



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013112555/11, 25.08.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.08.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
25.08.2010 NO 20101189

(43) Дата публикации заявки: 27.09.2014 Бюл. № 27

(45) Опубликовано: 10.08.2015 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 2795937 A, 18.06.1957. SU 543360 A3, 15.01.1977. US 3864918 A, 11.02.1975. US 2006053806 A1, 16.03.2006. RU 2440273 C2, 20.01.2012. EP 1348620 A1, 01.10.2003. JP 2006348752 A, 28.12.2006. RU 2334646 C1, 27.09.2008

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 25.03.2013

(86) Заявка РСТ:
NO 2011/000235 (25.08.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/026828 (01.03.2012)

Адрес для переписки:
197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-ПАТЕНТ" М.В. Хмара

(72) Автор(ы):
ОРСЕТ Харальд (NO)

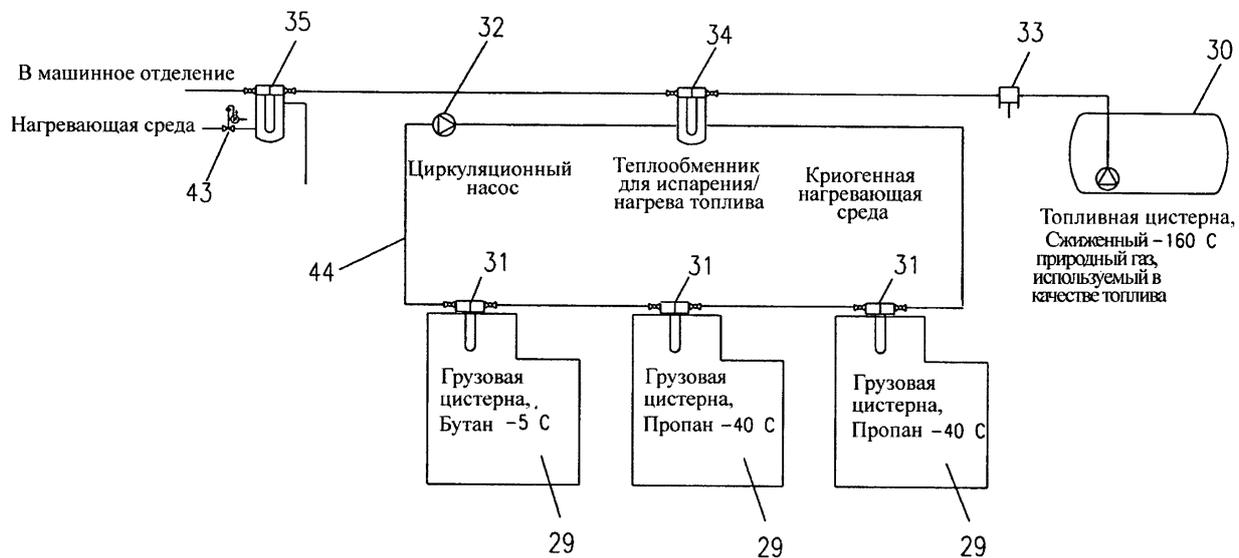
(73) Патентообладатель(и):
ВЯРТСИЛЯ ОЙЛ ЭНД ГЭС СИСТЕМЗ АС (NO)

(54) СПОСОБ И СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОПЛИВА В ВИДЕ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ СУДНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области транспортировки по морю сжиженных газов, в частности сжиженных газов с температурой кипения выше 48°C. Для обеспечения топлива в виде сжиженного природного газа для судна (1, 6) используют первый сжиженный газ. По меньшей мере одну грузовую цистерну (2, 7) используют для второго сжиженного газа (груза). Первый сжиженный газ имеет более низкую температуру кипения, чем второй. Тепло для испарения и/или нагрева первого сжиженного

газа частично отбирают от содержимого грузовой цистерны. Часть тепла получают посредством теплообмена с испарениями содержимого грузовой цистерны и конденсации этих испарений. Достигается безопасность использования судна для окружающей среды, уменьшение количества охлаждающих модулей для повторного сжижения и соответствующих трубопроводных и электрокабельных систем, уменьшение затрат энергии. 2 н. и 13 з.п. ф-лы, 8 ил.



Непрямой теплообмен, первая ступень которого расположена в грузовых цистернах — для двухтактного и четырехтактного двигателей

ФИГ. 7

RU 2559433 C2

RU 2559433 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B63H 21/14 (2006.01)
B63B 25/12 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013112555/11, 25.08.2011
 (24) Effective date for property rights: 25.08.2011
 Priority:
 (30) Convention priority: 25.08.2010 NO 20101189
 (43) Application published: 27.09.2014 Bull. № 27
 (45) Date of publication: 10.08.2015 Bull. № 22
 (85) Commencement of national phase: 25.03.2013
 (86) PCT application: NO 2011/000235 (25.08.2011)
 (87) PCT publication: WO 2012/026828 (01.03.2012)
 Mail address: 197101, Sankt-Peterburg, a/ja 128, "ARS-PATENT" M.V. Khmara

(72) Inventor(s): **ORSET Kharal'd (NO)**
 (73) Proprietor(s): **WARTSILA OIL & GAS SYSTEMS AS (NO)**

(54) **METHOD AND SYSTEM OF FUEL FEED AS LIQUEFIED NATURAL GAS TO SHIP**

(57) Abstract:

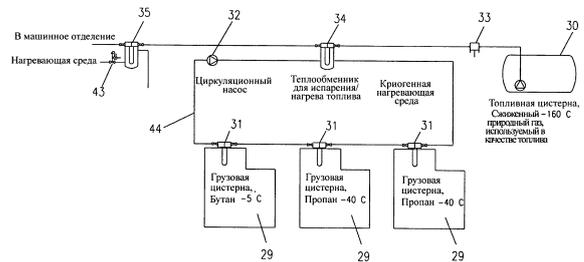
FIELD: transport.

