

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038322**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.08.10

(51) Int. Cl. *F17C 7/02* (2006.01)
F17C 6/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
201992639

(22) Дата подачи заявки
2019.12.05

(54) **СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КРИОГЕННОЙ ЖИДКОСТИ, ИМЕЮЩАЯ ПОДНЯТЫЙ БАССЕЙН**

(31) **62/776,688; 62/791,285**

(56) US-A1-2007006597
WO-A2-2014176249
GB-A-914193
US-A1-2005028536
US-A1-2003079480
RU-C1-2626903
US-A-5954101

(32) **2018.12.07; 2019.01.11**

(33) **US**

(43) **2020.06.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЧАРТ ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Лански Мартин, Кубица Ян (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Система распределения криогенной жидкости, имеющая резервуар, который удерживает криогенную жидкость, и бассейн, выполненный с возможностью удерживать криогенную жидкость на высоте выше нижней части резервуара. Система выполнена с возможностью выкачивать криогенную жидкость для распределения из нижней части резервуара, когда уровень криогенной жидкости является достаточным для обеспечения адекватной высоты столба жидкости для обеспечения работы насоса, и выполнена с возможностью выкачивать криогенную жидкость для распределения из бассейна, когда уровень жидкости в резервуаре является недостаточным для обеспечения адекватной высоты столба жидкости для обеспечения работы насоса по распределению криогенной жидкости.

B1

038322

038322

B1

Притязание на приоритет

Эта заявка заявляет преимущество приоритета предварительной заявки на патент США № 62/776,688, поданной 7 декабря 2018 года, и предварительной заявки на патент США № 62/791,285, поданной 11 января 2019 года, содержание которых включено в эту заявку по ссылке.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее раскрытие относится, в общем, к системам распределения криогенной жидкости и, в частности, к системе распределения криогенной жидкости, имеющей резервуар и поднятый бассейн, который позволяет распределять больше жидкости, находящейся в резервуаре.

Уровень техники

Криогенные текучие среды, а именно текучие среды, имеющие температуру кипения, в общем, ниже -150°C при атмосферном давлении, используются во многих применениях, таких как мобильные и промышленные применения. Криогенные текучие среды обычно хранятся в виде жидкостей, чтобы уменьшить объем и, таким образом, позволить использовать контейнеры более практичной и экономичной конструкции. Жидкости часто хранятся в объемных двухстеночных резервуарах или контейнерах с вакуумом между стенками внутренней и внешней камер в качестве изоляции для уменьшения теплопередачи из окружающей среды в криогенную жидкость.

Распределение криогенной жидкости, такой как сжиженный природный газ (liquefied natural gas - LNG), обычно требуется периодически, например, когда заправляемое LNG транспортное средство прибывает на LNG-заправочную станцию для дозаправки. Во время распределения, криогенная жидкость может быть удалена из резервуара с использованием насоса. Насос обычно погружен в криогенную жидкость в отдельной камере для обеспечения адекватного охлаждения насоса. Насос требует некоторого гидростатического напора жидкости, или высоты столба жидкости, для заливки, включения и работы. Эта высота столба жидкости обычно называется требуемой высотой столба жидкости над всасывающим патрубком насоса (Net Positive Suction Head -NPSH) и является конструктивным параметром насоса.

Иллюстративная конфигурация системы 10 распределения криогенной жидкости предшествующего уровня техники схематично показана на фиг. 1 в виде LNG-заправочной станции. Система 10 распределения криогенной жидкости включает в себя горизонтальный резервуар 12 (резервуар, имеющий горизонтальный размер поперечного сечения, который является большим, чем его вертикальный размер поперечного сечения), который содержит запас криогенной жидкости 14 со свободным пространством 16 для пара, находящимся выше криогенной жидкости 14. Подающая труба или линия 18 соединена у первого конца 18a с нижней частью резервуара 12 и соединена у второго конца 18b с насосом 20, который погружен в камеру 22. Подающий клапан 24 установлен в подающей линии 18 между первым концом 18a подающей линии 18 у нижней части резервуара 12 и вторым концом 18b подающей линии 18 у насоса 20. Рециркуляционная труба или линия 26 соединена у первого конца 26a с насосом 20 и соединена у второго конца 26b с верхней частью резервуара 12. Рециркуляционный клапан 28 установлен в рециркуляционной линии 26 между первым концом 26a линии 26 у насоса 20 и вторым концом 26b у верхней части резервуара 12. Распределительная труба или линия 30 используется для распределения криогенной жидкости 14 и соединена с рециркуляционной линией 26 между первым концом 26a у насоса 20 и рециркуляционным клапаном 28. Распределительный клапан 32 установлен в распределительной линии 30 для управления расходом распределяемой криогенной жидкости 14.

Когда распределение криогенной жидкости 14 не требуется, насос 20 не работает и поддерживается в холодном состоянии, причем подающий клапан 24 находится в открытом положении. Когда требуется распределение криогенной жидкости 14, насос 20 включается в режиме рециркуляции, причем подающий клапан 24 и рециркуляционный клапан 28 находятся в открытых положениях, в то время как распределительный клапан 32 является закрытым. Только когда рабочие параметры становятся стабильными, распределительный клапан 32 открывается, и рециркуляционный клапан 28 закрывается. Требуемое количество криогенной жидкости 14 затем подается через распределительную линию 30 и распределительный клапан 32. После распределения требуемого количества криогенной жидкости 14, насос 20 останавливается, распределительный клапан 32 закрывается и система 10 распределения ожидает следующего события распределения.

Однако криогенная жидкость, протекающая в подающей линии 18, соединенной с резервуаром 12 и насосом 20, должна преодолеть препятствия протеканию, включающие в себя, например, трение в подающей линии и изменения направления и поперечного сечения, которые приводят к потере давления. Эта потеря давления пропорциональна квадрату расхода и влияет на напор столба жидкости, требуемый для соответствия требованиям по NPSH насоса. Высота столба жидкости зависит от относительной высоты X криогенной жидкости 14 в резервуаре 12 выше насоса 20.

Таким образом, для надежной работы насоса доступная высота столба жидкости, устанавливаемая относительной разницей X по высоте, на которую уровень криогенной жидкости 14 в резервуаре превышает уровень точки всасывания насоса 14, должна быть большей или меньшей мере равной сумме NPSH насоса и потери давления. Когда уровень криогенной жидкости 14 в резервуаре 12 является меньшим, чем высота, необходимая для обеспечения высоты столба жидкости, требуемой для насоса 20, насос 20 не может управлять распределением жидкости, и некоторая часть криогенной жидкости 14 в ре-

резервуаре 12 не может быть использована. В то время как высота столба жидкости может быть увеличена посредством расположения всего резервуара 12 значительно выше насоса 20, это может быть нежелательным вследствие увеличения физических размеров системы распределения. По существу, системы распределения криогенной жидкости обычно страдают от меньшего, чем требуемое, использования криогенной жидкости в резервуаре, что приводит к необходимости пополнять резервуар, когда высота столба жидкости или объем остаточной криогенной жидкости в резервуаре являются большими, чем требуется.

Сущность изобретения

Иллюстративные варианты осуществления, раскрытые здесь, обеспечивают предпочтительную систему распределения криогенной жидкости, которая преодолевает недостатки систем распределения предшествующего уровня техники. Раскрытая система распределения криогенной жидкости способна обеспечить большее использование в отношении распределения большего количества криогенной текучей среды из резервуара, чем могло бы быть иначе при выкачивании криогенной жидкости из нижней части резервуара. Эта система включает в себя поднятый бассейн, который расположен на высоте выше нижней части резервуара и который используется, когда высота столба жидкости, обеспечиваемая уровнем криогенной жидкости в резервуаре, является недостаточной для надежной работы насоса. При таких обстоятельствах, криогенная жидкость, находящаяся в резервуаре, накачивается в поднятый бассейн для установления большей высоты столба жидкости, и криогенная жидкость затем выкачивается из бассейна, посредством чего увеличивается использование криогенной жидкости, находящейся в резервуаре.

