

Настоящее изобретение относится к пневматическому транспортированию, а в частности к транспортированию материалов, которые имеют вид густых и тяжелых паст, которые обычно трудно перемещать и транспортировать.

В качестве примера класса материалов, к которым имеет отношение настоящее изобретение, можно привести материалы в области разведки нефти. При бурении скважин выбуренная порода поднимается на буровую платформу. В течение основной части операции бурения масло специального типа закачивают вниз к буровому долоту в качестве смазки. Загрязненный маслом материал, который поднимают на буровую платформу, до недавних пор сбрасывали в море. Однако по соображениям охраны окружающей среды такой сброс теперь не разрешен и указанный материал должен транспортироваться на берег для его переработки.

На буровой установке загрязненную маслом выбуренную породу просеивают для удаления основной доли масла, которую повторно используют на буровой установке. Выбуренная порода, которая все еще имеет некоторое загрязнение маслом, транспортируется на берег в виде очень густой тяжелой пасты. Обычно указанный материал помещают в специальные бадьи емкостью около 10 тонн, которые с буровой установки при помощи подъемного крана перемещают на питающие суда. При плохой погоде эта операция является тяжелой и опасной, причем она является трудоемкой и дорогой.

В заявке на патент ФРГ № 4010676 описано устройство для равномерного непрерывного перемещения плотных композиций, содержащих твердые вещества, из напорного резервуара в трубопровод или шланг, причем на выходе напорного резервуара транспортируемый материал перемешивается с транспортирующим воздухом в сопле, при этом транспортируемый материал равномерно подается к соплу при помощи транспортирующего шнека. Однако недостатком такого устройства является необходимость механического перемешивания.

Данное изобретение представляет собой новый способ перемещения материалов в виде густых тяжелых паст, например, выбуренной породы, который раньше невозможно было осуществить. Оно основано на открытой возможности пневматического транспортирования материала в виде густой тяжелой пасты от резервуара, имеющего относительно большие размеры. Отметим, что до настоящего времени полагали, что пневматические системы транспортирования подходят только для имеющего относительно свободное течение материала или для транспортирования небольших партий сырых вязких материалов.

Таким образом, в соответствии с настоящим изобретением предлагается способ транспортирования не обладающих свободным течением паст, который предусматривает загрузку

паст в транспортный резервуар и введение сжатого газа в резервуар для того, чтобы вызвать вытекание материала из резервуара.

Не обладающая свободным течением паста представляет собой, например, густую и/или тяжелую пасту, или же материал наподобие глины, в том числе смесь выбуренной породы с маслом, полученную на буровой установке.

Транспортный резервуар преимущественно представляет собой резервуар для комбинированного хранения и пневматического транспортирования.

Сжатым газом преимущественно является сжатый воздух, так как он является относительно дешевым, хотя в некоторых случаях может быть использован инертный газ, например, сжатый азот.

Резервуар имеет выпуск и выпуск, причем загрузку резервуара производят через выпуск. Выпуск преимущественно соединен с трубопроводом, который ведет в желательное место конечного хранения материала.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения способ также предусматривает операцию транспортирования резервуара, который заполнен, по меньшей мере частично, указанным материалом, от заправочной станции к станции разгрузки. На станции разгрузки производят введение сжатого воздуха внутрь резервуара для перемещения материала из резервуара в место его хранения.

Резервуар преимущественно имеет конический бункерный участок, который, по меньшей мере в ходе выгрузки материала, образует нижнюю секцию резервуара. В другом предпочтительном варианте нижний конический бункерный участок представляет собой выпускной конец резервуара.

С природой материала, перемещаемого по способу в соответствии с настоящим изобретением, связана возможность неполного вытекания из резервуара. Это происходит потому, что тип течения при выгрузке резервуара представляет собой так называемое стержневое течение или вороночное течение. При таком типе течения материал, который находится непосредственно над выпуском, падает через выпуск, например, через выпускной клапан, так что непосредственно над выпуском образуется падающий стержень материала.

Однако, в случае вязких материалов, материал вокруг этого стержня не движется. При указанном стержневом падении на верхней поверхности материала образуется впадина (воронка), и материал, окружающий впадину, падает в стержневую зону. В случае вязких материалов существует тенденция, что материал вокруг стержня останется в резервуаре.

