



(51) МПК
B63B 25/16 (2006.01)
B63H 21/38 (2006.01)
F17C 6/00 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B63B 25/16 (2019.08); B63H 21/38 (2019.08); F17C 6/00 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2018124786, 29.06.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 29.06.2016

Дата регистрации:
 14.04.2020

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 09.12.2015 KR 10-2015-0175094

(43) Дата публикации заявки: 09.01.2020 Бюл. № 1

(45) Опубликовано: 14.04.2020 Бюл. № 11

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: 09.07.2018

(86) Заявка РСТ:
 KR 2016/006969 (29.06.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2017/099316 (15.06.2017)

Адрес для переписки:
 129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
 "Юридическая фирма Городисский и
 Партнеры"

(72) Автор(ы):

ДЗУНГ, Хае Вон (KR)

(73) Патентообладатель(и):

**ДЭУ ШИПБИЛДИНГ ЭНД МАРИН
 ИНДЖИНИРИНГ КО., ЛТД. (KR)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: KR 20150039427 A, 10.04.2015. KR
 20140052896 A, 07.05.2014. KR 101441243 B1,
 17.09.2014. KR 20150093003 A, 17.08.2015. KR
 20150089353 A, 05.08.2015.

(54) СУДНО, СОДЕРЖАЩЕЕ ДВИГАТЕЛЬ

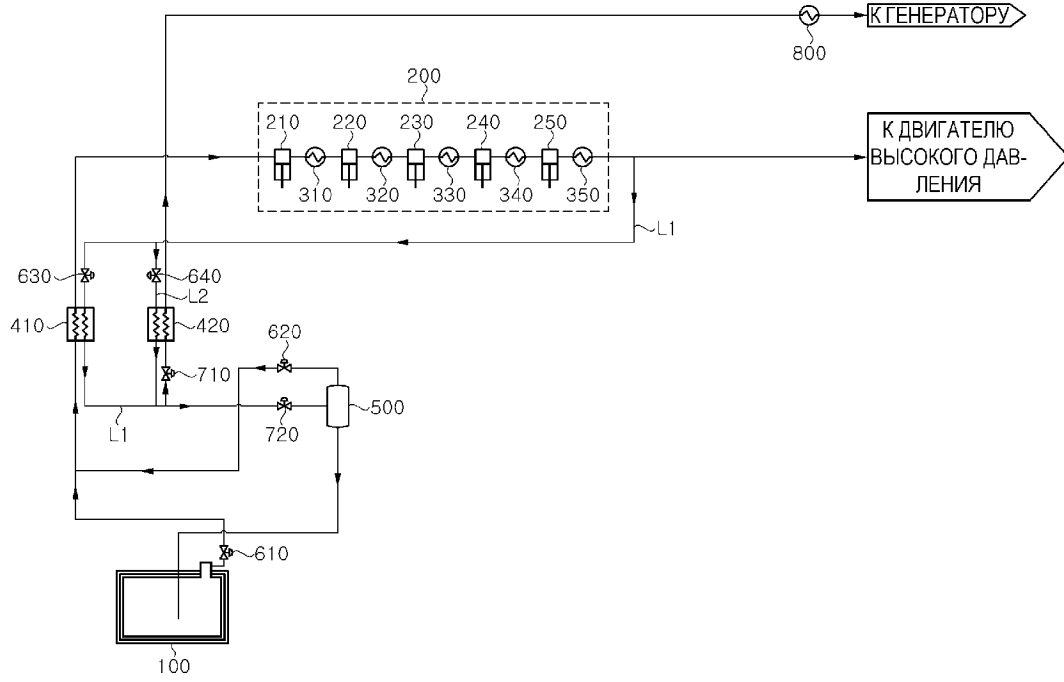
(57) Реферат:

Изобретение относится к области судостроения и касается судна с системой обработки отпарного газа. Предложено судно с двигателем, содержащее: первый автономный теплообменник для теплообмена отпарного газа, выпускаемого из резервуара для хранения; многоступенчатый компрессор для сжатия на нескольких ступенях отпарного газа, который прошел через первый автономный теплообменник после выпуска из резервуара для хранения; первый декомпрессор для расширения части отпарного газа, который прошел через первый

автономный теплообменник после сжатия многоступенчатым компрессором; второй декомпрессор для расширения другой части отпарного газа, который прошел через первый автономный теплообменник после сжатия многоступенчатым компрессором; и второй автономный теплообменник для теплообмена и охлаждения части отпарного газа, который сжат многоступенчатым компрессором, используя в качестве хладагента текучую среду, которая расширена первым декомпрессором, причем первый автономный теплообменник охлаждает

другую часть отпарного газа, который сжат многоступенчатым компрессором, используя отпарной газ, выпускаемый из резервуара для

хранения, в качестве хладагента. Изобретение позволяет повысить эффективность повторного сжижения отпарного газа. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 7 ил.



ФИГ. 5

RU 2718757 C2

RU 2718757 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B63B 25/16 (2006.01)
B63H 21/38 (2006.01)
F17C 6/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B63B 25/16 (2019.08); B63H 21/38 (2019.08); F17C 6/00 (2019.08)(21)(22) Application: **2018124786, 29.06.2016**(24) Effective date for property rights:
29.06.2016Registration date:
14.04.2020

Priority:

(30) Convention priority:
09.12.2015 KR 10-2015-0175094(43) Application published: **09.01.2020 Bull. № 1**(45) Date of publication: **14.04.2020 Bull. № 11**(85) Commencement of national phase: **09.07.2018**(86) PCT application:
KR 2016/006969 (29.06.2016)(87) PCT publication:
WO 2017/099316 (15.06.2017)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

JUNG, Hae Won (KR)

(73) Proprietor(s):

**DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE
ENGINEERING CO., LTD. (KR)**(54) **SHIP COMPRISING ENGINE**

(57) Abstract:

FIELD: vessels and other watercrafts.

SUBSTANCE: invention relates to shipbuilding and concerns a vessel with a stripping gas treatment system. Disclosed is a vessel with an engine, comprising: a first self-contained heat exchanger for heat exchange of stripping gas discharged from a storage container; multi-stage compressor for compression at several stages of stripping gas, which passed through the first independent heat exchanger after discharge from storage tank; a first decompressor for expanding a portion of stripping gas that has passed through the first self-contained heat exchanger after compression by the multistage compressor; a second decompressor for expanding another portion of stripping gas that has

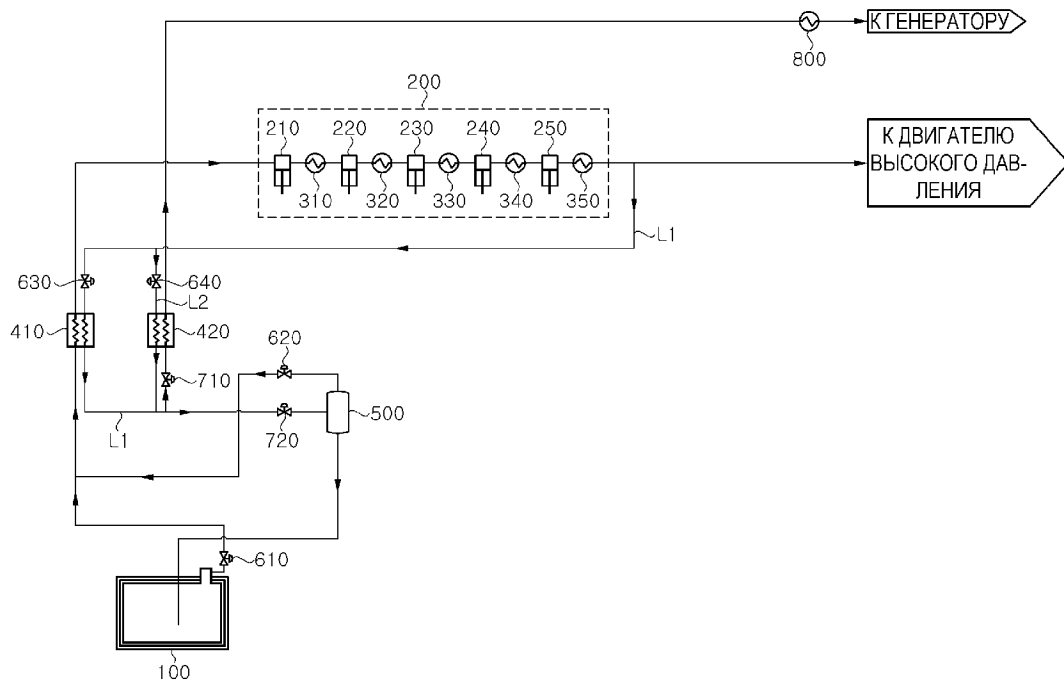
passed through the first self-contained heat exchanger after compression by the multistage compressor; and a second autonomous heat exchanger for heat exchange and cooling of a portion of stripping gas, which is compressed by the multistage compressor, using as a coolant a fluid medium which is expanded by the first decompressor, wherein first self-contained heat exchanger cools the other part of stripped gas compressed by multistage compressor using the stripping gas discharged from storage tank as coolant.

EFFECT: invention increases efficiency of repeated liquefaction of stripping gas.

10 cl, 7 dwg

RU 2 718 757 C 2

RU 2 718 757 C 2



ФИГ. 5

RU 2718127 C2

RU 2718757 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[1] Настоящее изобретение относится к судну, включающему в себя двигатель, и, конкретнее, к судну, включающему в себя двигатель, в котором отпарной газ (BOG), остающийся после использования в качестве топлива в двигателе, повторно сжижается в сжиженный природный газ с использованием отпарного газа в качестве хладагента и возвращается в резервуар для хранения.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

[2] Обычно природный газ сжижается и транспортируется на большие расстояния в виде сжиженного природного газа (LNG). Сжиженный природный газ получают путем охлаждения природного газа до очень низкой температуры, составляющей около -163°C, при атмосферном давлении, и он хорошо подходит для транспортировки на большие расстояния по морю, поскольку его объем значительно уменьшается по сравнению с природным газом в газовой фазе.

