

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035810**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.08.14

(51) Int. Cl. *F17C 3/10* (2006.01)

(21) Номер заявки
201892647

(22) Дата подачи заявки
2017.05.15

(54) **КОНТЕЙНЕР ДЛЯ ХРАНЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И РАЗДАЧИ ЖИДКИХ ИЛИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ**

(31) **102016000051055**

(56) US-A-2863297

(32) **2016.05.18**

US-A-2858136

(33) **IT**

GB-A-914193

(43) **2019.06.28**

US-A-4988014

(86) **PCT/EP2017/061633**

(87) **WO 2017/198629 2017.11.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ВРВ С.Р.Л. (IT)

(72) Изобретатель:
**Росси Джулиано, Вилла Фабио
Луиджи (IT)**

(74) Представитель:
**Веселицкая И.А., Веселицкий М.Б.,
Кузенкова Н.В., Каксис Р.А., Белоусов
Ю.В., Куликов А.В., Кузнецова Е.В.,
Соколов Р.А., Кузнецова Т.В. (RU)**

(57) В изобретении описан контейнер (100) для хранения, транспортировки и раздачи жидких или сжиженных газов, в частности гелия, подходящий также для транспортировки железнодорожным транспортом и/или в форме ISO-контейнера, причем контейнер (100) содержит вложенные друг в друга: первый, внутренний, резервуар (1) для содержания жидкого или сжиженного газа, второй резервуар (2), расположенный вокруг резервуара (1), и третий, внешний, резервуар (3), причем промежуточный резервуар (2) снабжен охватывающей его закрытой кольцевой полостью (6), подходящей для заполнения расходуемой текучей средой, так чтобы защищать внутренний резервуар (1) от поступающей энергии, и контейнер (100) снабжен системами (50, 60, 70) в форме изостатически закрепленной конструкции, сформированной системой (50) опор с закрепленной точкой и системами (60, 70), действующими как шарнирная скользящая опора.

B1**035810****035810****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится к контейнеру для хранения, транспортировки и раздачи жидких или сжиженных газов при температурах от менее -120°C до абсолютного нуля, причем контейнер имеет специальный активный экран, который служит также в качестве резервуара для содержания дополнительной криогенной жидкости (далее также указывается как "расходуемая текучая среда"), температура кипения которой при атмосферном давлении превышает температуру кипения жидкого или сжиженного газа.

Более конкретно, настоящее изобретение относится к вышеуказанному контейнеру, специально приспособленному для транспортировки гелия или водорода в жидкой форме, причем активный экран представляет собой теплозащитное устройство, содержащее "расходуемую текучую среду" и соответственно действующее в качестве резервуара для "расходуемой текучей среды".

Уровень техники

Как известно, проблема безопасности при транспортировке и загрузке/разгрузке газов, кипящих при очень низких температурах, таких как гелий (точка кипения = 4°K) и водорода, в жидкой форме гораздо более серьезна по сравнению с транспортировкой других сжиженных газов, таких как кислород, азот и аргон.

Это связано с гораздо меньшим количеством тепла, необходимого для испарения жидкого гелия, по сравнению с количеством тепла, необходимого для испарения других сжиженных криогенных текучих сред, таких как кислород, азот и аргон: поскольку испарение больших количеств жидкого гелия возможно даже тогда, когда снаружи поступают лишь малые количества тепловой энергии, и, таким образом, ясно, что для транспортировки жидкого гелия должны использоваться гораздо более серьезные системы по сравнению с транспортировкой других криогенных жидкостей, для того чтобы минимизировать или свести к нулю количество энергии, которая проходит снаружи к контейнеру с жидким гелием.

Для транспортировки жидкого гелия обычной практикой является использование защитного экрана, поглощающего любую тепловую энергию, поступающую снаружи в резервуар, содержащий сжиженный гелий.

В соответствии с известными техническими решениями контейнер для хранения, транспортировки и раздачи сжиженного гелия обычно состоит из двух отдельных резервуаров, расположенных рядом друг с другом, причем один содержит "расходуемую текучую среду", а другой содержит гелий, и оба резервуара размещены внутри общего защитного кожуха (экрана).

Указанная "расходуемая текучая среда" подается из резервуара в систему труб, которая жестко прикреплена к защитному экрану, выполненному из материала с хорошей теплопроводностью, таким образом, что "расходуемая текучая среда" поглощает тепло при ее циркуляции по трубам, в результате чего температура экрана понижается в результате испарения и фазового перехода текучей среды.

После испарения расходуемую текучую среду выпускают в атмосферу, выводя с ней энергию, которую она аккумулировала при прохождении по трубам, в результате чего обеспечивается защита жидкости с более низкой температурой кипения, содержащейся в первом резервуаре.

Эти два резервуара и общий защитный экран помещены внутрь общего внешнего корпуса, который обеспечивает точки крепления для всех опор двух резервуаров и защитного экрана, снабженного трубами.

Этот внешний корпус обеспечивает возможность создания высокого вакуума в пространстве между защитным экраном и двумя внутренними резервуарами, а также в пространстве между внешним корпусом и защитным экраном, что является необходимым условием обеспечения такого уровня тепловой изоляции, которая определяется физическими характеристиками рассматриваемых криогенных газов.