SUBSTANCE: invention relates to sea transportation of liquefied gas with boiling temperature of -48°C. To produce fuel as liquefied natural gas for ship (1, 6) first liquefied gas is used. At least one tank (2, 7) is used for second liquefied gas. First liquefied gas features lower boiling temperature than the first one. Heat for evaporation and/or heating of first liquefied gas is partially bled from cargo tank content, Portion of heat is obtained via heat exchange with evaporations of cargo tank content and condensation of said evaporations.

EFFECT: safe use of the ship, reduced number of

cooling modules for re-liquefaction, pipelines and electric cables, electric power saving.

15 cl, 8 dwg



Непрямой теплообмен, первая ступень которого расположена в грузовых цистернах - для двухтактного и четырехтактного двигателей
 ФИГ. 7

RU 2 559 433 C2

RU 2 559 433 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области транспортировки по морю сжиженных газов, в частности сжиженных газов с температурой кипения выше -48°C .

5 Примерами таких сжиженных газов являются пропан, бутаны, пропилены, винилхлорид, бутадиен, бутилены, аммиак и т.д.

Общим названием для пропана и бутана является название «сжиженный нефтяной газ».

Изобретение может также в некоторой степени быть применено к газам с температурой кипения до -105°C , например, таким газам, как этилен и этан.

10 Уровень техники

В последние годы большое внимание было привлечено к качеству топлива для судов. Общепринятым топливом для океанских судов до настоящего времени было тяжелое дизельное топливо различного качества. Однако из-за загрязнения окружающей среды в будущем будут введены ограничения на его использование.

15 В качестве альтернативы тяжелому дизельному топливу предлагается использовать природный газ (главным образом метан), который уже применялся в судах различных типов. Природный газ является экологически чистым топливом, почти не производящим выбросов оксидов азота и твердых частиц, а также производящим приблизительно на 25% меньше выбросов CO_2 по сравнению с тяжелым дизельным топливом.

20 Раскрытие изобретения

Задача настоящего изобретения - сделать природный газ пригодным и выгодным топливом для судов, транспортирующих сжиженные газы с температурами кипения выше -48°C , и в некоторой степени для судов, транспортирующих сжиженные газы с температурами кипения до -105°C .

25 Природный газ как топливо для судов принимается в жидком состоянии и хранится в отдельных топливных цистернах, которые могут иметь различные конфигурации.

Температура хранения сжиженного природного газа составляет приблизительно -160°C .

30 Однако температура природного газа перед его поступлением по меньшей мере в один двигатель сгорания, находящийся в машинном отделении, должна быть приблизительно равна температуре окружающей среды.

Поэтому сжиженный природный газ необходимо испарять и нагревать перед использованием в двигателях.

35 Суда для транспортировки сжиженных газов, о которых говорилось выше, обычно снабжены поглощающими тепло устройствами для повторного сжижения испаряющихся газов (т.е. груза).

Несмотря на то, что грузовые цистерны теплоизолированы, некоторое количество тепла проникает внутрь грузовых цистерн, и некоторая часть груза испаряется во время плавания и при нахождении в порту.

40 Для удержания давления газа в грузовых цистернах на допустимом уровне испарившийся газ необходимо конденсировать в установке для повторного сжижения газов и возвращать в грузовую цистерну в жидком состоянии.

45 Базовой идеей настоящего изобретения является объединение процесса потребления тепла для испарения и/или нагрева сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива для приведения в движение судна, и процесса выделения тепла от конденсации испарившихся газов из грузовых цистерн.

Предварительные расчеты показывают приблизительный баланс между потреблением тепла для испарения и/или нагрева необходимого количества сжиженного природного

газа для приведения в движение судна и одновременным выделением тепла при повторном сжижении испарившегося количества груза.

Этот же принцип теплообмена также обычно применим для плавания с балластом, когда грузовые цистерны почти свободны от жидкого содержимого, но при этом удерживаются в холодном состоянии с паровой атмосферой. Проникновение тепла из окружающей среды стремится повысить давление паров в грузовой цистерне, но теплообмен со сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива, удерживает давление на низком уровне, что также выгодно для эффективной загрузки груза в следующем порту.

В случаях, когда расчеты показывают значительную разность между потреблением тепла для испарения и/или частичного нагрева сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, и выделением тепла при повторном сжижении груза, толщина теплоизоляции грузовых цистерн может быть использована в качестве параметра для установления баланса.

Испарение и/или нагрев сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, и одновременная конденсация сжиженного груза могут выполняться в одном или более теплообменнике, а в случае, если судно предназначено для одновременной транспортировки двух или более разных грузов, представляющих собой сжиженные газы, должно иметься соответствующее количество теплообменников для изоляции грузов друг от друга.

Альтернативно, теплообмен между сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива, и испарившимся грузом может происходить в паровой среде каждой грузовой цистерны; например, сжиженный природный газ, используемый в качестве топлива, может перемещаться в трубчатых змеевиках, а трубчатые змеевики могут быть снабжены ребрами для улучшения теплообмена.

Также может быть применена система непрямого передачи тепла, в которой тепло от конденсации груза передается некоторой циркулирующей третьей среде (например, пропановой), а от этой третьей среды тепло передается в теплообменнике сжиженному природному газу, используемому в качестве топлива, для его испарения и/или нагрева.

