

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044175**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.07.27

(51) Int. Cl. **E02B 3/06 (2023.01)**

(21) Номер заявки
202200149

(22) Дата подачи заявки
2022.11.22

(54) **ПРИЧАЛ И СПОСОБ ЕГО СООРУЖЕНИЯ**

(31) **2022124288**

(56) **RU-C1-2070249**

(32) **2022.09.14**

RU-C1-2117091

(33) **RU**

RU-C2-2447226

(43) **2023.07.26**

RU-C1-2483154

JP-A-2010248780

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ТРУБОШПУНТ
ИНЖИНИРИНГ" (RU)**

(72) Изобретатель:

Гончаров Виктор Викторович (RU)

(57) Предложен причал, включающий лицевую стенку из шпунтовых трубчатых свай и анкерную систему с анкерными сваями и анкерными тягами. Анкерная система выполнена в виде свайного поля из совокупности анкерных свай, погруженных в грунт рядами таким образом, что центры их поперечных сечений размещены в плане в узлах регулярной сетки с заданным интервалом между ними и с образованием ячеистой структуры грунта. Анкерные сваи в их верхней части, выступающей над уровнем воды в акватории, последовательно жестко соединены между собой в продольном и поперечном направлениях с помощью продольных и поперечных относительно лицевой стенки ригелей с образованием жесткой пространственной свайной анкерно-ригельной конструкции. Поперечные ригели своими концами, обращенными к лицевой стенке, соединены с ее сваями шарнирно и являются анкерными тягами. Предложен также способ сооружения причала, при котором сваебойный механизм сначала погружает расчетную часть свай свайной анкерно-ригельной системы, а затем, после оборудования на уже забитых сваях рабочей площадки, он перемещается пошагово по поверхности ригелей возводимой им свайной анкерно-ригельной системы в сторону акватории для дальнейшей работы, при этом строительство ведется без использования плавсредств. Поскольку ригели приваривают к сваям в их верхней части, выступающей над уровнем воды в акватории, то все работы, включая сварочные, могут быть выполнены независимо от волновых и ледовых условий, т.е. созданы безопасные условия труда для всепогодного строительства, что сокращает сроки строительства причала и исключает необходимость применения плавсредств.

044175 B1

044175 B1

Изобретение относится к области портового гидротехнического строительства и может быть использовано при возведении различных причальных сооружений, в том числе в районах Крайнего Севера.

Известен причал - пирс, включающий две лицевые стены, соединяющие их анкерные тяги и обратную засыпку между ними (книга В. Б. Гуревич и др. "Портовые гидротехнические сооружения". - М. Транспорт, 1992, с. 88-90). Обе стены выполнены из шпунтовых свай, погруженных в грунт, и соединены между собой анкерной системой, состоящей из анкерных тяг, каждая из которых частично или полностью расположена выше уровня воды в акватории. Сваи одной лицевой стены являются анкерными сваями другой.

Горизонтальная нагрузка от грунта, действующая на каждую из стен, частично уравнивается такой же нагрузкой, действующей на другую стену, и частично воспринимается отпором грунта основания. Глубина погружения шпунтовых свай в грунт обычно превышает половину высоты пирса.

Недостатком указанного причала является его низкая несущая способность при большой материалоемкости.

Известен способ возведения пирса, включающий установку двух лицевых стен, соединение их между собой анкерными тягами и устройство обратной засыпки (источник информации тот же).

Недостатком указанного способа является большая трудоемкость, длительность строительства, необходимость производства подводных работ, а также работ, производимых с плавсредств.

Известен грузовой причал нефтяного терминала "Порт бухта Север", возводимый по проекту АО ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ, 2021г., включающий лицевую стенку из шпунтовых трубчатых свай, экранирующие сваи и анкерную систему, содержащую анкерные сваи и анкерные тяги, соединяющие сваи лицевой стенки с анкерными сваями (прототип).