Авторами обнаружено, что даже для таких материалов, к которым имеет отношение настоящее изобретение, можно изменить природу

вытекания из резервуара путем изменения конусного угла нижнего конического участка резервуара. Если прилежащий конусный угол имеет величину ниже определенного или критического значения, то течение изменяется от стержневого течения к так называемому массовому расходу. В случае массового расхода материал опускается в виде массы однородным образом к выпуску, причем весь материал приходит в движение. За счет комбинации использования резервуара, обеспечивающего массовый расход, и введения сжатого газа над поверхностью материала, возможно произвести пропускание (проталкивание) содержимого резервуара через выпуск таким образом, чтобы полностью опорожнить резервуар.

Хорошо известно специалистам в данной области, что критический конусный угол варьирует в зависимости от вида транспортируемого материала.

Создаваемое в резервуаре давление при осуществлении способа в соответствии с настоящим изобретением также может варьировать в зависимости от природы материала. Однако было обнаружено, что желательным является давление от 4 до 8 бар.

В соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения, выбуренную породу загружают в первый относительно небольшой резервуар, в котором может быть создано избыточное давление, из которого указанный материал подают под давлением по трубе в один или несколько дополнительных резервуаров, в которых также может быть создано избыточное давление. Указанные дополнительные резервуары выполнены с возможностью их транспортировки в место, где происходит разгрузка материала, или же указанные дополнительные резервуары остаются в своем исходном положении, причем материал выгружают из них в другие дополнительные резервуары, которые транспортируют в место назначения.

В соответствии с настоящим изобретением предлагается также устройство для транспортирования материала в виде густой тяжелой пасты, которое содержит резервуар, выполненный с возможностью создания в нем избыточного давления при помощи сжатого газа, причем указанный резервуар имеет выпуск материала, выпуск материала и трубу, подключенную к указанному выпуску материала, а также средства для загрузки материала в указанный резервуар через указанный выпуск и средства подачи сжатого газа в указанный резервуар для того, чтобы вызвать вытекание материала из резервуара через указанный выпуск и далее по указанной трубе.

Известны напорные резервуары, которые выдерживают максимальное давление 2 бара. Однако в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, устройство в соответствии с настоящим изобретением содержит

резервуар, в котором при помощи сжатого газа может быть создано давление от 4 до 8 бар.

На фиг. 1 показана вертикальная проекция для пояснения операций первого варианта способа в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 2 показан вид в плане фиг. 1.

На фиг. 3 показана вертикальная проекция для пояснения операций второго варианта способа в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 4 показан вид в плане фиг. 3.

На фиг. 5 показана вертикальная проекция для пояснения дополнительных операций способа в соответствии с фиг. 1.

На фиг. 6 показана вертикальная проекция для пояснения дополнительных операций способа в соответствии с фиг. 3.

На фиг. 7 показаны некоторые детали стандартного резервуара под размер контейнера МОС (МОС = Международная Организация по Стандартизации), который может быть использован в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 8 показана сборка двух резервуаров под размер контейнера МОС.

На фиг. 9 показано питающее судно установки для бурения нефтяных скважин, имеющее резервуары, которые могут быть использованы по способу в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 10 показан альтернативный вариант питающего судна установки для бурения нефтяных скважин, имеющего резервуары, которые могут быть использованы по способу в соответствии с настоящим изобретением.

Указанные ранее и другие характеристики изобретения будут более ясны из последующего детального описания его вариантов, данного в качестве примера, не имеющего ограничительного характера и приведенного со ссылкой на сопроводительные чертежи.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг. 1, на которой показана морская установка для бурения нефтяных скважин 1, на платформе 3 которой установлен напорный резервуар 5, в который загружена просеянная выбуренная порода, полученная в процессе бурения. Напорный резервуар 5 имеет верхний выпуск материала и нижний выпуск материала, а также средство для подачи сжатого воздуха внутрь резервуара. Впуск материала имеет блок клапана, аналогичный описанному в публикации GB-A-1539079, причем резервуар в целом может быть аналогичен резервуарам, серийно производимым фирмой Clyde Materials Handling Limited (Clyde).

При работе пневматической системы транспортирования, которая содержит напорный резервуар 5, предусмотрен цикл загрузки и выгрузки материала из напорного резервуара. В начале цикла клапан на впуске материала (в системе Clyde этот клапан выполнен в виде частично сферического элемента перекрытия) закрыт. Дыхательный клапан открыт для приведе-

ния давления внутри резервуара к давлению окружающей среды. Затем впускной клапан открывается, и смесь выбуренной породы с маслом поступает внутрь напорного резервуара. Дыхательный клапан открыт для выпуска вытесненного воздуха из резервуара. После заполнения напорного резервуара впускной клапан закрывается. Дыхательный клапан также закрывается, и резервуар становится герметичным. Затем воздушный впускной клапан открывается, и материал транспортируется в виде полужидкой пробки по трубе 7.