[3] Даже когда резервуар для хранения LNG изолирован, имеется предел для осуществления полного блокирования внешнего тепла. Таким образом, LNG непрерывно испаряется в резервуаре для хранения LNG посредством тепла, передаваемого в резервуар для хранения. LNG, испаряемый в резервуаре для хранения, называется отпарным газом (BOG).

[4] Если давление в резервуаре для хранения превышает заданное безопасное давление из-за образования отпарного газа, отпарной газ выпускается из резервуара для хранения через предохранительный клапан. Отпарной газ, выпускаемый из резервуара для хранения, используется в качестве топлива для судна или повторно сжижается и возвращается в резервуар для хранения.

[5] Примеры двигателей, способных работать на природном газе, включают в себя двухтопливный (DF) двигатель и двигатель ME-GI.

[6] Двигатель DF использует цикл Отто, который состоит из четырех ходов, в котором природный газ с относительно низким давлением, составляющим приблизительно 6,5 бар, впрыскивается во впуск воздуха для горения, а затем сжимается поршнем, движущимся вверх.

[7] Двигатель ME-GI использует цикл Дизеля, который состоит из двух ходов, в котором природный газ под высоким давлением, составляющим около 300 бар, непосредственно впрыскивается в камеру сгорания вблизи верхней мертвой точки поршня. В последнее время растет интерес к двигателю ME-GI, который имеет лучшую топливную эффективность и эффективность дожима.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА

[8] Обычно система повторного сжижения отпарного газа (BOG) использует цикл охлаждения для повторного сжижения BOG с помощью охлаждения. Охлаждение BOG выполняется путем теплообмена с хладагентом, и в области техники используется система частичного повторного сжижения (PRS), использующая сам BOG в качестве хладагента.

[9] Фиг. 1 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, в известном уровне техники.

[10] Со ссылкой на Фиг. 1 в системе частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, в известном уровне техники, BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, направляется к автономному теплообменнику 410 через первый клапан 610. BOG, выпускаемый из резервуара 100

для хранения и подвергается теплообмену с хладагентом в автономном теплообменнике 410, подвергается многоступенчатому сжатию с помощью многоступенчатого компрессора 200, который включает в себя множество цилиндров 210, 220, 230, 240, 250 сжатия и множество охладителей 310, 320, 330, 340, 350. Затем часть BOG направляется к двигателю высокого давления для использования в качестве топлива, а оставшаяся часть BOG направляется к автономному теплообменнику 410 для охлаждения путем теплообмена с BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения.

[11] BOG, охлажденный автономным теплообменником 410 после нескольких ступеней сжатия, частично повторно сжижается декомпрессором 720 и разделяется на сжиженный природный газ, образующийся в результате повторного сжижения, и газообразный BOG газожидкостным сепаратором 500. Повторно сжиженный природный газ, отделенный газожидкостным сепаратором 500, направляется к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделенный газожидкостным сепаратором 500, объединяется с BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения, после прохождения через второй клапан 620, а затем направляется к автономному теплообменнику 410.

[12] С другой стороны, часть BOG, выпускаемого из резервуара 100 для хранения и проходящего через автономный теплообменник 410, подвергается процессу частичного сжатия среди многоступенчатого сжатия (например, проходит через два цилиндра 210, 220 сжатия и два охладителя 310, 320 из пяти цилиндров 210, 220, 230, 240, 250 сжатия и пяти охладителей 310, 320, 330, 340, 350), отделяется в направлении третьего клапана 630 и, наконец, направляется к генератору. Поскольку генератору требуется природный газ, имеющий более низкое давление, чем давление, требуемое для двигателя высокого давления, BOG, подверженный процессу частичного сжатия, подается в генератор.

[13] Фиг. 2 представляет собой схематическое изображение типичной системы частичного повторного сжижения, используемой на судне, включающем в себя двигатель низкого давления.

[14] Со ссылкой на Фиг. 2, как и в системе частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, в системе частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель низкого давления, в известном уровне техники, BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, направляется к автономному теплообменнику 410 через первый клапан 610. Как и в системе частичного повторного сжижения, показанной на Фиг. 1, BOG, выпущенный из резервуара 100 для хранения и проходящий через автономный теплообменник 410, подвергается многоступенчатому сжатию посредством многоступенчатых компрессоров 201, 202, а затем направляется к автономному теплообменнику 410 для охлаждения путем теплообмена с BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения.

[15] Как и в системе частичного повторного сжижения, показанной на Фиг. 1, BOG, охлажденный автономным теплообменником 410 после нескольких ступеней сжатия, частично повторно сжижается декомпрессором 720 и разделяется на сжиженный природный газ, образующийся в результате повторного сжижения, и газообразный BOG газожидкостным сепаратором 500. Повторно сжиженный природный газ, отделенный газожидкостным сепаратором 500, направляется к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделенный газожидкостным сепаратором 500, объединяется с BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения, после прохождения через второй клапан 620, а затем направляется к автономному теплообменнику 410.

[16] Здесь в отличие от системы частичного повторного сжижения, показанной на Фиг. 1, в системе частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем

в себя двигатель низкого давления, в известном уровне техники, BOG, подвергаемый процессу частичного сжатия среди нескольких ступеней сжатия, отделяется и направляется к генератору и двигателю, а весь BOG, подвергаемый всем из нескольких ступеней сжатия, направляется к автономному теплообменнику 410. Поскольку 5 двигателю низкого давления требуется природный газ, имеющий давление, аналогичное давлению, требуемому для генератора, BOG, подвергаемый процессу частичного сжатия, подается к двигателю низкого давления и генератору.

[17] В системе частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, в известном уровне техники, поскольку часть BOG, 10 подвергаемого всем из нескольких ступеней сжатия, направляется к двигателю высокого давления, установлен один многоступенчатый компрессор 200, имеющий производительность, требуемую для двигателя высокого давления.

[18] Однако в системе частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель низкого давления, в известном уровне техники, поскольку 15 BOG, подвергаемый процессу частичного сжатия среди нескольких ступеней сжатия, направляется к генератору и двигателю, а BOG, подвергаемый всем из нескольких ступеней сжатия, не направляется к двигателю, ни одна из ступеней сжатия не требует цилиндра сжатия высокой производительности.

[19] Соответственно, часть BOG, сжимаемого первым многоступенчатым 20 компрессором 201, имеющим относительно высокую производительность, отделяется и направляется к генератору и двигателю, а остальная часть BOG дополнительно сжимается вторым многоступенчатым компрессором 201, имеющим относительно невысокую производительность, и направляется к автономному теплообменнику 410.

[20] В системе частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем 25 в себя двигатель низкого давления, в известном уровне техники производительность компрессора оптимизируется в зависимости от степени сжатия, требуемой для генератора или двигателя, чтобы предотвратить увеличение производственных затрат, связанных с производительностью компрессора, и установка двух многоступенчатых компрессоров 201, 202 связана с недостатком, заключающимся в неудобном обслуживании и ремонте.

[21] Варианты выполнения настоящего изобретения обеспечивают судно, содержащее 30 двигатель, которое использует BOG для направления к генератору в качестве хладагента для теплообмена на основе того факта, что часть BOG, имеющая относительно низкую температуру и давление, отделяется и направляется к генератору (к генератору и двигателю в случае двигателя низкого давления).

35 ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

[22] В соответствии с одним аспектом настоящего изобретения судно, включающее в себя двигатель, включает в себя: первый автономный теплообменник, выполняющий теплообмен по отношению к отпарному газу (BOG), выпускаемому из резервуара для хранения; многоступенчатый компрессор, сжимающий BOG, выпускаемый из резервуара 40 для хранения и проходящий через первый автономный теплообменник, на нескольких ступенях; первый декомпрессор, расширяющий часть BOG, прошедшего через первый автономный теплообменник после сжатия многоступенчатым компрессором; второй декомпрессор, расширяющий другую часть BOG, прошедшего через первый автономный теплообменник после сжатия многоступенчатым компрессором; и второй автономный 45 теплообменник, охлаждающий часть BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором, путем теплообмена с использованием текучей среды, расширяемой первым декомпрессором, в качестве хладагента, причем первый автономный теплообменник охлаждает другую часть BOG, сжимаемого многоступенчатым

компрессором, с использованием BOG, выпускаемого из резервуара для хранения, в качестве хладагента.

[23] BOG, прошедший через второй декомпрессор, может быть направлен к резервуару для хранения.

5 [24] Судно может дополнительно включать в себя газожидкостный сепаратор, расположенный по ходу после второго декомпрессора и отделяющий сжиженный природный газ, образующийся в результате повторного сжижения BOG, и газообразный BOG друг от друга, причем сжиженный природный газ, отделяемый вторым
10 газожидкостным сепаратором, направляется к резервуару для хранения, а газообразный BOG, отделяемый вторым газожидкостным сепаратором, направляется к первому автономному теплообменнику.

[25] Часть BOG, прошедшего через многоступенчатый компрессор, может быть направлена к двигателю высокого давления.

15 [26] BOG, прошедший через первый декомпрессор и второй автономный теплообменник, может быть направлен к по меньшей мере одному из генератора и двигателя низкого давления.

[27] Судно может дополнительно включать в себя нагреватель, расположенный на линии, вдоль которой BOG, прошедший через первый декомпрессор и второй автономный теплообменник, направляется к генератору, когда BOG, прошедший через
20 первый декомпрессор и второй автономный теплообменник, направляется к генератору.

[28] В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения способ включает в себя этапы, на которых: 1) выполняют многоступенчатое сжатие по отношению к отпарному газу (BOG), выпускаемому из резервуара для хранения; 2) охлаждают часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию, путем теплообмена с BOG,
25 выпускаемым из резервуара для хранения; 3) охлаждают другую часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию, путем теплообмена с текучей средой, расширяемой первым декомпрессором, 4) объединяют текучую среду, охлажденную на этапе 2), с текучей средой, охлажденной на этапе 3), и 5) используют часть текучей среды, объединенной на этапе 4), в качестве хладагента на этапе 3) после расширения
30 первым декомпрессором, при этом повторно сжижают другую часть текучей среды, объединенной на этапе 4), путем расширения.