В одном аспекте раскрыта система распределения криогенной жидкости, которая включает в себя резервуар, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость, бассейн, определяющий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость на высоте выше нижней части резервуара, и имеющий жидкостную связь с резервуаром, и насос. Система дополнительно включает в себя первую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и насосом, первый подающий клапан, расположенный в первой подающей линии между нижней частью резервуара и насосом, рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь с насосом и бассейном, рециркуляционный клапан, расположенный в рециркуляционной линии между насосом и бассейном, распределительную линию, имеющую жидкостную связь со второй линией в местоположении между насосом и рециркуляционным клапаном, распределительный клапан в распределительной линии, вторую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью бассейна и насосом, и второй подающий клапан, расположенный во второй подающей линии между нижней частью бассейна и насосом.

В другом аспекте раскрыт способ распределения криогенной жидкости, который включает в себя этапы, на которых открывают первый подающий клапан в первой подающей линии, имеющей жидкостную связь с насосом и резервуаром, определяющим область, которая удерживает криогенную жидкость, открывают рециркуляционный клапан в рециркуляционной линии, имеющей жидкостную связь с насосом и бассейном, определяющим область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость, причем бассейн находится на высоте, поднятой выше нижней части резервуара, и имеет жидкостную связь с резервуаром, и выкачивают криогенную жидкость из нижней части резервуара через первую подающую линию и рециркуляционную линию в бассейн. Способ дополнительно включает в себя этапы, на которых закрывают рециркуляционный клапан и открывают распределительный клапан в распределительной линии, которая имеет жидкостную связь с рециркуляционной линией в местоположении между насосом и рециркуляционным клапаном, когда уровень криогенной жидкости в резервуаре является достаточным для обеспечения надежной работы насоса по распределению криогенной жидкости, и выкачивают криогенную жидкость из нижней части резервуара через первую подающую линию и первый подающий клапан, насос, и распределительную линию и распределительный клапан. Способ дополнительно включает в себя этапы, на которых, когда уровень криогенной жидкости в резервуаре падает ниже уровня, требуемого для надежной работы насоса по распределению, закрывают первый подающий клапан и открывают второй подающий клапан, расположенный во второй подающей линии, имеющей жидкостную связь с нижней частью бассейна и насосом, и выкачивают криогенную жидкость из нижней части бассейна и через вторую подающую линию и второй подающий клапан, насос, и распределительную линию и распределительный клапан.

В дополнительном аспекте раскрыта система распределения криогенной жидкости, которая включает в себя резервуар, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость, бассейн, определяющий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость на высоте, поднятой выше нижней части резервуара, и имеющий жидкостную связь с резервуаром, и первый насос. Система дополнительно включает в себя первую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и первым насосом, первый подающий клапан, расположенный в первой подающей линии между нижней частью резервуара и первым насосом, рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь с первым насосом и верхней частью резервуара, рециркуляционный клапан, расположенный в рециркуляционной линии между первым насосом и верхней частью резервуара, распределительную линию, имеющую жидкостную связь с рециркуляционной линией в местоположении между первым насосом и рециркуляционным клапаном, и распределительный клапан в распределительной линии. Сис-

тема также включает в себя вторую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью бассейна и первым насосом, второй подающий клапан, расположенный во второй подающей линии между нижней частью бассейна и первым насосом, второй насос, который является относительно меньшим, чем первый насос, первую рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и вторым насосом, первый рециркуляционный клапан, расположенный в первой рециркуляционной линии между нижней частью резервуара и вторым насосом, и вторую рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь со вторым насосом и бассейном.

Еще в одном аспекте раскрыта система распределения криогенной жидкости, которая включает в себя резервуар, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость, бассейн, определяющий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость на высоте, поднятой выше нижней части резервуара, и имеющий жидкостную связь с резервуаром, и первый насос. Система дополнительно включает в себя первую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и первым насосом, первый подающий клапан, расположенный в первой подающей линии между нижней частью резервуара и первым насосом, второй насос, который является относительно меньшим, чем первый насос, рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и бассейном, и причем второй насос расположен в рециркуляционной линии между нижней частью резервуара и бассейном. Система также включает в себя рециркуляционный клапан, расположенный в рециркуляционной линии между нижней частью резервуара и вторым насосом, вторую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью бассейна и первым насосом, второй подающий клапан, расположенный во второй подающей линии между нижней частью бассейна и первым насосом, распределительную линию, имеющую жидкостную связь с первым насосом, и распределительный клапан в распределительной линии.

Следует понимать, что как приведенное выше общее описание, так и нижеследующее подробное описание являются иллюстративными, обеспечены только для объяснения и не ограничивают заявленный объект изобретения. Дополнительные признаки и объекты настоящего раскрытия станут более понятными из нижеследующего описания предпочтительных вариантов осуществления и из прилагаемой формулы изобретения.

Краткое описание чертежей

При описании предпочтительных иллюстративных вариантов осуществления ссылки делаются на сопутствующие чертежи, в которых одинаковые части имеют одинаковые ссылочные позиции и в которых:

фиг. 1 является схематичным видом системы распределения криогенной жидкости предшествующего уровня техники;

фиг. 2 является схематичным видом первого иллюстративного варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости согласно настоящему изобретению;

фиг. 3 является схематичным видом первого альтернативного участка первого иллюстративного варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости, показанной на фиг. 2;

фиг. 4 является схематичным видом второго альтернативного участка первого иллюстративного варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости, показанной на фиг. 2;

фиг. 5 является схематичным видом третьего альтернативного участка первого иллюстративного варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости, показанной на фиг. 2;

фиг. 6 является схематичным видом четвертого альтернативного участка первого иллюстративного варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости, показанной на фиг. 2;

фиг. 7 является схематичным видом пятого альтернативного участка первого иллюстративного варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости, показанной на фиг. 2; и

фиг. 8 является схематичным видом шестого альтернативного участка первого иллюстративного варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости, показанной на фиг. 2;

фиг. 9 является схематичным видом второго варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости согласно настоящему изобретению, имеющей стандартный насос системы, который может рециркулировать жидкость в резервуар, и отдельный, относительно меньший насос, который может рециркулировать жидкость в бассейн в верхней части резервуара;

фиг. 10 является схематичным видом третьего варианта осуществления системы распределения криогенной жидкости согласно настоящему изобретению, имеющей стандартный насос системы, используемый для распределения жидкости из резервуара, и отдельный, относительно меньший насос, используемый для рециркуляции жидкости в бассейн в верхней части резервуара.

Следует понимать, что чертежи приведены не в масштабе. В то время как некоторые механические подробности иллюстративных систем распределения и альтернативных конфигураций не были включены в описание изобретения, такие подробности считаются общеизвестными в пределах понимания специалистов в данной области техники в свете настоящего раскрытия. Также следует понимать, что настоящее изобретение не ограничено показанными иллюстративными вариантами осуществления.

