройства согласно одной форме исполнения изобретения.

На рис. 1 представлено схематическое изображение устройства согласно форме

исполнения изобретения, причем воздух 1 из окружающей среды 2 сжимается с помощью первого компрессора 3, который проходит затем по очереди несколько аккумуляторов тепла 4, 5 и 6 сборки аккумуляторов тепла 7. Затем воздух 1 дополнительно сжимается вторым компрессором 8 и затем проходит последовательно аккумуляторы тепла 4, 5 и 6. Далее сжатый воздух еще более сжимается третьим компрессором 9 и затем проходит последовательно аккумуляторы тепла 4, 5 и 6. Наконец воздух 1 аккумулируется в баллоне высокого давления 10. Соответствующее направление прохождения воздуха 1 представлено стрелками или кончиками стрелок. Компрессоры 3, 8 и 9 называются также компрессорными агрегатами.

За каждым компрессором имеется послеключенный газовый проточный контур, который образует вместе с соответствующим компрессором ступень сжатия. При этом компрессор 3 имеет послеключенный газовый проточный контур 11, компрессор 8 - послеключенный газовый проточный контур 12 и компрессор 9 - послеключенный газовый проточный контур 13. Газовый проточный контур 11 связывает выход компрессора 3 с входом компрессора 8, газовый проточный контур 12 связывает выход компрессора 8 с входом компрессора 9 и газовый проточный контур 13 связывает выход компрессора 9 с входом "Вх." (in) баллона высокого давления 10. Вход компрессора 3 открыт относительно окружающей среды. В каждый из этих газовых проточных контуров включена сборка аккумуляторов тепла 7, причем аккумуляторы тепла 4, 5 и 6 находятся в направлении потока газового проточного контура воздуха 1 в каждом из газовых проточных контуров 11, 12 и 13 в той же последовательности.

Если баллон высокого давления 10 достаточно заполнен, то аккумулированный в нем и находящийся под давлением воздух 1 может использоваться для того, чтобы приводить в действие одно или несколько расширительных устройств в виде турбин 14 и 15. Для этого аккумулированный в баллоне высокого давления 10 воздух проходит по очереди аккумуляторы тепла 6, 5 и 4 и подается на первую турбину 14. Затем сжатый воздух снова проходит по очереди аккумуляторы тепла 6, 5 и 4 и подается на вторую турбину 15. После второй турбины 15 воздух 1 выходит в окружающую среду 2.

Перед каждой турбиной имеется предключенный газовый проточный контур, который вместе с соответствующей турбиной образует ступень расширения. При этом газовый проточный контур 16 включен перед турбиной 14, а газовый проточный контур 17 включен перед турбиной 15. Газовый проточный контур 16 связывает выход "Вых." (out) баллона высокого давления 10 с входом турбины 14, а газовый проточный контур 17 связывает выход турбины 14 с входом турбины 15. Выход турбины 15 открыт в окружающую среду 2. В каждом из этих газовых проточных контуров имеется включенная сборка аккумуляторов тепла 7, причем аккумуляторы тепла 6, 5 и 4 имеют в направлении потока воздуха в каждом из газовых проточных контуров 16 и 17 ту же последовательность. При этом протекание воздуха 1 через аккумуляторы тепла в ступенях расширения осуществляется в обратной последовательности как в ступенях сжатия.

Представленный процесс протекает двухступенчато. В первой стадии процесса баллон высокого давления 10 заполняется воздухом. В следующей второй стадии процесса баллон высокого давления 10 опорожняется и аккумулированный в нем воздух используется для привода турбин 14 и 15. Если воздух в баллоне высокого давления 10 заканчивается или давление воздуха в баллоне высокого давления 10 падает ниже предельного значения, то снова может произойти возврат к первой ступени процесса и т.д. Таким образом, обе стадии процесса протекают по очереди и не одновременно.