[29] Способ может дополнительно включать в себя этапы, на которых: 6) отделяют друг от друга газообразный BOG и сжиженный природный газ, образующийся в результате частичного повторного сжижения BOG, расширенного на этапе 5), и 7)
35 направляют сжиженный природный газ, отделенный на этапе 6), к резервуару для хранения и объединяют газообразный газ BOG, отделенный на этапе 6), с BOG, выпускаемым из резервуара для хранения, для использования в качестве хладагента для теплообмена на этапе 2).

40 [30] Часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию на этапе 1), может быть направлена к двигателю высокого давления.

[31] Текучая среда, расширенная первым декомпрессором и использованная в качестве хладагента для теплообмена, может быть направлена к по меньшей мере одному из генератора и двигателя низкого давления.

ПОЛЕЗНЫЕ ЭФФЕКТЫ

45 [32] Согласно вариантам выполнения изобретения судно, включающее в себя двигатель, использует не только BOG, выпускаемый из резервуара для хранения, но и BOG, направляемый к генератору, в качестве хладагента в автономном теплообменнике, тем самым повышая эффективность повторного сжижения, и позволяет легко

осуществлять обслуживание и ремонт путем обеспечения одного многоступенчатого компрессора даже в конструкции, в которой судно включает в себя двигатель низкого давления.

ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

5 [33] Фиг. 1 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, в известном уровне техники.

[34] Фиг. 2 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель низкого 10 давления, в известном уровне техники.

[35] Фиг. 3 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, согласно первому варианту выполнения настоящего изобретения.

15 [36] Фиг. 4 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель низкого давления, согласно первому варианту выполнения настоящего изобретения.

[37] Фиг. 5 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, согласно второму варианту выполнения настоящего изобретения.

20 [38] Фиг. 6 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель низкого давления, согласно второму варианту выполнения настоящего изобретения.

[39] Фиг. 7 представляет собой график, изображающий кривую фазового превращения метана в зависимости от температуры и давления.

25 НАИЛУЧШИЙ ВАРИАНТ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[40] Далее со ссылкой на сопровождающие чертежи будут описаны варианты выполнения настоящего изобретения. Судно, включающее в себя двигатель, согласно настоящему изобретению может быть применено на различных морских и сухопутных системах. Хотя сжиженный природный газ используется в качестве примера в следующих 30 далее вариантах выполнения, следует понимать, что настоящее изобретение не ограничивается этим и может быть применено к различным сжиженным газам. Следует понимать, что следующие далее варианты выполнения могут быть модифицированы различными способами и не ограничивают объем охраны настоящего изобретения.

35 [41] В следующих далее вариантах выполнения текучая среда, текущая по каждому пути потока, может находиться в газообразном состоянии, газожидкостном смешанном состоянии, жидком состоянии или в состоянии сверхкритической текучей среды в зависимости от рабочих условий системы.

[42]

40 [43] Фиг. 3 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, согласно первому варианту выполнения настоящего изобретения.

[44] Со ссылкой на Фиг. 3 судно согласно этому варианту выполнения включает в себя: автономный теплообменник 410, выполняющий теплообмен по отношению к BOG, выпускаемому из резервуара 100 для хранения; многоступенчатый компрессор 200, сжимающий BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и проходящий 45 через автономный теплообменник 410, на нескольких ступенях; первый декомпрессор 710, расширяющий часть BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200 и проходящего через автономный теплообменник 410; и второй декомпрессор 720,

расширяющий другую часть BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200 и проходящего через автономный теплообменник 410.

[45] В этом варианте выполнения автономный теплообменник 410 выполняет теплообмен между BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения (поток а на Фиг. 3), BOG, сжимаемым многоступенчатым компрессором 200 (поток б на Фиг. 3), и BOG, расширяемым первым декомпрессором 710 (поток с на Фиг. 3). Конкретно, автономный теплообменник 410 охлаждает BOG, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 (поток б на Фиг. 3), с использованием BOG, выпускаемого из резервуара 100 для хранения (поток а на Фиг. 3), и BOG, расширяемого первым декомпрессором 710 (поток с на Фиг. 3), в качестве хладагента. В выражении «автономный теплообменник» «автономный» означает, что холодный BOG используется в качестве хладагента для теплообмена с горячим BOG.

[46] На судне согласно этому варианту выполнения BOG, прошедший через первый декомпрессор 710, используется в качестве хладагента для дополнительного теплообмена в автономном теплообменнике 410, тем самым повышая эффективность повторного сжижения.

[47] Согласно этому варианту выполнения BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, обычно используется тремя способами. То есть BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, используется в качестве топлива для двигателя после сжатия до критического или более высокого давления, направляется к генератору после сжатия до относительно низкого давления, меньшего или равного критическому давлению, или повторно сжимается и возвращается в резервуар 100 для хранения, когда он остается после получения количества BOG, требуемого для двигателя и генератора.

[48] Согласно этому варианту выполнения BOG, расширяемый первым декомпрессором 710, снова направляется к автономному теплообменнику 410 для использования в качестве хладагента для теплообмена, а затем направляется к генератору на основе того факта, что у BOG, направляемого к генератору, понижается не только давление, но и температура при расширении.

[49] Многоступенчатый компрессор 200 выполняет многоступенчатое сжатие по отношению к BOG, выпускаемому из резервуара 100 для хранения и проходящему через автономный теплообменник 410. Многоступенчатый компрессор 200 включает в себя множество цилиндров 210, 220, 230, 240, 250 сжатия, выполненных с возможностью сжатия BOG, и множество охладителей 310, 320, 330, 340, 350, расположенных по ходу после множества цилиндров 210, 220, 230, 240, 250, сжатия соответственно и выполненных с возможностью охлаждения BOG, сжимаемого цилиндрами 210, 220, 230, 240, 250 сжатия и имеющего увеличенное давление и температуру. В этом варианте выполнения многоступенчатый компрессор 200 включает в себя пять цилиндров 210, 220, 230, 240, 250 сжатия и пять охладителей 310, 320, 330, 340, 350, и BOG подвергается пяти ступеням сжатия при прохождении через многоступенчатый компрессор 200. Однако следует понимать, что этот вариант выполнения обеспечен лишь для иллюстрации, и настоящее изобретение не ограничивается этим.

[50] Фиг. 7 представляет собой график, изображающий кривую фазового превращения метана в зависимости от температуры и давления. Со ссылкой на Фиг. 7 метан имеет фазу сверхкритической текучей среды в условиях температуры около -80°C или более и давления около 50 бар или более. То есть метан имеет критическую точку при -80° и 50 барах. Фаза сверхкритической текучей среды представляет собой третью фазу, отличающуюся от жидкой фазы или газовой фазы. Здесь критическая точка метана может быть изменена в зависимости от количества азота, содержащегося в отпарном

газе.

[51] С другой стороны, хотя текучая среда, имеющая температуру ниже критической температуры при критическом или более высоком давлении, может иметь фазу, отличающуюся от обычной жидкости и аналогичную сверхкритической текучей среде, имеющей высокую плотность, и, таким образом, может в общем называться сверхкритической текучей средой, фаза отпарного газа, имеющая критическое или более высокое давление и критическую или более низкую температуру, далее будет называться «жидкой фазой высокого давления».

[52] Со ссылкой на Фиг. 7 можно увидеть, что, хотя газовая фаза природного газа, имеющего относительно низкое давление (X на Фиг. 7) сохраняется даже после снижения температуры и давления (X' на Фиг. 7), природный газ может перейти в газожидкостную смешанную фазу (Y' на Фиг. 7) вследствие частичного сжижения даже после снижения температуры и давления после повышения давления природного газа (Y на Фиг. 7). То есть можно увидеть, что эффективность сжижения может еще больше повышаться с увеличением давления природного газа до того, как природный газ пройдет через автономный теплообменник 410, и теоретически также может быть достигнуто 100% сжижение (Z→Z' на Фиг. 7), если давление может быть в достаточной степени поднято.

[53] Соответственно, многоступенчатый компрессор 200 согласно этому варианту выполнения сжимает BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, чтобы повторно сжимать BOG.

[54] Согласно этому варианту выполнения первый декомпрессор 710 расширяет часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию в многоступенчатом компрессоре 200 и проходящего через автономный теплообменник 410 (поток с на Фиг. 3). Первый декомпрессор 710 может представлять собой расширительное устройство или расширительный клапан.

[55] Согласно этому варианту выполнения второй декомпрессор 720 расширяет другую часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию в многоступенчатом компрессоре 200 и проходящего через автономный теплообменник 410. Второй декомпрессор 720 может представлять собой расширительное устройство или расширительный клапан.

[56] Судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя газожидкостный сепаратор 500, который отделяет газообразный BOG и сжиженный природный газ, образующийся при частичном повторном сжижении BOG путем охлаждения автономным теплообменником 410 и расширения вторым декомпрессором 720. Сжиженный природный газ, отделенный газожидкостным сепаратором 500, может быть направлен к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделенный газожидкостным сепаратором 500, может быть направлен к линии, вдоль которой BOG направляется от резервуара 100 для хранения к автономному теплообменнику 410.

[57] Судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя по меньшей мере одно из первого клапана 610, блокирующего BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, при необходимости, и нагревателя 800, нагревающего BOG, направляемый к генератору через первый декомпрессор 710 и автономный теплообменник 410 (поток с на Фиг. 3). Первый клапан 610 обычно может поддерживаться в открытом состоянии и может быть закрыт при обслуживании или осмотре резервуара 100 для хранения.

[58] В конструкции, в которой судно включает в себя газожидкостный сепаратор 500, судно может дополнительно включать в себя второй клапан 620, который управляет расходом газообразного BOG, отделяемого газожидкостным сепаратором 500 и

направляемого к автономному теплообменнику 410.

[59] Далее будет описан поток текучей среды согласно этому варианту выполнения. Следует отметить, что температура и давление BOG, описанные далее, имеют приблизительные теоретические значения и могут быть изменены в зависимости от температуры BOG, давления, требуемого для двигателя, конструкции многоступенчатого компрессора, скорости судна и т.п.

[60] BOG, образующийся в результате проникновения внешнего тепла внутрь резервуара 100 для хранения и имеющий температуру от около -130°C до -80°C и атмосферное давление, выпускается из резервуара 100 для хранения и направляется к автономному теплообменнику 410, когда давление BOG достигает заданного или более высокого давления.