Как это показано на фиг. 1, труба 7 идет из положения ниже напорного резервуара 5 в положение над контейнерным блоком 9. Блок 9 включает в себя три резервуара под размер контейнера МОС 11, установленные в опорном каркасе 13 (в других вариантах контейнерный блок может иметь отличающееся от трех число резервуаров 11). Труба 7 проходит над верхней частью контейнерного блока 9 и имеет идущие вниз ветви, подключенные к впускам всех резервуаров 11.

Каждый резервуар 11 имеет нижний конический бункерный участок 15, в самой нижней точке которого установлен клапан 17, через который материал из резервуара 11 может быть направлен по трубе 19 в соединительную трубу 21.

Питающее судно 23, на котором имеется дополнительный контейнерный блок 25, может быть установлено в непосредственной близости от установки для бурения нефтяных скважин 1. Гибкий шланг 27 соединяют с трубой 19 при помощи соединительной трубы 21. На другом конце шланг 27 соединен с наливным рукавом 29 судна 23. Наливной рукав 29 идет с кормы судна 23 в положение над контейнерным блоком 25 и имеет идущие вниз от рукава 29 ветви, подключенные к впускам всех резервуаров 31, входящих в контейнерный блок 25.

Как это показано на фиг. 2, могут быть предусмотрены дополнительные напорные резервуары, такие как резервуары 33, для подачи смеси выбуренной породы с маслом к контейнерному блоку 9.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг. 3 и 4, на которой показано построение, в общих чертах аналогичное показанному на фиг. 1 и 2. Однако в этом случае смесь выбуренной породы с маслом поступает из контейнерного блока 9, расположенного на платформе 3 установки для бурения нефтяных скважин. Контейнерный блок 41 расположен на борту судна 23, причем резервуары (контейнеры) в этом контейнерном блоке имеют горизонтальные продольные оси, а не вертикальные, как в случае варианта фиг. 1. Питающая труба 29 также идет в положение над контейнерным блоком 41 и имеет идущие вниз ветви 43, подключенные к впускам всех резервуаров, расположенным на боковых поверхностях резервуаров.

Как это лучше всего показано на фиг. 4, в действительности имеется два контейнерных блока 41, каждый из которых имеет питающую трубу 29, которая может быть подключена к гибкому шлангу 27.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг. 5, на которой показана первая стадия способа, описанного выше со ссылками на фиг. 1 и 2. После загрузки резервуаров 25 на судно 23 оно движется к берегу, где проходит процесс разгрузки. Впускную трубу 51 подключают к выпуску 17 каждого резервуара 25. Эта труба 51 может быть подключена к гибкому шлангу 53, который идет от соединительной точки 55 на борту судна 23 до другой соединительной точки 57, расположенной на берегу. От соединительной точки 57 отходит труба 59, которая ведет в точку над большим резервуаром 61 и соединяется с впуском 63 на верхней части резервуара 61. Резервуар 61 в общих чертах аналогичен по форме резервуарам 25 и имеет нижний участок конической формы 65. При необходимости загруженный в резервуар 61 материал может быть выгружен через нижний выпуск 67.

Процесс подачи смеси выбуренной породы с маслом из резервуара 25 в большой резервуар 61 предусматривает использование пневматического транспортирования, аналогичного описанному выше в связи с транспортированием материала из напорного резервуара 5 в резервуары 11.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг. 6, на которой показана дальнейшая стадия способа, описанного выше со ссылками на фиг. 3 и 4. Питающее судно 23, имеющее резервуары 31, загруженные материалом, движется от установки для бурения нефтяных скважин 1 к берегу. После причаливания резервуары 31 поднимают подъемным краном 71 с палубы судна 23 и устанавливают на дорожное транспортное средство 73.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг. 7, на которой показан транспортный резервуар под размер контейнера МОС 31, установленный в опорной раме 81 таким образом, что его продольная ось идет горизонтально (фиг. 7а и 7б) или вертикально (фиг. 7с). Резервуар 31 имеет верхний конец 83 частично сферической формы, основной корпус в виде цилиндрической секции 85 и нижнюю коническую секцию 87. На самом нижнем конце конической секции 87 резервуар имеет выпускной клапан 89.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг. 8, на которой показан контейнерный блок 91, образованный резервуарами (контейнерами) 93, каждый из которых установлен внутри опорной рамы 95. Наливной рукав 97 входит в каждый резервуар через клапан 99 и соответствующую ветвь 101, причем впуск резервуара расположен на верхнем конце 83 резервуара. К верхнему концу каждого резервуара 93 подведена также линия сжатого воздуха 103, имеющая вентили