Аккумуляторы тепла 4, 5 и 6 имеют соответственно одно нагревательное устройство

18, 19 и 20, так что аккумуляторы тепла 4, 5 и 6 поддерживаются нагревательными устройствами 8, 19 и 20 на минимальных значениях температуры, которые понижаются в последовательности 4, 5 и 6 аккумуляторов тепла. Аккумуляторы тепла имеют тем самым, в последовательности 4, 5 и 6 понижающуюся температуру. При этом температура аккумулятора тепла 4 выше, чем температура аккумулятора тепла 5, которая, в свою очередь, выше, чем температура аккумулятора тепла 6. Без нагревательных устройств температурные значения аккумуляторов тепла 4, 5 и 6 могли бы уравниваться, например, с окружающей средой. Кроме того, аккумуляторы тепла 4, 5 и 6 заполнены соответственно носителем для аккумуляирования тепла 22, 23 и 24. Носителем для аккумуляирования тепла 22 первого аккумулятора тепла 4 является, в частности, глицерин, так как температура первого аккумуляторов тепла 4 составляет, по меньшей мере, 100°C. Другие аккумуляторы тепла 5 и 6 имеют температуру ниже 100°C и заполнены водой как носителем для аккумуляирования тепла 23 или 24.

От компрессоров 1, 8 и 9 уплотненный воздух нагревается в результате уплотнения (теплота сжатия). Вследствие того, что воздух для заполнения баллона высокого давления 10 проходит после каждого сжатия поочередно через аккумуляторы тепла 4, 5 и 6, теплота сжатия отдается, по меньшей мере, частично, в аккумулятор тепла и постепенно аккумулируется в нем.

Прежде чем аккумуляированный в баллоне высокого давления 10 воздух подается на турбину 14, воздух 1 последовательно проходит аккумуляторы тепла 6, 5 и 4 и при этом постепенно нагревается. Затем сжатый воздух подается на турбину 15, но перед этим снова проходит поочередно аккумуляторы тепла 6, 5 и 4 и при этом постепенно нагревается. Нагревание воздуха перед входом в турбины имеет смысл для того, чтобы не допускать обледенения турбин.

Между последним аккумулятором тепла 6 и баллоном высокого давления 10 включено устройство для аккумуляирования холода 21, которое имеет хладагент 25. Во время заполнения баллона высокого давления 10 воздухом хладагент 25 охлаждает выходящий после последнего сжатия из аккумулятора тепла 6 воздух до значения ниже окружающей температуры, так чтобы вода могла выходить из воздуха в виде конденсата и не собиралась в баллоне высокого давления 10. Кроме того, устройство для аккумуляирования холода 21 подключено за каждой турбиной 14 и 15, так чтобы при эксплуатации турбин 14 и 15 выходящий из турбин холодный воздух охлаждал хладагент 25. Охлажденный хладагент 25 может снова использоваться, таким образом, при следующем заполнении баллона высокого давления 10 для охлаждения подаваемого в баллон высокого давления 10 воздуха. Но вследствие этого охлаждения хладагента 25 на выходящий из турбин воздух также подается тепло, что приводит к предварительному нагреванию выходящего из турбины 14 воздуха. Кроме того, устройство для аккумуляирования холода 21 включено в газовый проточный контур 16 и при этом включено перед сборкой аккумуляторов тепла 7. Таким образом, хладагент 25 может использоваться также для предварительного нагревания выходящего из баллона высокого давления 10 воздуха.

Смысл и цель этого устройства в том, чтобы выработанная с помощью обычных электростанций, как например, ветроэлектрических установок, лишняя электроэнергия (т.е. энергия, которая не требуется в момент ее генерирования), временно аккумуляировалась в виде сжатого газа (в данном случае сжатого воздуха) и тепла. Если в более поздний момент времени потребуются повышенный расход энергии, то аккумуляированная энергия снова может высвободиться и использоваться для привода турбин 14 и 15. Турбины 14 и 15 могут, в свою очередь, приводить в действие

электрические генераторы для генерирования электроэнергии.

Пример возможных значений температуры и давления приведен ниже.

Минимальная температура первого аккумулятора тепла 4 составляет 100°C.

Фактическая температура первого аккумулятора тепла 4 находится в промежутке от 100°C до 120°C. Минимальная температура второго аккумулятора тепла 5 составляет 65°C. Фактическая температура второго аккумулятора тепла 6 находится в промежутке от 65°C до 90°C. Минимальная температура третьего аккумулятора тепла 6 составляет 30°C. Фактическая температура третьего аккумулятора тепла 4 находится в промежутке от 30°C до 60°C.