[61] BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и имеющий температуру от около -130°C до -80°C , может быть смешан с BOG, отделяемым газожидкостным сепаратором 500 и имеющим температуру от около -160°C до -110°C и атмосферное давление, а затем направлен к автономному теплообменнику 410 в состоянии, в котором BOG имеет температуру от около -140°C до -100°C и атмосферное давление.

[62] BOG, направляемый из резервуара 100 для хранения к автономному теплообменнику 410 (поток а на Фиг. 3), может иметь температуру от около -90°C до 40°C и атмосферное давление за счет теплообмена с BOG, прошедшим через многоступенчатый компрессор 200 и имеющим температуру от около 40°C до 50°C и давление от около 150 до 400 бар (поток b на Фиг. 3), и BOG, прошедшим через первый декомпрессор 710 и имеющим температуру от около -140°C до -110°C и давление от около 6 до 10 бар (поток с на Фиг. 3). BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения (поток а на Фиг. 3) сжимается вместе с BOG, прошедшим через первый декомпрессор 710 (поток с на Фиг. 3), многоступенчатым компрессором 200 и используется в качестве хладагента для охлаждения BOG, направляемого к автономному теплообменнику 410 (поток b на Фиг. 3).

[63] BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и проходящий через автономный теплообменник 410, подвергается многоступенчатому сжатию многоступенчатым компрессором 200. Согласно этому варианту выполнения, поскольку часть BOG, прошедшего через многоступенчатый компрессор 200, используется в качестве топлива двигателя высокого давления, BOG сжимается многоступенчатым компрессором 200, чтобы иметь давление, требуемое для двигателя высокого давления. Когда двигатель высокого давления представляет собой двигатель ME-GI, BOG, прошедший через многоступенчатый компрессор 200, имеет температуру от около 40°C до 50°C и давление от около 150 до 400 бар.

[64] Среди BOG, сжимаемого до критического или более высокого давления путем многоступенчатого сжатия многоступенчатым компрессором 200, часть BOG используется в качестве топлива двигателя высокого давления, а другая часть BOG направляется к автономному теплообменнику 410. BOG, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 и проходящий через автономный теплообменник 410, может иметь температуру от около -130°C до -90°C и давление от около 150 до 400 бар.

[65] BOG, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 и проходящий через автономный теплообменник 410 (поток b на Фиг. 3), делится на два потока, один из которых расширяется первым декомпрессором 710, а другой - расширяется вторым декомпрессором 720.

[66] BOG, расширяемый первым декомпрессором 710, после прохождения через автономный теплообменник 410 (поток с на Фиг. 3) снова направляется к автономному

теплообменнику 410 для использования в качестве хладагента для охлаждения BOG, прошедшего через многоступенчатый компрессор 200 (поток b на Фиг. 3), путем теплообмена, а затем направляется к генератору.

5 [67] BOG, расширяемый первым декомпрессором 710, после прохождения через автономный теплообменник 410 может иметь температуру от около -140°C до -110°C и давление от около 6 до 10 бар. Поскольку BOG, расширяемый первым декомпрессором 710, направляется к генератору, BOG расширяется до давления от около 6 до 10 бар, которое является давлением, требуемым для генератора. В дополнение, BOG, прошедший через первый декомпрессор 710, может иметь газожидкостную смешанную фазу.

10 [68] BOG, прошедший через автономный теплообменник 410 после расширения первым декомпрессором 710, может иметь температуру от около -90°C до 40°C и давление от около 6 до 10 бар, и BOG, прошедший через первый декомпрессор 710, может перейти в газовую фазу путем теплообмена в автономном теплообменнике 410.

15 [69] BOG, направляемый к генератору после прохождения через первый декомпрессор 710 и автономный теплообменник 410, может быть отрегулирован до температуры, требуемой для генератора, нагревателем 800, расположенным по ходу перед генератором. BOG, прошедший через нагреватель 800, может иметь газовую фазу, имеющую температуру от около 40°C до 50°C и давление от около 6 до 10 бар.

20 [70] BOG, расширенный вторым декомпрессором 720 после прохождения через автономный теплообменник 410, может иметь температуру от около -140°C до -110°C и давление от около 2 до 10 бар. В дополнение, BOG, прошедший через второй декомпрессор 720, частично повторно сжижается. BOG, частично повторно сжиженный во втором декомпрессоре 720, может быть направлен в газожидкостной смешанной фазе к резервуару для хранения 100 или может быть направлен к газожидкостному сепаратору 500, посредством которого газожидкостная смешанная фаза разделяется на жидкую фазу и газовую фазу.

30 [71] Когда частично повторно сжиженный BOG направляется к газожидкостному сепаратору 500, сжиженный природный газ, отделяемый газожидкостным сепаратором 500 и имеющий температуру около -163°C и атмосферное давление, направляется к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделяемый газожидкостным сепаратором 500 и имеющий температуру от около -160°C до -110°C и атмосферное давление, направляется вместе с BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения, к автономному теплообменнику 410. Расход BOG, отделяемого газожидкостным сепаратором 500 и направляемого к автономному теплообменнику 410, может регулироваться вторым клапаном 620.

[72]

[73] Фиг. 4 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель низкого давления, согласно первому варианту выполнения настоящего изобретения.

40 [74] Система частичного повторного сжижения, применяемая на судне, включающем в себя двигатель низкого давления, показанная на Фиг. 4, отличается от системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанной на Фиг. 3, тем, что часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию многоступенчатым компрессором 200, направляется к генератору и/или двигателю после прохождения через первый декомпрессор 710 и автономный теплообменник 410, и следующее далее описание будет сфокусировано на другой конфигурации системы частичного повторного сжижения согласно этому варианту выполнения. Описание деталей тех же компонентов, что и у судна,

включающего в себя двигатель высокого давления, описанных выше, будет опущено.

[75] Дифференциация между двигателем высокого давления, включенным в судно, на котором применяется система частичного повторного сжижения, показанная на Фиг. 3, и двигателем низкого давления, включенным в судно, на котором применяется система частичного повторного сжижения, показанная на Фиг. 4, основана на использовании двигателем природного газа, имеющего критическое или более высокое давление, в качестве топлива. То есть двигатель, использующий природный газ, имеющий критическое или более высокое давления, в качестве топлива, называется двигателем высокого давления, а двигатель, использующий природный газ, имеющий давление менее критического давления, в качестве топлива, называется двигателем низкого давления. Этот стандарт будет широко применяться в дальнейшем.

[76] Со ссылкой на Фиг. 4, как и судно, включающее в себя двигатель высокого давления, показанное на Фиг. 3, судно согласно этому варианту выполнения включает в себя автономный теплообменник 410, многоступенчатый компрессор 200, первый декомпрессор 710 и второй декомпрессор 720.

[77] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3, автономный теплообменник 410 согласно этому варианту выполнения выполняет теплообмен между BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения (поток а на Фиг. 4), BOG, сжимаемым многоступенчатым компрессором 200 (поток b на Фиг. 4), и BOG, расширяемым первым декомпрессором 710 (поток с на Фиг. 4). Конкретно, автономный теплообменник 410 охлаждает BOG, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 (поток b на Фиг. 4), с использованием BOG, выпускаемого из резервуара 100 для хранения (поток а на Фиг. 4), и BOG, расширяемого первым декомпрессором 710 (поток с на Фиг. 4), в качестве хладагента.

[78] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3, многоступенчатый компрессор 200 согласно этому варианту выполнения выполняет многоступенчатое сжатие по отношению к BOG, выпускаемому из резервуара 100 для хранения и проходящему через автономный теплообменник 410. Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3, многоступенчатый компрессор 200 согласно этому варианту выполнения может включать в себя множество цилиндров 210, 220, 230, 240, 250 сжатия и множество охладителей 310, 320, 330, 340, 350.

[79] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3, первый декомпрессор 710 согласно этому варианту выполнения расширяет часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию в многоступенчатом компрессоре 200 и проходящего через автономный теплообменник 410 (поток с на Фиг. 4). Первый декомпрессор 710 может представлять собой расширительное устройство или расширительный клапан.

[80] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3, второй декомпрессор 720 согласно этому варианту выполнения расширяет другую часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию в многоступенчатом компрессоре 200 и проходящего через автономный теплообменник 410. Второй декомпрессор 720 может представлять собой расширительное устройство или расширительный клапан.

[81] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3, судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя газожидкостный сепаратор 500, который отделяет газообразный BOG и сжиженный природный газ, образующийся при частичном повторном сжижении BOG

путем охлаждения автономным теплообменником 410 и расширения вторым декомпрессором 720. Сжиженный природный газ, отделенный газожидкостным сепаратором 500, может быть направлен к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделенный газожидкостным сепаратором 500, может быть направлен к линии, вдоль которой BOG направляется от резервуара 100 для хранения к автономному теплообменнику 410.

[82] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3, судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя по меньшей мере одно из первого клапана 610, блокирующего BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, при необходимости; и нагревателя 800, нагревающего BOG, направляемый к генератору через первый декомпрессор 710 и автономный теплообменник 410 (поток с на Фиг. 4).

[83] Дополнительно, как и судно, включающее в себя двигатель высокого давления, показанное на Фиг. 3, в конструкции, в которой судно включает в себя газожидкостный сепаратор 500, судно может дополнительно включать в себя второй клапан 620, который управляет расходом газообразного BOG, отделяемого газожидкостным сепаратором 500 и направляемого к автономному теплообменнику 410.

[84] Далее будет описан поток текучей среды согласно этому варианту выполнения.

[85] BOG, образующийся в результате проникновения внешнего тепла внутрь резервуара 100 для хранения и имеющий температуру от около -130°C до -80°C и атмосферное давление, выпускается из резервуара 100 для хранения и направляется к автономному теплообменнику 410, когда давление BOG достигает заданного или более высокого давления, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3.