Однако такой тип контейнера для хранения, транспортировки и раздачи жидких или сжиженных газов имеет ряд недостатков, в частности, связанных с конструкцией опорных элементов для резервуаров, в которых должны содержаться сжиженные газы.

Для надлежащего функционирования контейнера вышеуказанные резервуары должны быть физически отделены друг от друга и от защитного экрана для минимизации передачи энергии между ними, и поскольку конструкции опор создают большие трудности при их монтаже, то повышается вероятность ошибок и соответственно неправильного монтажа, в результате чего резервуары будут неполностью отделены друг от друга и от защитного экрана, так что будет серьезно нарушаться требуемая защитная изоляция контейнера.

Другая проблема связана с различным тепловым расширением разных компонентов, также и в условиях нормальной работы: фактически они могут достигнуть такого уровня, что могут создаваться напряжения, которые могут приводить к нарушению целостности конструкции, даже с учетом того, что используемые опоры формируют гиперстатическую (статически неопределимую) конструкцию.

Другое ограничение, связанное с известными контейнерами для хранения, транспортировки и раздачи жидких или сжиженных газов, вытекает из эффективности действия защитного экрана, поскольку он охвачен трубами, и это может приводить к неравномерному распределению температур, дополнительно снижая степень экранирования и соответственно эффективность его действия.

На практике известные конструкции устройств, предназначенных для транспортировки и раздачи

криогенных газов, охлажденных до очень низких температур, имеют следующие недостатки:

структура креплений и опор различных резервуаров внутри защитного экрана и самого экрана внутри внешнего корпуса является по своей природе гиперстатической (две закрепленные точки, расположенные на концах контейнера), в результате чего контейнер в недостаточной степени может противостоять напряжениям, возникающим на железнодорожном транспорте;

учитывая гиперстатический характер вышеописанной конструкции, необходимо использовать эластичные элементы для гашения перемещений компонентов конструкции, возникающих в результате действия на них разных температур. Однако эластичные элементы подвержены усталости и соответственно могут разрушаться;

естественная хрупкость, в связи с тем что неправильный режим охлаждения может вызвать напряжения, которые превышают нагрузки и напряжения, допустимые для используемых материалов;

существенная сложность изготовления и сборки;

подверженность нарушениям работы из-за ошибок изготовления и сборки.

В патенте US № 4988014 раскрывается криогенный контейнер Дьюара, сформированный внутренним резервуаром и внешним корпусом, причем в контейнере обеспечивается промежуточный металлический теплозащитный экран, охватывающий внутренний резервуар, содержащий криогенную жидкость, и этот экран охлаждается путем контакта с трубой, в которой используется криогенная жидкость такого же типа, или другая текучая среда, содержащаяся в резервуаре, расположенном снаружи теплозащитного экрана.

Кроме того, внутренний резервуар, содержащий криогенную жидкость, и теплозащитный экран прикреплены к внешнему корпусу с помощью внутренних опор, формирующих гиперстатическую систему.

В патентном документе GB 914193 описывается криогенный резервуар без экранирования, состоящий из внешнего резервуара, содержащего промежуточный резервуар, который, в свою очередь, содержит сферический внутренний резервуар, содержащий криогенную жидкость L, подлежащую транспортировке (например, жидкий кислород): причем внутренний резервуар, по меньшей мере, частично погружен во вторую криогенную текучую среду R (например, жидкий азот), точка кипения которой ниже точки кипения криогенной жидкости L, так что тесный контакт обеих текучих сред L, R с разделяющей их стенкой предотвращает испарение первой текучей среды L, поскольку в этом случае ее энергия передается окружающей ее второй текучей среде R.

Такая конфигурация, очевидно, не подходит для гелия в качестве продукта для хранения в связи с термодинамическими характеристиками рассматриваемых продуктов. Действительно, в данном случае отсутствует газ, который мог бы использоваться в качестве охлаждающей среды для жидкого гелия, и тот же самый гелий имеет термодинамические характеристики, которые не позволяют использовать его в качестве охлаждающей среды для водорода.

Кроме того, указанные резервуары для двух криогенных жидкостей прикреплены к внешнему корпусу с помощью системы внутренних опор, которые обязательно должны учитывать и поглощать гидростатический напор охлаждающей жидкости на самый внутренний резервуар.

Ни в одном из двух вышеуказанных документов, ни в технических решениях, известных заявителю, не описывается и не предлагается теплозащитный экран, который также является резервуаром для "расходуемой текучей среды", испарение которой в резервуаре обеспечивает теплозащитное действие.

Сущность изобретения

Целью настоящего изобретения является устранение недостатков известных технических решений с помощью контейнера для хранения, транспортировки и раздачи жидких или сжиженных газов при температурах от менее -120°C до абсолютного нуля, причем контейнер подходит для транспортировки железнодорожным транспортом и демонстрирует эффективное снижение передачи энергии снаружи к сжиженному гелию, подлежащему хранению/транспортировке.

