



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F28D 7/024 (2021.08); F28F 27/02 (2021.08); F28F 9/22 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2019133576, 24.04.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.04.2018

Дата регистрации:
14.12.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
25.04.2017 GB 1706533.5

(43) Дата публикации заявки: 25.05.2021 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 14.12.2021 Бюл. № 35

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 25.11.2019

(86) Заявка РСТ:
EP 2018/060495 (24.04.2018)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2018/197507 (01.11.2018)

Адрес для переписки:
191036, Санкт-Петербург, а/я 24,
"НЕВИНПАТ"

(72) Автор(ы):

ДАЙКСЕЛЬ Флориан (DE),
ШПРЕМАНН Йюрген (DE),
ШТАЙНБАУЭР Манфред (DE),
БРАУН Конрад (DE),
КЕРБЕР Кристиан (DE),
РОЗИЛЬ Миллан-Элиас (DE),
ТАЧКЕ Ральф (DE)

(73) Патентообладатель(и):
ЛИНДЕ АГ (DE)

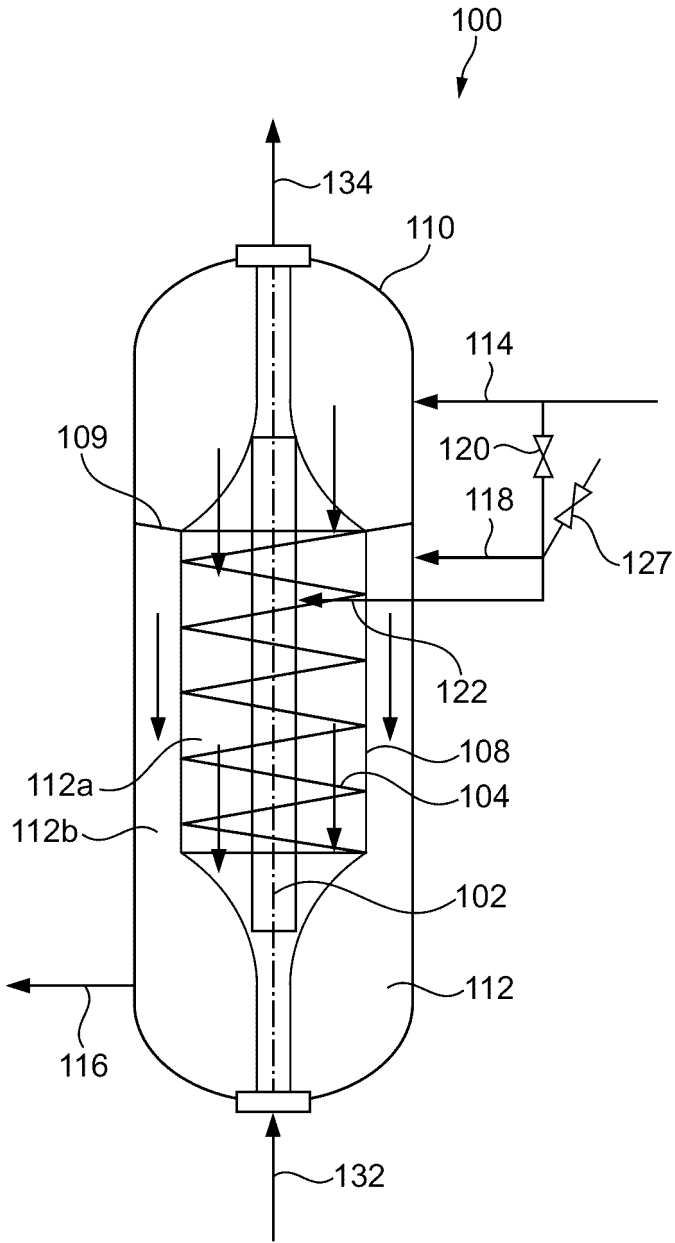
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2014098714 A1, 26.06.2014. GB
1173717 A, 10.12.1969. EP 2322796 A2, 18.05.2011.
DE 102006037773 A, 14.02.2008. WO 2010013053
A3, 04.02.2010. SU 1749684 A1, 23.07.1992. SU
1124890 A3, 15.11.1984.