[86] BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и имеющий температуру от около -130°C до -80°C , может быть смешан с BOG, отделяемым газожидкостным сепаратором 500 и имеющим температуру от около -160°C до -110°C и атмосферное давление, а затем направлен к автономному теплообменнику 410 в состоянии, в котором BOG имеет температуру от около -140°C до -100°C и атмосферное давление, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3.

[87] BOG, направляемый из резервуара 100 для хранения к автономному теплообменнику 410 (поток а на Фиг. 4), может иметь температуру от около -90°C до 40°C и атмосферное давление за счет теплообмена с BOG, прошедшим через многоступенчатый компрессор 200 и имеющим температуру от около 40°C до 50°C и давление от около 100 до 300 бар (поток b на Фиг. 4), и BOG, прошедшим через первый декомпрессор 710 и имеющим температуру от около -140°C до -110°C и давление от около 6 до 20 бар (поток с на Фиг. 4). BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения (поток а на Фиг. 4), сжимается вместе с BOG, прошедшим через первый декомпрессор 710 (поток с на Фиг. 4), многоступенчатым компрессором 200 и используется в качестве хладагента для охлаждения BOG, направляемого к автономному теплообменнику 410 (поток b на Фиг. 4).

[88] BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и проходящий через автономный теплообменник 410, подвергается многоступенчатому сжатию многоступенчатым компрессором 200, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3.

[89] В отличие от судна, показанного на Фиг. 2, судно, включающее в себя двигатель низкого давления, согласно этому варианту выполнения, включает в себя один многоступенчатый компрессор, тем самым обеспечивая простое обслуживание и ремонт.

[90] Однако согласно этому варианту выполнения весь ВОГ, сжимаемый до критического или более высокого давления путем многоступенчатого сжатия многоступенчатым компрессором 200, направляется к автономному теплообменнику 410, в отличие от судна, включающего в себя двигатель высокого давления, показанного на Фиг. 3, в котором часть ВОГ, сжимаемого до критического или более высокого давления многоступенчатым компрессором 200, направляется к нему.

[91] Согласно этому варианту выполнения, поскольку часть ВОГ, прошедшего через многоступенчатый компрессор 200, непосредственно не направляется к двигателю, отсутствует необходимость сжатия многоступенчатым компрессором 200 ВОГ до давления, требуемого для двигателя, в отличие от судна, включающего в себя двигатель высокого давления, показанного на Фиг. 3. Однако для эффективности повторного сжижения ВОГ предпочтительно сжимается до критического или более высокого давления, более предпочтительно до 100 бар или более, многоступенчатым компрессором 200. ВОГ, прошедший через многоступенчатый компрессор 200, может иметь температуру от около 40°C до 50°C и давление от около 100 до 300 бар.

[92] ВОГ, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 и проходящий через автономный теплообменник 410 (поток b на Фиг. 4), делится на два потока, один из которых расширяется первым декомпрессором 710, а другой - расширяется вторым декомпрессором 720, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3. ВОГ, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 и проходящий через автономный теплообменник 410, может иметь температуру от около -130°C до -90°C и давление от около 100 до 300 бар.

[93] ВОГ, расширяемый первым декомпрессором 710, после прохождения через автономный теплообменник 410 (поток c на Фиг. 4) снова направляется к автономному теплообменнику 410 для использования в качестве хладагента для охлаждения ВОГ, прошедшего через многоступенчатый компрессор 200 (поток b на Фиг. 4) путем теплообмена, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3.

[94] Однако в этом варианте выполнения ВОГ, подвергаемый теплообмену в автономном теплообменнике 410 после расширения первым декомпрессором 710, может быть направлен не только к генератору, но и к двигателю низкого давления, в отличие от судна, включающего в себя двигатель высокого давления, показанного на Фиг. 3.

[95] ВОГ, расширяемый первым декомпрессором 710, после прохождения через автономный теплообменник 410 может иметь температуру от около -140°C до -110°C и давление от около 6 до 20 бар. Здесь, когда двигатель низкого давления представляет собой газовую турбину, ВОГ, расширяемый первым декомпрессором 710, после прохождения через автономный теплообменник 410 может иметь давление около 55 бар.

[96] Поскольку ВОГ, расширяемый первым декомпрессором 710, направляется к двигателю низкого давления и/или генератору, ВОГ расширяется до давления, требуемого для двигателя низкого давления и/или генератора. В дополнение, ВОГ, прошедший через первый декомпрессор 710, может иметь газожидкостную смешанную фазу.

[97] ВОГ, прошедший через автономный теплообменник 410 после расширения первым декомпрессором 710, может иметь температуру от около -90°C до 40°C и давление от около 6 до 20 бар, и ВОГ, прошедший через первый декомпрессор 710, может перейти в газовую фазу путем теплообмена в автономном теплообменнике 410. Здесь, когда двигатель низкого давления представляет собой газовую турбину, ВОГ,

прошедший через автономный теплообменник 410 после расширения первым декомпрессором 710, может иметь давление около 55 бар.

5 [98] ВOG, направляемый к генератору после прохождения через первый декомпрессор 710 и автономный теплообменник 410, может быть отрегулирован до температуры, требуемой для генератора, нагревателем 800, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3. ВOG, прошедший через нагреватель 800, может иметь температуру от около 40°C до 50°C и давление от около 6 до 20 бар. Здесь, когда двигатель низкого давления представляет собой газовую турбину, ВOG, прошедший через нагреватель 800, может иметь давление около 55 бар.

10 [99] Генератору требуется давление от около 6 до 10 бар, а двигателю низкого давления требуется давление от около 6 до 20 бар. Двигатель низкого давления может представлять собой двигатель DF, двигатель X-DF или газовую турбину. Здесь, когда двигатель низкого давления представляет собой газовую турбину, газовой турбине требуется давление около 55 бар.

15 [100] ВOG, расширенный вторым декомпрессором 720 после прохождения через автономный теплообменник 410, может иметь температуру от около -140°C до -110°C и давление от около 2 до 10 бар, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3. В дополнение, ВOG, прошедший через второй декомпрессор 720, частично повторно сжимается, как и на судне, включающем в себя
20 двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3. ВOG, частично повторно сжиженный во втором декомпрессоре 720, может быть направлен в газожидкостной смешанной фазе к резервуару для хранения 100 или может быть направлен к газожидкостному сепаратору 500, посредством которого газожидкостная смешанная фаза разделяется на жидкую фазу и газовую фазу, как и на судне, включающем в себя
25 двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3.

[101] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 3, когда частично повторно сжиженный ВOG направляется к газожидкостному сепаратору 500, сжиженный природный газ, отделяемый газожидкостным сепаратором 500 и имеющий температуру около -163°C и атмосферное давление, направляется к
30 резервуару 100 для хранения, а газообразный ВOG, отделяемый газожидкостным сепаратором 500 и имеющий температуру от около -160°C до -110°C и атмосферное давление, направляется вместе с ВOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения, к автономному теплообменнику 410. Расход ВOG, отделяемого газожидкостным сепаратором 500 и направляемого к автономному теплообменнику 410, может
35 регулироваться вторым клапаном 620.

[102]

[103] Фиг. 5 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, согласно второму варианту выполнения настоящего изобретения.

40 [104] Система частичного повторного сжижения, применяемая на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, согласно этому варианту выполнения отличается от системы частичного повторного сжижения, показанной на Фиг. 3, тем, что автономный теплообменник 410 осуществляет теплообмен двух потоков текучей среды вместо трех потоков текучей среды, и судно дополнительно включает в себя другой
45 автономный теплообменник 420, выполненный с возможностью осуществления теплообмена двух потоков, и следующее далее описание будет сфокусировано на другой конфигурации системы частичного повторного сжижения. Описание деталей тех же компонентов, что и у судна, включающего в себя двигатель высокого давления,

описанных выше, будет опущено.

[105] Со ссылкой на Фиг. 5, как и в первом варианте выполнения, показанном на Фиг. 3, судно, включающее в себя двигатель высокого давления, согласно этому варианту выполнения включает в себя автономный теплообменник 410,
5 многоступенчатый компрессор 200, первый декомпрессор 710 и второй декомпрессор 720.

[106] В отличие от судна первого варианта выполнения, показанного на Фиг. 3, судно согласно этому варианту выполнения дополнительно включает в себя автономный теплообменник 420, выполняющий теплообмен между BOG, сжимаемым
10 многоступенчатым компрессором 200, и BOG, расширяемым первым декомпрессором 710. Далее автономный теплообменник для теплообмена между BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения, и BOG, сжимаемым многоступенчатым компрессором 200, будет называться первым автономным теплообменником 410, а автономный
15 теплообменник для теплообмена между BOG, сжимаемым многоступенчатым компрессором 200, и BOG, расширяемым первым декомпрессором 710, будет называться вторым автономным теплообменником 420.

[107] В отличие от автономного теплообменника 410 согласно первому варианту выполнения, который выполняет теплообмен между тремя потоками, первый автономный теплообменник 410 согласно этому варианту выполнения выполняет
20 теплообмен между двумя потоками и охлаждает BOG L1, прошедший через многоступенчатый компрессор 200 с использованием BOG, выпускаемого из резервуара 100 для хранения, в качестве хладагента.

[108] Когда несколько потоков текучей среды подвергаются теплообмену в одном теплообменнике, может возникнуть проблема ухудшения эффективности теплообмена.
25 Однако в судне, включающем в себя двигатель высокого давления, согласно этому варианту выполнения система частичного повторного сжижения выполнена с возможностью решения по существу той же задачи, что и в первом варианте выполнения, показанном на Фиг. 3, с использованием теплообменника, выполненного с
30 возможностью выполнения теплообмена между двумя потоками текучей среды, тем самым обеспечивая большую эффективность теплообмена, чем система частичного повторного сжижения согласно первому варианту выполнения.

[109] Как и в первом варианте выполнения, показанном на Фиг. 3, многоступенчатый компрессор 200 согласно этому варианту выполнения выполняет многоступенчатое
35 сжатие по отношению к BOG, выпускаемому из резервуара 100 для хранения и проходящему через первый автономный теплообменник 410, и может включать в себя множество цилиндров 210, 220, 230, 240, 250 сжатия и множество охладителей 310, 320, 330, 340, 350.