В указанном техническом решении экранирующие сваи частично воспринимают давление грунта на себя, разгружая лицевую стенку, однако значительная часть нагрузки воспринимается лицевой стенкой, что повышает ее материалоемкость.

Недостатком указанного известного причала является недостаточная несущая способность при высокой материалоемкости, а также необходимость применения плавсредств при его строительстве.

Задачей настоящего изобретения является устранение указанных недостатков известных решений.

Техническим результатом предлагаемого технического решения в части конструкции причала является повышение несущей способности причала при одновременном сокращении материалоемкости и трудоемкости его возведения, а в части способа - исключение подводных работ и необходимости использования при строительстве плавсредств, а также создание безопасных условий труда, удобство производства строительно-монтажных работ независимо от волновых и ледовых условий, сокращение продолжительности строительства.

Технический результат достигается тем, что в причале, включающем по меньшей мере одну лицевую стенку из шпунтовых трубчатых свай и анкерную систему с анкерными сваями и анкерными тягами, согласно изобретению анкерная система выполнена в виде свайного поля из совокупности анкерных свай, погруженных в грунт рядами таким образом, что центры их поперечных сечений размещены в плане в узлах регулярной сетки с заданным интервалом между ними и с образованием ячеистой структуры грунта, при этом указанные анкерные сваи в их верхней части, выступающей над уровнем воды в акватории, последовательно жестко соединены между собой в продольном и поперечном направлениях с помощью продольных и поперечных относительно лицевой стенки ригелей с образованием жесткой пространственной свайной анкерно-ригельной конструкции, причем упомянутые поперечные ригели своими концами, обращенными к лицевой стенке, соединены с ней шарнирно и являются анкерными тягами.

Возможно выполнение причала в виде пирса, при этом причал снабжен дополнительной оппозитно расположенной лицевой стенкой, причем жесткая пространственная свайная анкерно-ригельная конструкция расположена между упомянутыми лицевыми стенками, при этом ригели упомянутой свайной анкерно-ригельной конструкции своими концами, обращенными к соответствующей дополнительной лицевой стенке, соединены с ней также шарнирно.

Ригели могут быть выполнены из двутавров, причем ригели, поперечные относительно лицевой стенки, являются анкерными тягами.

Возможно выполнение дополнительной лицевой стенки из шпунтовых трубчатых свай.

Технический результат предложенного способа, включающего операции сооружения по меньшей мере одной лицевой стенки и соединения ее с анкерными тягами, достигается тем, что согласно предложенному способу выполняют следующие операции:

а) с помощью сваебойного механизма с берега с заданным интервалом а погружают первоначальное расчетное количество анкерных свай первого продольного относительно берега ряда свай пространственной свайной анкерно-ригельной конструкции

б) к забитым анкерным сваям в их верхней части, выступающей над уровнем воды в акватории, приваривают участок продольного относительно берега ригеля, на него укладывают мостки, служащие в качестве площадки для размещения сваебойного механизма, частично опирая их на берег, после чего

в) располагают на мостках сваебойный механизм и с тем же заданным интервалом а погружают такое же количество анкерных свай второго продольного ряда на расстоянии б от первого продольного

ряда,

г) к этим сваям в их верхней части приваривают участок второго продольного ригеля, а к нему приваривают участки поперечных ригелей, тем самым соединя свая второго продольного ряда с забитыми сваями первого продольного ряда,

д) далее перемещают по ригелям сваебойный механизм каждый раз на шаг, равный упомянутому заданному интервалу b между смежными продольными рядами анкерных свай, и погружают с интервалом a между сваями такое же расчетное количество анкерных свай следующего продольного ряда,

е) приваривают к ним соответствующие участки продольных ригелей и соединяют их участками поперечных ригелей с ранее установленными участками продольных ригелей предыдущего ряда анкерных свай,

ж) и далее повторяют операции д) и е), производя пошаговое перемещение сваебойного механизма по ригелям и посекционное наращивание элементов свайной анкерно-ригельной конструкции до последнего продольного ряда анкерных свай согласно проекту с образованием жесткой пространственной свайной анкерно-ригельной конструкции, при этом после сооружения свайной анкерно-ригельной системы в случае причала с одной лицевой стенкой или одновременно в случае причала с двумя лицевыми стенками погружают шпунтовые трубчатые сваи одной или двух, соответственно, лицевых стенок, шарнирно соединяя их с обращенными к ним концами ригелей свайной анкерно-ригельной конструкции.