Первая ступень процесса:

Первый компрессор 3 сжимает воздух 1 из окружающей среды до 3,4 бар. При этом сжатый воздух имеет вследствие теплоты сжатия температуру 150°C. Затем воздух проходит поочередно аккумуляторы тепла 4, 5 и 6. Так как температура сжатого воздуха перед входом в аккумулятор тепла превышает значения температуры этого аккумулятора тепла, то он отдает теплоту в аккумулятор тепла. При выходе из аккумуляторов тепла температура воздуха составляет, например, около 15°C выше окружающей температуры T_u .

Второй компрессор 8 сжимает воздух дальше до 11,6 бар, который имеет при этом температуру 120°C. Затем воздух проходит поочередно аккумуляторы тепла 4, 5 и 6 и отдает тепло в эти аккумуляторы тепла. При выходе из аккумуляторов тепла, температура воздуха составляет примерно на 15°C выше окружающей температуры T_u .

Третий компрессор 9 сжимает воздух дополнительно до 40 бар, который после этого имеет температуру 150°C. Затем воздух проходит поочередно аккумуляторы тепла 4, 5 и 6 и отдает тепло в эти аккумуляторы тепла. После выхода воздуха из аккумуляторов тепла этот воздух проходит через устройство для аккумулялирования холода 21 и охлаждается в нем до значения ниже окружающей температуры. Затем воздух давлением 40 бар аккумулялируется в баллоне высокого давления 10. Так как баллон высокого давления 10 термически не изолирован по отношению к окружающей среде, то температура аккумулялированного в баллоне высокого давления воздуха уравнивается с окружающей температурой.

После того, как заполнится баллон высокого давления 10, аккумулятор тепла 4 имеет конечную температуру 120°C, аккумулятор тепла 5 - конечную температуру 90°C и аккумулятор тепла 6 - конечную температуру 60°C.

Вторая ступень процесса:

Для эксплуатации турбин 14 и 15 воздух выходит из баллона высокого давления 10, предварительного нагревается в устройстве для аккумулялирования холода 21 и затем проходит поочередно аккумуляторы тепла 6, 5 и 4. Вследствие этого воздух нагревается до 100°C и подается на турбину 14. За турбиной 14 воздух предварительного нагревается в устройстве для аккумулялирования холода 21 и затем проходит поочередно аккумуляторы тепла 6, 5 и 4. Вследствие этого воздух нагревается до 100°C и подается на турбину 15. Наконец воздух выводится в окружающую среду.

Список условных обозначений

	1				воздух
	2		окружающая		среда
5	3	компрессор	/	компрессорный	агрегат
	4		аккумулятор		тепла
	5		аккумулятор		тепла
	6		аккумулятор		тепла
10	7	сборка		аккумуляторов	тепла
	8	компрессор	/	компрессорный	агрегат
	9	компрессор	/	компрессорный	агрегат
	10	баллон		высокого	давления
15	11	газовый		проточный	контур
	12	газовый		проточный	контур
	13	газовый		проточный	контур
	14	расширительное	устройство	/	турбина
20	15	расширительное	устройство	/	турбина
	16	газовый		проточный	контур
	17	газовый		проточный	контур
	18		нагревательное		устройство
25	19		нагревательное		устройство
	20		нагревательное		устройство
	21	устройство	для	аккумулирования	холода
	22	носитель	для	аккумулирования	тепла (глицерин)
30	23	носитель	для	аккумулирования	тепла (вода)
	24	носитель	для	аккумулирования	тепла (вода)
	25				хладагент
	in	вход	баллона	высокого	давления
35	out	выход	баллона	высокого	давления

(57) Формула изобретения

1. Устройство для временного хранения газа и тепла, содержащее, по меньшей мере, один баллон высокого давления (10), несколько компрессоров (3, 8, 9), с помощью
 40 которых выполняется сжатие газа (1), несколько последовательно включенных ступеней сжатия, которые содержат соответственно один из компрессоров (3, 8, 9) и включенный последовательно за ним газовый проточный контур (11, 12, 13), причем к последней из последовательных ступеней сжатия присоединен баллон высокого давления (10), в котором может накапливаться сжатый с помощью компрессоров (3, 8, 9) газ (1),
 45 содержащую несколько тепловых аккумуляторов (4, 5, 6) сборку аккумуляторов тепла (7), с помощью которой аккумулируется вырабатываемая при сжатии газа (1) теплота сжатия, отличающееся тем, что сборка аккумуляторов тепла (7) включена в газовый проточный контур (11, 12, 13) каждой ступени сжатия, тепловые аккумуляторы (4, 5,

