

Настоящее изобретение касается самоподъемной платформы, включающей в себя плавучий верхний корпус, перемещаемый по длине несущих опор, механические средства перемещения опор по отношению к корпусу и погружной резервуар-хранилище, предназначенный для установки на грунт.

Кроме того, изобретение касается способа установки погружного резервуара самоподъемной платформы вышеуказанного типа и способа подъема такого резервуара.

Такие типы платформ применяются при разработке нефтяных месторождений. Обычно, прежде чем транспортировать добытую нефть, например, при помощи танкера до суши, в качестве хранилища используют погружной резервуар.

Для этой цели предусмотрен резервуар-хранилище большой емкости, на который опираются опоры самоподъемной платформы.

В известных платформах резервуар обычно изготавливается с бетонными стенками. Он образует фундамент, на котором стоит остальная часть платформы.

При установке платформы резервуар доставляется до места установки платформы отдельно от нее на плаву. Затем он погружается путем нагнетания морской воды в качестве балласта.

После установки резервуара на дно на плаву доставляется корпус с опорами и помещается сверху резервуара. Затем опоры опускают до упора на верхнюю поверхность резервуара. После этого корпус поднимается над водной поверхностью.

Такой способ установки платформы хорошо освоен и является достаточно эффективным. Тем не менее, для платформ, многократно используемых на нефтяных месторождениях в течение своего срока службы, резервуар-хранилище повторно использоваться не может.

В самом деле, поскольку резервуар является независимым, его подъем на поверхность для сплава представляется чрезвычайно трудным и рискованным.

Поэтому при каждой повторной установке платформы сначала необходимо установить новый резервуар. Этот фактор в значительной степени повышает стоимость перемещения платформы.

Кроме того, оставление на дне резервуара-хранилища после перемещения верхнего корпуса создает проблемы экологического характера.

Задачей настоящего изобретения является создание самоподъемной платформы и разработка способа ее монтажа и демонтажа, позволяющего ее последовательную установку в разных местах при сокращенных материальных затратах и без отрицательных последствий для окружающей среды.

В этой связи предметом настоящего изобретения является самоподъемная платформа, как она определена в п.1 формулы изобретения.

В соответствии с частными вариантами осуществления настоящего изобретения платформа имеет один или несколько признаков, определенных в зависимых пунктах формулы изобретения.

Предметом настоящего изобретения является также способ установки погружного резервуара самоподъемной платформы в соответствии с п.12 формулы изобретения.

И, наконец, предметом настоящего изобретения является способ подъема погружного резервуара самоподъемной платформы в соответствии с п.16 формулы изобретения.

Существо изобретения очевидно из нижеследующего описания, приведенного исключительно в качестве примера и проиллюстрированного прилагаемыми чертежами, на которых
фиг. 1 изображает в перспективе самоподъемную платформу в соответствии с настоящим изобретением в транспортируемом положении;

фиг. 2 - вид спереди платформы, изображенной на фиг. 1, во время транспортировки;

фиг. 3, 4, 5, 6 и 7 - вид спереди платформы на последовательных этапах ее установки;

фиг. 8 - кривую зависимости усилия, производимого на средства перемещения опор от глубины погружения резервуара.

В соответствии с настоящим изобретением платформа, изображенная в транспортируемом положении на фиг. 1 и 2, включает в себя смонтированный верхний корпус 10, перемещаемый и регулируемый в положении на вертикальных опорах 12. Кроме того, она включает в себя погружной резервуар-хранилище 14, предназначенный для установки на грунт на фундаментных опорных подошвах 16. После установки резервуар 14 вместе с подошвами 16 образует фундамент 17 (фиг.1), поддерживающий конструкцию из корпуса 10 и опор 12.

Корпус 10 включает в себя герметически закрытый кессон. В классическом исполнении он оснащен эксплуатационным оборудованием и жилыми помещениями, а также буровой вышкой, расположенной над поперечным проходом 10А. Данное оборудование на чертежах отсутствует.

Корпус имеет, например, форму равнобедренного треугольника с длиной стороны, равной 90 м.

Высота корпуса равна 10 м. Его масса вместе с оборудованием примерно равна 25 000 т. Объем корпуса примерно равен 40000 м³.