105. Указанным образом любое число резервуаров может быть подключено к одному общему наливному рукаву и к общей трубе выгрузки материала.

На нижнем конце каждого резервуара 93 предусмотрен выпускной клапан 89, подключенный к трубе 107 через соответствующую ветвь 109. Для опорожнения заполненного через наливной рукав 97 резервуара клапан 99 закрывают, клапан 89 открывают и подают сжатый воздух в резервуар по линии 103. Смесь выбуренной породы с маслом принудительно вытекает из резервуара 93 под давлением сжатого воздуха и поступает в трубу 107. За счет того, что конусный угол конической или бункерной секции 93 не превышает определенного значения, течение материала из контейнера 93 имеет вид так называемого массового расхода, поэтому весь материал однородно вытекает из резервуара.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг. 9, на которой показаны как вертикальная проекция (фиг. 9a), так и вид в плане (фиг. 9b) питающего судна, которое оборудовано большими транспортными резервуарами (танками) 111, проходящими сквозь палубу судна. Такая установка может вмещать до тысячи тонн смеси выбуренной породы с маслом, причем эта смесь может закачиваться пневматически из танков в расположенные на берегу резервуары для хранения. Транспортные резервуары 111 имеют конусный угол, обеспечивающий массовый расход, и работают, главным образом, аналогично блоку, показанному на фиг. 8.

Обратимся теперь к рассмотрению фиг. 10, на которой показан другой вариант питающего судна, причем показаны как его вертикальная проекция (фиг. 10a), так и вид в плане (фиг. 10b). В этом случае судно предназначено для транспортирования резервуаров 113, которые входят в оболочку 20 футовой контейнерной рамы МОС.

Применение контейнерных резервуаров МОС позволяет использовать питающие суда главным образом в неизменном виде. Способы в соответствии с настоящим изобретением, предусматривающие использование контейнерных резервуаров МОС, могут быть осуществлены различным образом.

В соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения, несколько пустых контейнерных резервуаров МОС поднимают на буровую установку при помощи подъемного крана буровой установки.

Резервуары устанавливают стоймя на опорных рамах, которые оборудованы выпускными трубами, и собирают в линию резервуаров для хранения, каждый из которых может содержать до 20 т смеси выбуренной породы с маслом. Напорный резервуар 5 (см. фиг. 1) используют для перемещения смеси выбуренной породы с маслом от сит или центрифуг в транспорт-

ные резервуары МОС. Затем эти резервуары используют для перемещения накопленного содержимого на питающее судно, как это описано здесь выше со ссылкой на фиг. 1.

Преимущество этого способа заключается в том, что буферное хранение производят на буровой установке, так что бурение может производиться на буровой установке, когда питающее судно еще не подошло. Более того, скорости перемещения материала с буровой установки намного выше тех, которые возможны при использовании только одной стандартной пневматической системы транспортирования (такой как система Clyde). Кроме того, размеры шланга могут быть выбраны минимальными.

В альтернативном варианте, использование контейнерных резервуаров МОС предусматривает использование этих резервуаров на питающем судне. Тридцать или сорок таких резервуаров могут быть установлены стоймя и сплочены вместе для образования устойчивой конструкции, в которой можно транспортировать от 400 до 500 т выбуренной породы, как это показано на фиг. 10. При возвращении судна в порт содержимое резервуаром может быть пневматически перемещено на берег. Альтернативно, танки могут быть разгружены с судна при помощи подъемных кранов, повернуты горизонтально и погружены на стандартные МОС контейнеровозы. При необходимости они могут храниться на причале так, как их обычно штабелируют. При получении резервуаров на обогатительной фабрике их располагают стоймя и производят выгрузку смеси выбуренной породы с маслом из транспортных резервуаров в соответствующее место назначения.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения, смесь выбуренной породы с маслом хранится в больших объемах в стойках полупогружных морских установок для бурения нефтяных скважин или буровых платформ. Эти стойки обычно имеют диаметр 15 м. Установленные в стойках нагнетательные резервуары работают в соответствии с ранее описанными здесь принципами и могут быть использованы для накопления (хранения) смеси выбуренной породы с маслом, а затем могут быть использованы как пневматические транспортные резервуары для перемещения материала на питающее судно.