Другой целью является создание контейнера для жидких и сжиженных газов, как это уже было указано, который проще в изготовлении и в сборке, а также более эффективен в предотвращении проникновения внутрь даже малых количеств тепловой энергии, поступающей снаружи, что было бы вредно для транспортировки гелия или водорода в жидкой форме.

Эти и другие цели достигаются с помощью контейнера для хранения, транспортировки и раздачи жидких или сжиженных газов при температурах от $< -120^{\circ}\text{C}$ до абсолютного нуля в соответствии с изобретением, характеризующимся признаками, указанными в независимом п.1 прилагаемой формулы.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения раскрыты в зависимых пунктах.

Объектом настоящего изобретения является контейнер (также указывается далее как "цистерна") для содержания и транспортировки криогенных жидкостей, в жидкой или парообразной форме, причем контейнер включает

защитный экран, содержащий полость, предпочтительно сформированную как закрытая кольцевая полость, имеющая, по существу, цилиндрическую форму, которая охватывает коаксиально цилиндрическую боковую поверхность первого, внутреннего, резервуара, содержащего первую криогенную жидкость, которую необходимо транспортировать/хранить, причем кольцевая полость механически и физи-

чески отделена от внутреннего резервуара с первой криогенной жидкостью,

причем кольцевая полость заполнена второй криогенной жидкостью (указываемой как "расходуемая текучая среда"), температура кипения которой при атмосферном давлении превышает температуру кипения первой криогенной жидкости, и

вторая текучая среда не находится в непосредственном контакте с внутренним резервуаром, содержащим первую криогенную жидкость, так что фригории второй криогенной жидкости используются для защиты первой криогенной текучей среды, имеющей более низкую температуру кипения при атмосферном давлении по сравнению с температурой кипения текучей среды, используемой в качестве защитного экрана.

На практике защитный экран включает рубашку и полость, закрытую на концах боковой поверхности защитного экрана, внутри которой находится "расходуемая текучая среда", так что степень защиты экрана повышается по сравнению с экранами известных технических решений, которые содержат обычно лишь промежуточный металлический экран.

Поэтому основной объект настоящего изобретения представляет собой решение, которое обеспечивает возможность размещения трех разных резервуаров, по существу, концентрично относительно друг друга, так что резервуар, содержащий самую холодную текучую среду, находится внутри второго, промежуточного, резервуара, который представляет собой внешнюю боковую рубашку, содержащую "расходуемую текучую среду", без непосредственного контакта между "расходуемой текучей средой" и резервуаром, содержащим более холодную текучую среду, причем три концентрических резервуара проходят коаксиально относительно друг друга, не прилегая друг к другу, за исключением опор, как это будет описано ниже.

Достоинство используемого теплозащитного экрана, который действует также как резервуар с "расходуемой текучей средой", заключается в уменьшении количества компонентов, необходимых для изготовления контейнера, а также в упрощении его конструкции и сборки.

Краткое описание чертежей

Другие особенности и признаки изобретения будут раскрыты в нижеприведенном подробном описании, в котором в качестве неограничивающего примера рассмотрен один из вариантов осуществления изобретения, иллюстрируемый на прилагаемых чертежах, на которых:

на фиг. 1 - вид сбоку контейнера для хранения и транспортировки криогенных жидкостей, жидких или парообразных фаз в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 2 - вид вертикального сечения контейнера в соответствии с настоящим изобретением, причем сечение сделано по линии II-II фиг. 1;

на фиг. 3 - вид сечения контейнера в соответствии с настоящим изобретением, причем сечение сделано по линии III-III фиг. 1;

на фиг. 4 - увеличенный вид части сечения дистального конца (левого конца) контейнера, показанного на фиг. 3, содержащего криогенную жидкость, подлежащую транспортировке или хранению;

на фиг. 5 - увеличенный вид части сечения проксимального конца (правого конца) контейнера, показанного на фиг. 3;

на фиг. 6 - увеличенный вид части конструкции, расположенной в окружности F на фиг. 5;

на фиг. 7 - увеличенный вид части сечения конструкции на фиг. 6, сделанного по линии VII-VII фиг. 5.

Подробное описание осуществления изобретения

Ниже со ссылками на вышеуказанные чертежи будет описан горизонтальный контейнер, обозначенный в целом ссылочным номером 100, который предназначен для хранения, транспортировки и раздачи жидких или сжиженных газов в соответствии с настоящим изобретением.

Как показано на фиг. 2, 3, контейнер 100 (указываемый ниже также как "цистерна") сформирован тремя раздельными, по существу, цилиндрическими резервуарами, проходящими по горизонтали, которые вложены друг в друга и установлены концентрично и коаксиально относительно друг друга.

Первый резервуар, обозначенный на фиг. 4, 5 ссылочным номером 1, является самым внутренним резервуаром, предназначенным для содержания продукта L, подлежащего транспортировке, который также указывается как "первая криогенная жидкость".

Эта первая криогенная жидкость L обычно представляет собой жидкий или сжиженный газ при температурах от менее -120°C до абсолютного нуля, такой как, например, гелий или водород, предпочтительно гелий.

Резервуар 1 имеет, по существу, цилиндрическую форму и подходит для установки по горизонтали, аналогично горизонтальным резервуарам, известным в технике.