б) расположены последовательно и газовый проточный контур (11, 12, 13) каждой ступени сжатия проходит через тепловые аккумуляторы (4, 5, 6) в такой последовательности тепловых аккумуляторов поочередно друг за другом,

причем каждому тепловому аккумулятору (4, 5, 6) соответствует предварительно заданная минимальная температура и сборка тепловых аккумуляторов (7) имеет, по меньшей мере, одно нагревательное устройство (18, 19, 20), с помощью которого каждый тепловой аккумулятор (4, 5, 6) нагревается до своей соответствующей минимальной температуры,

причем соответствующие этим тепловым аккумуляторам (4, 5, 6) минимальные значения температуры понижаются в такой последовательности тепловых аккумуляторов.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что соответствующие тепловым аккумуляторам (4, 5, 6) значения температуры понижаются в такой последовательности тепловых аккумуляторов.

3. Устройство по п. 1 или 2, отличающееся тем, что последовательность тепловых аккумуляторов (4, 5, 6) включена в газовый проточный контур (11, 12, 13) каждой ступени сжатия, причем тепловые аккумуляторы (4, 5, 6) в каждом из газовых проточных контуров (11, 12, 13) соединены поочередно друг за другом.

4. Устройство по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что каждый тепловой аккумулятор (4, 5, 6) имеет жидкий носитель для хранения тепла (22, 23, 24), в котором аккумулируется часть теплоты сжатия.

5. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что предварительно заданная минимальная температура первого по порядку теплового аккумулятора (4) составляет, по меньшей мере, 100°C и его носителем для хранения тепла (22) является глицерин.

6. Устройство по п. 5, отличающееся тем, что предварительно заданная минимальная температура такого или каждого из подключенных после первого по порядку теплового аккумулятора (4) тепловых аккумуляторов (5, 6) составляет менее 100°C и его носителем для хранения тепла (23, 24) является вода.

7. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что газ (1) является воздухом.

8. Устройство по п. 1, отличающееся несколькими устройствами расширения (14, 15), с помощью которых газ расширяется, и несколькими последовательно включенными ступенями расширения, которые содержат соответственно одно из устройств расширения (14, 15) и включенный перед ними газовый проточный контур (16, 17), причем перед первой по порядку из этих ступеней расширения включен баллон высокого давления (10), сборка тепловых аккумуляторов (7) включена в газовый проточный контур (16, 17) каждой ступени расширения, а прохождение тепловых аккумуляторов (4, 5, 6) газового проточного контура (16, 17) каждой ступени расширения осуществляется в обратной последовательности тепловых аккумуляторов поочередно друг за другом.

9. Устройство по п. 8, отличающееся тем, что в газовый проточный контур (13) последней по порядку ступени сжатия между сборкой тепловых аккумуляторов (7) и баллоном высокого давления (10) включено устройство аккумулирования холода (21), за которым далее включено каждое из устройств расширения (14, 15) и которое может охлаждаться холодом расширенного газа (1), так что с помощью устройства аккумулирования холода (21) охлаждается газ, подаваемый в баллон высокого давления (10).

10. Устройство по п. 9, отличающееся тем, что устройство аккумулирования холода (21) дополнительно включено в газовый проточный контур (16) первой по порядку ступени расширения перед сборкой тепловых аккумуляторов (7), так что с помощью

устройства аккумулирования холода (21) предварительно нагревается газ, подаваемый в ступени расширения.