Возможен вариант осуществления способа, при котором после погружения последнего продольного ряда свай сваебойный механизм поворачивают на 90 градусов и аналогично производят погружение поперечных относительно берега рядов анкерных свай и последовательное наращивание поперечных и продольных элементов ригелей при перемещении сваебойного механизма по ригелям в поперечном направлении до последнего поперечного ряда анкерных свай согласно проекту.

Способ можно осуществлять одновременно двумя сваебойными механизмами, перемещающимися сначала рядом приблизительно параллельно друг другу до последнего продольного ряда анкерных свай, а затем зеркально-симметрично в противоположные стороны, при этом строительство начинают с середины причала.

Благодаря тому, что анкерная система предлагаемого причала выполнена в виде жесткой пространственной свайной анкерно-ригельной конструкции, она является основным несущим элементом, она существенно разгружает лицевые стенки причала, т.к. способна воспринимать все горизонтальные нагрузки, действующие на заанкеренную на нее лицевую стенку.

Предложенная свайная анкерно-ригельная система (САРС) - это конструкция, по своим несущим характеристикам способная воспринимать также все вертикальные эксплуатационные нагрузки, включая вес технологического оборудования, в частности, судопогрузочной машины. Значительная часть вертикальных нагрузок передается через свайное поле САРС на грунтовое основание.

Благодаря тому, что сваи анкерно-ригельной системы равномерно распределены в узлах регулярной сетки в виде свайного поля в плане с заданным интервалом между ними и образуют ячеистую структуру грунта, существенно снижается горизонтальная нагрузка на лицевые стенки причала. Это позволяет снизить металлоемкость лицевых стенок, применяя шпунтовые трубчатые сваи меньшего диаметра и меньшей длины. Лицевая стенка становится менее металлоемкой, более легкой, что, в свою очередь, обеспечивает возможность применять при строительстве менее мощную технику, повышается удобство производства работ, а также повышается производительность строительства.

Интервал между анкерными сваями может быть различным в продольном a и поперечном b направлениях относительно берега, а может быть одинаковым, т.е. образованные центрами свай ячейки могут быть в плане как прямоугольными, так и квадратными, преимущественно, квадратными, т. е. преимущественно, $a=b$.

В предлагаемой конструкции каждая анкерная свая свайной анкерно-ригельной системы жестко соединена со смежными анкерными сваями в продольном и поперечном направлениях с помощью продольных и поперечных относительно лицевой стенки ригелей. Благодаря тому, что концы ригелей, обращенные к лицевой стенке, шарнирно соединены со шпунтовыми трубчатыми сваями соответствующей лицевой стенки, эти ригели в полной мере выполняют функцию анкерных тяг, работающих совместно с анкерными сваями, со всей жесткой пространственной анкерно-ригельной конструкцией.

При этом поскольку ригели приварены к анкерным сваям в их верхней части, выступающей выше уровня воды в акватории, то полностью исключены подводные работы, т.к. все работы осуществляются в положении над водой, иногда на значительной высоте, что обеспечивает безопасные условия труда вне зависимости от волновых и ледовых условий. Предложенный способ строительства позволяет исключить использование при строительстве плавсредств.

Предлагаемая конструкция причала и способ его возведения особенно актуальны для северной климатической зоны и Арктического шельфа, т.к. позволяют вести строительные работы круглогодично при любых погодных условиях.