Резервуар 1 обычно изготавливают из нержавеющей стали или в любом случае из материала с пониженными характеристиками теплопроводности, но с подходящими механическими характеристиками в диапазоне температур, которые поддерживаются в резервуаре 1, обычно в диапазоне температур от 4 до 80°K .

Типичными примерами нержавеющей стали являются аустенитные нержавеющие стали серий 300 (304, 316), а также стали с улучшенными механическими характеристиками, полученными путем легиро-

вания азотом.

Резервуар 1 при использовании контейнера находится в вакууме, и поэтому давление, которому он подвергается, дополнительно увеличивается на 0,1 МПа.

Концы резервуара 1 имеют в целом куполообразную форму, и в них выполнены соответствующие углубления 12 (фиг. 4, 5), проходящие внутрь резервуара 1.

Эти углубления 12 предназначены для размещения в них соответствующих систем опор, которые также обеспечивают экран для теплового излучения, как это будет описано ниже.

Таким образом, резервуар 1 сконструирован таким образом, чтобы он выдерживал свой собственный вес и вес тех принадлежностей, которые необходимы для монтажа и использования, такие как внутренние трубы (не показаны, поскольку они обычно имеются в традиционных цистернах для сжиженного гелия), впускные и выпускные диафрагмы (не показаны, поскольку описываются нормами для транспортируемых резервуаров со сжиженным гелием) и тепловая изоляция (не показана, поскольку она обычно имеется в традиционных цистернах для сжиженного гелия);

вес транспортируемого продукта (в случае гелия при емкости резервуара примерно 41000 л вес составляет 5 т), а также его гидростатический напор;

динамические воздействия, возникающие при перемещениях массы жидкости, например, во время транспортировки.

давление, которое может достигать достаточно больших величин и в любом случае порядка одного МПа или более.

Размеры резервуара 1 таковы, что отсутствует непосредственный контакт между самим резервуаром, включая его изоляцию, и любым другим из остальных резервуаров контейнера. Как правило, для надежного выполнения этого условия достаточно обеспечить расстояние 20/30 мм от резервуара, представляющего собой защитный экран, который будет описан ниже.

Второй цилиндрический резервуар 2, также указываемый далее как "промежуточный резервуар", расположен снаружи и вокруг резервуара 1, причем второй резервуар 2 проходит по всей длине внутреннего резервуара 1 и покрывает его без соприкосновения с его внешней поверхностью.

Термин "боковина" в настоящем описании используется для указания боковой поверхности цилиндрического резервуара 1 (исключаются его концы).

Резервуар 2 также содержит цилиндрическую листовую обшивку 5, окружающую цилиндрическую оболочку резервуара 2 и расположенную на соответствующем расстоянии от оболочки резервуара 2 для формирования кольцевой полости 6, которая имеет заданный объем, подходящий для заполнения второй текучей средой, поскольку кольцевая полость 6 закрыта на ее концах поблизости от концов резервуара 2.

Таким образом, кольцевая полость 6 предназначена для содержания "расходуемой текучей среды", которая используется для экранирования внутреннего резервуара 1 от поступающей в него энергии, в форме теплового излучения, в результате чего защищается ценный продукт L, содержащийся во внутреннем резервуаре 1.

В качестве расходуемой текучей среды обычно используется жидкий азот (температура жидкости примерно 77° K), хотя это и не является обязательным для целей настоящего изобретения.

Внутри кольцевой полости 6 обеспечиваются перфорированные проставки 8 (фиг. 6), прикрепленные с использованием средств, известных в технике (точечная сварка, сварные швы и т.п.), к листу цилиндрической обшивки 5 и к оболочке промежуточного резервуара 2 для поддержания постоянного расстояния между стенками, формирующими кольцевую полость 6, в результате чего при использовании контейнера обеспечивается целостность, когда поддерживаются условия абсолютного вакуума.

Промежуточный резервуар 2 так же, как и цилиндрическая обшивка 5 изготовлен из материала, имеющего высокие характеристики теплопроводности, обычно из алюминия или меди, а также из их сплавов, и, таким образом, можно эффективно с помощью одного элемента выполнить двойную функцию содержания расходуемой текучей среды и защиты в процессе использования контейнера, внутреннего резервуара 1 от теплового излучения, поступающего снаружи.

По существу, тепловая защита обеспечивается расходуемой текучей средой, содержащейся в кольцевой полости 6 промежуточного резервуара 2, причем эта текучая среда, медленно испаряясь, поглощает энергию, которая затем выводится наружу, посредством образующихся паров, с использованием системы регулирования расхода этих паров (не показана), которая не является объектом настоящего изобретения.

Эта парообразная текучая среда после ее образования из жидкой массы, содержащейся в кольцевой полости 6 промежуточного резервуара 2, может выходить наружу регулируемым образом через один или несколько вентиляционных каналов (на чертежах не показаны), как это обычно осуществляется в технике.

В этом случае сосуд 2 при использовании контейнера также находится в вакууме, и поэтому давление, которому он подвергается, дополнительно увеличивается на 0,1 МПа.