Судно для транспортировки сжиженного газа, использующее в качестве топлива сжиженный природный газ, очень привлекательно с точки зрения безопасности для окружающей среды, поскольку оно не выбрасывает в атмосферу вредные вещества и парниковые газы; ожидается, что такое судно будет соответствовать всем будущим стандартам и законам в этой области.

Кроме того, следующие значительные экономические выгоды обеспечиваются настоящим изобретением по сравнению с использованием тяжелых дизельных топлив для приведения судов в движение:

- уменьшенное количество охлаждающих модулей для повторного сжижения и уменьшенное количество соответствующих трубопроводных и электрокабельных систем, поскольку теперь эти охлаждающие модули по существу будут выполнять функцию лишь вспомогательных средств, а основным средством для повторного сжижения будет теплообмен с процессом испарения и/или нагрева сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива;

- уменьшенные (или нулевые) затраты энергии на функционирование установки для повторного сжижения во время плавания с грузом.

Маршевые двигатели, использующие в качестве топлива сжиженный природный газ, обычно являются двухтактными или четырехтактными.

Двигатели этих двух типов имеют разные системы подачи газа в двигатель.

Двухтактные газовые двигатели обычно предназначены для приема газового топлива (в качестве которого используется сжиженный природный газ) в состоянии сверхкритической жидкости с давлением в диапазоне 200-300 бар и при температуре окружающей среды (20-40°C).

5 Один насос высокого давления установлен на палубе для подачи сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, в сверхкритическом состоянии в машинное отделение, а также имеются средства для всасывания/подачи этого сжиженного природного газа из цистерны, в которой он хранится.

10 Рост температуры сжиженного природного газа при его прохождении через насос, согласно оценкам, находится в диапазоне от 15°C до 20°C, а оставшийся рост температуры от приблизительно -140°C до приблизительно температуры окружающей среды, согласно настоящему изобретению, обеспечивается (в той степени, в которой это практически осуществимо) посредством передачи тепла от повторного сжижения груза через теплообменники, расположенные на палубе, и/или посредством передачи 15 тепла в паровом пространстве грузовых цистерн.

Окончательный нагрев до температуры окружающей среды обеспечивается другим источником тепла, таким как пар, смесь гликоля и воды и т.п.

Четырехтактные газовые двигатели обычно предназначены для приема газа с давлением из диапазона 3-6 бар и при температуре окружающей среды (20-40°C).

20 В случае с четырехтактными двигателями сжиженный природный газ сначала должен быть испарен, а затем нагрет от температуры хранения, которая составляет приблизительно -160°C, до приблизительно температуры окружающей среды.

В случае с четырехтактными двигателями, как и в случае с двухтактными двигателями, согласно настоящему изобретению тепло для испарения и нагрева сжиженного 25 природного газа предоставляется (в той степени, в которой это практически осуществимо) посредством передачи тепла от повторного сжижения груза через теплообменники, расположенные на палубе, и/или, альтернативно, посредством передачи тепла в паровом пространстве грузовых цистерн.

30 Как и в случае с двухтактными двигателями, окончательный нагрев до температуры окружающей среды обеспечивается отдельно другим источником тепла, таким как пар, смесь гликоля и воды и т.п.

Типы и расположения цистерн для хранения сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, могут быть разными от случая к случаю, а типовые расположения показаны на прилагаемых фигурах 1 и 2.

35 В случае, когда все грузовые цистерны снабжены устройствами для теплообмена в паровом пространстве, дополнительные устройства для работы с испарившимся грузом не требуются, когда в качестве топлива для судна используется сжиженный природный газ.

40 В случае, когда по меньшей мере один теплообменник установлен снаружи грузовых цистерн, может дополнительно быть необходимо установить компрессор (предпочтительно, выполненный с возможностью регулировки скорости работы) со средствами для всасывания испарившегося газа из грузовых цистерн.

Сущность и объем изобретения определены независимыми пунктами 1 и 9 формулы изобретения.

45 Краткое описание чертежей

Фигура 1 - вид в разрезе первого судна, пригодного для использования настоящего изобретения,

фигура 2 - вид в разрезе второго судна, пригодного для использования настоящего

изобретения,

фигуры 3-8 - принципиальные схемы различных предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения.

Осуществление изобретения

5 Фигура 1 показывает типовое судно полурефрижераторного типа для транспортировки сжиженного газа.

Показаны две типовые цилиндрические грузовые цистерны, представляющие собой сосуды высокого давления; однако в полурефрижераторных судах различных проектов количество и форма этих грузовых цистерн могут быть другими (например, эти грузовые

10 цистерны могут быть сферическими, двураздельными и т.д.).

1 - типовое судно полурефрижераторного типа,

2 - типовые грузовые цистерны для сжиженного нефтяного газа и других сжиженных грузов, описанные выше,

3 - по меньшей мере одна цистерна для хранения сжиженного природного газа,

15 используемого в качестве топлива,

4 - по меньшей мере один главный двигатель, использующий сжиженный природный газ в качестве источника энергии,

5 - рубка для размещения компонентов установки для повторного сжижения, а также для размещения оборудования для других действий с грузом.

20 Фигура 2 показывает типовое судно полностью рефрижераторного типа для транспортировки сжиженного газа.

Показаны три типовые призматические грузовые цистерны; однако в полностью рефрижераторных судах различных проектов количество этих грузовых цистерн может быть другим.