В варианте осуществления изобретения по п.2, в котором причал содержит две оппозитно расположенные лицевые стенки, т.е. является пирсом, обе лицевые стенки взаимно заанкерены с помощью соответствующих ригелей, концы которых шарнирно соединены со шпунтовыми трубчатыми сваями обеих

лицевых стенок, и которые выполняют роль анкерных тяг. Благодаря этому конструкция пирса обладает высокой прочностью, жесткостью и высокой несущей способностью, но при этом материалоемкость ее не высока.

В предлагаемом способе сооружения причала сваебойный механизм сначала погружает заданное расчетное количество свай свайной анкерно-ригельной системы, а затем, после оборудования на уже забитых сваях рабочей площадки за счет соединения их между собой ригелями, он перемещается пошагово по поверхности ригелей возводимой им свайной анкерно-ригельной системы в сторону акватории для дальнейшей работы без использования плавсредств. Поскольку ригели приварены к сваям в их верхней части, выступающей над уровнем воды в акватории, то все работы, включая сварочные, могут быть выполнены независимо от волновых и ледовых условий, т.е. созданы безопасные условия труда для всепогодного строительства, что значительно сокращает сроки строительства причала.

В случае причала, протяженного вдоль берега, целесообразно производить строительные работы одновременно двумя сваебойными механизмами, вибропогружателями или копрами, которые перемещаются рядом приблизительно параллельно друг другу, а после того, как забиты сваи последнего продольного ряда, они поворачиваются на 90 градусов в противоположные стороны и продолжают погружение свай каждый на своей половине причала. Начинают такое строительство с середины причала. Такой прием позволяет вдвое сократить срок строительства.

В зависимости от проекта и конструкции причала шпунтовые трубчатые сваи лицевой стенки, или лицевых стенок соответственно, погружают либо после завершения погружения свай всего свайного поля анкерной системы для причала с одной лицевой стенкой, либо одновременно с анкерными сваями свайной анкерно-ригельной конструкции для причала типа пирса, и соединяют их с помощью шарниров с обращенными к ним концами ригелей, поперечных относительно соответствующей лицевой стенки.

Изобретение поясняется чертежами, на которых изображено:

- на фиг. 1 - причал, поперечный разрез;
- на фиг. 2 - то же, фрагмент вида в плане;
- на фиг. 3 - пирс, поперечный разрез;
- на фиг. 4 - то же, фрагмент вида в плане;
- на фиг. 5 - фрагмент свайного поля пирса;
- на фиг. 6 - прототип, поперечный разрез.

Причал содержит лицевую стенку 1, анкерные сваи 2, погруженные в грунт с интервалом между ними а и б в продольном и в поперечном направлении соответственно, продольные ригели 3, поперечные ригели 4, дополнительную лицевую стенку 5, шарнирное соединение 6, шпунтовые трубчатые сваи 7 лицевых стенок 1 и 5.

В тексте настоящего описания, если специально не указано, термин "продольный" относится к направлению вдоль берега и, следовательно, вдоль лицевой стенки в случае причала с одной лицевой стенкой; термин "поперечный" относится к направлению, приблизительно перпендикулярному к указанному продольному направлению.

Строительство причала осуществляют следующим образом.

Строительство начинают с сооружения первого участка свайной анкерно-ригельной системы и оборудования на нем рабочей площадки для размещения сваебойного механизма, и далее ведут строительство, перемещая сваебойный механизм по ригелям уже погруженных свай.

Сначала с помощью сваебойного механизма (не показан) с берега погружают несколько, в зависимости от технических характеристик сваебойного механизма, например, четыре анкерные сваи 2 первого продольного относительно берега ряда свай свайного поля анкерно-ригельной конструкции. Сваи 2 погружают с заданным интервалом а между ними. Количество первоначально забиваемых свай рассчитывают в зависимости от проекта и технических характеристик сваебойного механизма, например, четыре сваи, с учетом того, чтобы расстояние между двумя крайними из забитых свай 2 было достаточным для размещения между ними сваебойного механизма.