Подробное описание вариантов осуществления

Первый иллюстративный вариант осуществления системы 110 распределения криогенной жидко-

сти, выполненной согласно настоящему изобретению и показанный на фиг. 2, схематично показан в виде LNG-заправочной станции. Система 110 распределения криогенной жидкости включает в себя резервуар 112, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость 114, со свободным пространством 116 для пара, находящимся выше криогенной жидкости 114. Первая подающая труба или линия 18 имеет жидкостную связь у первого конца 118а с нижней частью резервуара 112 и имеет жидкостную связь у второго конца 118b с насосом 120, который погружен в отдельную камеру или поддон 122. Жидкость из резервуара 112 протекает в поддон 122 для обеспечения жидкостной связи с впускным отверстием насоса 120 и погружения насоса 120 в жидкость для поддержания адекватного охлаждения насоса 120. Первый подающий клапан 124 расположен в первой подающей линии 118 между первым концом 118а первой подающей линии 118 у нижней части резервуара 112 и вторым концом 118b первой подающей линии 118 у насоса 120. Следует понимать, что высота столба жидкости устанавливается относительной разницей X по высоте, на которую уровень криогенной жидкости 114 в резервуаре 112 превышает уровень точки всасывания насоса 120. Также, для надежной работы насоса 120, высота столба жидкости должна быть большей или по меньшей мере равной сумме NPSH насоса и потери давления, которой подвергается жидкость, протекающая к впускному отверстию насоса.

Рециркуляционная труба или линия 126 имеет жидкостную связь у первого конца 126а с насосом 120 и имеет жидкостную связь у второго конца 126b с бассейном 134, определяющим область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 135 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 112, причем бассейн 134 имеет жидкостную связь с резервуаром 112. Бассейн 134 подвешен в резервуаре 112 в верхней части резервуара 112 и имеет продолжающееся вверх отверстие. Рециркуляционный клапан 128 расположен в рециркуляционной линии 126 между первым концом 126а рециркуляционной линии 126 у насоса 120 и вторым концом 126b у бассейна 134.

Распределительная труба или линия 130 имеет жидкостную связь с рециркуляционной линией 126 в местоположении между первым концом 126а у насоса 120 и рециркуляционным клапаном 128. Распределительный клапан 132 расположен в распределительной линии 130 для управления расходом распределяемой криогенной жидкости 114.

Вторая подающая труба или линия 136 имеет жидкостную связь у первого конца 136а с нижней частью бассейна 134 и имеет жидкостную связь у второго конца 136b с насосом 120. Второй подающий клапан 138 расположен во второй подающей линии 136 между первым концом 136а у нижней части бассейна 134 и вторым концом 136b у насоса 120. Следует понимать, что при вытягивании криогенной жидкости из бассейна 134 через вторую подающую линию 136, высота столба жидкости, устанавливаемая относительной разницей X' по высоте, на которую уровень криогенной жидкости 135 в бассейне 134 превышает уровень точки всасывания насоса 120, будет большей, чем высота столба жидкости, которая могла бы иначе быть, когда криогенная жидкость находится на низком уровне в резервуаре 112. Также следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 124 и 138 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном.

Когда распределение криогенной жидкости 114 не требуется, насос 120 не работает и поддерживается в холодном состоянии жидкостью, находящейся в поддоне 122, причем первый подающий клапан 124 находится в открытом положении.

Когда требуется распределение криогенной жидкости 114, насос 120 включается в режиме рециркуляции, причем первый подающий клапан 124 и рециркуляционный клапан 128 находятся в открытых положениях, и распределительный клапан 132 находится в закрытом положении, для обеспечения выкачивания криогенной жидкости 114 из нижней части резервуара 112 в бассейн 134. Криогенная жидкость, которая циркулируется насосом 120, собирается в бассейне 134 до тех пор, пока он не будет полным. Когда дополнительная накачиваемая жидкость входит в бассейн, переливающаяся жидкость направляется во внутреннюю часть резервуара 112, расположенную ниже бассейна.

Когда рабочие параметры системы становятся стабильными, причем уровень криогенной жидкости в нижней части резервуара 112 является достаточным для обеспечения высоты столба жидкости, которая будет поддерживать надежную работу насоса 120, рециркуляционный клапан 128 закрывается, и распределительный клапан 132 открывается. Как показано на фиг. 2, распределительный клапан 132 расположен в распределительной линии 130, которая имеет жидкостную связь с рециркуляционной линией 126 в местоположении между насосом 120 и рециркуляционным клапаном 128. Требуемое количество криогенной жидкости 114 тогда подается через распределительную линию 130 и распределительный клапан 132, поскольку уровень криогенной жидкости в нижней части резервуара 112 является достаточным для обеспечения высоты столба жидкости, которая будет поддерживать надежную работу насоса 120. После распределения требуемого количества криогенной жидкости 114, насос 120 останавливается, распределительный клапан 132 закрывается, и система 110 распределения ожидает следующего события распределения.

Однако, когда уровень криогенной жидкости 114 в резервуаре 112 падает ниже уровня, требуемого для надежной работы насоса 120 по распределению, первый подающий клапан 124 в первой подающей линии 118 закрывается, и второй подающий клапан 138 во второй подающей линии 136, которая имеет жидкостную связь с нижней частью бассейна 134 и насосом 120, открывается. Высота столба жидкости

теперь основана на относительной разнице X' по высоте, на которую уровень криогенной жидкости 135 в бассейне 134 превышает уровень точки всасывания насоса 120, и для надежной работы насоса 120 высота столба жидкости должна быть большей или по меньшей мере равной сумме NPSH насоса и потери давления. Криогенная жидкость тогда выкачивается из нижней части бассейна 134 и через вторую подающую линию 136 и второй подающий клапан 138, насос 120, и распределительную линию 130 и распределительный клапан 132.

После завершения распределения, распределительный клапан 132 и второй подающий клапан 138 закрываются. Первый подающий клапан 124 и рециркуляционный клапан 128 открываются. Насос 120 переключается на меньшую скорость для работы в режиме рециркуляции. Меньшая скорость означает, что будет низкий расход, например, около одной трети от расхода распределения. Низкая скорость насоса и низкий расход приводят к тому, что потеря давления в линии всасывания или второй подающей линии 136 будет довольно малой. Если бы потеря давления в скорости распределения составляла 1 мбар, то тогда при низкой скорости она могла бы составлять $1/3^2=0,11$ мбар. В результате, при меньшей скорости работы насоса меньший уровень жидкости в резервуаре 112 является достаточным для соответствия требованиям по NPSH насоса. Когда бассейн 134 наполняется, насос 120 останавливается и система распределения ожидает следующего запроса на заправку, который будет выполнен с использованием жидкости из бассейна 134. Это позволяет обеспечить значительно большее использование криогенной жидкости, находящейся в резервуаре, без необходимости увеличения физических размеров системы распределения.

Таким образом, способ распределения криогенной жидкости, который раскрыт здесь с системой 110 распределения криогенной жидкости, может быть объяснен как способ, включающий в себя этапы, на которых открывают первый подающий клапан 124 в первой подающей линии 118, имеющей жидкостную связь с насосом 120 и резервуаром 112, определяющим область, которая удерживает криогенную жидкость 114, открывают рециркуляционный клапан 128 в рециркуляционной линии 126, имеющей жидкостную связь с насосом 120 и бассейном 134, определяющим область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость, причем бассейн 134 находится на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 112, и имеет жидкостную связь с резервуаром 112, и выкачивают криогенную жидкость из нижней части резервуара 112 через первую подающую линию 118 и рециркуляционную линию 126 в бассейн 134, причем переливающаяся жидкость перемещается во внутреннее пространство резервуара 112, находящееся ниже.