25 6 - типовое судно полностью рефрижераторного типа,

7 - типовые грузовые цистерны для сжиженного нефтяного газа и других сжиженных грузов, описанные выше,

8 - по меньшей мере одна цистерна для хранения сжиженного природного газа,

используемого в качестве топлива,

30 9 - по меньшей мере один главный двигатель, использующий сжиженный природный газ в качестве источника энергии,

10 - рубка для размещения компонентов установки для повторного сжижения, а также для размещения оборудования для других действий с грузом.

Фигура 3 показывает принципиальную схему судна полностью рефрижераторного

35 типа для транспортировки сжиженного газа; судно имеет по меньшей мере один двухтактный главный двигатель и прямой теплообмен между сжиженным грузом и топливным газом, происходящий в паровом пространстве грузовых цистерн.

11 - три грузовые цистерны полностью рефрижераторного типа,

12 - цистерна для хранения сжиженного природного газа, используемого в качестве

40 топлива, с интегрированными устройствами для подачи этого сжиженного природного газа (погружным насосом, как показано, или подобными устройствами),

13 - теплообменники, находящиеся в паровом пространстве грузовых цистерн,

14 - насос высокого давления для сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива,

45 15 - теплообменник для находящегося в сверхкритическом состоянии сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, доводящий температуру этого газа до температуры окружающей среды с использованием пара (или другого теплоносителя) в качестве нагревающей среды,

43 - клапан-регулятор температуры топлива, подаваемого в двигатель.

Фигура 4 показывает принципиальную схему судна полностью рефрижераторного типа для транспортировки сжиженного газа; судно имеет по меньшей мере один четырехтактный главный двигатель и прямой теплообмен между сжиженным грузом

и топливным газом, происходящий в паровом пространстве грузовых цистерн.

16 - три грузовые цистерны полностью рефрижераторного типа,

17 - цистерна для хранения сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, с интегрированными устройствами для подачи этого сжиженного природного газа (погружным насосом, как показано, или подобными устройствами),

18 - теплообменники, находящиеся в паровом пространстве грузовых цистерн,

19 - теплообменник для испарившегося сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, доводящий температуру этого газа до температуры окружающей среды с использованием пара (или другого теплоносителя) в качестве нагревающей среды,

43 - клапан-регулятор температуры топлива, подаваемого в двигатель.

Фигура 5 показывает принципиальную схему судна полностью рефрижераторного типа для транспортировки сжиженного газа; судно имеет по меньшей мере один двухтактный главный двигатель; теплообмен между сжиженным грузом и топливным газом, находящимся в состоянии сверхкритической жидкости, происходит в

теплообменниках, установленных на палубе.

20 - цистерна для хранения сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, с интегрированными устройствами для подачи этого сжиженного природного газа (погружным насосом, как показано, или подобными устройствами),

21 - насос высокого давления для сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива,

22 - теплообменники, установленные на палубе; показаны два отдельных теплообменника, каждый из которых может одновременно пропускать через себя два отдельных груза,

23 - компрессоры для всасывания испарившегося груза из грузовых цистерн и для их пропускания через теплообменники с достаточным давлением для того, чтобы в грузовые цистерны возвращался конденсат,

24 - теплообменник для находящегося в сверхкритическом состоянии сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, доводящий температуру этого газа до температуры окружающей среды с использованием пара (или другого теплоносителя) в качестве нагревающей среды,

43 - клапан-регулятор температуры топлива, подаваемого в двигатель,

45 - каналы для пара, соединенные с грузовыми цистернами (не показаны),

46 - каналы для конденсата, соединенные с грузовыми цистернами (не показаны).

Фигура 6 показывает принципиальную схему судна полностью рефрижераторного типа или полурефрижераторного типа для транспортировки сжиженного газа; судно имеет по меньшей мере один четырехтактный главный двигатель; теплообмен между сжиженным грузом и топливным газом происходит в теплообменниках, установленных на палубе.

25 - цистерна для хранения сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, с интегрированными устройствами для подачи этого сжиженного природного газа (погружным насосом, как показано, или подобными устройствами),

26 - теплообменники, установленные на палубе; показаны два отдельных теплообменника, каждый из которых может одновременно пропускать через себя два

отдельных груза,

27 - компрессоры для всасывания испарившегося груза из грузовых цистерн и для их пропускания через теплообменники с достаточным давлением для того, чтобы в грузовые цистерны возвращался конденсат,

5 28 - теплообменник для испарившегося сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, доводящий температуру этого газа до температуры окружающей среды с использованием пара (или другого теплоносителя) в качестве нагревающей среды,

43 - клапан-регулятор температуры топлива, подаваемого в двигатель,

10 45 - каналы для пара, соединенные с грузовыми цистернами (не показаны),

46 - каналы для конденсата, соединенные с грузовыми цистернами (не показаны).

Фигура 7 показывает принципиальную схему судна полностью рефрижераторного типа для транспортировки сжиженного газа; судно имеет по меньшей мере один двухтактный или четырехтактный главный двигатель; теплообмен является
15 двухступенчатым: сначала осуществляется теплообмен в паровом пространстве грузовых цистерн между испарившимся грузом и циркулирующей криогенной жидкостью, а затем осуществляется теплообмен в теплообменнике, установленном на палубе, между циркулирующей криогенной жидкостью и сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива.