На каждую забитую анкерную сваю 2 в их верхней части, выступающей над уровнем воды в акватории, устанавливают опорный столик (не показан), к которому приваривают первый участок продольного относительно берега ригеля 3 из двутавровой балки. Длина этого первого участка продольного ригеля 3 приблизительно равна расстоянию между крайними из забитых свай, в нашем примере - расстоянию между первой и четвертой забитой анкерными сваями или несколько превышает его. На него укладывают мостки (не показаны), служащие в качестве площадки для первоначального размещения сваебойного механизма, с частичным опиранием мостков на берег.

Далее перемещают сваебойный механизм на шаг, равный интервалу б между продольными рядами анкерных свай 2, располагают на указанных мостках сваебойный механизм (не показан) и с заданным интервалом а в заданных узлах регулярной сетки погружают такое же количество анкерных свай 2 второго продольного ряда, к которым приваривают соответствующий участок второго продольного ригеля 3, а к нему - участки поперечных ригелей 4, соединяющие участок второго продольного ригеля 3 с приваренным ранее участком первого продольного ригеля 3. Таким образом, анкерные сваи 2 второго продольного ряда анкерных свай соединяют как между собой, так и с ранее забитыми сваями 2 первого про-

дольного ряда.

Далее по ригелям перемещают сваебойный механизм на следующий шаг, равный заданному расстоянию между рядами анкерных свай 2 в поперечном направлении, т.е. интервалу б, забивают такое же выбранное расчетное количество анкерных свай 2, к ним приваривают соответствующий участок третьего продольного ригеля 3 и участки поперечных ригелей 4, т.е. повторяют предыдущую операцию. Далее производят последовательное пошаговое перемещение сваебойного механизма, последовательное погружение анкерных свай 2 следующих рядов свайного поля и посекционное наращивание сваркой элементов продольных 3 и поперечных 4 ригелей свайной анкерно-ригельной конструкции до последнего продольного ряда анкерных свай 2 согласно проекту с образованием жесткой пространственной рамной конструкции из анкерных свай 2 и ригелей 3 и 4, расположенных на выступающих из воды торцах погруженных анкерных свай 2.

В случае, когда причал имеет значительную протяженность вдоль берега, т.е. более расстояния между четырьмя, как в этом примере, погружаемыми за один раз анкерными сваями 2, сваебойный механизм поворачивают на 90 градусов и аналогично производят последовательное погружение поперечных относительно берега рядов анкерных свай 2 и наращивание элементов поперечных 4 и продольных 3 ригелей свайной анкерно-ригельной системы до последнего поперечного ряда согласно проекту.

Для причала с одной лицевой стенкой после завершения строительства пространственной свайной анкерно-ригельной конструкции погружают шпунтовые трубчатые сваи 7 лицевой стенки 1, соединяя эти шпунтовые трубчатые сваи 7 с помощью шарнирных соединений 6 с обращенными к ним концами поперечных ригелей 4.

Для причала типа пирс (см. фиг. 3, 4) шпунтовые трубчатые сваи 7 обеих лицевых стенок 1 и 5 могут быть погружены одновременно с погружением анкерных свай 2 соответствующего ряда анкерных свай свайной анкерно-ригельной системы и сразу же соединены с обращенными к ним концами ригелей 3, поперечных в этом случае лицевым стенкам 1 и 5.

Способ можно выполнять для сокращения срока строительства одновременно двумя сваебойными механизмами, перемещающимися сначала рядом параллельно друг другу в поперечном относительно берега направлении до последнего продольного ряда анкерных свай 2 причала с одной лицевой стенкой согласно проекту, а затем зеркально-симметрично в противоположные стороны. В этом случае строительство начинают с середины причала.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Причал, включающий лицевую стенку из шпунтовых трубчатых свай и анкерную систему с анкерными сваями и анкерными тягами, отличающийся тем, что анкерная система выполнена в виде свайного поля из совокупности анкерных свай, погруженных в грунт рядами таким образом, что центры их поперечных сечений размещены в плане в узлах регулярной сетки с заданным интервалом между ними и с образованием ячеистой структуры грунта, при этом указанные анкерные сваи в их верхней части, выступающей над уровнем воды в акватории, последовательно жестко соединены между собой в продольном и поперечном направлениях с помощью продольных и поперечных относительно лицевой стенки ригелей с образованием жесткой пространственной свайной анкерно-ригельной конструкции, при этом упомянутые поперечные ригели своими концами, обращенными к лицевой стенке, соединены с ней шарнирно и являются анкерными тягами.