Способ дополнительно включает в себя этапы, на которых, когда рабочие параметры системы являются стабильными и уровень криогенной жидкости в резервуаре 112 является достаточным для обеспечения надежной работы насоса 120 по распределению криогенной жидкости, закрывают рециркуляционный клапан 128 и открывают распределительный клапан 132 в распределительной линии 130, которая имеет жидкостную связь с рециркуляционной линией 126 в местоположении между насосом 120 и рециркуляционным клапаном 128, и выкачивают криогенную жидкость из нижней части резервуара 112 через первую подающую линию 118 и первый подающий клапан 124, насос 120, и распределительную линию 130 и распределительный клапан 132.

Способ дополнительно включает в себя этапы, на которых, когда уровень криогенной жидкости в резервуаре 112 падает ниже уровня, требуемого для надежной работы насоса 120 по распределению, закрывают первый подающий клапан 124 и открывают второй подающий клапан 138, расположенный во второй подающей линии 136, имеющей жидкостную связь с нижней частью бассейна 134 и насосом 120, и выкачивают криогенную жидкость из нижней части бассейна 134 и через вторую подающую линию 136 и второй подающий клапан 138, насос 120, и распределительную линию 130 и распределительный клапан 132. Способ дополнительно включает в себя этапы, на которых, после завершения распределения из бассейна 134, закрывают распределительный клапан 132 и второй подающий клапан 138, открывают первый подающий клапан 124 и рециркуляционный клапан 128, и переключают насос 120 на меньшую скорость и работу в режиме рециркуляции, при этом выкачивают жидкость из нижней части резервуара 112 в бассейн. Когда бассейн наполнится, насос может быть остановлен.

Фиг. 3-8 обеспечивают несколько альтернативных частей первого иллюстративного варианта осуществления, показанного на фиг. 2, которые работают на основе подобных принципов, но включают в себя части, структурированные иначе, чем пример, показанный на фиг. 2. Относительно примера, показанного на фиг. 2, примеры, показанные на фиг. 3-8, предназначены для работы с тем же самым насосом, рециркуляционной линией и рециркуляционным клапаном, и той же самой распределительной линией и распределительным клапаном. Примеры на фиг. 3-8 отличаются в отношении конфигураций резервуара, бассейна и второй подающей линии, но каждый пример все же включает в себя вторую подающую линию и второй подающий клапан, в то время как первая подающая линия и первый подающий клапан являются, по существу, такими же, как в первом примере, показанном на фиг. 2.

На фиг. 3, резервуар 212 определяет область, которая удерживает криогенную жидкость 214, и включает в себя бассейн 234, который определяет область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 235 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 212. Бассейн 234 подвешен от боковой стенки резервуара 212 и включает в себя отверстие в верхней части бассейна 234, причем бассейн 234 имеет возможность удерживать криогенную жидкость на более высоком уровне, чем уро-

вень нижней части резервуара 212. Первая подающая линия 218 и первый подающий клапан 224 имеют жидкостную связь с нижней частью резервуара 212, в то время как вторая подающая линия 236 и второй подающий клапан 238 имеют жидкостную связь с нижней частью бассейна 234, и рециркуляционная линия 226 направляет выкачиваемую текучую среду в бассейн 234 через верхнюю часть резервуара 212 и продолжающееся вверх отверстие в бассейне 234. Как и в первом иллюстративном варианте осуществления следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 224 и 238 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном. Система распределения криогенной жидкости, включающая в себя эти альтернативные компоненты, может управляться тем же самым способом и с использованием тех же самых выкачивающих и распределяющих компонентов, которые раскрыты выше для системы 110 распределения криогенной жидкости.

На фиг. 4 резервуар 312 определяет область, которая удерживает криогенную жидкость 314, и включает в себя бассейн 334, который определяет область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 335 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 312. Бассейн 334 подвешен от верхней стенки резервуара 312 и включает в себя отверстие в верхней части бассейна 334, причем бассейн 334 имеет возможность удерживать криогенную жидкость на более высоком уровне, чем уровень нижней части резервуара 312. Первая подающая линия 318 и первый подающий клапан 324 имеют жидкостную связь с нижней частью резервуара 312, в то время как вторая подающая линия 336 и второй подающий клапан 338 имеют жидкостную связь с нижней частью бассейна 334, и рециркуляционная линия 326 направляет выкачиваемую текучую среду в бассейн 334 через верхнюю часть резервуара 312 и продолжающееся вверх отверстие в бассейне 334. Как и в первом иллюстративном варианте осуществления следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 324 и 338 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном. Система распределения криогенной жидкости, включающая в себя эти альтернативные компоненты, может управляться тем же самым способом, который раскрыт выше для системы 110 распределения криогенной жидкости.

На фиг. 5 резервуар 412 определяет область, которая удерживает криогенную жидкость 414, и включает в себя бассейн 434, который определяет область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 435 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 412. Бассейн 434 включает в себя боковую стенку резервуара 412 и включает в себя отверстие в верхней части бассейна 434, причем бассейн имеет возможность удерживать криогенную жидкость на более высоком уровне, чем уровень нижней части резервуара 412. Первая подающая линия 418 и первый подающий клапан 424 имеют жидкостную связь с нижней частью резервуара 412, в то время как вторая подающая линия 436 и второй подающий клапан 438 имеют жидкостную связь с нижней частью бассейна 434, и рециркуляционная линия 426 направляет выкачиваемую текучую среду в бассейн 434 через верхнюю часть резервуара 412 и продолжающееся вверх отверстие в бассейне 434. Как и в первом иллюстративном варианте осуществления следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 424 и 438 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном. Система распределения криогенной жидкости, включающая в себя эти альтернативные компоненты, может управляться тем же самым способом и с использованием тех же самых выкачивающих и распределяющих компонентов, которые раскрыты выше для системы 110 распределения криогенной жидкости.

На фиг. 6 резервуар 512 определяет область, которая удерживает криогенную жидкость 514, и включает в себя бассейн 534, который определяет область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 535 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 512. Бассейн 534 включает в себя боковую стенку резервуара 512 и включает в себя отверстие в верхней части бассейна 534, причем бассейн имеет возможность удерживать криогенную жидкость на более высоком уровне, чем уровень нижней части резервуара 512. Первая подающая линия 518 и первый подающий клапан 524 имеют жидкостную связь с нижней частью резервуара 512, в то время как вторая подающая линия 536 и второй подающий клапан 538 имеют жидкостную связь с нижней частью бассейна 534, и рециркуляционная линия 526 направляет выкачиваемую текучую среду в бассейн 534 через верхнюю часть резервуара 512 и продолжающееся вверх отверстие в бассейне 534. Как и в первом иллюстративном варианте осуществления следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 524 и 538 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном. Система распределения криогенной жидкости, включающая в себя эти альтернативные компоненты, может управляться тем же самым способом и с использованием тех же самых выкачивающих и распределяющих компонентов, которые раскрыты выше для системы 110 распределения криогенной жидкости.

На фиг. 7 резервуар 612 определяет область, которая удерживает криогенную жидкость 614, и включает в себя бассейн 634, который определяет область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 635 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 612. Бассейн 634 подвешен посредством переключки 637 от верхней стенки резервуара 612 и включает в себя отверстие в верхней части бассейна 634, причем бассейн 634 имеет возможность удерживать криогенную жидкость на более высоком уровне, чем уровень нижней части резервуара 612. Первая подающая линия 618 и первый подающий клапан 624 имеют жидкостную связь с нижней частью резервуара 612, в то время как вторая подающая линия 636 и второй подающий клапан 638 имеют жидкостную связь с нижней частью бассей-

на 634, и рециркуляционная линия 626 направляет выкачиваемую текучую среду в бассейн 634 через верхнюю часть резервуара 612 и продолжающееся вверх отверстие в бассейне 634. Как и в первом иллюстративном варианте осуществления следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 624 и 638 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном. Система распределения криогенной жидкости, включающая в себя эти альтернативные компоненты, может управляться тем же самым способом и с использованием тех же самых выкачивающих и распределяющих компонентов, которые раскрыты выше для системы 110 распределения криогенной жидкости.