20 29 - три грузовые цистерны полностью рефрижераторного типа,

30 - цистерна для хранения сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, с интегрированными устройствами для подачи сжиженного природного газа (погружным насосом, как показано, или подобными устройствами),

25 31 - теплообменники в паровом пространстве грузовых цистерн, предназначенные для нагрева циркулирующей криогенной жидкости,

32 - циркуляционный насос для криогенной текучей среды (пропана или подобной), предназначенной для переноса тепла,

33 - насос высокого давления (в случае двухтактного главного двигателя) для сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива,

30 34 - теплообменник, установленный на палубе, для теплообмена между циркулирующей криогенной текучей средой и сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива,

35 35 - теплообменник для находящегося в состоянии сверхкритической жидкости (в случае двухтактного двигателя) или испарившегося (в случае четырехтактного двигателя) сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, доводящий температуру этого газа до температуры окружающей среды с использованием пара (или другого теплоносителя) в качестве нагревающей среды,

43 - клапан-регулятор температуры топлива, подаваемого в двигатель,

44 - замкнутый контур для криогенной текучей среды.

40 Фигура 8 показывает принципиальную схему судна полностью рефрижераторного типа или полурефрижераторного типа для транспортировки сжиженного газа; судно имеет по меньшей мере один двухтактный или четырехтактный главный двигатель; теплообмен является двухступенчатым: сначала осуществляется теплообмен в теплообменниках, установленных на палубе, между испарившимся грузом и
45 циркулирующей криогенной жидкостью, а затем в еще одном теплообменнике, установленном на палубе, осуществляется теплообмен между циркулирующей криогенной жидкостью и сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива.

36 - цистерна для хранения сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, с интегрированными устройствами для подачи сжиженного природного газа (погружным насосом, как показано, или подобным устройством),

37 - теплообменники, установленные на палубе; показаны два отдельных теплообменника, каждый из которых может одновременно пропускать через себя два отдельных груза,

38 - компрессоры для всасывания испарившегося груза из грузовых цистерн и для их пропускания через теплообменники с достаточным давлением для того, чтобы в грузовые цистерны возвращался конденсат,

39 - циркуляционный насос для криогенной текучей среды (пропана или подобной), предназначенной для переноса тепла,

40 - насос высокого давления (в случае двухтактного главного двигателя) для сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива,

41 - теплообменник, установленный на палубе, для теплообмена между циркулирующей криогенной текучей средой и сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива,

42 - теплообменник для находящегося в состоянии сверхкритической жидкости (в случае двухтактного двигателя) или испарившегося (в случае четырехтактного двигателя) сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, доводящий температуру этого газа до температуры окружающей среды с использованием пара (или другого теплоносителя) в качестве нагревающей среды,

43 - клапан-регулятор температуры топлива, подаваемого в двигатель,

44 - замкнутый контур для криогенной текучей среды,

45 - каналы для пара, соединенные с грузовыми цистернами (не показаны),

46 - каналы для конденсата, соединенные с грузовыми цистернами (не показаны).

Описание процесса

Рассмотрим случай двухтактного двигателя и принципиальную схему, показанную на фигуре 3. Сжиженный природный газ, используемый в качестве топлива и находящийся в цистерне (12), подается в насос (14) высокого давления, который повышает давление до уровня выше критического давления. При таком давлении не происходит испарение жидкости, и сжиженная текучая среда последовательно нагревается путем конденсации груза в теплообменниках (13), установленных в паровом пространстве грузовых цистерн. В заключение сжиженный природный газ, используемый в качестве топлива, нагревается выше критической температуры в теплообменнике (15) до температуры, которая требуется двигателем. Этот нагрев регулируется клапаном-регулятором (43) температуры, который регулирует подачу теплоносителя в теплообменник (15).

Рассмотрим альтернативный случай, показанный на фигуре 5. Конденсация груза может происходить в теплообменниках (22), установленных на палубе. Компрессоры (23) всасывают груз из каналов (45) для пара и возвращают его в грузовые цистерны через каналы (46) для конденсата.

Рассмотрим случай четырехтактного двигателя и принципиальную схему, показанную на фигуре 4. Сжиженный природный газ, используемый в качестве топлива и находящийся в цистерне (17), подается без повышения давления в теплообменники (18), установленные по параллельной схеме, где он испаряется при постоянной температуре. Испарившийся сжиженный природный газ, используемый в качестве топлива, дополнительно нагревается в теплообменнике (19) для испарившегося сжиженного природного газа до температуры, которая требуется двигателем. Этот нагрев

регулируется клапаном-регулятором (43) температуры, который регулирует подачу теплоносителя в теплообменник (19).

Рассмотрим альтернативный случай, показанный на фигуре 6. Конденсация груза может происходить в теплообменниках (26), установленных на палубе. Компрессоры (27) всасывают груз из каналов (45) для пара и возвращают его в грузовые цистерны через каналы (46) для конденсата.

Рассмотрим альтернативу для обоих описанных выше случаев, которая показана на фигуре 7. Конденсация груза может происходить в грузовых цистернах (29), при этом тепло переносится к одному теплообменнику (34), установленному на палубе, циркулирующей криогенной жидкостью, находящейся в замкнутом контуре (44).

Рассмотрим альтернативу для обоих описанных выше случаев, которая показана на фигуре 8. Как конденсация груза, так и испарение/нагрев сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива, происходят в теплообменниках (37, 41), установленных на палубе. Как и в случае, показанном на фигуре 6, компрессоры (38) всасывают груз из каналов (45) для пара и возвращают его в грузовые цистерны через каналы (46) для конденсата.