Для некоторых типов выбуренных пород может быть необходимо или желательно использовать внутри нагнетательных резервуаров облицовку с малым трением. Такая облицовка может быть использована совместно с использованием конусного угла массового расхода, описанного здесь выше, для содействия отделению выбуренной породы от внутренних поверхностей нагнетательных резервуаров и для облегчения процесса ее выгрузки.

# ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ транспортирования не обладающей свободным течением пасты, который предусматривает загрузку пасты в резервуар и введение сжатого газа в резервуар для того, чтобы вызвать вытекание материала из резервуара, причем резервуар имеет конический бункерный участок, который, по меньшей мере, в ходе выгрузки материала образует нижнюю секцию резервуара, при этом конусный угол находится ниже критического значения, необходимого для обеспечения массового расхода.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве сжатого газа используют сжатый воздух.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что резервуар имеет впуск и выпуск, причем загрузку резервуара производят через указанный впуск.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что резервуар имеет выпуск конической формы.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что выпуск соединен с трубопроводом, который ведет к месту конечного хранения материала.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что паста представляет собой пасту, полученную из загрязненной нефтью выбуренной породы.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что он дополнительно включает в себя следующие операции:

(i) по меньшей мере, частичное заполнение резервуара не обладающей свободным течением пастой от заправочной станции;

(ii) транспортирование резервуара к станции разгрузки; и

(iii) введение на станции разгрузки сжатого газа внутрь резервуара для перемещения материала из резервуара к месту его хранения.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что нижний конический бункерный участок представляет собой выпускной конец резервуара.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что сжатый газ подводят к поверхности пасты.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что резервуар выполнен с возможностью посадки на контейнерную раму.

11. Способ по п.1, отличающийся тем, что выбуренную породу загружают в первый относительно небольшой резервуар, в котором мо-

жет быть создано избыточное давление, из которого указанный материал подают под давлением по трубе в один или несколько дополнительных резервуаров, в которых также может быть создано избыточное давление, причем указанные дополнительные резервуары выполнены с возможностью их транспортировки в место, где происходит разгрузка материала.

12. Способ по п.6, отличающийся тем, что выбуренную породу загружают в первый относительно небольшой резервуар, в котором может быть создано избыточное давление, из которого указанный материал подают под давлением по трубе в один или несколько дополнительных резервуаров, остающихся в своем исходном положении, причем материал выгружают из них в другие дополнительные резервуары, которые транспортируют к месту назначения.

13. Способ по п.7, отличающийся тем, что резервуар транспортируют в горизонтальном положении.

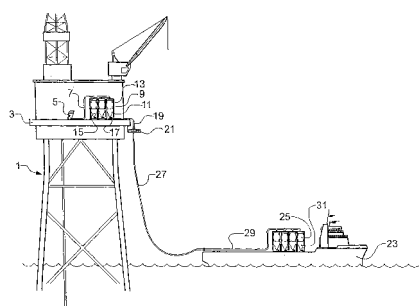
14. Способ по п.13, отличающийся тем, что резервуар поворачивают из горизонтального положения, по меньшей мере, на угол  $90^\circ$  для того, чтобы центровая линия резервуара при выгрузке была вертикальной.

15. Устройство для транспортирования материала в виде густой тяжелой пасты, отличающееся тем, что оно содержит резервуар, выполненный с возможностью создания в нем избыточного давления при помощи сжатого газа, причем указанный резервуар имеет впуск материала, выпуск материала и трубу, подключенную к указанному выпуску материала, а также средства для загрузки материала в указанный резервуар через указанный впуск и средства подачи сжатого газа в указанный резервуар для того, чтобы вызвать вытекание материала из резервуара через указанный выпуск и далее по указанной трубе.

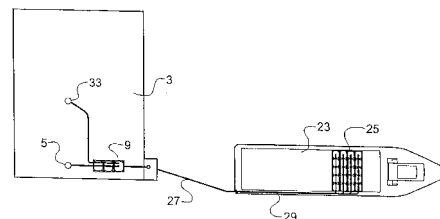
16. Устройство по п.15, отличающееся тем, что резервуар имеет размер и форму, обеспечивающие возможность его использования в качестве устройства хранения или накопителя.