Кроме того, корпус 10 оборудован подъемным механизмом 18 для каждой опоры 12. Эти механизмы обеспечивают перемещение опор 12 по отношению к корпусу 10 и, в частности, опускание опор и затем подъем корпуса над поверхностью моря после того, как опоры опус-

тятся на морское дно. Эти подъемные механизмы позволяют также поднимать опоры 12 и резервуар 14.

В данном случае каждая из вертикальных опор 12 имеет треугольное сечение. Она состоит из трех вертикальных балок, связанных между собой решеткой из металлических труб. Нижняя конечность каждой опоры закрепляется с помощью сварки на верхней поверхности резервуара 14.

Общая масса опор примерно равна 5000 т.

Резервуар обычно имеет форму равнобедренного треугольника. Одна из его вершин усечена. Поэтому самая длинная сторона резервуара имеет длину 120 м, а две стороны, прилегающие к усеченной вершине, имеют длину 95 м каждая.

Резервуар 14 образуется металлическим кессоном. Он включает в себя основание 20 с площадью поверхности, превышающей площадь поверхности корпуса 10. Это основание ограничивается по двум прилегающим к усеченной вершине сторонам двумя верхними бортами 22, образующими щиты. Данные борта 22 ограничивают на основании 20 треугольную зону 20А, служащую фундаментом для корпуса 10. Фундаментная зона 20А имеет площадь, слегка превышающую площадь корпуса 10. Она открыта со стороны, противоположной усеченной вершине резервуара.

Основание 20 имеет толщину 7 м. Его пересекает вертикальный проход 28 для трубопровода нефтедобычи.

Образующие щиты борта 22 ограничены металлическим кессоном, образующим резервуар. Таким образом они своей толщиной ограничивают часть резервуара 14. Борта 22 возвышаются на высоте 11 м над фундаментной зоной 20А. Таким образом вид сбоку резервуара 14 представляет собой по двум сторонам борта общей высотой 18 м. Общий объем резервуара примерно равен 60 000 м³ при массе, примерно равной 7200 т.

В нижней стенке резервуара 14 установлен клапан 26, позволяющий при необходимости устанавливать сообщение между внутренним пространством резервуара и окружающей морской средой.

Кроме того, с помощью воздухопровода 27А, проходящего вдоль опоры 12, внутреннее пространство резервуара 14 связано с воздушным компрессором 27, установленным на корпусе 10.

Опорные подошвы 16 образованы массивными тяжелыми блоками. Общая масса опорных подошв примерно равна 6000 т. Высота каждой подошвы достигает 2 м. Они устанавливаются под нижней поверхностью резервуара 14 на его углы. В предпочтительном варианте площадь нижней поверхности резервуара 14, покрытой опорными подошвами 16, меньше половины общей площади нижней поверхности

резервуара. Опорные подошвы имеют, например, форму равнобедренных треугольников с длинной стороной, равной 30 м.

Опорные подошвы крепятся под резервуаром 14 запорными элементами, отсоединяемыми после того, как фундамент 17 ложится на грунт. Эти элементы представляют собой, например, механический замок или любой другой соответствующий запорный элемент, например, штифт, вставленный в две проушины, одна из которых выполнена в резервуаре, а другая - в закрепляемой опорной подошве.

Для постройки такой нефтяной платформы сначала приступают к изготовлению кессона, образующего резервуар 14. После этого его сплавляют к месту строительства.

Корпус 10 и опоры 12 строятся прямо на центральной опорной зоне 20А резервуара во время его транспортировки на плаву. Поэтому строительство такой платформы требует применения дока только для начальной фазы строительства.

По завершении строительства корпуса 10 и опор 12 к нижней поверхности резервуара 14 подводятся опорные подошвы 16. Для этого опорные подошвы сначала изготавливаются, а потом спускаются на воду и удерживаются на плаву при помощи буйев соответствующего объема. Они подводятся под углы резервуара 14 и прикрепляются к ним при помощи запорных элементов.

Для установки платформы в соответствии с настоящим изобретением осуществляют последовательные этапы, проиллюстрированные на фиг. 2-7.

В конфигурации, представленной на фиг. 1 и 2, при закрытом клапане 26 и пустом резервуаре 14, корпус 10 удерживается над уровнем моря. В таком виде платформа транспортируется до места установки.

Во время транспортировки боковые борта 22, образующие щиты, защищают корпус с эксплуатационным оборудованием от волнения моря.

Щиты 22 образуют защитные борта высотой примерно 11 м над уровнем моря, а резервуар погружен в воду на глубину, примерно равную 7 м.