Формула изобретения

1. Способ испарения и/или нагрева первого сжиженного газа, используемого в качестве топлива для судна (1, 6), имеющего по меньшей мере одну грузовую цистерну (2, 7), содержащую второй сжиженный газ, при этом первый сжиженный газ имеет более низкую температуру кипения, чем второй сжиженный газ, а тепло для испарения и/или нагрева первого сжиженного газа отбирают по меньшей мере частично от содержимого указанной по меньшей мере одной грузовой цистерны, отличающийся тем, что по меньшей мере часть указанного тепла получают посредством теплообмена с испарениями содержимого указанной по меньшей мере одной грузовой цистерны и конденсации этих испарений.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что первый сжиженный газ представляет собой сжиженный природный газ.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что температура кипения второго сжиженного газа выше, чем -105°C .

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что температура кипения второго сжиженного газа выше, чем -48°C .

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что второй сжиженный газ представляет собой сжиженный нефтяной газ.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что теплообмен между сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива, и испарениями осуществляют в паровом пространстве в верхней части указанной по меньшей мере одной грузовой цистерны (16).

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что теплообмен между сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива, и испарениями осуществляют в отдельно установленных теплообменниках (22, 26).

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что теплообмен между сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива, и испарениями осуществляют опосредованно через криогенную среду, циркулирующую в контуре (44), включающем второй теплообменник (34) между криогенной средой и подлежащим нагреву сжиженным природным газом.

9. Система обеспечения топлива в виде сжиженного природного газа для приведения

в движение судна (1, 6), имеющего по меньшей мере одну грузовую цистерну (11) для сжиженного газа, который имеет более высокую температуру, чем сжиженный природный газ, содержащая источник (12, 20) сжиженного природного газа и по меньшей мере один первый теплообменник (13, 22) для испарения и/или нагрева этого сжиженного природного газа, при этом тепло отбирается по меньшей мере частично от содержимого указанной по меньшей мере одной грузовой цистерны, отличающаяся тем, что предусмотрены средства снабжения указанного по меньшей мере одного первого теплообменника теплом от испарений газов, находящихся в указанной по меньшей мере одной грузовой цистерне.

10. Система по п.9, отличающаяся тем, что содержит одну или более вспомогательную установку, предназначенную только для повторного сжижения испарений груза, не сконденсировавшихся испарением сжиженного природного газа, используемого в качестве топлива.

11. Система по п.9, отличающаяся тем, что первый теплообменник (13, 31) расположен в паровом пространстве в верхней части грузовой цистерны (11, 29).

12. Система по п.9, отличающаяся тем, что первый теплообменник представляет собой отдельно установленный теплообменник (22, 26).

13. Система по п.9, отличающаяся тем, что содержит контур (44) с циркулирующей криогенной средой для непрямого теплообмена между сжиженным природным газом, используемым в качестве топлива, и испарениями груза, причем в контуре (44) имеется второй теплообменник (34), обеспечивающий теплообмен между криогенной средой и подлежащим нагреву сжиженным природным газом.

14. Система по п.9, отличающаяся тем, что содержит компрессор (23) для доставки испарений груза к указанному первому теплообменнику (26).

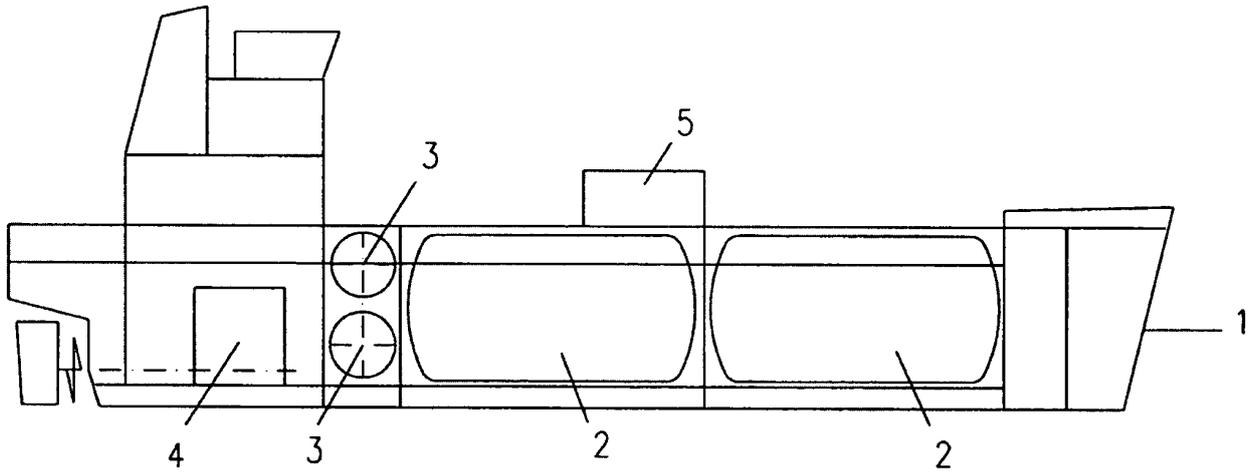
15. Система по п.14, отличающаяся тем, что компрессор (23) также используется во вспомогательной системе для повторного сжижения испарений груза.