11. Способ для временного хранения газа и тепла, причем один газ (1) последовательно сжимается в нескольких ступенях сжатия и затем аккумулируется, по меньшей мере, в одном баллоне высокого давления (10), и причем выработанная при сжатии газа (1) теплота сжатия после каждого сжатия накапливается в нескольких тепловых аккумуляторах (4, 5, 6), отличающийся тем, что тепловые аккумуляторы (4, 5, 6) имеют последовательность тепловых аккумуляторов и газ (1) после каждого сжатия поочередно проходит через тепловые аккумуляторы (4, 5, 6) в последовательности тепловых аккумуляторов, так что теплота сжатия отдается в тепловые аккумуляторы (4, 5, 6), причем каждому тепловому аккумулятору (4, 5, 6) соответствует предварительно заданная минимальная температура, и каждый тепловой аккумулятор (4, 5, 6) поддерживается, по меньшей мере, на соответствующем значении минимальной температуры посредством по меньшей мере одного нагревательного устройства, причем соответствующие этим тепловым аккумуляторам минимальные значения температуры понижаются в последовательности тепловых аккумуляторов.

12. Способ по п. 11, отличающийся тем, что температуры тепловых аккумуляторов (4, 5, 6) снижаются в последовательности тепловых аккумуляторов.

13. Способ по любому из пп. 11 или 12, отличающийся тем, что накопленный в баллоне высокого давления (10) газ (1) последовательно расширяется в нескольких ступенях расширения, причем перед каждым расширением газ (1) проходит через тепловые аккумуляторы (4, 5, 6) в обратной последовательности тепловых аккумуляторов и вследствие этого нагревается.

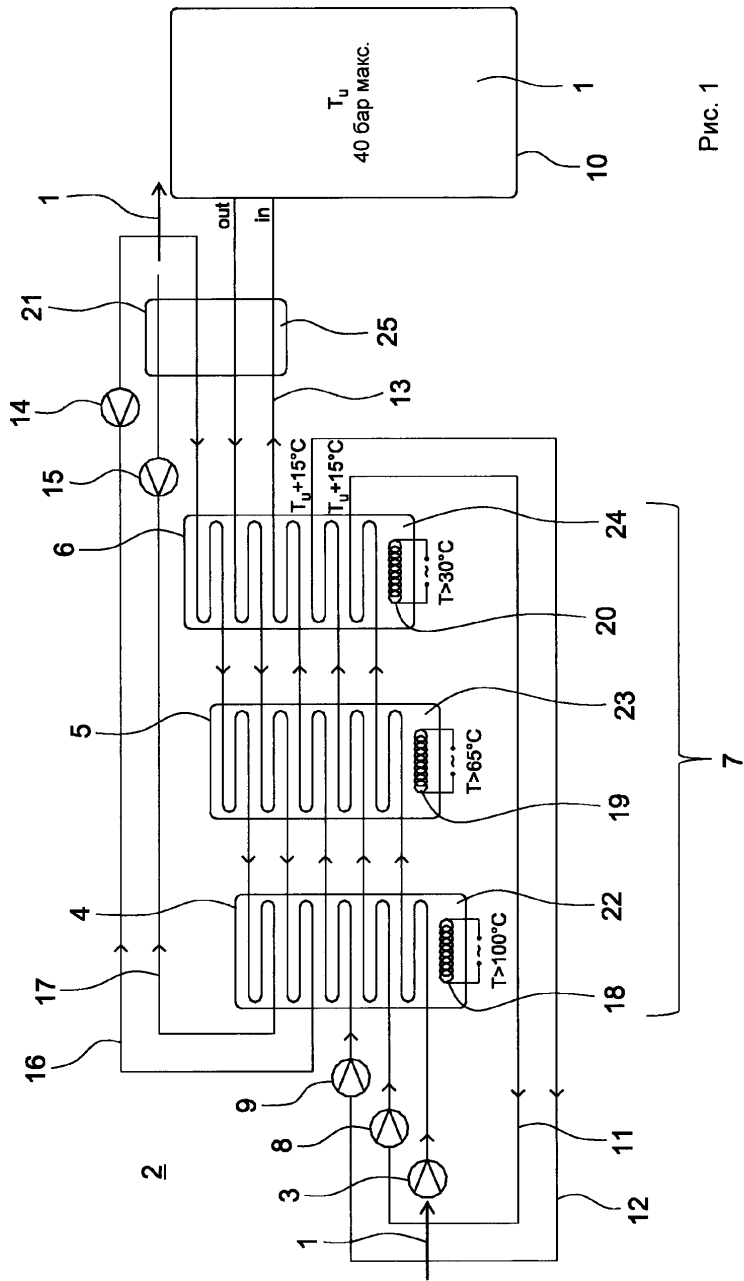


Рис. 1