(54) Теплообменник и способ эксплуатации теплообменника

(57) Реферат:

Изобретение относится к области теплотехники и может быть использовано в теплообменниках криогенных установок. В теплообменнике, содержащем корпусный элемент (110), ограничивающий камеру (112), и трубный пучок (104), расположенный внутри камеры (112) и предназначенный для переноса первой теплопередающей среды между первым впускным соплом (132) и первым выпускным соплом (134), камера (112) выполнена с возможностью переноса второй теплопередающей среды между вторым впускным отверстием (114) и вторым выпускным отверстием (116) и имеет внутреннюю зону (112а),

выполненную с обеспечением свободного прохождения теплопередающей среды во время первого и второго режимов работы, и наружную зону (112b), выполненную с обеспечением предотвращения свободного прохождения второй теплопередающей среды во время первого режима работы и с обеспечением свободного прохождения второй теплопередающей среды во время второго режима работы для ускорения охлаждения или нагревания. Технический результат - оптимизация и/или сокращение периодов переключения (переходные этапы) между режимами в периоды охлаждения/



Фиг. 1

RU 2762017 C2

RU 2762017 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F28D 7/024 (2021.08); *F28F 27/02* (2021.08); *F28F 9/22* (2021.08)(21)(22) Application: **2019133576, 24.04.2018**(24) Effective date for property rights:
24.04.2018Registration date:
14.12.2021

Priority:

(30) Convention priority:
25.04.2017 GB 1706533.5(43) Application published: **25.05.2021 Bull. № 15**(45) Date of publication: **14.12.2021 Bull. № 35**(85) Commencement of national phase: **25.11.2019**(86) PCT application:
EP 2018/060495 (24.04.2018)(87) PCT publication:
WO 2018/197507 (01.11.2018)Mail address:
191036, Sankt-Peterburg, a/ya 24, "NEVINPAT"

(72) Inventor(s):

**DEICHSEL Florian (DE),
SPREEMANN Jorgen (DE),
STEINBAUER Manfred (DE),
BRAUN Konrad (DE),
KERBER Christiane (DE),
ROSIEL Millan-Elias (DE),
TATSCHKE Ralf (DE)**

(73) Proprietor(s):

LINDE AG (DE)(54) **HEAT EXCHANGER AND HEAT EXCHANGER OPERATION METHOD**

(57) Abstract:

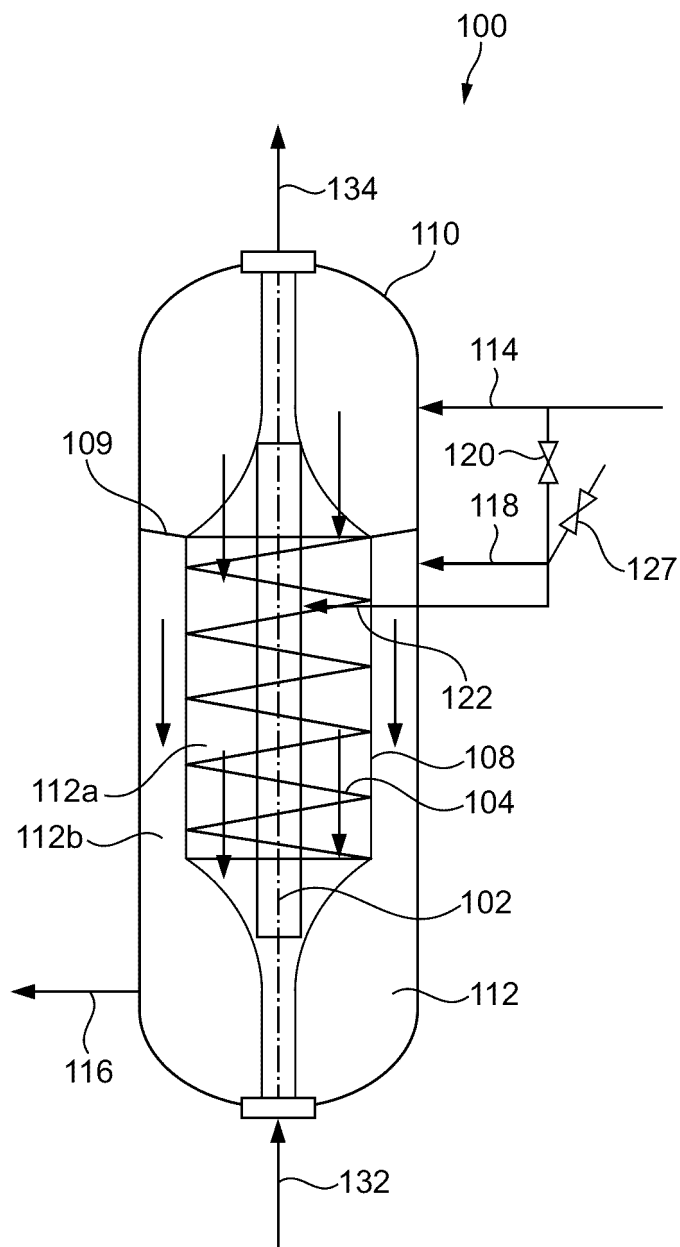
FIELD: heat engineering.