30

35

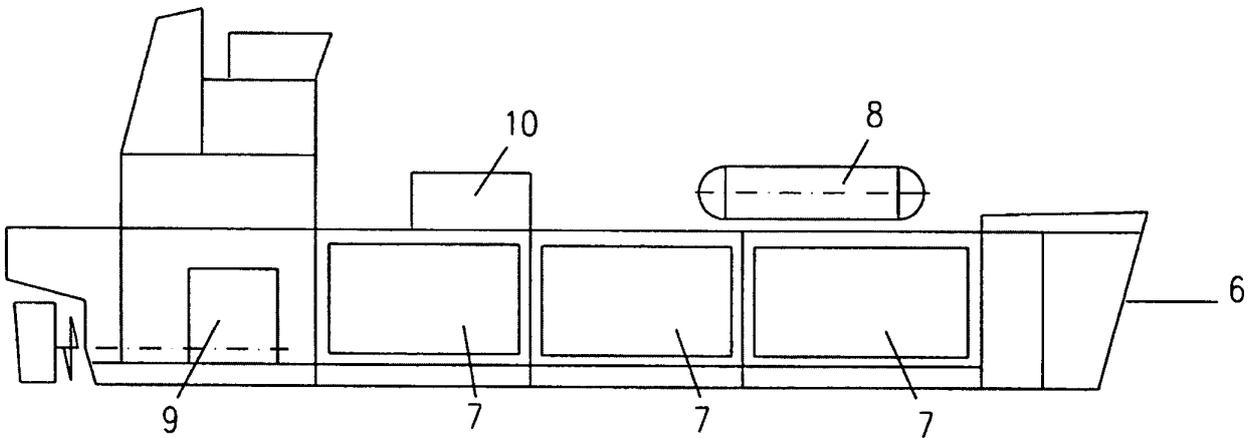
40

45



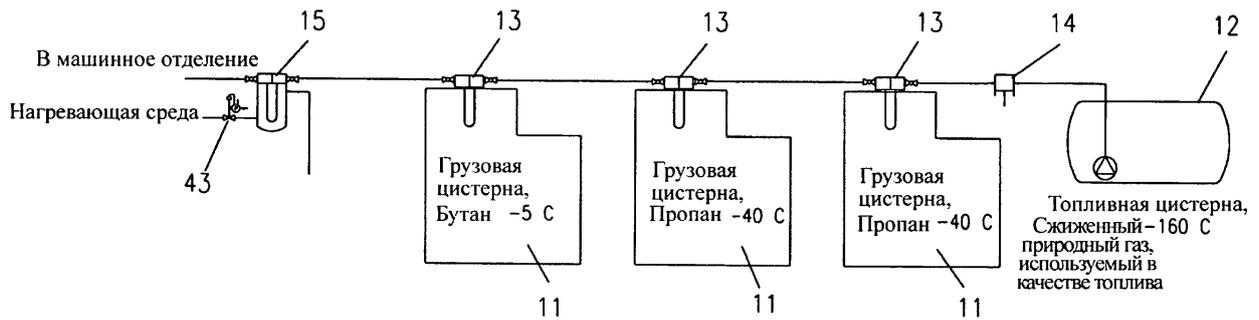
Полурефрижераторное судно

ФИГ. 1



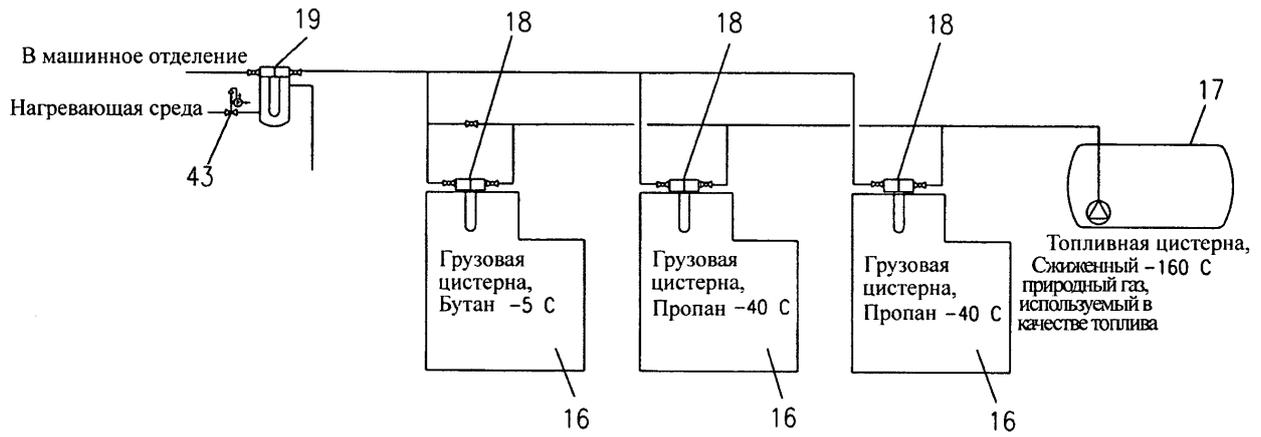
Полностью рефрижераторное судно

ФИГ. 2



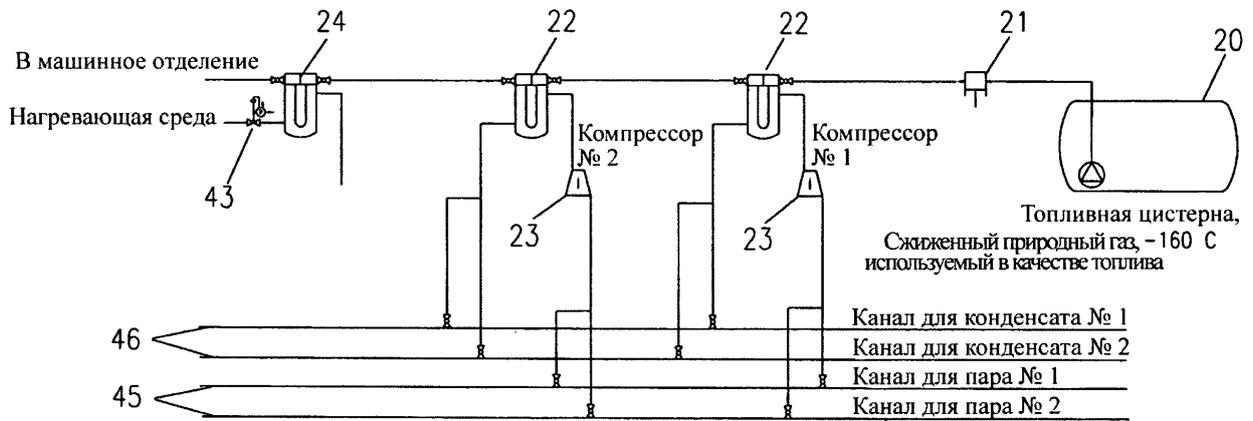
Прямой теплообмен в грузовых цистернах – для двухтактного двигателя