Промежуточный резервуар 2 также представляет собой один из компонентов системы опор внутреннего резервуара 1, как это будет описано ниже.

При выборе размеров промежуточного резервуара 2 учитываются следующие параметры:

вес резервуара и принадлежностей, необходимых для сборки и работы, таких как внутренние трубы для заполняющего азота (не показаны, поскольку они обычно имеются в традиционных цистернах), проставки между двумя стенками резервуара (уже описанные проставки 8) и тепловая изоляция (не показана, поскольку она обычно имеется в традиционных цистернах для сжиженных газов);

вес текучей среды, предназначенной для испарения, обеспечивающего тепловую защиту, а также ее гидростатический напор;

динамические воздействия, возникающие при перемещениях массы жидкости, например, при погрузке/разгрузке и во время транспортировки;

давление, величина которого ограничивается десятыми долями МПа;

вес внутреннего резервуара 1, его принадлежностей и содержащегося в нем продукта L, с учетом также передачи усилий на опорах, расположенных на концах резервуара 2, как это будет описано ниже.

Внутри внешнего корпуса 3, указываемого далее также как "внешний резервуар" или "третий резервуар", расположены вышеописанные резервуары 1 и 2, причем третий резервуар 3, по существу, представляет собой корпус, который окружает два резервуара 1 и 2 с выдерживанием соответствующего расстояния от них и поддерживает относительное расположение резервуаров 1 и 2 во всех условиях и ситуациях, возникающих при использовании контейнера.

Резервуар 3 имеет цилиндрическую форму (фиг. 1) с куполообразными концами, подходит для горизонтального расположения, изготовлен из нержавеющей стали или из другого материала, имеющего низкую теплопроводность, например из такого же материала, из которого изготовлен резервуар 1.

При выборе размеров внешнего резервуара 3 учитываются следующие параметры:

вес резервуара и принадлежностей, необходимых для его сборки и работы, таких как система внутренних труб во внутреннем пространстве (не показано, поскольку всегда имеется в традиционных цистернах для соединения резервуара с гелием и резервуара с азотом с внешней средой во время подачи/вывода этих текучих сред) и опциональные внешние крепежные конструкции, как это будет описано ниже;

вес двух резервуаров 1 и 2, уже описанных соответствующих принадлежностей и продуктов, содержащихся в резервуарах 1 и 2, а также динамические воздействия, возникающие при загрузке/разгрузке этих продуктов;

атмосферное давление.

Этот третий резервуар 3, если он специально используется для транспортировки, а также для хранения, будет, в свою очередь, помещен в конструкцию (не показана), обеспечивающую возможность штабелирования и погрузки/разгрузки в соответствии с требованиями к ISO-контейнерам, которая соответственно может быть допущена к использованию в соответствии с действующими стандартами.

Ниже будет описана система опор резервуаров 1 и 2, показанная на фиг. 4, 5, обеспечивающая их удерживание относительно резервуара 3.

Система опор, принятая для рассматриваемого контейнера 100, состоит из

первой системы 50 горизонтальных опор, расположенной на первой куполообразной части, представляющей дистальный конец контейнера 100 (фиг. 4);

второй системы 60 горизонтальных опор, расположенной на второй куполообразной части, представляющей проксимальный конец контейнера 100 (фиг. 5);

системы 70 вертикальных опор (фиг. 6, 7).

Системы 50, 60 и 70 опор, расположенные внутри контейнера 100, содержат опору 50 с закрепленной точкой и скользящую опору 60 и 70, обеспечивающие формирование идеальной изостатической конфигурации (то есть изостатически закрепленной конструкции, статически определенной системы), которая обеспечивает решение проблемы разного расширения опор в процессе использования контейнера.

На практике внутренний резервуар 1 и промежуточный резервуар 2 прикреплены к внешнему корпусу 3 с помощью изостатической системы опор 50, 60, 70, содержащей опору 50 с закрепленной точкой и несколько подвижных опор 60, 70, действующих благодаря ходам используемой сборки как шарнирный и скользящий башмак (то есть качающаяся опора), способный обеспечивать возможность температурных расширений и сокращений всех трех вышеописанных резервуаров без возникновения каких-либо дополнительных нагрузок.

Поэтому кинематическая схема опор 50, 60, 70 может быть описана как система, сформированная опорой 50 с закрепленной точкой (шарнир), которая поглощает аксиальные и сдвигающие воздействия без возникновения моментов; и

проксимальной скользящей опорой 60, связанной со скользящей башмачной опорой (башмаком) 70 (с формированием системы шарнирной башмачной опоры), которая поглощает радиальные напряжения, создаваемые весом компонентов и продуктов, содержащихся в резервуаре 1 и в резервуаре 2.

Системы 50, 60 опор, расположенные соответственно на дистальном и проксимальном концах контейнера 100, представляют единственные места соединения резервуара 1 и резервуара 2.

Каждая система 50, 60 горизонтальных опор, встроенная внутрь соответствующего углубления 12,

сформированного в резервуаре 1, содержит несколько концентрических труб, которые предназначены для удлинения теплового мостика в такой степени, которая необходима для поглощения теплового потока, поступающего снаружи, как это будет описано ниже.