SUBSTANCE: invention relates to the field of heat engineering; it can be used in heat exchangers of cryogenic plants. In the heat exchanger containing case element (110) limiting chamber (112) and tubular bundle (104) located inside chamber (112) and designed for the transfer of the first heat-conducting medium between first inlet nozzle (132) and first outlet nozzle (134), chamber (112) is made with the possibility of the transfer the second heat-conducting medium between second inlet hole (114) and second outlet hole (116), and it has internal zone (112a) made with the

provision of a free passage of the heat-conducting medium during the first and the second operation modes, and external zone (112b) made with the provision of the prevention of a free passage of the second heat-conducting medium during the first operation mode and with the provision of a free passage of the second heat-conducting medium during the second operation mode to accelerate cooling or heating.

EFFECT: optimization and/or reduction in switch periods (transition stages) between modes in cooling/heating periods.

11 cl, 1 dwg



Фиг. 1

Данное изобретение относится к теплообменнику и способу эксплуатации теплообменника.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Теплообменники используются во многих областях применения, например в гелиотеплоэнергетике и газоперерабатывающей отрасли.

Гелиотермальные электростанции преобразуют солнечную энергию в электрическую энергию с использованием термодинамического цикла. При этом происходит испарение циркулирующей рабочей среды, такой как вода, и образованный пар используется для приведения в действие турбины. Несмотря на то что рабочая среда может быть нагрета непосредственно солнечным излучением, чаще данное нагревание осуществляется опосредованно путем нагревания теплопередающей среды, такой как солевой расплав. В данном случае солевой расплав вводится в качестве первой теплопередающей среды в теплообменник, в котором он передает свое тепло второй теплопередающей среде, такой как вода.

Доказано, что для передачи тепла от солевого расплава к воде или пару особенно предпочтительным является использование спиральных теплообменников (CWHE), что обусловлено более высокими скоростями нагревания и механической прочностью. Как правило, спиральные теплообменники выполнены со спиральным трубопроводом, расположенным внутри камеры, которая снаружи ограничена корпусным элементом. Солевой расплав (в качестве первой теплопередающей среды) переносится через камеру, а вода (в качестве второй теплопередающей среды) - по спиральному трубопроводу. Как правило, спиральный трубопровод окружен кожухом, разделяющим указанную камеру на внутреннюю зону, в которой находится спиральный трубопровод, и наружную зону, расположенную между кожухом и корпусным элементом. Данный кожух предотвращает прохождение текучей среды в обход под трубным пучком, что могло бы привести к сбою в работе спирального теплообменника.

Во время нормального режима работы такого спирального теплообменника (называемого ниже первым режимом работы) вода, переносимая по спиральному трубопроводу, испаряется или происходит перегрев пара вследствие передачи тепла от расплавленной соли, проходящей через камеру. В нижеприведенном описании расплавленная соль называется солевым расплавом, а расплавленная соль, температура которой достаточна для осуществления процесса испарения, называется горячим солевым расплавом.

Солевой расплав получает тепловую энергию от солнечного излучения. В течение ночи или периодов плохой погоды может возникнуть ситуация, когда невозможно обеспечить поступление достаточного количества горячего солевого расплава. При таких условиях необходимо переключить спиральный теплообменник в режим работы, называемый «режимом защиты от замерзания». При этом температуру внутри спирального теплообменника постепенно уменьшают путем подачи более холодного солевого расплава (называемого ниже просто холодным солевым расплавом) в спиральный трубопровод, пока наконец через указанный теплообменник не будет циркулировать только холодный солевой расплав. Следует отметить, что конечная температура, определяемая холодным солевым расплавом, по-прежнему остается выше точки замерзания солевого расплава.

И наоборот, в случае, когда снова имеется в наличии достаточное количество горячего солевого расплава, например, когда опять имеется солнечное излучение, процесс изменяют на обратный путем постепенной подачи горячего солевого расплава в спиральный трубопровод спирального теплообменника до тех пор, пока солевой

расплав снова не достигнет температуры, достаточной для обеспечения испарения, то есть рабочей температуры.

Этап, на котором температура уменьшается или увеличивается, в нижеследующем описании называется переходным или вторым режимом работы, а режим защиты от замерзания называется режимом ожидания или третьим режимом работы.

Как правило, такое переключение между рабочими режимами может быть выполнено дважды за 24 часа, причем указанные два переключения определяются восходом и заходом солнца. Желательно осуществлять переключение как можно быстрее для максимального использования имеющегося солнечного излучения.

Спиральные теплообменники также используются в газоперерабатывающих областях применения, например в блоках, работающих согласно Ректизол-процессу, установках для производства этилена или СПГ (сжиженного природного газа). Например, рабочая температура криогенного блока для сжижения природного газа, содержащего один или более спиральных теплообменников, обычно опускается до значения около -165°C. При запуске такой установки криогенное оборудование должно быть охлаждено до определенной температуры, чтобы исключить механическое разрушение вследствие теплового напряжения при запуске последовательных стадий криогенного процесса через спиральные теплообменники.