На фиг. 8 компоненты системы распределения криогенной жидкости включают в себя резервуар 712, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость 714 и включает в себя бассейн 734, определяющий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 735 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 712. Бассейн 734 подвешен извне от боковой стенки резервуара 712 (или от другой структуры, независимой от резервуара 712), причем бассейн 734 имеет возможность удерживать криогенную жидкость на более высоком уровне, чем уровень нижней части резервуара 712. Бассейн 734 расположен на высоте выше нижней части резервуара 712 с тем, чтобы он мог быть использован для создания адекватной высоты столба жидкости для насоса, даже когда уровень криогенной жидкости в резервуаре 712 является слишком низким для этого. Бассейн 734 имеет трубу или переливающую линию 737, которая позволяет криогенной жидкости, входящей в резервуар 734 через рециркуляционную линию 726, переливаться в резервуар 712, если уровень в бассейне 734 будет превышать его объем. Первая подающая линия 718 и первый подающий клапан 724 имеют жидкостную связь с нижней частью резервуара 712, в то время как вторая подающая линия 736 и второй подающий клапан 738 имеют жидкостную связь с нижней частью бассейна 734, и рециркуляционная линия 726 направляет выкачиваемую текучую среду в бассейн 734 через верхнюю часть бассейна 734. Как и в первом иллюстративном варианте осуществления следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 724 и 738 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном. Но для изменения перемещения криогенной жидкости из бассейна 734 через переливающую линию 737 в резервуар 712, система распределения криогенной жидкости, включающая в себя эти альтернативные компоненты, может управляться тем же самым способом и с использованием тех же самых выкачивающих и распределяющих компонентов, которые раскрыты выше для системы 110 распределения криогенной жидкости.

Второй иллюстративный вариант осуществления системы 810 распределения криогенной жидкости, выполненной согласно настоящему изобретению, схематично показан на фиг. 9 в виде LNG-заправочной станции. Второй иллюстративный вариант осуществления подобен первому иллюстративному варианту осуществления, но система 810 включает в себя относительно меньший насос, который предназначен для подачи жидкости из нижней части резервуара в поднятый бассейн, в то время как основной насос может быть использован для рециркуляции жидкости в резервуар или для распределения жидкости.

Таким образом, система 810 распределения криогенной жидкости включает в себя резервуар 812, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость 814, со свободным пространством 816 для пара, находящимся выше криогенной жидкости 814. Первая подающая труба или линия 818 имеет жидкостную связь у первого конца 818a с нижней частью резервуара 812 и имеет жидкостную связь у второго конца 818b с насосом 820, который погружен в отдельную камеру или поддон 822. Жидкость из резервуара 812 протекает в поддон 822 для обеспечения жидкостной связи с впускным отверстием насоса 820 и погружения насоса 820 в жидкость для поддержания адекватного охлаждения насоса 820. Первый подающий клапан 824 расположен в первой подающей линии 818 между первым концом 818a первой подающей линии 818 у нижней части резервуара 812 и вторым концом 818b первой подающей линии 818 у насоса 820. Следует понимать, что высота столба жидкости устанавливается относительной разницей по высоте, на которую уровень криогенной жидкости 814 в резервуаре 812 превышает уровень точки всасывания насоса 820, подобно первому варианту осуществления. Также, для надежной работы насоса 820, высота столба жидкости должна быть большей или по меньшей мере равной сумме NPSH насоса и потери давления, которой подвергается жидкость, протекающая к впускному отверстию насоса.

Рециркуляционная труба или линия 826 имеет жидкостную связь у первого конца 826a с насосом 820 и имеет жидкостную связь у второго конца 826b с верхней частью резервуара 812 для обеспечения рециркуляции криогенной жидкости с использованием основного насоса 820, при необходимости. Таким образом, рециркуляционный клапан 828 расположен в рециркуляционной линии 826 между первым концом 826a рециркуляционной линии 826 у насоса 820 и вторым концом 826b в верхнем положении на резервуаре 812.

Обеспечен бассейн 834, определяющий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 835 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 812, и бассейн 834 имеет жидкостную связь с резервуаром 812. Бассейн 834 подвешен в резервуаре 812 в верхней части резервуара 812 и имеет продолжающееся вверх отверстие. Рециркуляционный контур снабжен рециркуляционной подающей трубой или линией 840, имеющей жидкостную связь у первого конца 840a с нижней частью резервуара 812, и имеет жидкостную связь у второго конца 840b с рециркуляционным насосом 842. Рециркуляционный подающий клапан 844 расположен в рециркуляционной подающей линии 840 между первым концом 840a у нижней части резервуара 812 и вторым концом 840b у насоса 842. Следует понимать,

что рециркуляционный насос 842 является относительно меньшим насосом, который может иметь более низкие показатели производительности, чем у стандартного основного насоса 820, поскольку он не используется для распределения. По существу, насос 842 также может иметь меньшую NPSH.

Рециркуляционный контур может быть тогда завершен рециркуляционной линией 846, имеющей рециркуляционный клапан 848, расположенный в рециркуляционной линии 846 между первым концом 846а рециркуляционной линии 846 у рециркуляционного насоса 842 и вторым концом 846b у бассейна 834.

Распределительная труба или линия 830 имеет жидкостную связь с рециркуляционной линией 826 в местоположении между первым концом 826а у насоса 820 и рециркуляционным клапаном 828. Распределительный клапан 832 расположен в распределительной линии 830 для управления расходом распределяемой криогенной жидкости 814.

Вторая подающая труба или линия 836 имеет жидкостную связь у первого конца 836а с нижней частью бассейна 834 и имеет жидкостную связь у второго конца 818b с насосом 820. Второй подающий клапан 838 расположен во второй подающей линии 836 между первым концом 836а у нижней части бассейна 834 и вторым концом 836b у насоса 820. Следует понимать, что при вытягивании криогенной жидкости из бассейна 834 через вторую подающую линию 836, высота столба жидкости, устанавливаемая относительной разницей по высоте, на которую уровень криогенной жидкости 835 в бассейне 834 превышает уровень точки всасывания насоса 820, будет большей, чем высота столба жидкости, которая могла бы иначе быть, когда криогенная жидкость находится на низком уровне в резервуаре 812. Также следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 824 и 838 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном.

Система 810 второго иллюстративного варианта осуществления может работать подобно системе 110 первого иллюстративного варианта осуществления, но относительно меньший насос 842 может работать, когда уровень жидкости в резервуаре падает ниже требуемого уровня, с тем, чтобы продолжать использовать криогенную жидкость, находящуюся в резервуаре 812, посредством вытягивания ее из поднятого бассейна 834, когда система не сможет иначе обеспечить достаточный напор для распределения жидкости.

Третий иллюстративный вариант осуществления системы 910 распределения криогенной жидкости, выполненной согласно настоящему изобретению, схематично показан на фиг. 10 в виде LNG-заправочной станции. Третий иллюстративный вариант осуществления подобен первому и второму иллюстративным вариантам осуществления, но система 910 включает в себя относительно меньший насос, который предназначен для подачи жидкости из нижней части резервуара в поднятый бассейн, в то время как основной насос не имеет возможности рециркулировать жидкость, а вместо этого предназначен для использования для распределения криогенной жидкости.