По прибытии платформы на место нефтеразработки открывают клапан 26, установленный в нижней части резервуара 14. Таким образом, под действием своего общего веса платформа постепенно погружается в воду по мере заполнения резервуара 14.

Поскольку в верхней части резервуара отверстий нет, то содержащийся в нем воздух сжимается в одну или несколько воздушных подушек, заключенных в верхней части резервуара 14. В частности, воздух сжимается внутри бортов 22, образующих колоколообразные полости.

Когда давление в воздушных подушках уравнивается с давлением воды в резервуаре, платформа удерживается в состоянии равновесия, как показано на фиг. 3. В этом положении высота воздушных подушек 30 имеет обозначение В3. Эта высота соответствует расстоянию, разделяющему верхнюю стенку бортов 22 от уровня воды в резервуаре 14. Для данной высоты В3 воздушных подушек объем заключенного в резервуаре 14 воздуха примерно равен 33000 м^3 .

В таком положении равновесия платформа погружена в воду, и часть корпуса 10 тоже находится под водой. Таким образом он сплавляется вместе со всей платформой. В частности, в рассматриваемом примере корпус 10 погружен на глубину, обозначенную С3 и равную примерно 5 м.

В этом положении усилие, действующее на подъемные механизмы, соответствует силе давления опор, направленной вверх под действием выталкивающей силы Архимеда на резервуар 14. Это состояние соответствует точке А3 на фиг. 8, когда усилие имеет отрицательное значение.

В таком положении платформы внутри резервуара 14 нагнетают сжатый воздух.

Таким образом, давление, осуществляемое резервуаром 14 через опоры на подъемные механизмы 18, повышается и соответствует состоянию, представленному на фиг. 8 точкой А3'.

В этом положении высота воздушной подушки В3 увеличивается, а, соответственно, глубина С3 погружения корпуса 10 уменьшается.

В данном случае объем воздуха в резервуаре равен, например, 55000 м^3 .

Из этого положения при удерживаемом в открытом положении клапане 26 при помощи подъемного механизма 18 на опоры 12 передается усилие, заставляющее погружаться резервуар 14.

Во время этого погружения верхняя часть бортов 22 достигает поверхности воды, и весь резервуар 14 погружается под воду, как это показано на фиг. 4. В этом положении соответственно уменьшается высота В4 воздушных подушек 30. Глубина погружения С4 корпуса 10 тоже уменьшается. В данном случае она равна, например, примерно 1 м. Для рассматриваемой глубины резервуара 14 усилие действия подъемных механизмов 18 соответствует точке А4 на фиг. 8.

Опускание резервуара 14 осуществляется достаточно медленно, чтобы обеспечивать равновесие между внешним и внутренним давлением резервуара 14 вследствие попадания воды в резервуар 14 через клапан 26. В частности, во время опускания через равномерные интервалы времени выдерживаются паузы.

Усилие подъемных механизмов 18, действующее на опоры 12 для опускания резервуара

14, продолжается, как показано на фиг. 5. Таким образом, по мере погружения резервуара 14 высота В5 воздушных подушек 30, заключенных в резервуаре 14, уменьшается. В то же самое время увеличивается высота погружения корпуса 10, обозначенная на чертеже С5.

На фиг. 8 эта начальная фаза опускания резервуара 14 соответствует отрезку А5 на кривой. Как показано на данном графике, по мере погружения резервуара 14 усилие подъемных механизмов уменьшается по абсолютной величине. В самом деле, при повышении гидростатического давления воды с увеличением глубины объем воздуха в воздушных подушках 30 уменьшается, сокращая тем самым плавучесть резервуара 14.

Для данной глубины погружения, обозначенной P_1 , которая в рассматриваемом примере достигает 40 м, усилие, действующее на подъемные механизмы, исчезает.

Для значений глубин, превышающих глубину погружения P_1 , заключенные в резервуаре 14 воздушные подушки 30 недостаточны, чтобы обеспечить его плавучесть. Поэтому резервуар 14 производит растягивающее усилие на опоры 12. Это усилие передается на подъемные механизмы 18, которые в данном случае подвергаются положительному, усилию, показанному на фиг. 8 отрезком А6 кривой.

Эта последующая фаза опускания резервуара 14 соответствует фазе, изображенной на фиг. 6, где высота В6 воздушных подушек сократилась. Кроме того, в силу того, что опоры 12 тянут корпус 10 вниз, глубина С6 погружения последнего увеличивается. В данном случае она равна, например, 7 м, когда резервуар 14 находится в непосредственной близости от грунта.