[110] Как и в первом варианте выполнения, показанном на Фиг. 3, первый декомпрессор 710 расширяет часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию
40 многоступенчатым компрессором 200 и проходящего через первый автономный теплообменник 410. Однако в отличие от первого варианта выполнения, показанного на Фиг. 3, первый декомпрессор 710 согласно этому варианту выполнения направляет расширенный BOG ко второму автономному теплообменнику 420.

[111] Как и в первом варианте выполнения, показанном на Фиг. 3, система частичного
45 повторного сжижения согласно этому варианту выполнения направляет BOG, расширяемый первым декомпрессором 710, ко второму автономному теплообменнику 420 для использования в качестве хладагента для теплообмена перед направлением к генератору на основе того факта, что у BOG, расширяемого для направления к

генератору, понижается не только давление, но и температура. Таким образом, судно согласно этому варианту выполнения использует BOG, прошедший через первый декомпрессор 710, в качестве хладагента для дополнительного теплообмена во втором автономном теплообменнике 420, тем самым повышая эффективность повторного

5 сжижения.

[112] Согласно этому варианту выполнения второй автономный теплообменник 420 расположен параллельно первому автономному теплообменнику 410 и охлаждает BOG L2, который отделен от BOG L1, сжатого многоступенчатым компрессором 200 и направляющегося к первому автономному теплообменнику 410, путем теплообмена с использованием текучей среды, прошедшей через первый декомпрессор 710, в качестве хладагента.

10

[113] Как и в первом варианте выполнения, показанном на Фиг. 3, второй декомпрессор 720 согласно этому варианту выполнения расширяет другую часть BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200 и проходящего через первый автономный теплообменник 410. Текучая среда частично или полностью повторно сжимается путем сжатия многоступенчатым компрессором 200, охлаждения первым автономным теплообменником 410 или вторым автономным теплообменником 420 и расширения вторым декомпрессором 720.

15

[114] Первый декомпрессор 710 и второй декомпрессор 720 могут представлять собой расширительное устройство или расширительный клапан.

20

[115] Судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя газожидкостный сепаратор 500, который отделяет газообразный BOG и сжиженный природный газ, образующийся при частичном повторном сжижении BOG, прошедшего через второй декомпрессор 720. Сжиженный природный газ, отделенный газожидкостным сепаратором 500, может быть направлен к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделенный газожидкостным сепаратором 500, может быть направлен к линии, вдоль которой BOG направляется от резервуара 100 для хранения к первому автономному теплообменнику 410.

25

[116] В конструкции, в которой судно согласно этому варианту выполнения не включает в себя газожидкостный сепаратор 500, текучая среда, частично или полностью повторно сжиженная при прохождении через второй декомпрессор 720, может быть непосредственно направлена к резервуару 100 для хранения.

30

[117] Судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя по меньшей мере один из первого клапана 610, управляющего расходом BOG, выпускаемого из резервуара 100 для хранения, при необходимости; третьего клапана 630, расположенного по ходу перед первым автономным теплообменником 410 и управляющего расходом BOG L1, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200 и направляющегося к первому автономному теплообменнику 410; и четвертого клапана 640, расположенного по ходу перед вторым автономным теплообменником 420 и управляющего расходом BOG L2, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200 и направляющегося ко второму автономному теплообменнику 420. Первый клапан 610 обычно может поддерживаться в открытом состоянии и может быть закрыт при обслуживании или осмотре резервуара 100 для хранения.

35

40

[118] Судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя нагреватель 800, который нагревает BOG, направляемый к генератору через первый декомпрессор 710 и второй автономный теплообменник 420.

45

[119] В конструкции, в которой судно включает в себя газожидкостный сепаратор 500, судно может дополнительно включать в себя второй клапан 620, который управляет

расходом газообразного ВОГ, отделяемого газожидкостным сепаратором 500 и направляющегося к первому автономному теплообменнику 410.

5 [120] Далее приведено описание потока текучей среды в конструкции, в которой судно, включающее в себя двигатель высокого давления, согласно этому варианту выполнения включает в себя газожидкостный сепаратор 500 и нагреватель 800.

10 [121] ВОГ, образующийся в результате проникновения внешнего тепла внутрь резервуара 100 для хранения, выпускается из резервуара 100 для хранения, а затем направляется к первому автономному теплообменнику 410 после смешивания с ВОГ, отделяемым газожидкостным сепаратором 500, когда давление ВОГ достигает заданного или более высокого давления. ВОГ, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и направляющийся к первому автономному теплообменнику 410, сжимается многоступенчатым компрессором 200 для использования в качестве хладагента для охлаждения ВОГ, подаваемого к первому автономному теплообменнику 410, путем теплообмена.

15 [122] ВОГ, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и проходящий через первый автономный теплообменник 410, направляется к многоступенчатому компрессору 200, в котором ВОГ сжимается до заданного или более высокого давления, требуемого для двигателя высокого давления, путем многоступенчатого сжатия. Сжатие ВОГ до заданного или более высокого давления, требуемого для двигателя высокого давления, 20 путем многоступенчатого сжатия многоступенчатым компрессором 200 выполняется для повышения эффективности теплообмена в первом автономном теплообменнике 410 и втором автономном теплообменнике 420, и декомпрессор (не показан) расположен по ходу перед двигателем высокого давления и осуществляет декомпрессию ВОГ до давления, требуемого для двигателя высокого давления, до того, как ВОГ будет подан 25 к двигателю высокого давления.

[123] Среди ВОГ, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200, часть ВОГ направляется к двигателю высокого давления, другая часть ВОГ L1 направляется к первому автономному теплообменнику 410, а остальная часть ВОГ L2 отделяется от ВОГ L1 и направляется ко второму автономному теплообменнику 420.

30 [124] ВОГ, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 и направляющийся к первому автономному теплообменнику 410, охлаждается путем теплообмена с потоком, в котором ВОГ, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, объединяется с ВОГ, отделяемым газожидкостным сепаратором 500, в качестве хладагента, а затем объединяется с текучей средой L2, прошедшей через многоступенчатый компрессор 35 200 и второй автономный теплообменник 420.

[125] ВОГ, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 и направляющийся ко второму автономному теплообменнику 420, охлаждается путем теплообмена с текучей средой, расширяемой первым декомпрессором 710, в качестве хладагента, а затем объединяется с текучей средой L1, прошедшей через многоступенчатый компрессор 40 200 и первый автономный теплообменник 410.

[126] Часть потока, в котором текучая среда, охлаждаемая первым автономным теплообменником 410, объединяется с текучей средой, охлаждаемой вторым автономным теплообменником 420, направляется к первому декомпрессору 710, а другая часть потока направляется ко второму декомпрессору 720.

45 [127] Текучая среда, охлаждаемая первым автономным теплообменником 410 или вторым автономным теплообменником 420 и направляющаяся к первому декомпрессору 710, может быть декомпрессирована до давления, требуемого для двигателя низкого давления, первым декомпрессором 710, и текучая среда, декомпрессируемая, чтобы

иметь более низкое давление и температуру, первым декомпрессором 710, может быть направлена ко второму автономному теплообменнику 420 для использования в качестве хладагента для охлаждения BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200. Текущая среда, прошедшая через первый декомпрессор 710 и второй автономный теплообменник 420, нагревается до температуры, требуемой для генератора, нагревателем 800, а затем направляется к генератору.

[128] Текущая среда, охлаждаемая первым автономным теплообменником 410 или вторым автономным теплообменником 420 и направляющаяся ко второму декомпрессору 720, частично повторно сжимается путем расширения вторым декомпрессором 720, а затем направляется к газожидкостному сепаратору 500.

[129] Текущая среда, направляющаяся к газожидкостному сепаратору 500 через второй декомпрессор 720, разделяется на сжиженный природный газ, образующийся в результате частичного повторного сжижения, и газообразный BOG газожидкостным сепаратором 500, причем повторно сжиженный природный газ, отделяемый газожидкостным сепаратором 500, направляется к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделяемый газожидкостным сепаратором 500, объединяется с BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения, а затем направляется к первому автономному теплообменнику 410.

[130]

[131] Фиг. 6 представляет собой схематическое изображение системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель низкого давления, согласно второму варианту выполнения настоящего изобретения.

[132] Система частичного повторного сжижения, применяемая на судне, включающем в себя двигатель низкого давления, показанная на Фиг. 6, отличается от системы частичного повторного сжижения, применяемой на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанной на Фиг. 5, тем, что часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию многоступенчатым компрессором 200, направляется к генератору и/или двигателю после прохождения через первый декомпрессор 710 и второй автономный теплообменник 420, и следующее далее описание будет сфокусировано на других конфигурациях системы частичного повторного сжижения согласно этому варианту выполнения. Описание деталей тех же компонентов, что и у судна, включающего в себя двигатель высокого давления, показанного на Фиг. 5, будет опущено.

[133] Со ссылкой на Фиг. 6, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, судно согласно этому варианту выполнения включает в себя первый автономный теплообменник 410, второй автономный теплообменник 420, многоступенчатый компрессор 200, первый декомпрессор 710 и второй декомпрессор 720.

[134] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, первый автономный теплообменник 410 выполнен с возможностью выполнения теплообмена между двумя потоками и охлаждает BOG L1, прошедший через многоступенчатый компрессор 200, с использованием BOG, выпускаемого из резервуара 100 для хранения, в качестве хладагента.

[135] На судне согласно этому варианту выполнения система частичного повторного сжижения выполнена с возможностью решения по существу той же задачи, что и в первом варианте выполнения, показанном на Фиг. 4, с использованием теплообменника, выполненного с возможностью выполнения теплообмена между двумя потоками текучей среды, тем самым обеспечивая большую эффективность теплообмена, чем

система частичного повторного сжижения согласно первому варианту выполнения.

[136] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, многоступенчатый компрессор 200 согласно этому варианту выполнения выполняет многоступенчатое сжатие по отношению к BOG, выпускаемому из резервуара 100 для хранения и проходящему через первый автономный теплообменник 410, и может включать в себя множество цилиндров 210, 220, 230, 240, 250 сжатия и множество охладителей 310, 320, 330, 340, 350.