Соответственно, система 910 распределения криогенной жидкости включает в себя резервуар 912, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость 914, со свободным пространством 916 для пара, находящимся выше криогенной жидкости 914. Первая подающая труба или линия 918 имеет жидкостную связь у первого конца 918а с нижней частью резервуара 912 и имеет жидкостную связь у второго конца 918b с насосом 920, который погружен в отдельную камеру или поддон 922. Жидкость из резервуара 912 протекает в поддон 922 для обеспечения жидкостной связи с впускным отверстием насоса 920 и погружения насоса 920 в жидкость для поддержания адекватного охлаждения насоса 920. Первый подающий клапан 924 расположен в первой подающей линии 918 между первым концом 918а первой подающей линии 918 у нижней части резервуара 912 и вторым концом 918b первой подающей линии 918 у насоса 920. Следует понимать, что высота столба жидкости устанавливается относительной разницей по высоте, на которую уровень криогенной жидкости 914 в резервуаре 912 превышает уровень точки всасывания насоса 920, подобно первому иллюстративному варианту осуществления. Также, для надежной работы насоса 920, высота столба жидкости должна быть большей или по меньшей мере равной сумме NPSH насоса и потери давления, которой подвергается жидкость, протекающая к впускному отверстию насоса.

Обеспечен бассейн 934, определяющий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость 935 на высоте, поднятой выше нижней части резервуара 912, и бассейн 934 имеет жидкостную связь с резервуаром 912. Бассейн 934 подвешен в резервуаре 912 в верхней части резервуара 912 и имеет продолжающееся вверх отверстие. Система 910 третьего иллюстративного варианта осуществления не включает в себя рециркуляционный контур или контур обратного течения, который использует насос 920. Вместо этого, рециркуляционный контур снабжен рециркуляционной подающей трубой или линией 940, имеющей жидкостную связь у первого конца 940а с нижней частью резервуара 912 и имеющей жидкостную связь у второго конца 940b с рециркуляционным насосом 942. Рециркуляционный подающий клапан 944 расположен в рециркуляционной подающей линии 940 между первым концом 940а у нижней части резервуара 912 и вторым концом 940b у насоса 942. Рециркуляционный контур может быть тогда завершен рециркуляционной линией 946, продолжающейся от первого конца 946а у рециркуляционного насоса 942 до второго конца 946b у бассейна 934. Следует понимать, что рециркуляционный насос 942 является относительно меньшим насосом, который может иметь более низкие показатели про-

изводительности, чем у стандартного основного насоса 920, поскольку он не используется для распределения. По существу, насос 942 также может иметь меньшую NPSH.

Распределительная труба или линия 930 имеет жидкостную связь с насосом 920, и распределительный клапан 932 расположен в распределительной линии 930 для управления расходом распределяемой криогенной жидкости 914.

Вторая подающая труба или линия 936 имеет жидкостную связь у первого конца 936а с нижней частью бассейна 934 и имеет жидкостную связь у второго конца 918b с насосом 920. Второй подающий клапан 938 расположен во второй подающей линии 936 между первым концом 936а у нижней части бассейна 934 и вторым концом 936b у насоса 920. Следует понимать, что при вытягивании криогенной жидкости из бассейна 934 через вторую подающую линию 936, высота столба жидкости, устанавливаемая относительной разницей по высоте, на которую уровень криогенной жидкости 935 в бассейне 934 превышает уровень точки всасывания насоса 920, будет большей, чем высота столба жидкости, которая могла бы иначе быть, когда криогенная жидкость находится на низком уровне в резервуаре 912. Также следует понимать, что первый и второй подающие клапаны 924 и 938 могут быть, но не обязательно, заменены трехходовым клапаном.

Система 910 второго иллюстративного варианта осуществления может работать подобно системе 910 первого иллюстративного варианта осуществления, но относительно меньший насос 942 может обеспечивать всю рециркуляцию жидкости и всегда будет питать поднятый бассейн 934, с тем, чтобы обеспечить подачу из нижней части резервуара 912 или из поднятого бассейна 934, когда уровень жидкости в резервуаре падает ниже требуемого уровня, с тем, чтобы продолжать использовать криогенную жидкость, находящуюся в резервуаре 912, посредством вытягивания ее из поднятого бассейна 934, когда система не сможет иначе обеспечить достаточный напор для распределения жидкости.

В заключение добавление поднятого бассейна и второй подающей линии и подающего клапана позволяет накачивать криогенную жидкость в более высокое положение, что улучшает способность обеспечивать адекватную высоту столба жидкости для надежной работы насоса и распределять криогенную жидкость, которую иначе невозможно удалить из резервуара. Также, как показано в иллюстративных вариантах осуществления, накачивание криогенной жидкости в поднятое основание может быть обеспечено насосом системы или относительно меньшим отдельным насосом, и, в случае меньшего насоса, система может обеспечивать или не обеспечивать рециркуляцию криогенной жидкости в резервуар через относительно больший насос системы.

Эти решения, которые обеспечивают лучшее использование жидкости, находящейся в резервуаре, могут быть применены к любому горизонтальному резервуару, используемому в системе распределения криогенной жидкости, но также следует понимать, что эти решения могут быть применены к любому вертикальному резервуару (резервуару, имеющему вертикальный размер поперечного сечения, который является большим, чем его горизонтальный размер поперечного сечения), используемому в системе распределения криогенной жидкости.

В то время как были показаны и описаны предпочтительные варианты осуществления настоящего раскрытия, специалистам в данной области техники следует понимать, что они могут быть изменены и модифицированы, не выходя за рамки сущности настоящего раскрытия, объем которого определен нижеуказанной формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система распределения криогенной жидкости, содержащая:
 - a) резервуар, задающий область, которая удерживает криогенную жидкость;
 - b) бассейн, задающий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость на высоте, поднятой выше нижней части резервуара, и имеющий жидкостную связь с резервуаром;
 - c) насос;
 - d) первую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и насосом;
 - e) первый подающий клапан, расположенный в первой подающей линии между нижней частью резервуара и насосом;
 - f) рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь с насосом и бассейном;
 - g) рециркуляционный клапан, расположенный в рециркуляционной линии между насосом и бассейном;
 - h) распределительную линию, имеющую жидкостную связь с рециркуляционной линией в местоположении между насосом и рециркуляционным клапаном;
 - i) распределительный клапан в распределительной линии;
 - j) вторую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью бассейна и насосом; и
 - k) второй подающий клапан, расположенный во второй подающей линии между нижней частью бассейна и насосом.
2. Система распределения криогенной жидкости по п.1, в которой резервуар является горизонтальным резервуаром.

3. Система распределения криогенной жидкости по п.1, в которой вторая подающая линия имеет жидкостную связь с первой подающей линией в местоположении между насосом и первым подающим клапаном.

4. Система распределения криогенной жидкости по п.1, в которой бассейн расположен снаружи резервуара.

5. Система распределения криогенной жидкости по п.1, в которой бассейн расположен внутри резервуара.

6. Система распределения криогенной жидкости по п.5, в которой бассейн соединен с верхней частью резервуара.

7. Система распределения криогенной жидкости по п.5, в которой бассейн соединен с боковой стенкой резервуара.

8. Система распределения криогенной жидкости по п.5, в которой бассейн соединен с нижней частью резервуара.