В течение всей фазы, соответствующей отрезку А6 кривой, корпус 10 удерживает резервуар 14, чтобы не допустить его слишком быстрого опускания. В частности, подъемные механизмы 18 освобождаются достаточно медленно, чтобы обеспечить уравнивание давлений внутри и снаружи резервуара 14.

Наконец, когда резервуар 14 ложится на дно на опорные подошвы 16, корпус 10 поднимается над уровнем моря. Содержащийся в резервуаре воздух удаляется, например, через вертикальный воздухопровод, установленный в балках опор.

Усилие, действующее на подъемные механизмы, соответствует теперь точке А7 на фиг. 8. В этом положении опоры 12 стопорятся непосредственно на корпусе 10, тем самым устраняются продолжительные напряжения, действующие на подъемные механизмы 18.

После установки платформы на штатное место, как было указано выше, образованная резервуаром 14 емкость используется для хранения нефти, добываемой при работе платформы.

Понятно, что во время всего опускания резервуара 14, значения давления внутри него и снаружи практически постоянно равны друг другу, что позволяет избегать повышенных нагрузок на стенки резервуара. Поэтому они могут изготавливаться из металлических листов относительно небольшой толщины.

Для перемещения нефтяной платформы достаточно привести ее в транспортируемое положение, показанное на фиг. 2.

Для этого этапы опускания резервуара 14 воспроизводят в обратном порядке.

В частности, сначала внутрь резервуара нагнетают воздушную подушку высотой В7.

Затем при помощи подъемных механизмов 18 протягивают вверх опоры 12. Данное усилие прикладывается до тех пор, пока резервуар не достигнет обратной глубины P_1 .

После этого резервуар 14 стремится сам подняться на поверхность. Чтобы ограничить скорость всплытия, подъемные механизмы 18 оказывают давление на опоры 12, которые, в свою очередь, толкают резервуар вниз. В такой конфигурации корпус 10 давит на резервуар.

Таким образом, скорость всплытия может быть уменьшена, отсюда в любой момент разность между давлением внутри и снаружи резервуара практически равна нулю.

Соблюдение декомпрессионных порогов обеспечивает достаточную циркуляцию воды через клапан 26 для того, чтобы давление в резервуаре 14 было равным гидростатическому давлению на глубине погружения резервуара.

Таким образом, при любых обстоятельствах, как при установке, так и при эксплуатации и снятии платформы давление в резервуаре уравновешено с наружным давлением.

Кроме того, в описанном варианте платформы усилие, действующее на подъемные механизмы, относительно невелико даже при установке резервуара большой емкости.

Кроме того, во время опускания и подъема резервуара он играет роль стабилизатора корпуса, находящегося на плаву.

При изготовлении резервуару придают особую форму, позволяющую ему выполнять функции плавучего дока, что делает возможным монтаж корпуса и опор непосредственно на сплавляемом резервуаре.

Иногда, при особо трудных условиях, в частности, при рыхлом или сыпучем грунте морского дна существует опасность сцепления нижней части фундамента 14 с дном.

В этом случае перед подъемом резервуара 14 отсоединяют запорные элементы, стопорящие резервуар 14, по крайней мере, с некоторыми опорными подошвами 16. Эта операция может осуществляться, например, водолазом. Вследствие этого некоторые опорные подошвы 16 остаются на дне, позволяя осуществлять подъем резервуара 14.

В самом деле, когда фундамент 17 лежит на грунте, благодаря толщине опорных подошв 16 между центральным участком резервуара 14 и грунтом сохраняется просвет I (фиг. 7) высотой, примерно равной 2 м. Поэтому нижняя поверхность резервуара 14 не имеет плотного сцепления с грунтом, что обеспечивает возможность его подъема.

Такие опорные подошвы могут применяться для любого типа резервуара или погружаемого объекта, предназначенного для установки на грунт и для последующего подъема на поверхность.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Самоподъемная платформа, включающая в себя верхний плавучий корпус (10), перемещаемый по длине несущих опор (12), механические средства (18) перемещения опор (12) и погружной резервуар-хранилище (14), предназначенный для установки на грунт,

отличающаяся тем, что в резервуаре (14) имеется нижний люк (26) для сообщения внутреннего пространства резервуара (14) с морской средой, при этом резервуар образует колоколообразную полость, приспособленную для заключения в своей верхней части воздушной подушки (30), соединен с нижними концами опор (12) с возможностью его перемещения по отношению к корпусу (10) при помощи механических средств (18) перемещения опор, которые выполнены с возможностью воздействия на опоры, с одной стороны, с усилием, заставляющим резервуар (14) погружаться, и, с другой стороны, с усилием, заставляющим резервуар (14) подниматься на поверхность.