В частности, на дистальном конце контейнера 100 система 50 опор обеспечивает множества 51, 52, 53 (а именно группы или сборки) коаксиальных концентрических труб, изготовленных из разных материалов и имеющих разные длины, причем каждая труба отстоит на соответствующем расстоянии от другой трубы, так что формируется соответствующая полость 11, закрытая только на одном конце, в то время как другой конец полости 11 открыт и сообщается по текучей среде с резервуаром 3 и/или с резервуаром 2.

Группа 51 концентрических труб, в целом расположенная на периферии системы 50, изготовлена из того же материала, что и внутренний резервуар 1; группа 52 концентрических труб, в целом расположенная внутри системы 50 труб, изготовлена из того же материала, что и резервуар 2; и группа 53 концентрических труб, в целом расположенная ближе всех к продольной оси системы 50, изготовлена из нержавеющей стали.

Отверстие каждой полости 11 поочередно сообщается с резервуарами 2 и 3 или с полостью 12 резервуара 1, так чтобы исключить любой вид циркуляции и сформировать тепловой мостик с препятствиями.

Полость 11 может быть закрыта с помощью приваренного металлического элемента 4 или других технических средств, известных специалистам, без выхода за пределы объема настоящего изобретения.

В предпочтительном варианте система 50 опор содержит две концентрические трубы 53, концентрическую трубу 52, которая также обеспечивается двумя пластинами из того же материала для создания дополнительного препятствия, и четыре трубы 51.

Самые внутренние трубы внутренней группы 53 труб прикреплены к внешнему корпусу 3 посредством опоры 55, имеющей форму усеченного конуса, в то время как три трубы, расположенные рядом друг с другом, но принадлежащие к разным группам 51, 52, 53, соединены друг с другом на одном конце с использованием механического соединения с помощью винтов, болтов или других крепежных средств 54, так чтобы система 50 концентрических труб представляла собой единую жесткую конструкцию.

На другом (проксимальном) конце контейнера 100 (на куполообразной части) обеспечиваются группы 61, 62 концентрических труб, имеющих разную длину, причем трубы отстоят друг от друга на подходящем расстоянии для формирования соответствующей полости 13, закрытой только на одном конце, в то время как другой конец полости 13 открыт и сообщается по текучей среде с резервуаром 2.

Отверстие каждой полости 13 поочередно сообщается с резервуаром 2 или с соответствующей полостью 12 резервуара 1, так чтобы исключить любой вид циркуляции и сформировать тепловой мостик с препятствиями.

Полость 13 может быть закрыта с помощью приваренного металлического элемента 4 или других технических средств, известных специалистам, не выходя за пределы объема настоящего изобретения.

Концентрические трубы групп 61, 62 изготовлены из того же материала, что и цистерна 1.

В одном из предпочтительных вариантов система 60 опор, состоящая из двух концентрических труб группы 61 и двух концентрических труб группы 62, одна из которых также снабжена пластиной (на чертежах не показана) из того же материала для формирования дополнительного препятствия.

Самая внутренняя труба из внутренней группы 62 труб прикреплена к промежуточному резервуару 2, а остальные трубы соединены друг с другом на одном конце с помощью соответствующих закрывающих металлических элементов 4 полостей 13.

Поскольку ни одна из этих концентрических труб системы 60 не составляет одно целое с внешним резервуаром 3, система 60 опор может свободно отходить назад в продольном направлении, когда температура изменяется при загрузке криогенной жидкости и расходуемой текучей среды.

Таким образом, промежуточный резервуар 2 составляет единственный опорный элемент для удерживания внутреннего резервуара 1, содержащего ценную текучую среду, в заданном положении, в то время как внешний резервуар 3 обеспечивает непосредственную опору только для промежуточного резервуара (защитного экрана) 2, содержащего расходуемую текучую среду, с помощью системы 70 вертикальных опор.

Следует отметить, что система 70 опор (фиг. 5, 6) также действует в качестве системы возврата в исходное положение после тепловых расширений и смещений, причем эта система не использует эластичные элементы, такие как пружины, или им подобные элементы, которые могут разрушаться в результате усталости.

В частности, как показано на фиг. 6, система 70 возврата состоит из нижнего блока 20, составляющего одно целое с промежуточным резервуаром 2, и второго, верхнего блока 21, составляющего одно целое с внешним корпусом 3, причем блоки 20, 21 взаимодействуют друг с другом с возможностью скольжения друг относительно друга.

Нижний блок 20 и соответственно блок 21 имеют наклонные опорные поверхности, наклон которых соответствует углу между горизонтальными и вертикальными компонентами теплового сокращения резервуара 2 в процессе эксплуатации резервуара, когда происходит изменение от температуры окружаю-

щей среды до рабочей сверхнизкой температуры.

Этот угол тесно связан с характеристиками теплового расширения материала, из которого изготовлен резервуар 2.

Нижний блок 20 и верхний блок 21 предпочтительно изготовлены из эпоксидной смолы, например, G10, характеризующейся очень низкой теплопроводностью.