ФИГ. 3



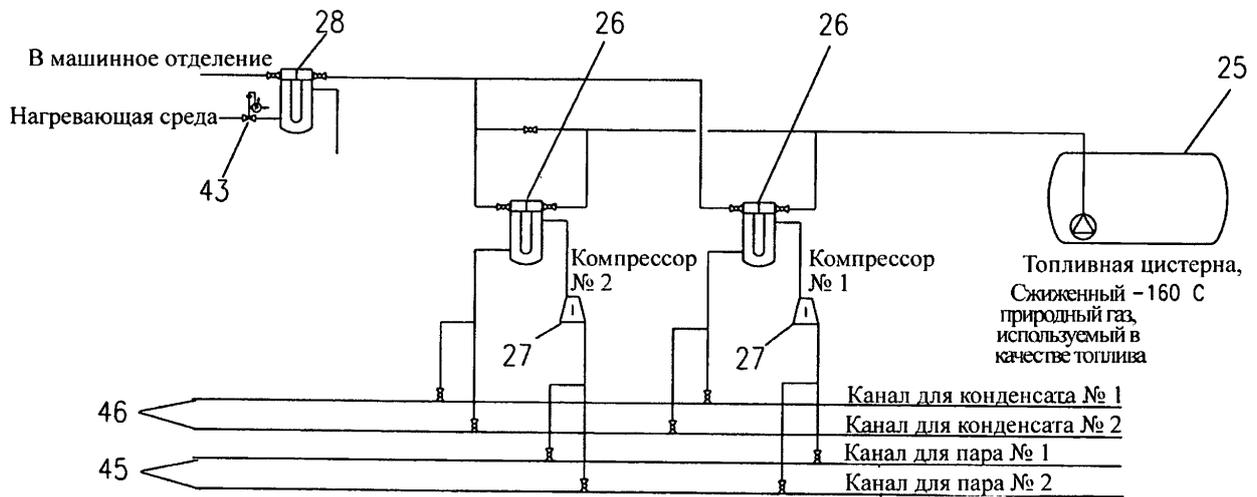
Прямой теплообмен в грузовых цистернах — для четырехтактного двигателя

ФИГ. 4



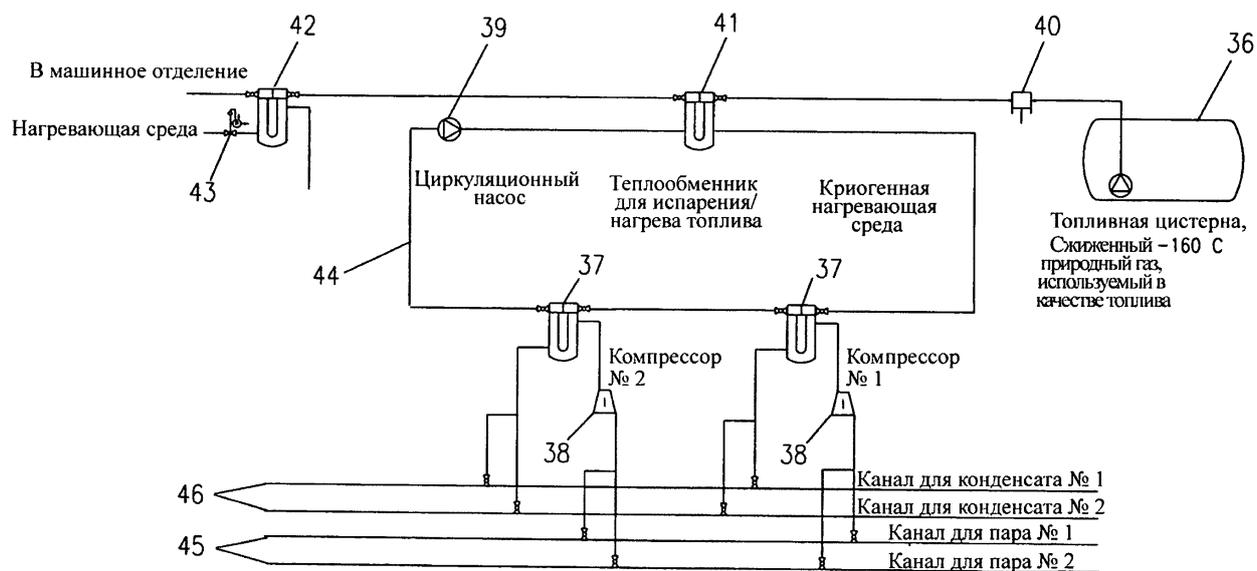
Прямой теплообмен в грузовых цистернах — для двухтактного двигателя

ФИГ. 5



Прямой теплообмен на палубе — для четырехтактного двигателя

ФИГ. 6



Непрямой теплообмен, первая ступень которого расположена на палубе – для двухтактного и четырехтактного двигателей

ФИГ. 8