2. Платформа по п.1, отличающаяся тем, что она включает в себя средства (27, 27А) нагнетания газа под давлением в резервуар (14).

3. Платформа по п.1 или 2, отличающаяся тем, что резервуар (14) включает в себя основание (20А), площадь которого, по меньшей мере, равна площади корпуса (10), и, по меньшей мере, один верхний щит (22), частично ограждающий основание (20А) и ограждающий корпус (10), когда он находится в непосредственной близости от основания (20А).

4. Платформа по п.3, отличающаяся тем, что щит или каждый щит (22) образован частью резервуара (14).

5. Платформа по п.3 или 4, отличающаяся тем, что резервуар (14) по существу имеет форму многоугольника, в частности треугольника или прямоугольника, а щиты (22) расположены по основной длине, по меньшей мере, двух сторон резервуара (14).

6. Платформа по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что нижний люк резервуара оборудован клапаном (26).

7. Платформа по любому из предыдущих пунктов, отличающаяся тем, что она включает в

себя, по меньшей мере, одну опорную подошву (16) для опоры на грунт, при этом данная опорная подошва или каждая опорная подошва (16) имеет средства стопорения относительно нижней поверхности резервуара (14), такие как запорные элементы, отсоединяемые, когда фундамент (17) лежит на грунте, чтобы обеспечить подъем резервуара (14), отсоединенного, по меньшей мере, от одной опорной подошвы (16).

8. Платформа по п.7, отличающаяся тем, что площадь нижней поверхности несущей структуры резервуара (14), перекрываемая опорной подошвой или каждой опорной подошвой (16), меньше половины площади общей нижней поверхности несущей структуры резервуара (14).

9. Платформа по п.7 или 8, отличающаяся тем, что опорная подошва или каждая опорная подошва (16) расположена по соседству с внешним контуром резервуара (14), при этом центральный участок резервуара (14) остается свободным.

10. Платформа по любому из пп.7-9, отличающаяся тем, что высота опорной подошвы или каждой опорной подошвы (16) позволяет сохранять просвет (I) между морским дном и участком нижней поверхности резервуара (14), не перекрытым опорной подошвой.

11. Платформа по любому из пп.7-10, отличающаяся тем, что отсоединяемые запорные элементы включают в себя механический стопор.

12. Способ установки погружного резервуара (14) самоподъемной платформы по любому из пп. 1-11, при котором первоначально резервуар находится непосредственно под корпусом (10), а указанный корпус (10) находится на плаву на поверхности воды, отличающийся тем, что он включает в себя следующие последовательные этапы:

а) резервуар (14) приводят в сообщение с морской средой при помощи нижнего люка (26) таким образом, чтобы установить равновесие между давлением воздушной подушки (30) и водой, при этом на резервуар действует только сила собственного веса;

б) постепенно опускают опоры (12) по отношению к корпусу (10), постоянно удерживаемому на плаву, обеспечивая постепенное затекание воды в резервуар (14) через нижний люк (26), удерживая тем самым давление в резервуаре (14) примерно равным гидростатическому давлению резервуара на глубине, и

в) после установки резервуара (14) на грунт поднимают корпус (10) над уровнем по-

верхности воды путем перемещения корпуса по отношению к опорам.

13. Способ по п.12, отличающийся тем, что перед этапом б) опускания опор в резервуар (14) нагнетают газ.

14. Способ по п.12 или 13, отличающийся тем, что объем воздушной подушки (30) устанавливают таким образом, чтобы во время этапа опускания опор на начальной фазе средства перемещения (18) заставляли опоры (12) двигаться вниз, а на следующей фазе средства перемещения (18) противодействовали опусканию опор (12), увлекаемых вниз резервуаром (14).

15. Способ по любому из пп.12-14, отличающийся тем, что во время этапа б) опускания опор (12) соблюдают паузы, позволяющие поддерживать равновесие между давлением внутри резервуара (14) и снаружи при помощи затекающей в него воды.