В зависимости от технологии такое охлаждение обычно выполняют с помощью природного газа наружного охлаждения, который направляют через криогенные спиральные теплообменники. Ниже по потоку от спиральных теплообменников данный поток природного газа может быть направлен к факельной установке. Обычно охлаждение спиральных теплообменников для сжиженного природного газа от температуры теплой окружающей среды до рабочей температуры требует примерно от пяти до пятнадцати часов или более при обычном расходе сжигания на факеле, составляющем порядка 250 тонн/час. Это оказывает существенное влияние на окружающую среду, поскольку газ, сожженный на факеле, не может быть использован в дальнейшем. Это также обуславливает значительные финансовые потери для оператора.

В нижеприведенном описании нормальный режим работы криогенной установки для сжижения природного газа, в которой обеспечены криогенные температуры, называется первым режимом работы, переходные этапы, а именно этап охлаждения, во время которого выполняют охлаждение от температуры теплой окружающей среды до криогенной температуры, или прогревание, во время которого осуществляют нагревание от криогенной температуры до температуры окружающей среды, называется вторым режимом (вторыми режимами) работы, а этап ожидания, во время которого главный спиральный теплообменник установки для сжижения природного газа по существу имеет температуру окружающей среды, называется третьим режимом работы.

Согласно другим технологиям получения СПГ, спиральный теплообменник охлаждают с помощью смеси хладагентов. На выходе цикла работы со смесью хладагентов поток хладагентов направляется через расширительный клапан по своему обычному пути к боковой поверхности корпуса. Вследствие расширения происходит снижение температуры. Для предотвращения слишком быстрого остывания во время охлаждения допустимо наличие лишь небольших потоков, поскольку быстрое остывание может привести к превышению допустимых разностей температуры и возникновению теплового напряжения. Обычно охлаждение может занимать от 12 до 24 часов.

Главная причина таких длительных периодов охлаждения (а также нагревания) заключается в том, что среда для охлаждения боковой поверхности корпуса проходит

только в пучке труб (изолированном кожухом для исключения прохождения в обход) и не проходит между кожухом и стенкой корпуса. В результате материал стенки корпуса, имеющей большую толщину, не охлаждается/нагревается непосредственно проходящей средой, и ему требуется гораздо больше времени для достижения такой же температуры, как у материала трубного пучка. Это приводит к значительным разностям температур между материалом корпуса и материалом пучка труб, что вызывает тепловое напряжение. Для ограничения такого теплового напряжения в периоды охлаждения/нагрева необходимо гарантировать отсутствие превышения конкретных предельных значений разности температур. Фактически это означает, что охлаждение и/или нагревание должно происходить достаточно медленно, чтобы температура материала корпуса могла соответствовать температуре трубного пучка.

Целью изобретения является создание теплообменника и способа его эксплуатации, с помощью которых можно оптимизировать или сократить периоды переключения (переходные этапы) между описанными режимами работы.

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Указанная цель достигается путем создания теплообменника и способа его эксплуатации, которые обладают признаками, изложенными в соответствующих независимых пунктах формулы изобретения.

Согласно изобретению предложен теплообменник, содержащий корпусный элемент, ограничивающий камеру, и спиральный трубопровод, расположенный внутри указанной камеры и предназначенный для переноса первой теплопередающей среды между первым впускным отверстием и первым выпускным отверстием, при этом камера выполнена с возможностью переноса второй теплопередающей среды между вторым впускным отверстием и вторым выпускным отверстием. Камера имеет внутреннюю зону с трубным пучком, выполненную с обеспечением свободного прохождения теплопередающей среды во время первого и второго режимов работы, и наружную зону, выполненную с обеспечением предотвращения свободного прохождения второй теплопередающей среды во время первого режима работы и с обеспечением свободного прохождения второй теплопередающей среды во время второго режима работы. Благодаря выполнению наружной зоны камеры, расположенной в кожухе, с обеспечением предотвращения свободного прохождения второй теплопередающей среды во время первого режима работы и с обеспечением свободного прохождения второй теплопередающей среды во время второго режима работы имеется возможность переключения теплообменника между разными режимами работы оптимизированным образом. Внутренняя зона окружает трубный пучок и может называться зоной пучка. Наружная зона может быть названа зоной кожуха, поскольку ее внутренняя граница по существу ограничена кожухом.

Изобретение обеспечивает существенные преимущества.

Благодаря одновременному потоку во внутренней и наружной зонах пучок труб и материал корпуса охлаждаются/нагреваются подобным образом, т.е. по существу одновременно или синхронно, что приводит к уменьшению разностей температур между корпусом и пучком. В результате охлаждение/нагревание спирального теплообменника может осуществляться быстрее, что ведет, например, к уменьшению периодов отключения установки. Например, в контексте сжижения природного газа при реализации изобретения могут быть значительно сокращены периоды сжигания на факеле.