17. Устройство по п.16, отличающееся тем, что резервуар позволяет выдерживать давления от 4 до 8 бар.

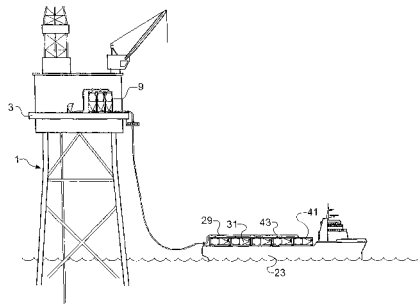
18. Устройство по п.17, отличающееся тем, что оно помещено на контейнерную раму.



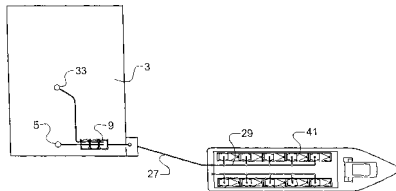
Фиг. 1



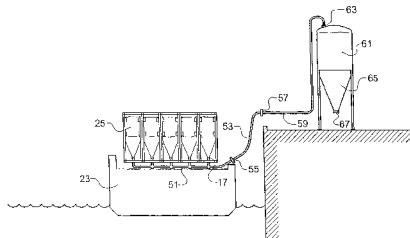
Фиг. 2



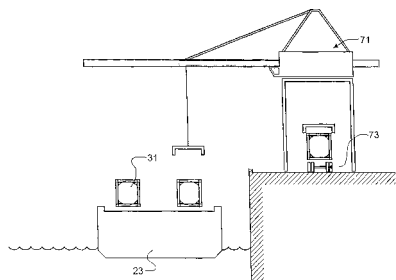
Фиг. 3



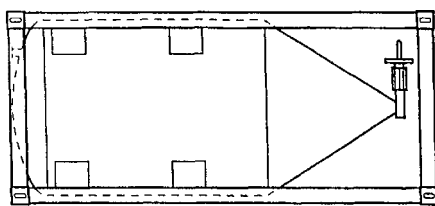
Фиг. 4



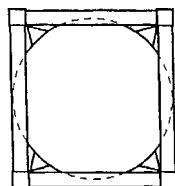
Фиг. 5



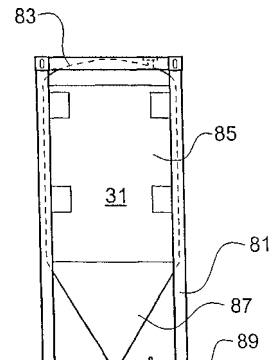
Фиг. 6



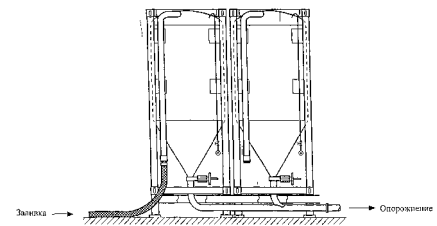
Фиг. 7А



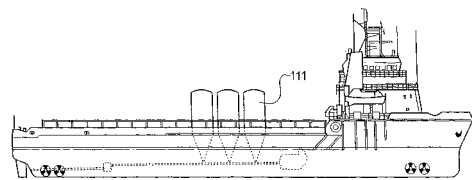
Фиг. 7В



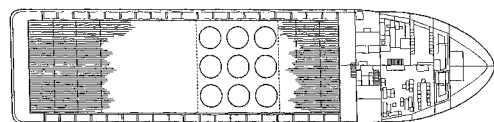
Фиг. 7С



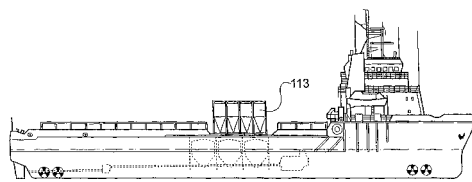
Фиг. 8



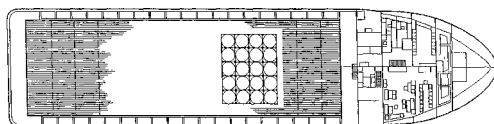
Фиг. 9А



Фиг. 9В



Фиг. 10А



Фиг. 10В