16. Способ подъема погружного резервуара (14) самоподъемной платформы по любому из пп.1-11, при котором первоначально резервуар (14) лежит на дне, а корпус (10) находится на плаву на поверхности воды, отличающийся тем, что он включает в себя следующие этапы:

а) резервуар (14) приводят в сообщение с морской средой через нижний люк (26);

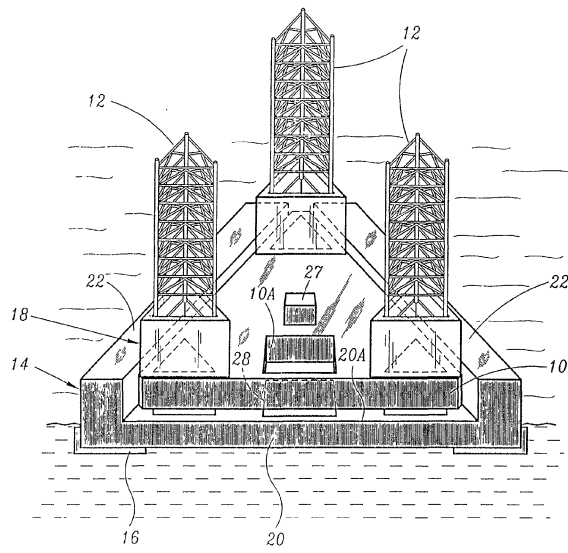
б) внутрь резервуара (14) закачивают воздушную подушку (30), при этом давление воздушной подушки (30) равно гидростатическому давлению резервуара (14) на глубине;

в) постепенно поднимают опоры (12) по отношению к корпусу (10), постоянно удерживаемому на плаву, обеспечивая постепенное вытекание воды и поддерживая таким образом давление в резервуаре (14) примерно равным гидростатическому давлению резервуара (14) на глубине.

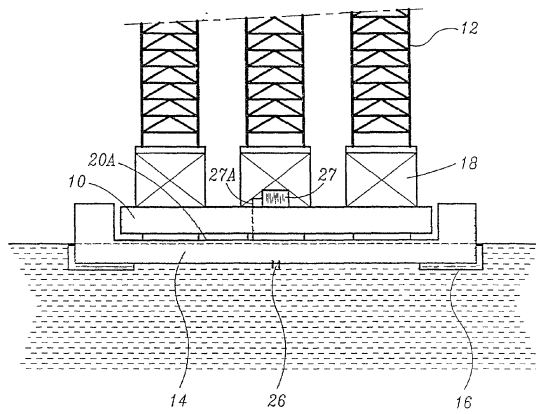
17. Способ по п.16, отличающийся тем, что перед этапом в) подъема опор в резервуар (14) нагнетают газ.

18. Способ по п.16 или 17, отличающийся тем, что объем воздушной подушки (30) устанавливают таким образом, чтобы на этапе в) подъема опор во время начальной фазы средства (18) перемещения заставляли опоры (12) двигаться вверх, а во время следующей фазы средства (18) перемещения противодействовали подъему опор (12), выталкиваемых резервуаром (14).

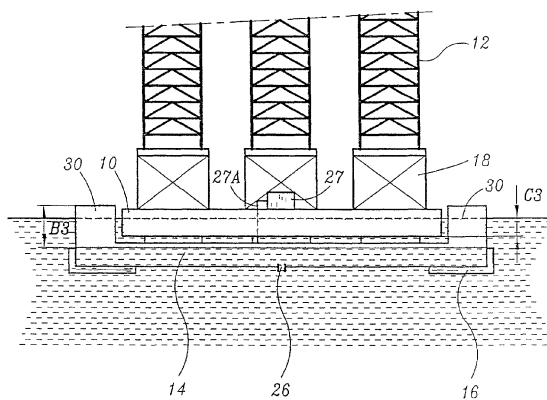
19. Способ по любому из пп.16-18, отличающийся тем, что на этапе в) подъема опор (12) соблюдают паузы для уравнивания давления внутри и снаружи резервуара (14) при помощи затекающей в него воды.