9. Способ распределения криогенной жидкости, содержащий этапы, на которых:

а) открывают первый подающий клапан в первой подающей линии, имеющей жидкостную связь с насосом и резервуаром, определяющим область, которая удерживает криогенную жидкость;

б) открывают рециркуляционный клапан в рециркуляционной линии, имеющей жидкостную связь с насосом и бассейном, определяющим область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость, причем бассейн расположен на высоте, поднятой выше нижней части резервуара, и имеет жидкостную связь с резервуаром;

в) выкачивают криогенную жидкость из нижней части резервуара через первую подающую линию и рециркуляционную линию в бассейн;

г) закрывают рециркуляционный клапан и открывают распределительный клапан в распределительной линии, которая имеет жидкостную связь с рециркуляционной линией в местоположении между насосом и рециркуляционным клапаном, когда уровень криогенной жидкости в нижней части резервуара является достаточным для обеспечения надежной работы насоса по распределению криогенной жидкости;

д) выкачивают криогенную жидкость из нижней части резервуара через первую подающую линию и первый подающий клапан, насос и распределительную линию и распределительный клапан;

е) когда уровень криогенной жидкости в нижней части резервуара падает ниже уровня, требуемого для надежной работы насоса по распределению, закрывают первый подающий клапан и открывают второй подающий клапан, расположенный во второй подающей линии, имеющей жидкостную связь с нижней частью бассейна и насосом; и

ж) выкачивают криогенную жидкость из нижней части бассейна и через вторую подающую линию и второй подающий клапан, насос и распределительную линию и распределительный клапан.

10. Способ по п.9, дополнительно содержащий этапы, на которых:

а) после завершения распределения закрывают распределительный клапан и второй подающий клапан;

б) открывают первый подающий клапан и рециркуляционный клапан;

в) переключают насос на меньшую скорость и работу в режиме рециркуляции, при этом выкачивают жидкость из нижней части резервуара в бассейн;

г) закрывают первый подающий клапан и рециркуляционный клапан и открывают второй подающий клапан; и

д) выкачивают криогенную жидкость из нижней части бассейна и через вторую подающую линию и второй подающий клапан, насос и распределительную линию и распределительный клапан.

11. Система распределения криогенной жидкости, содержащая:

а) резервуар, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость;

б) бассейн, определяющий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость на высоте, поднятой выше нижней части резервуара, и имеющий жидкостную связь с резервуаром;

в) первый насос;

г) первую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и первым насосом;

д) первый подающий клапан, расположенный в первой подающей линии между нижней частью резервуара и первым насосом;

е) рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь с первым насосом и верхней частью резервуара;

ж) рециркуляционный клапан, расположенный в рециркуляционной линии между первым насосом и верхней частью резервуара;

з) распределительную линию, имеющую жидкостную связь с рециркуляционной линией в местоположении между первым насосом и рециркуляционным клапаном;

и) распределительный клапан в распределительной линии;

к) вторую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью бассейна и первым на-

сосом;

к) второй подающий клапан, расположенный во второй подающей линии между нижней частью бассейна и первым насосом;

л) второй насос, который является относительно меньшим, чем первый насос;

м) первую рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и вторым насосом;

н) первый рециркуляционный клапан, расположенный в первой рециркуляционной линии между нижней частью резервуара и вторым насосом; и

о) вторую рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь со вторым насосом и бассейном.

12. Система распределения криогенной жидкости по п.11, дополнительно содержащая второй рециркуляционный клапан, расположенный во второй рециркуляционной линии, имеющей жидкостную связь со вторым насосом и бассейном.

13. Система распределения криогенной жидкости, содержащая:

а) резервуар, определяющий область, которая удерживает криогенную жидкость;

б) бассейн, определяющий область, выполненную с возможностью удерживать криогенную жидкость на высоте, поднятой выше нижней части резервуара, и имеющий жидкостную связь с резервуаром;

в) первый насос;

г) первую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и первым насосом;

д) первый подающий клапан, расположенный в первой подающей линии между нижней частью резервуара и первым насосом;

е) второй насос, который является относительно меньшим, чем первый насос;

ж) рециркуляционную линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью резервуара и бассейном;

з) причем второй насос расположен в рециркуляционной линии между нижней частью резервуара и бассейном;

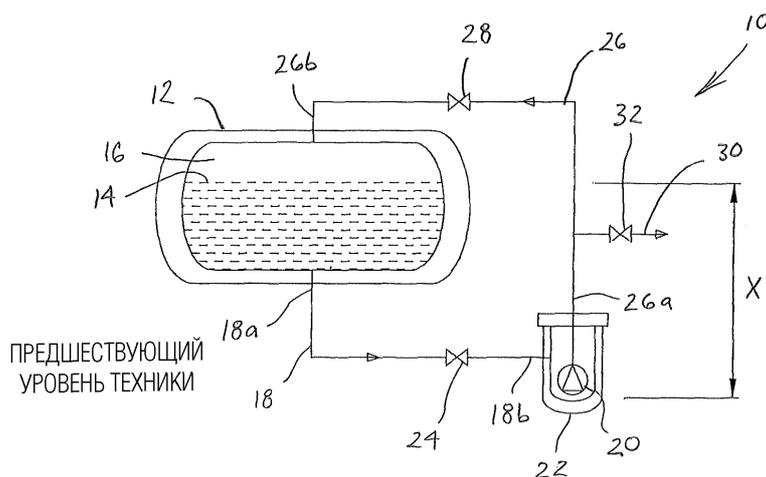
и) рециркуляционный клапан, расположенный в рециркуляционной линии между нижней частью резервуара и вторым насосом;

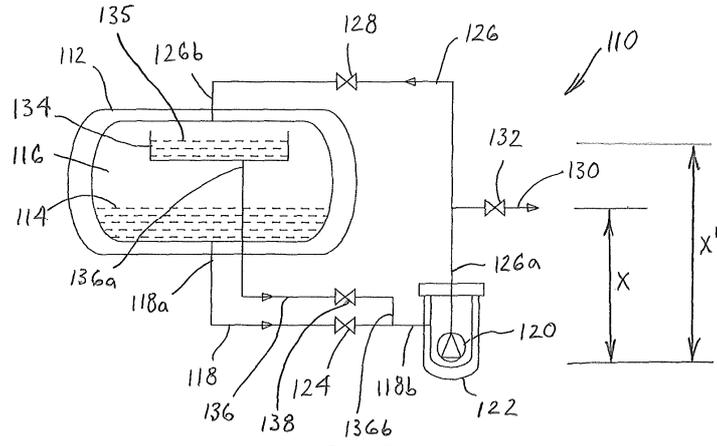
к) вторую подающую линию, имеющую жидкостную связь с нижней частью бассейна и первым насосом;

л) второй подающий клапан, расположенный во второй подающей линии между нижней частью бассейна и первым насосом;

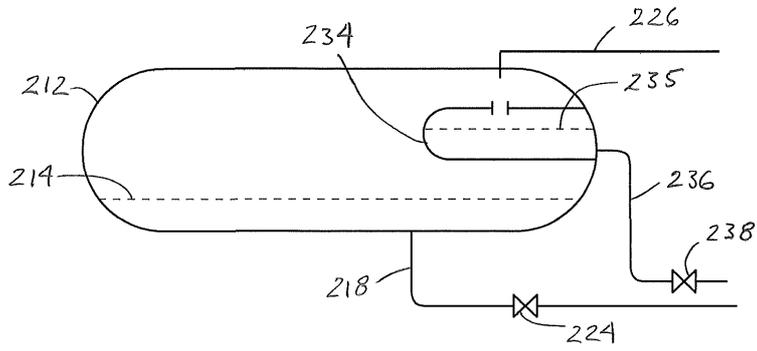
м) распределительную линию, имеющую жидкостную связь с первым насосом; и

н) распределительный клапан в распределительной линии.