2. Причал по п.1, отличающийся тем, что он снабжен дополнительной оппозитной лицевой стенкой, причем жесткая пространственная свайная анкерно-ригельная конструкция расположена между упомянутыми лицевыми стенками, при этом поперечные ригели своими концами, обращенными к дополнительной лицевой стенке, соединены с ней также шарнирно.

3. Причал по пп.1 или 2, отличающийся тем, что ригели выполнены из двутавров.

4. Причал по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что дополнительная лицевая стенка выполнена из шпунтовых трубчатых свай.

5. Способ сооружения причала по любому из пп.1-4, включающий операции возведения по меньшей мере одной лицевой стенки и соединения ее с анкерными тягами, отличающийся тем, что выполняют следующие операции:

а) с берега с помощью сваебойного механизма погружают с заданным интервалом а расчетное количество анкерных свай первого продольного относительно берега ряда свай свайной анкерно-ригельной конструкции,

б) к погруженным анкерным сваям в их верхней части, выступающей над уровнем воды в акватории, приваривают участок первого продольного относительно берега ригеля, на него укладывают мостки, служащие в качестве площадки для размещения сваебойного механизма, частично опирая их на берег, после чего

в) располагают на мостках сваебойный механизм и на расстоянии б от первого продольного ряда погружают такое же количество анкерных свай второго продольного ряда с заданным интервалом а между ними,

г) к этим сваям в их верхней части приваривают участок второго продольного ригеля, а к нему приваривают участки поперечных ригелей, тем самым соединя свая второго продольного ряда с забитыми сваями первого продольного ряда, и

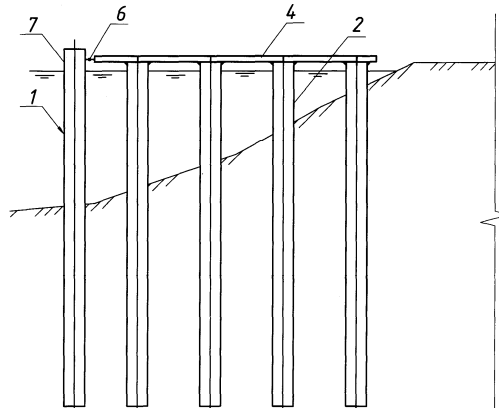
д) далее по установленным ригелям перемещают сваебойный механизм каждый раз на шаг, равный упомянутому заданному интервалу b между смежными продольными рядами анкерных свай, и погружают с интервалом a между сваями такое же количество анкерных свай следующего продольного ряда,

е) приваривают к ним соответствующие участки продольных ригелей и соединяют их участками поперечных ригелей с ранее установленными участками продольных ригелей каждого предыдущего ряда анкерных свай, и

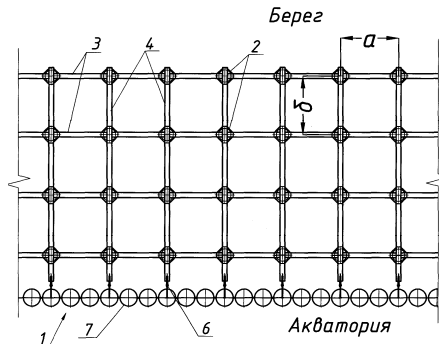
ж) далее повторяют операции д) и е), производя последующее пошаговое погружение выбранного расчетного количества анкерных свай продольных рядов свайного поля и посекционное наращивание элементов ригелей до последнего продольного ряда свай согласно проекту с образованием жесткой пространственной свайной анкерно-ригельной конструкции, при этом после сооружения свайной анкерно-ригельной системы в случае причала с одной лицевой стенкой или одновременно в случае причала с двумя лицевыми стенками погружают шпунтовые трубчатые сваи одной или двух, соответственно, лицевых стенок, шарнирно соединяя их с обращенными к ним концами ригелей свайной анкерно-ригельной конструкции.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что для протяженного вдоль берега причала после погружения выбранного расчетного количества анкерных свай последнего продольного ряда сваебойный механизм поворачивают на 90 градусов и аналогично производят погружение поперечных относительно берега рядов анкерных свай и наращивание элементов ригелей при перемещении сваебойного механизма в поперечном направлении по установленным ригелям до последнего поперечного ряда анкерных свай согласно проекту.