В частности, тепловое напряжение, возникающее в теплообменниках, может быть сведено к минимуму, поскольку корпусный элемент может охлаждаться или нагреваться

по существу с такой же скоростью, как спиральный пучок труб. Это является особенно преимущественным в контексте теплообменников, применяемых в гелиотермальных электростанциях.

Предпочтительно первый режим работы представляет собой нормальный теплообменный режим работы, при котором вторая теплопередающая среда находится при ее нормальной рабочей температуре. В этом случае предотвращение прохождения второй теплопередающей среды в наружной зоне может гарантировать вхождение указанной среды в оптимизированный контакт со спиральным трубопроводом, расположенным во внутренней зоне, в которой вторая теплопередающая среда может проходить свободно. При втором режиме работы, т.е. режиме переключения или переходном режиме между нормальным режимом работы и режимом ожидания, во время которого вторая теплопередающая среда, находящаяся при температуре более низкой или более высокой, чем температура, требуемая для нормального режима работы, переносится через камеру, обеспечение свободного прохождения второй теплопередающей среды в наружной зоне камеры делает возможным равномерное изменение температуры теплообменника в целом и, следовательно, снижает напряжение материала во время переходных этапов, в особенности в корпусном элементе теплообменника, по сравнению с известными решениями, сокращающими продолжительность переходного процесса.

Согласно предпочтительному варианту выполнения внутренняя и наружная зоны камеры разделены элементом кожуха. Наличие данного элемента кожуха эффективным образом гарантирует прохождение второй теплопередающей среды через внутреннюю зону камеры в оптимальном тепловом контакте со спиральным трубопроводом.

Целесообразным является наличие блокирующего элемента, например кольцевого блокирующего элемента, расположенного между элементом кожуха и корпусным элементом. Блокирующий элемент может быть выполнен с обеспечением предотвращения прохождения второй теплопередающей среды в наружной зоне камеры в первом режиме работы.

Предпочтительно теплообменник имеет третье впускное отверстие, предназначенное для переноса второй теплопередающей среды в наружную зону во время второго режима работы с обеспечением свободного прохождения указанной среды во втором режиме работы. По существу, такое третье впускное отверстие выполнено для обхода блокирующего элемента, расположенного между элементом кожуха и корпусным элементом. Выполнение такого третьего впускного отверстия в соединении, например, с управляемым клапаном обеспечивает простое и надежное средство для предотвращения или обеспечения свободного прохождения второй теплопередающей среды в наружной зоне камеры в непосредственном контакте с материалом стенки корпуса.

Согласно еще одному предпочтительному варианту выполнения блокирующий элемент снабжен по меньшей мере одним вентиляционным элементом. Обычно в блокирующем элементе имеется несколько вентиляционных элементов. Предпочтительно указанные вентиляционные элементы выполнены в виде вентиляционных элементов, приводимых в действие вручную или автоматически. Такие вентиляционные элементы обычно используются для спиральных теплообменников в газоперерабатывающих областях применения и могут быть соединены с факельной установкой.

Принцип согласно изобретению заключается в открывании указанных вентиляционных элементов во время второго режима работы, т.е. переходного режима между нормальным режимом работы и режимом ожидания. Это обеспечивает

прохождение второй теплопередающей среды во время второго режима работы с обеспечением потока газа между элементом кожуха и корпусным элементом. Данный дополнительный поток может значительно увеличить скорость охлаждения корпусного элемента, например по меньшей мере в 2-3 раза. Таким образом, могут быть значительно сокращены переходные режимы работы, которые, как описано выше, в известных решениях могут занимать от пяти до пятнадцати часов. В то же время может быть сведено к минимуму термоиндуцированное напряжение, обусловленное разностями температур в спиральном теплообменнике.

В этой связи следует отметить, что, вследствие увеличения скорости потока путем обеспечения возможности прохождения потока в наружной зоне камеры, передача тепла к стенке корпуса увеличивается, так как оказывается положительное влияние, в частности, на два основных параметра теплопередачи.

Например, дополнительный поток увеличивает управляющую разность ΔT температур, например, между относительно теплым корпусным элементом и холодной окружающей газовой средой, поскольку через наружную зону камеры может непрерывно переноситься свежий холодный газ. Кроме того, данный поток увеличивает коэффициент теплопередачи, поскольку создает принудительную конвекцию у внутренней стенки корпусного элемента.

Очевидно, что такой же процесс открывания вентиляционных элементов для обеспечения прохождения второй теплопередающей среды в наружной зоне камеры может использоваться во время режимов прогрева, выполняемого, например, в связи с процессом отогрева или перед отключением.