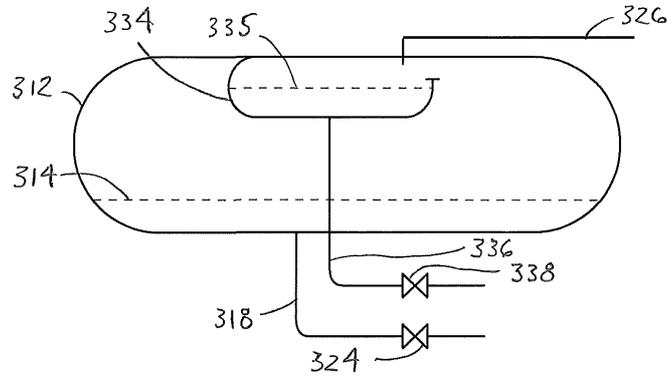




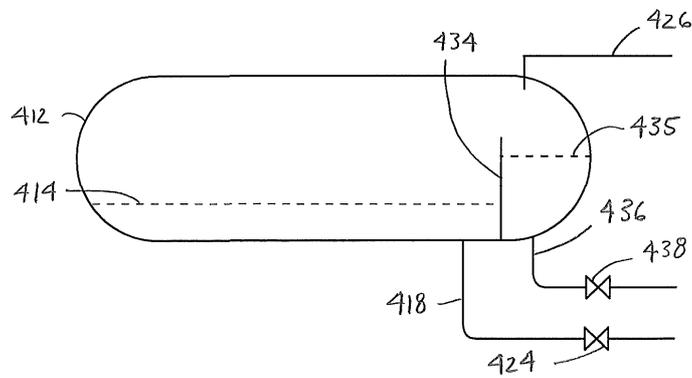
Фиг. 2



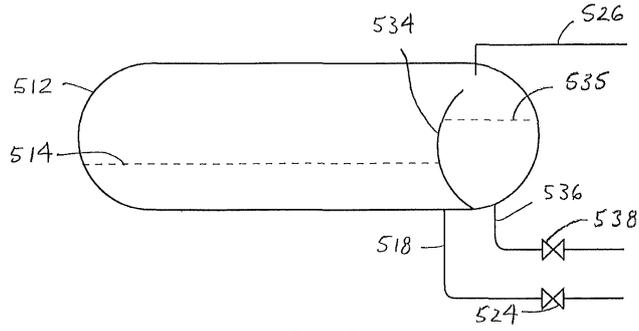
Фиг. 3



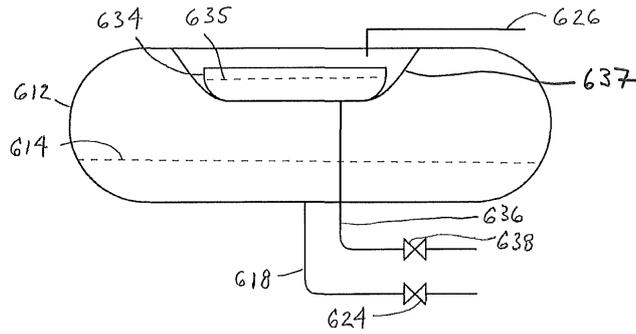
Фиг. 4



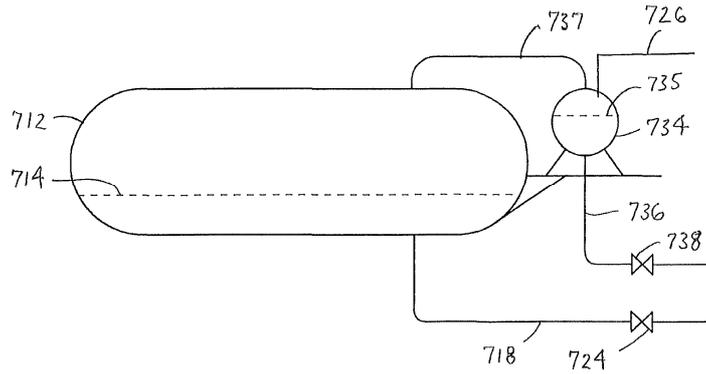
Фиг. 5



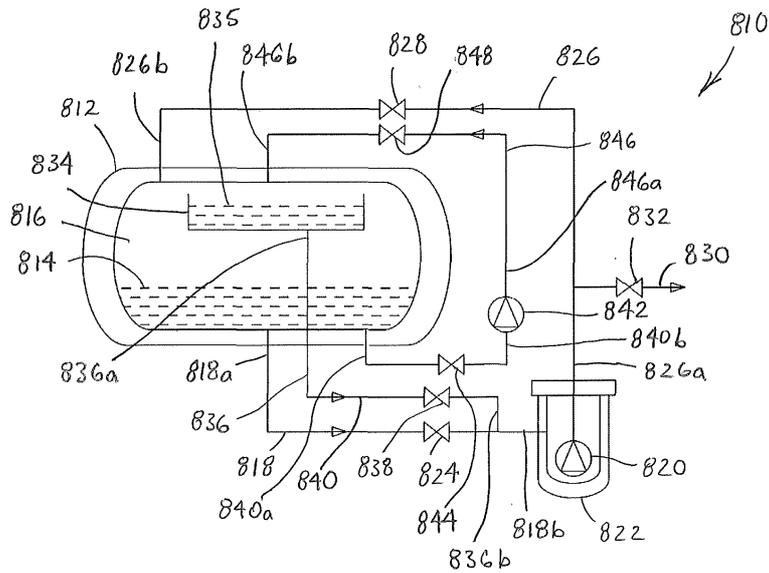
Фиг. 6



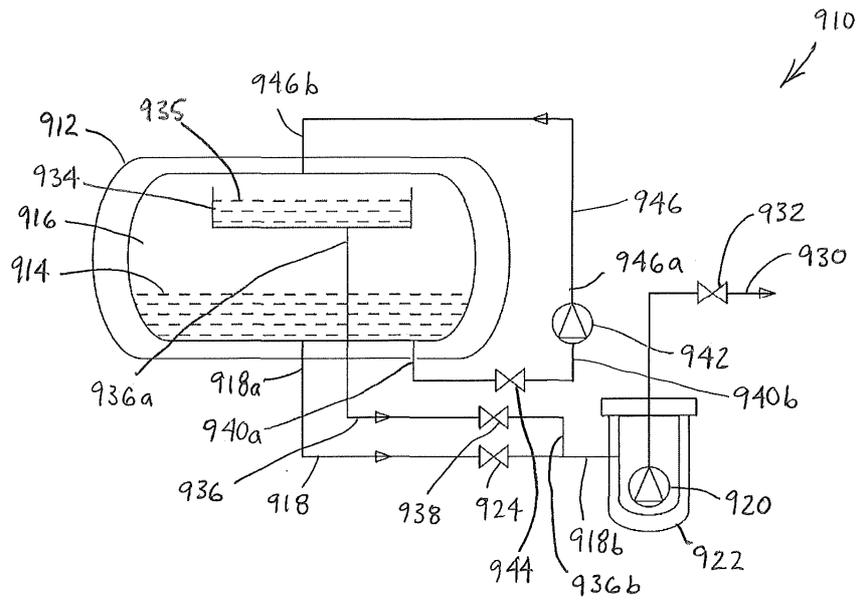
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