[137] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, первый декомпрессор 710 согласно этому варианту выполнения расширяет часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию многоступенчатым компрессором 200 и проходящего через первый автономный теплообменник 410. Текучая среда, расширяемая первым декомпрессором 710, направляется ко второму автономному теплообменнику 420.

[138] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, система частичного повторного сжижения согласно этому варианту выполнения направляет BOG, расширяемый первым декомпрессором 710, ко второму автономному теплообменнику 420 для использования в качестве хладагента для теплообмена перед направлением к генератору на основе того факта, что у BOG, расширяемого для направления к генератору, понижается не только давление, но и температура. Таким образом, судно согласно этому варианту выполнения использует BOG, прошедший через первый декомпрессор 710, в качестве хладагента для дополнительного теплообмена во втором автономном теплообменнике 420, тем самым повышая эффективность повторного сжижения.

[139] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, второй автономный теплообменник 420 согласно этому варианту выполнения расположен параллельно первому автономному теплообменнику 410 и охлаждает BOG L2, который отделен от BOG L1, сжатого многоступенчатым компрессором 200 и направляющегося к первому автономному теплообменнику 410, путем теплообмена с использованием текучей среды, прошедшей через первый декомпрессор 710, в качестве хладагента.

[140] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, второй декомпрессор 720 согласно этому варианту выполнения расширяет другую часть BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200 и проходящего через первый автономный теплообменник 410. Текучая среда частично или полностью повторно сжимается путем сжатия многоступенчатым компрессором 200, охлаждения первым автономным теплообменником 410 или вторым автономным теплообменником 420 и расширения вторым декомпрессором 720.

[141] Первый декомпрессор 710 и второй декомпрессор 720 могут представлять собой расширительное устройство или расширительный клапан.

[142] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя газожидкостный сепаратор 500, который разделяет газообразный BOG и сжиженный природный газ, образующийся при частичном повторном сжижении BOG, прошедшего через второй декомпрессор 720. Сжиженный природный газ, отделенный газожидкостным сепаратором 500, может быть направлен к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделенный газожидкостным сепаратором 500, может быть направлен к линии, вдоль которой BOG направляется от резервуара 100 для хранения к первому автономному теплообменнику 410.

[143] В конструкции, в которой судно согласно этому варианту выполнения не включает в себя газожидкостный сепаратор 500, текучая среда, частично или полностью повторно сжиженная при прохождении через второй декомпрессор 720, может быть непосредственно направлена к резервуару 100 для хранения, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5.

[144] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя по меньшей мере один из первого клапана 610, управляющего расходом BOG, выпускаемого из резервуара 100 для хранения, при необходимости; третьего клапана 630, расположенного по ходу перед первым автономным теплообменником 410 и управляющего расходом BOG L1, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200 и направляющегося к первому автономному теплообменнику 410; и четвертого клапана 640, расположенного по ходу перед вторым автономным теплообменником 420 и управляющего расходом BOG L2, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200 и направляющегося ко второму автономному теплообменнику 420. Первый клапан 610 обычно может поддерживаться в открытом состоянии и может быть закрыт при обслуживании или осмотре резервуара 100 для хранения.

[145] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, судно согласно этому варианту выполнения может дополнительно включать в себя нагреватель 800, нагревающий BOG, направляющийся к генератору через первый декомпрессор 710 и второй автономный теплообменник 420.

[146] В конструкции, в которой судно включает в себя газожидкостный сепаратор 500, судно может дополнительно включать в себя второй клапан 620, который управляет расходом газообразного BOG, отделяемого газожидкостным сепаратором 500 и направляющегося к первому автономному теплообменнику 410, как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5.

[147] Далее приведено описание потока текучей среды в конструкции, в которой судно, включающее в себя двигатель низкого давления, согласно этому варианту выполнения включает в себя газожидкостный сепаратор 500 и нагреватель 800.

[148] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, BOG, образующийся в результате проникновения внешнего тепла внутрь резервуара 100 для хранения, выпускается из резервуара 100 для хранения, а затем направляется к первому автономному теплообменнику 410 после смешивания с BOG, отделяемым газожидкостным сепаратором 500, когда давление BOG достигает заданного или более высокого давления. Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и направляющийся к первому автономному теплообменнику 410, сжимается многоступенчатым компрессором 200 для использования в качестве хладагента для охлаждения BOG, подаваемого к первому автономному теплообменнику 410, путем теплообмена.

[149] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения и проходящий через первый автономный теплообменник 410, направляется к многоступенчатому компрессору 200. многоступенчатый компрессор 200 сжимает BOG до более высокого давления по сравнению с давлением, требуемым для двигателя низкого давления или генератора, для повышения эффективности теплообмена в первом автономном теплообменнике 410 и втором автономном теплообменнике 420.

[150] Среди BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200, часть BOG L1

направляется к первому автономному теплообменнику 410, а другая часть BOG L2 отделяется от BOG L1 и направляется ко второму автономному теплообменнику 420.

5 [151] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, BOG, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 и направляющийся к первому автономному теплообменнику 410, охлаждается путем теплообмена с
10 потоком, в котором BOG, выпускаемый из резервуара 100 для хранения, объединяется с BOG, отделяемым газожидкостным сепаратором 500, в качестве хладагента, а затем объединяется с текучей средой L2, прошедшей через многоступенчатый компрессор 200 и второй автономный теплообменник 420.

10 [152] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, BOG, сжимаемый многоступенчатым компрессором 200 и направляющийся ко второму автономному теплообменнику 420, охлаждается путем теплообмена с
15 текучей средой, расширяемой первым декомпрессором 710, в качестве хладагента, а затем объединяется с текучей средой L1, прошедшей через многоступенчатый компрессор 200 и первый автономный теплообменник 410.

[153] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, часть потока, в котором текучая среда, охлаждаемая первым автономным
20 теплообменником 410, объединяется с текучей средой, охлаждаемой вторым автономным теплообменником 420, направляется к первому декомпрессору 710, а другая часть потока направляется ко второму декомпрессору 720.

[154] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, текучая среда, охлаждаемая первым автономным теплообменником 410 или
25 вторым автономным теплообменником 420 и направляющаяся к первому декомпрессору 710, может быть декомпрессирована до давления, требуемого для двигателя низкого давления, первым декомпрессором 710, и текучая среда, декомпрессируемая, чтобы
30 иметь более низкое давление и температуру, первым декомпрессором 710, направляется ко второму автономному теплообменнику 420 для использования в качестве хладагента для охлаждения BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором 200. Текучая среда, прошедшая через первый декомпрессор 710 и второй автономный теплообменник
30 420, нагревается до температуры, требуемой для генератора, нагревателем 800, а затем направляется к генератору.

[155] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, текучая среда, охлаждаемая первым автономным теплообменником 410 или
35 вторым автономным теплообменником 420 и направляющаяся ко второму декомпрессору 720, частично повторно сжимается путем расширения вторым декомпрессором 720, а затем направляется к газожидкостному сепаратору 500.

[156] Как и на судне, включающем в себя двигатель высокого давления, показанном на Фиг. 5, текучая среда, направляющаяся к газожидкостному сепаратору 500 через
40 второй декомпрессор 720, разделяется на сжиженный природный газ, образующийся в результате частичного повторного сжижения, и газообразный BOG газожидкостным сепаратором 500, причем повторно сжиженный природный газ, отделяемый газожидкостным сепаратором 500, направляется к резервуару 100 для хранения, а газообразный BOG, отделяемый газожидкостным сепаратором 500, объединяется с BOG, выпускаемым из резервуара 100 для хранения, а затем направляется к первому
45 автономному теплообменнику 410.

[157]

[158] Хотя в данном документе были описаны некоторые варианты выполнения, следует понимать, что эти варианты выполнения обеспечены только для иллюстрации

и никоим образом не должны истолковываться как ограничивающее настоящее изобретение, и что различные модификации, изменения, вариации и эквивалентные варианты выполнения могут быть сделаны специалистом в области техники без отклонения от сущности и объема охраны изобретения.

5

(57) Формула изобретения

1. Судно, включающее в себя двигатель, причем судно содержит:

первый автономный теплообменник, выполняющий теплообмен по отношению к отпарному газу (BOG), выпускаемому из резервуара для хранения;

10 многоступенчатый компрессор, сжимающий BOG, выпускаемый из резервуара для хранения и проходящий через первый автономный теплообменник, на нескольких ступенях;

первый декомпрессор, расширяющий часть BOG, прошедшего через первый автономный теплообменник после сжатия многоступенчатым компрессором;

15 второй декомпрессор, расширяющий другую часть BOG, прошедшего через первый автономный теплообменник после сжатия многоступенчатым компрессором; и

второй автономный теплообменник, охлаждающий часть BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором, путем теплообмена с использованием текучей среды, расширяемой первым декомпрессором, в качестве хладагента,

20 причем первый автономный теплообменник охлаждает другую часть BOG, сжимаемого многоступенчатым компрессором, с использованием BOG, выпускаемого из резервуара для хранения, в качестве хладагента.

2. Судно по п. 1, в котором BOG, прошедший через второй декомпрессор, направляется к резервуару для хранения.

25 3. Судно по п. 1, дополнительно содержащее:

газожидкостный сепаратор, расположенный по ходу после второго декомпрессора и отделяющий сжиженный газ, образующийся в результате повторного сжижения BOG, и газообразный BOG друг от друга,

30 в котором сжиженный газ, отделяемый вторым газожидкостным сепаратором, направляется к резервуару для хранения, а газообразный BOG, отделяемый вторым газожидкостным сепаратором, направляется к первому автономному теплообменнику.

4. Судно по п. 1, в котором часть BOG, прошедшего через многоступенчатый компрессор, направляется к двигателю высокого давления.

35 5. Судно по п. 1, в котором BOG, прошедший через первый декомпрессор и второй автономный теплообменник, направляется к по меньшей мере одному из генератора и двигателя низкого давления.

6. Судно по п. 5, дополнительно содержащее:

40 нагреватель, расположенный на линии, вдоль которой BOG, прошедший через первый декомпрессор и второй автономный теплообменник, направляется к генератору, когда BOG, прошедший через первый декомпрессор и второй автономный теплообменник, направляется к генератору.