Следует понимать, что могут использоваться и другие смолы или полимеры с очень низкой теплопроводностью, сходные с материалом G10, без выхода за пределы объема настоящего изобретения.

Конструкция рассматриваемого контейнера 100 может быть завершена в соответствии с нормами, действующими в отношении конструкций, работающих в условиях очень низких температур, установкой изоляции, состоящей из нескольких отражающих слоев (не показаны), на каждый из двух внутренних резервуаров 1 и 2 для отражения теплового излучения, поступающего снаружи.

Рассмотренная комбинация 50, 60 и 70 опор характеризуется несколькими достоинствами и преимуществами, а именно

она представляет собой очень прочную систему опор, выдерживающую гораздо более высокие внешние нагрузки по сравнению с известными конструкциями;

она снижает количество компонентов, необходимых для изготовления контейнера, с учетом того, что резервуар 2 для расходуемой текучей среды также действует в качестве теплового экрана и что оба резервуара 1 и 2 поддерживаются внутри внешнего резервуара 3 только на двух его концах;

оба резервуара 1 и 2, содержащие криогенные текучие среды, удерживаются в нужном положении внутри резервуара 3 системой 50, 60 и 70 опор, формирующей строго изостатическую конфигурацию (то есть изостатически закрепленную конструкцию), которая делает контейнер 100 почти нечувствительным к напряжениям, возникающим в результате тепловых расширений и сокращений. Действительно, система 50, 60 и 70 опор выполнена таким образом, чтобы предотвращать тепловые сжатия, возникающие в результате очень больших перепадов температуры, превышающих 300° К, между самым теплым компонентом (вакуумный внешний резервуар 3) и самым холодным компонентом, внутренним резервуаром 1, содержащим текучую среду с более низкой температурой;

система опор резервуара 2, содержащего расходуемую текучую среду, также обеспечивает возможность полного охвата внутреннего резервуара 1 теплозащитным экраном. При условии выбора материалов, характеризующихся высокой теплопроводностью, отпадает необходимость в системе труб, предназначенной для поддержания однородности температуры теплового экрана, что также упрощает конструкцию контейнера.

Система 50, 60 и 70 опор и возврата после смещений, будучи простой с точки зрения реализации, обеспечивает возможность поглощения напряжений, возникающих при загрузке/разгрузке и транспортировке, даже железнодорожным транспортом, без риска повреждения, так что предлагаемый контейнер 100 в высшей степени подходит для транспортировки жидкого гелия железнодорожным транспортом, что до настоящего времени было невозможно.

Настоящее изобретение не ограничивается конкретными вариантами его осуществления, рассмотренными в настоящем описании со ссылками на прилагаемые чертежи, в которые могут быть внесены многочисленные изменения специалистами в данной области техники без выхода за пределы объема изобретения, определяемого прилагаемой формулой.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Контейнер (100) для хранения, транспортировки и раздачи жидкого или сжиженного газа (L), подходящего для хранения и транспортировки железнодорожным транспортом, также в форме ISO-контейнера, причем контейнер (100) содержит

первый, внутренний, резервуар (1) для содержания жидкого или сжиженного газа (L), подлежащего хранению, транспортировке, раздаче, имеющий боковую цилиндрическую поверхность;

второй, промежуточный, резервуар (2), расположенный снаружи и вокруг внутреннего резервуара (1), проходящий по всей его длине и покрывающий его, не имея точек соприкосновения с боковой цилиндрической поверхностью внутреннего резервуара (1),

причем второй, промежуточный, резервуар (2) имеет боковую цилиндрическую поверхность и внутренний и промежуточный резервуары (1, 2) содержатся в третьем, внешнем, резервуаре или корпусе (3),

отличающийся тем, что

указанные три резервуара (1, 2, 3) расположены коаксиально и концентрично относительно друг друга, без непосредственного контакта друг с другом;

промежуточный резервуар (2) изготовлен из материала с высокой теплопроводностью и имеет цилиндрическую листовую обшивку (5), расположенную снаружи вокруг боковой цилиндрической поверхности промежуточного резервуара (2) и отстоящую от его оболочки на подходящем расстоянии для формирования кольцевой полости (6), закрытой на обоих концах боковой поверхности промежуточного резервуара (2),

причем закрытая кольцевая полость (6) служит для заполнения ее в процессе использования второй криогенной жидкостью, имеющей температуру кипения при атмосферном давлении, превышающую температуру кипения жидкого или сжиженного газа (L), содержащегося во внутреннем резервуаре (1), так чтобы обеспечивать экранирование внутреннего резервуара (1) от тепловой энергии, поступающей снаружи,

контейнер (100) снабжен внутри изостатической системой (50, 60, 70) опор для поддержания внутреннего (1) и промежуточного (2) резервуаров относительно внешнего корпуса (3) так, что внутренний и промежуточный резервуары (1, 2) прикреплены к внешнему корпусу (3) на их концах,

изостатическая система опор содержит опору (50) с закрепленной точкой и опору с двумя степенями свободы, действующую как шарнирная и скользящая башмачная опора (60, 70), такая как качающаяся опора,

указанные шарнирные башмачные опоры содержат систему (60) горизонтальных опор и систему (70) вертикальных опор,