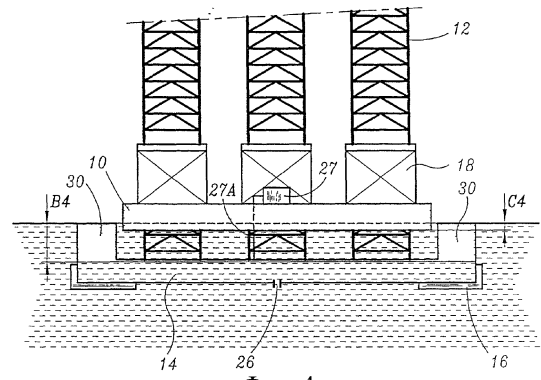
Фиг. 1



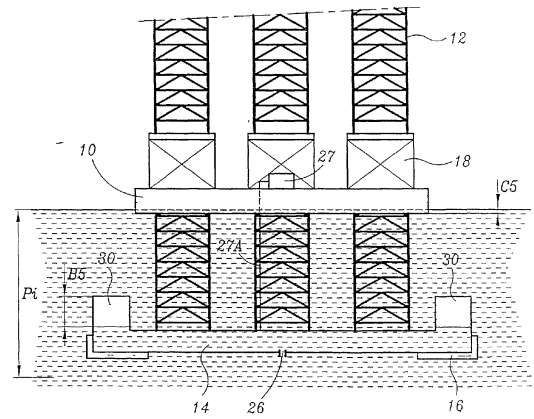
Фиг. 2



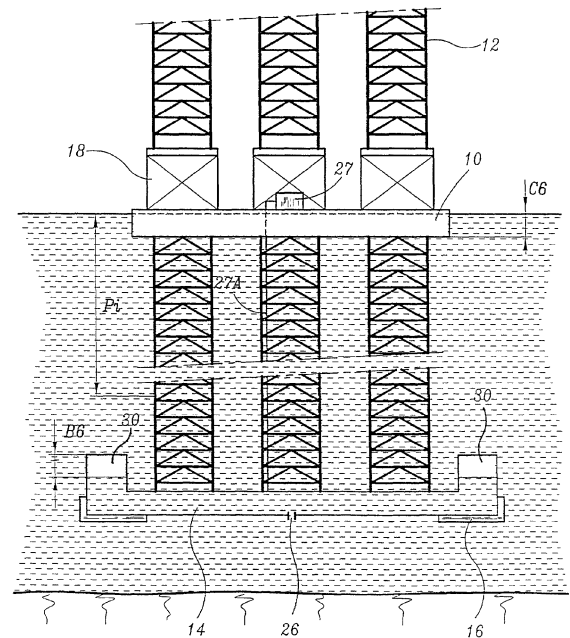
Фиг. 3



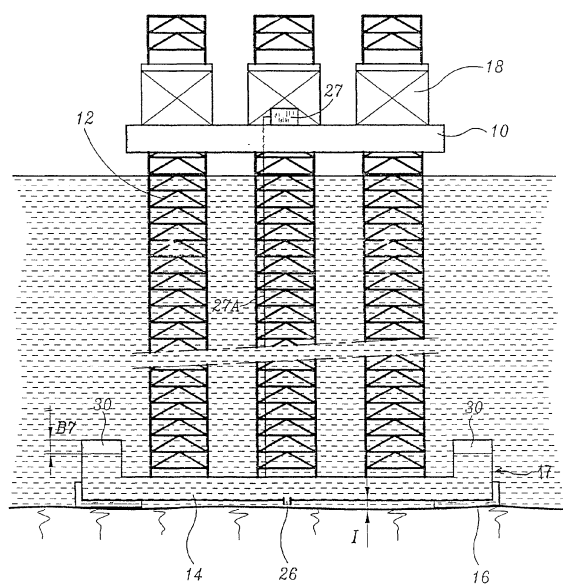
Фиг. 4



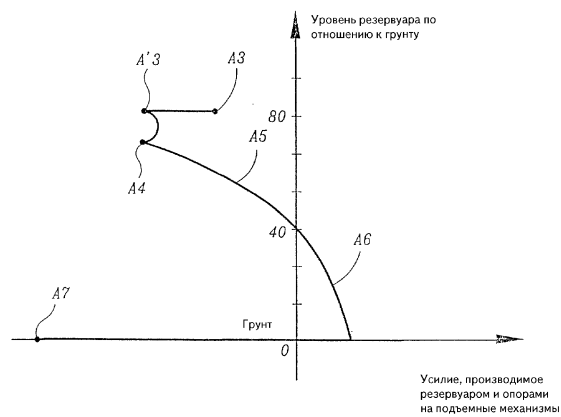
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