Согласно еще одному предпочтительному варианту выполнения спиральный трубопровод окружает центральную трубу, которая выполнена с обеспечением предотвращения свободного прохождения через нее второй теплопередающей среды во время первого режима работы и с обеспечением свободного прохождения через нее указанной среды во время второго режима работы. В данной области техники такая центральная труба также называется «сердечником». Наличие центральной трубы, вокруг которой навит спиральный трубопровод, обеспечивает получение теплообменника, обладающего механической устойчивостью. В нормальном режиме работы ни первая, ни вторая теплопередающие среды не проходят внутри указанной центральной трубы. Обеспечение такого свободного прохождения второй теплопередающей среды через центральную трубу в переходном режиме работы также уменьшает продолжительность переходного процесса и напряжение материала для указанной трубы при повышении или понижении температуры теплообменника в целом. Центральная труба, или сердечник, предпочтительно снабжена впускными и/или выпускными соплами, которые могут регулироваться с обеспечением или предотвращением прохождения второй теплопередающей среды через указанную трубу.

В процессе с использованием расплавленной соли согласно предпочтительному варианту выполнения первая теплопередающая среда представляет собой воду, или водяной пар, или горячее масло, а вторая теплопередающая среда представляет собой расплавленную соль или солевой расплав. Данные теплопередающие среды особенно хорошо подходят для использования в гелиотермальных электростанциях.

Согласно еще одному предпочтительному варианту выполнения первая теплопередающая среда и вторая теплопередающая среда представляют собой газообразные среды, или сжиженные газы, или жидкости. В частности, все теплопередающие среды могут представлять собой одни и те же газы, находящиеся при разных температурах. Использование газов, в особенности одного и того же газа,

в качестве первой и второй теплопередающих сред особенно целесообразно в криогенных областях применения, таких как сжижение природного газа. Следует отметить, что выражения «первая теплопередающая среда» и «вторая теплопередающая среда» означают соответственно не только наличие одной первой или одной второй теплопередающей среды, но и нескольких теплопередающих сред.

Согласно предпочтительному варианту выполнения теплообменник выполнен в виде спирального теплообменника (CWHE).

Другие преимущества и варианты выполнения изобретения станут очевидны из описания и прилагаемых чертежей.

Следует отметить, что вышеуказанные признаки, а также признаки, дополнительно описанные ниже, могут использоваться не только в соответствующей указанной комбинации, но и в других комбинациях или по отдельности без отклонения от объема данного изобретения.

На чертежах:

фиг. 1 изображает схематический упрощенный вид сбоку предпочтительного варианта выполнения теплообменника согласно изобретению.

На фиг. 1 изображен схематический упрощенный вид сбоку спирального теплообменника (CWHE), обозначенного в целом номером 100 позиции, в качестве предпочтительного варианта выполнения теплообменника согласно изобретению. Для примера предполагается, что спиральный теплообменник 100 предназначен для использования в гелиотермальной электростанции.

Теплообменник 100 содержит центральную трубу 102, вокруг которой навит спиральный трубопровод 104. Спиральный трубопровод 104 имеет первое впускное отверстие 132 и первое выпускное отверстие 134. Трубопровод 104 предназначен для переноса первой теплопередающей среды, такой как вода или водяной пар, от первого впускного отверстия 132 к первому выпускному отверстию 134, а от него - к расположенным ниже по потоку другим устройствам (не показаны).

Центральная труба 102 и спиральный трубопровод 104 окружены корпусным элементом 110. Корпусный элемент 110 ограничивает камеру 112 и имеет второе впускное отверстие 114 и второе выпускное отверстие 116. Камера 112 предназначена для переноса второй теплопередающей среды, такой как солевой расплав, между вторым впускным отверстием 114 и вторым выпускным отверстием 116.

Трубопровод 104 окружен элементом 108 кожуха. Элемент кожуха разделяет внутреннее пространство корпуса 110, т.е. камеру 112, на внутреннюю зону 112a и наружную зону 112b.

Кроме того, имеется блокирующий элемент 109, расположенный между элементом 108 кожуха и корпусным элементом 110. Поскольку корпусный элемент 110 и элемент 108 кожуха обычно расположены коаксиальным образом и оба имеют цилиндрическую форму, блокирующий элемент имеет кольцевую форму и проходит между указанными двумя цилиндрическими элементами.

Во время нормального режима работы спиральный теплообменник обеспечивает не прямой теплообмен между горячим солевым расплавом, который обычно имеет температуру около 300-500°C, и водой. Обычно теплоту солевого расплава используют для испарения воды или перегретого пара, так что среда, выходящая из первого выпускного отверстия 134, представляет собой водяной пар, который может, например, приводить в действие газовую турбину (не показана). Во время данного нормального режима работы кольцевой блокирующий элемент 109 блокирует любой поток солевого расплава через наружную зону 112b камеры 112. Поток солевого расплава эффективным

образом направляется через внутреннюю зону 112а с обеспечением тем самым оптимального теплового контакта со спиральным трубопроводом 104.