каждая из опор (50, 60) расположена на противоположных концах контейнера (100), и они представляют единственные точки соединения между внутренним резервуаром (1) и промежуточным резервуаром (2),

каждая из опор (50, 60) представляет собой горизонтальную опору, которая введена внутрь соответствующего углубления (12), сформированного в резервуаре (1), и каждая из опор (50, 60) содержит множество концентрических труб разной длины,

каждая труба из множества труб соответствующей опоры (50, 60) соответствующим образом отстоит от другой трубы для формирования соответствующей полости (11, 13), которая закрыта на одном из ее концов, в то время как другой конец полости (11, 13) открыт и сообщается по текучей среде с внутренним пространством корпуса (3) и/или промежуточного резервуара (2) с обеспечением удлинения теплового мостика для потока тепла, поступающего снаружи.

2. Контейнер (100) по п.1, у которого опора (50) с закрепленной точкой представляет собой систему горизонтальных опор, прикрепленных к корпусу (3) на одном из его концов (куполообразной формы), и содержит несколько групп (51, 52, 53) концентрических и коаксиальных труб, размещенных внутри углубления (12), сформированного на одном из концов резервуара (1), и каждая труба (51, 52, 53) системы (50) с закрепленной точкой отстоит на соответствующем расстоянии от другой трубы, так что образована соответствующая полость (11), закрытая лишь на одном из ее концов, в то время как другой конец полости (11) открыт и сообщается по текучей среде с корпусом (3) и/или с промежуточным резервуаром (2) так, чтобы удлинять тепловой мостик для теплового потока, поступающего снаружи.

3. Контейнер (100) по любому из предыдущих пунктов, у которого система (60) и система (70) башмачной опоры формируют систему, подходящую для поглощения только сдвигающих напряжений, создаваемых весом компонентов и жидкостей, содержащихся во внутреннем и в промежуточном резервуарах (1, 2).

4. Контейнер (100) по п.3, у которого вторая система (60) горизонтальных опор прикреплена к промежуточному резервуару (2) и сформирована группами (61, 62) концентрических коаксиальных горизонтальных труб, причем каждая труба отстоит на соответствующем расстоянии от другой трубы для формирования соответствующей полости (13), закрытой на одном из ее концов, в то время как другой конец полости (13) открыт и сообщается по текучей среде с промежуточным резервуаром (2).

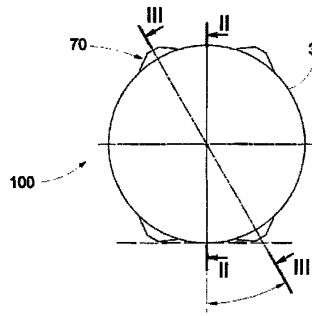
5. Контейнер (100) по любому из предыдущих пунктов, у которого система (70) вертикальных опор содержит

пару нижних блоков (20), составляющих одно целое с промежуточным резервуаром (2), и

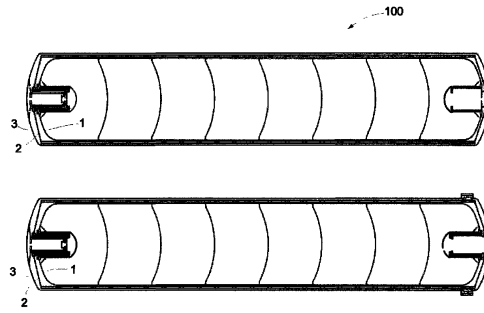
пару верхних блоков (21), составляющих одно целое с внешним корпусом (3), причем блоки (20, 21) соприкасаются друг с другом с возможностью скольжения друг относительно друга.

6. Контейнер (100) по п.5, у которого нижние блоки (20) и верхние блоки (21) контактируют вдоль наклонной плоскости, угол наклона которой равен углу между горизонтальными и вертикальными компонентами теплового сжатия резервуара (2).

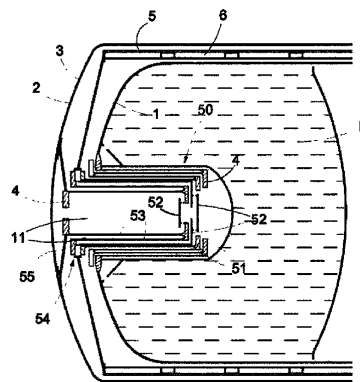
7. Контейнер (100) по п.5 или 6, у которого блоки (20, 21) изготовлены из смолы, имеющей очень низкую теплопроводность.



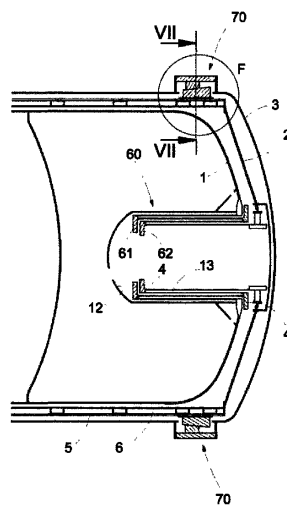
Фиг. 1



Фиг. 2, 3



Фиг. 4



Фиг. 5