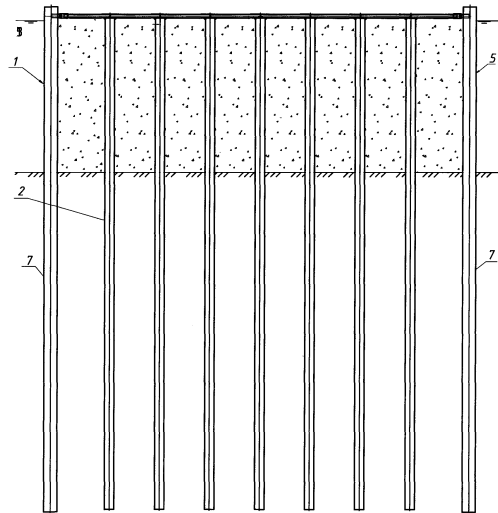
7. Способ по п.5, отличающийся тем, что его выполняют одновременно двумя сваебойными механизмами, перемещающимися сначала рядом параллельно друг другу до последнего продольного ряда анкерных свай, а затем после поворота на 90 градусов зеркально-симметрично в противоположные стороны, при этом строительство начинают с середины причала.



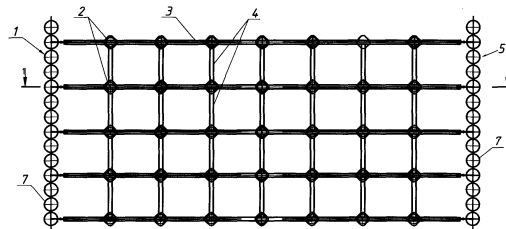
Фиг. 1



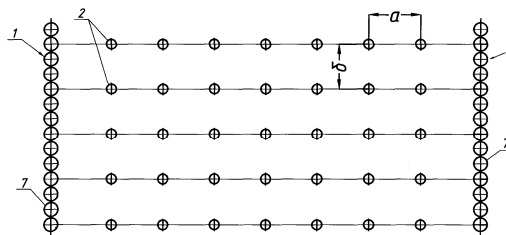
Фиг. 2



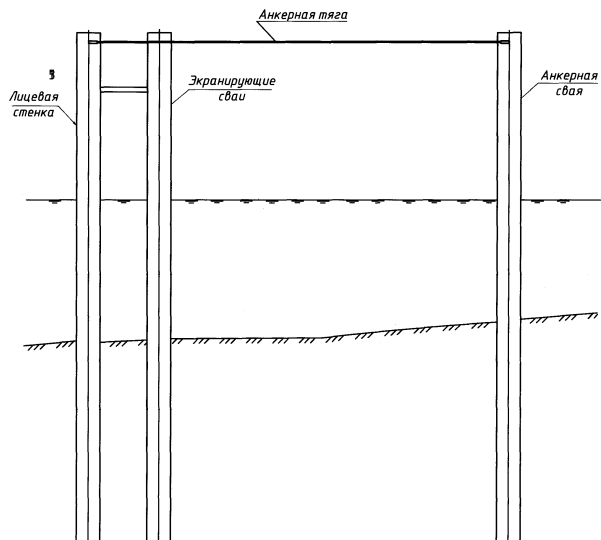
Фиг. 3



Акватория
Фиг. 4



Акватория
Фиг. 5



Фиг. 6