Если температура солевого расплава не может поддерживаться при достаточно высоких значениях, необходимо переключить спиральный теплообменник в режим ожидания, так называемый режим защиты от замерзания. В этом случае через камеру 112 переносится холодный солевой расплав, имеющий температуру около 300°C. Теплообменник 100 обеспечивает оптимизацию переходного режима, который имеет место между нормальным режимом работы и режимом защиты от замерзания и во время которого к горячему солевому расплаву внутри камеры добавляют холодный солевой расплав.

Как изображено на фиг. 1, спиральный теплообменник имеет третье впускное отверстие 118, которое может регулироваться, т.е. открываться или закрываться, с помощью клапана 120. Как описано выше, во время нормального режима работы клапан 120 закрыт для предотвращения прохождения какого бы то ни было потока солевого расплава через наружную зону 112b камеры 112. Однако для осуществления быстрого и равномерного охлаждения/прогрева теплообменника 100 в целом при переходе между указанными режимами работы с минимизацией тем самым также напряжения материала в теплообменнике 110 клапан 120 предпочтительно открывают в случае, когда через камеру 112 между вторым впускным отверстием и вторым выпускным отверстием должен переноситься холодный солевой расплав. Таким образом, холодный солевой расплав одновременно переносится через внутреннюю и наружную зоны камеры 112. При этом может быть достигнуто быстрое охлаждение теплообменника 100.

Кроме того, может быть сведено к минимуму тепловое напряжение, поскольку корпусный элемент 110 эффективно охлаждается с той же скоростью, что и другие компоненты спирального теплообменника.

Когда достигнута вторая, более низкая рабочая температура и все компоненты спирального теплообменника по существу имеют одинаковую (более низкую) температуру, клапан 120 может быть снова закрыт.

Вышеописанный процесс может быть изменен на обратный в случае, когда снова становится доступным горячий солевой расплав. Как только горячий солевой расплав поступает в первое впускное отверстие 114, предпочтительно клапан 120 снова открывается, так что на начальном этапе солевой расплав может проходить через наружную зону 112b камеры 112 до тех пор, пока снова не будет достигнута рабочая температура.

В соответствии с еще одним предпочтительным вариантом выполнения также может быть обеспечено прохождение потока солевого расплава через внутреннюю трубу 102 во время указанных переходных режимов, как описано выше. Для обеспечения такого потока через внутреннюю трубу 102 может быть выполнено другое впускное отверстие 122, которое также регулируется клапаном 120. Очевидно, что впускные отверстия 118, 120 могут также регулироваться с помощью разных клапанов.

Следует отметить, что изобретение описано, в частности, применительно к спиральным теплообменникам, предназначенным для использования в гелиотермальных электростанциях, т.е. с использованием солевого расплава в качестве одной из теплопередающих сред. Изобретение также применимо к другим областям применения спиральных теплообменников, которые, в частности, требуют циклического изменения режимов работы, характеризующихся разными рабочими температурами, или в которых имеется необходимость быстрого охлаждения или нагревания.

Аналогичный спиральный теплообменник 100 может использоваться в газоперерабатывающих областях, таких как сжижение, например, СИГ. В этом случае первое впускное отверстие 114 и первое выпускное отверстие 116 служат для обеспечения переноса СИГ, имеющего более низкую температуру, через камеру 112 во время нормального режима работы. При этом второе впускное отверстие 132 и второе выпускное отверстие 134 служат для переноса СПГ и смешанных хладагентов, имеющих более высокую температуру, по спиральному трубопроводу 104 для обеспечения охлаждения указанных СПГ и смешанных хладагентов, проходящих по трубопроводу 104. Блокирующий элемент 109 предотвращает прохождение среды между кожухом и корпусом (зона 112b). В данном варианте применения третье впускное отверстие 118 обеспечивает возможность прохождения СПГ в обход блокирующего элемента 109. Клапанный элемент 120 может оставаться закрытым во время нормального режима работы, как описано выше, и открываться во время переходных режимов работы, при которых температура в спиральном теплообменнике изменяется, как описано выше. При таком переходном режиме работы, во время которого температура теплообменника 100 изменяется, открывание клапанного элемента 120 обеспечивает прохождение теплопередающей среды через наружные зоны 112b камеры 112. В этой связи предпочтительным также является наличие вентиляционного клапана 127 кожуха, который обычно закрыт, но может быть открыт для удаления газа из наружной зоны 112b, если это необходимо или целесообразно.