7. Способ обработки отпарного газа для судна, содержащий этапы, на которых:

1) выполняют многоступенчатое сжатие по отношению к отпарному газу (BOG), выпускаемому из резервуара для хранения;

45 2) охлаждают часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию, путем теплообмена с BOG, выпускаемым из резервуара для хранения;

3) охлаждают другую часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию, путем теплообмена с текучей средой, расширяемой первым декомпрессором,

4) объединяют текучую среду, охлажденную на этапе 2), с текучей средой, охлажденной на этапе 3), и

5) используют часть текучей среды, объединенной на этапе 4), в качестве хладагента на этапе 3) после расширения первым декомпрессором, при этом повторно сжижают другую часть текучей среды, объединенной на этапе 4), путем расширения.

8. Способ по п. 7, дополнительно содержащий этапы, на которых:

6) отделяют друг от друга газообразный BOG и сжиженный газ, образующийся в результате частичного повторного сжижения BOG, расширенного на этапе 5); и

7) направляют сжиженный газ, отделенный на этапе 6), к резервуару для хранения и объединяют газообразный газ BOG, отделенный на этапе 6), с BOG, выпускаемым из резервуара для хранения, для использования в качестве хладагента для теплообмена на этапе 2).

9. Способ по п. 7 или 8, в котором часть BOG, подвергаемого многоступенчатому сжатию на этапе 1), направляют к двигателю высокого давления.

10. Способ по п. 7 или 8, в котором текучую среду, расширенную первым декомпрессором и использованную в качестве хладагента для теплообмена, направляют к по меньшей мере одному из генератора и двигателя низкого давления.

20

25

30

35

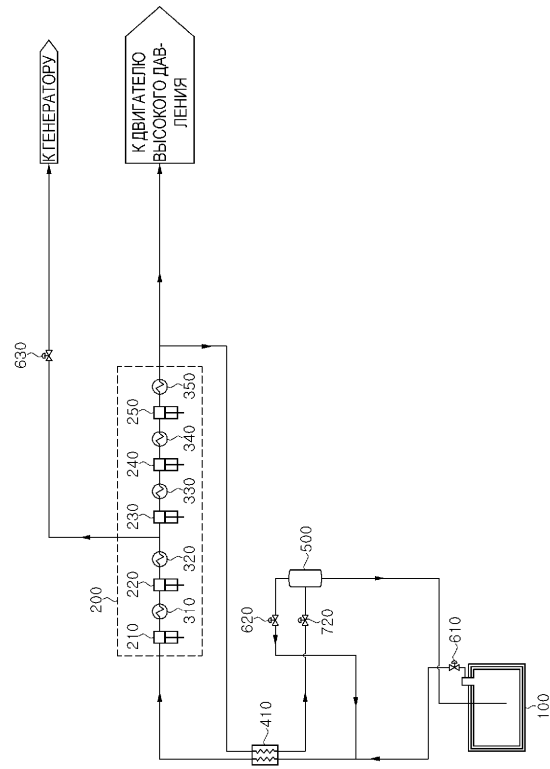
40

45

1

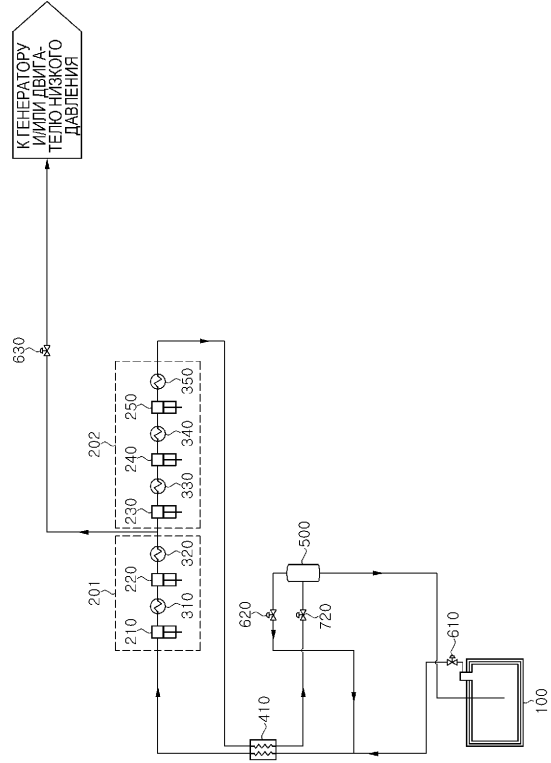
1/7

ФИГ. 1

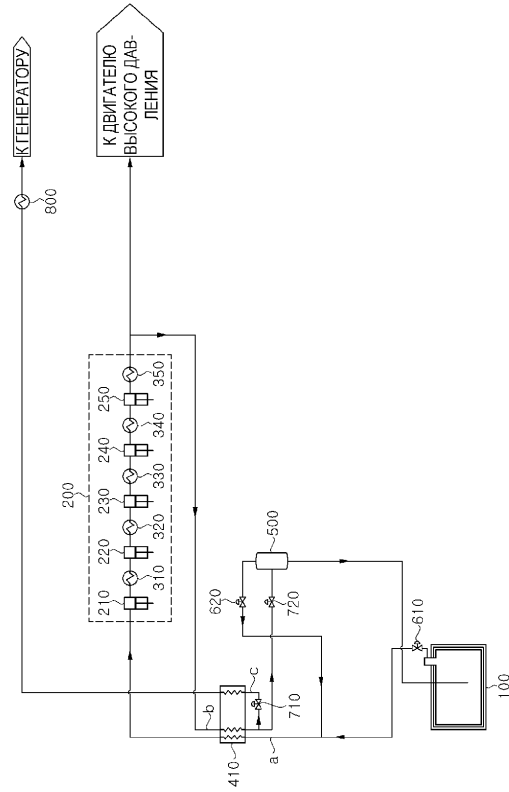


2

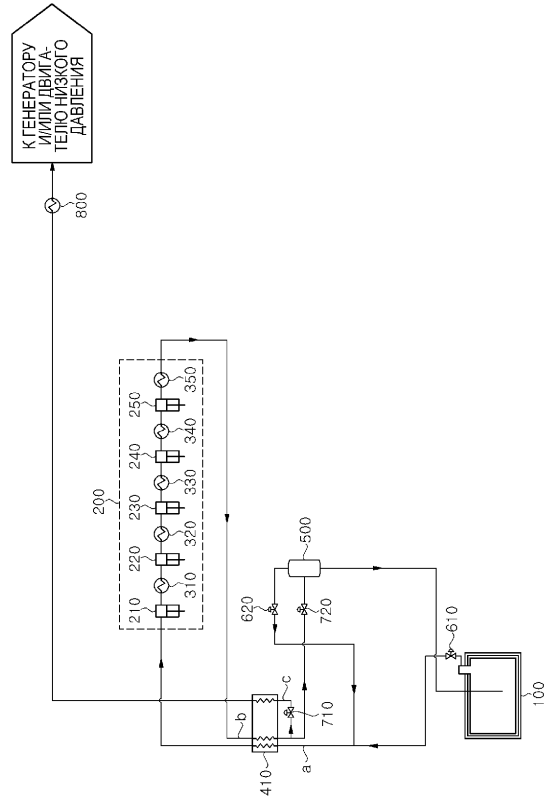
ФИГ. 2



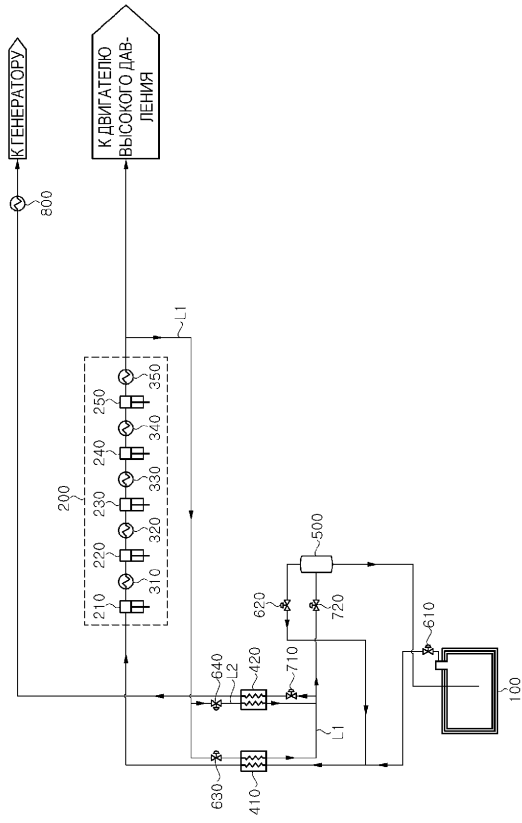
ФИГ. 3



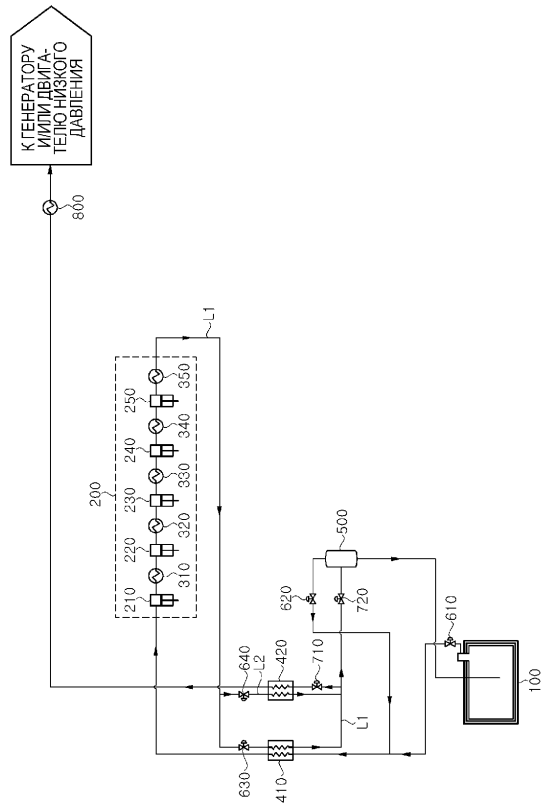
ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7