(57) Формула изобретения

1. Теплообменник, содержащий корпусный элемент (110), ограничивающий камеру (112), и трубный пучок (104), расположенный внутри указанной камеры (112) и предназначенный для переноса первой теплопередающей среды между первым впускным отверстием (132) и первым выпускным отверстием (134), при этом камера (112) выполнена с возможностью переноса второй теплопередающей среды между вторым впускным отверстием (114) и вторым выпускным отверстием (116) и имеет внутреннюю зону (112a), выполненную с обеспечением свободного прохождения теплопередающей среды во время первого и второго режимов работы, и наружную зону (112b), выполненную с обеспечением предотвращения свободного прохождения второй теплопередающей среды во время указанного первого режима работы и с обеспечением свободного прохождения второй теплопередающей среды во время указанного второго режима работы, причем теплообменник дополнительно имеет третье впускное отверстие (118), предназначенное для переноса второй теплопередающей среды в наружную зону (112b) во время второго режима работы с обеспечением тем самым свободного прохождения указанной среды во втором режиме работы, причем спиральный трубопровод (104) окружает центральную трубу (102), которая выполнена с обеспечением предотвращения свободного прохождения через нее второй теплопередающей среды во время первого режима работы и с обеспечением свободного прохождения через нее указанной среды во время второго режима работы при помощи впускного сопла (102).

2. Теплообменник по п.1, в котором внутренняя зона (112a) и наружная зона (112b) камеры (112) разделены элементом (108) кожуха.

3. Теплообменник по п.2, содержащий блокирующий элемент (109), расположенный между элементом (108) кожуха и корпусным элементом (112) и выполненный с обеспечением предотвращения прохождения второй теплопередающей среды в наружной зоне (112b) по меньшей мере в указанном первом режиме работы.

4. Теплообменник по любому из пп.1-3, в котором первая теплопередающая среда представляет собой воду, или водяной пар, или горячее масло, а вторая теплопередающая среда представляет собой солевой расплав.

5. Теплообменник по любому из пп.1-3, в котором первая теплопередающая среда и вторая теплопередающая среда представляют собой газообразные среды, или сжиженные газы, или жидкости.

6. Теплообменник по п.5, в котором первая теплопередающая среда и вторая теплопередающая среда представляют собой одни и те же газы, находящиеся при разных температурах.

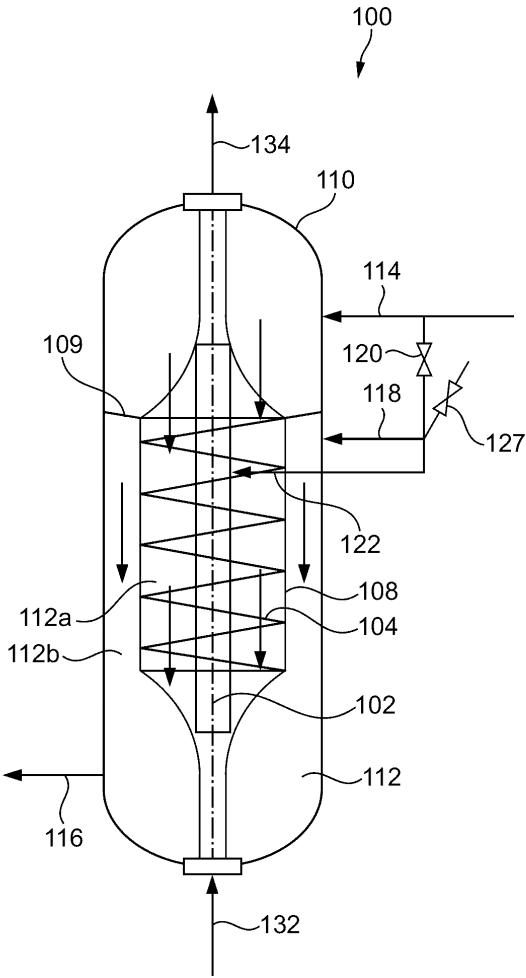
7. Теплообменник по п.5 или 6, в котором первая теплопередающая среда и вторая теплопередающая среда представляют собой сжиженный природный газ.

8. Теплообменник по любому из предыдущих пунктов, выполненный в виде спирального теплообменника (100).

9. Способ эксплуатации теплообменника по любому из предыдущих пунктов, в котором переносят первую теплопередающую среду по спиральному трубопроводу между первым впускным отверстием и первым выпускным отверстием, и переносят вторую теплопередающую среду через камеру, расположенную между спиральным трубопроводом и корпусным элементом, окружающим указанный трубопровод, причем указанная камера имеет внутреннюю зону и наружную зону, при этом в первом режиме работы обеспечивают возможность свободного прохождения второй теплопередающей среды через внутреннюю зону и предотвращают свободное прохождение второй теплопередающей среды через наружную зону, а во втором режиме работы обеспечивают возможность свободного прохождения второй теплопередающей среды через внутреннюю и наружную зоны.

10. Способ по п.9, в котором первый режим работы представляет собой нормальный режим работы, во время которого температурный профиль, в частности рабочую температуру, теплообменника поддерживают по существу постоянным, а второй режим работы представляет собой переходный режим, во время которого температурный профиль теплообменника изменяют.

11. Способ по п.10, в котором второй режим работы представляет собой переходный режим, во время которого температурный профиль теплообменника изменяют между рабочей температурой и температурой в режиме ожидания, или наоборот.



Фиг. 1