

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19)

**RU**

(11)

**2 657 885**

(13)

**C2**

(51) МПК

E02D 27/34 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 27.06.2018)  
Пошлина: учтена за 3 год с 25.06.2018 по 24.06.2019

(21)(22) Заявка: **2016125331**, **24.06.2016**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**24.06.2016**

Дата регистрации:  
**18.06.2018**

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: **24.06.2016**

(43) Дата публикации заявки: **10.11.2016** Бюл.  
№ **31**

(45) Опубликовано: **18.06.2018** Бюл. № **17**

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **SU 1260449 A1, 30.09.1986. SU  
1038421 A1, 30.08.1983. RU 2026922 C1,  
20.01.1995. SU 633979 A1, 25.11.1978. RU  
159874 U1, 20.02.2016. SU 796317 A1,  
15.01.1981. US 3630037 A1, 28.12.1971.**

Адрес для переписки:  
**127015, Москва, А-15, а/я 33, Зеленову И.Б.**

(72) Автор(ы):

**Юркевич Павел Борисович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
"ИНЖЕНЕРНОЕ БЮРО ЮРКЕВИЧА"  
(RU)**

(54) **СВАЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ БУРОВАЯ И СПОСОБ ЕЕ ВОЗВЕДЕНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительству, а именно к несущим элементам и способам возведения свайных фундаментов для зданий и сооружений на грунтах II типа по просадочности. Свая железобетонная буровая выполнена для возведения на просадочных грунтах, включает остов из верхней части, размещаемой в просадочном грунте и нижней части, размещаемой в непросадочном грунте, остов выполнен с компенсационными элементами просадочных явлений, выполнен с зазором, заполненным твердым материалом. Свая выполнена с заделкой верхней опорной части в нижнюю фундаментную часть в пределах толщи просадочных грунтов. Компенсационный элемент выполнен в виде компенсирующей оболочки, с ее заделкой в кровле непросадочной толщи, с возможностью независимого вертикального смещения и осадки компенсационного элемента по отношению к наружной поверхности остова сваи, с горизонтальным изолирующим и вертикальным компенсирующим зазорами. Горизонтальный изолирующий зазор размером не менее  $0,3 D$  мм выполнен с засыпкой окатанными, из твердого материала частицами одинакового диаметра из фракции 3-50 мм, где  $D$  - диаметр наружной поверхности остова сваи. Технический результат состоит в обеспечении стабилизации процессов разгрузки от «паразитных» нагрузок несущего остова, обусловленных отрицательными силами трения по боковой поверхности сваи в пределах толщи просадочных грунтов, повышении полезной несущей способности буровых свай на разгрузки непосредственно от зданий и сооружений. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 6 ил.

#### 1. Область техники

Изобретение относится к строительству, а именно к несущим элементам и способам возведения свайных фундаментов для зданий и сооружений на грунтах II типа по просадочности.

#### 2. Уровень техники

Известна свая для свайного фундамента (пат. RU №2198261, 2001, E02B 17/00, E21B 15/00 - Способ сооружения морской платформы), устанавливаемая с помощью обсадных труб в ступенчатых буровых скважинах, размещаемая в толще неустойчивых пород.

Недостаток - жесткая связь обсадных труб с телом сваи, полученная замоноличиванием (цементированием) зазора. При устройстве подобных свай на просадочных неустойчивых грунтах на суше такие сваи нагружаются дополнительной значительной «паразитной» нагрузкой от отрицательных сил трения по боковой поверхности в пределах толщи просадочного грунта при эксплуатационном обводнении. Отрицательные силы трения в наружной зоне обсадного элемента направлены на дополнительное («паразитное») нагружение сваи (вниз).

Известна набивная (армированная) несущая свая (большого диаметра), и способ ее возведения в просадочных (неустойчивых) грунтах большой толщины (пат. RU №2266368, 2003, E02D 7/02, E02D 5/38 - Способ возведения набивной сваи на просадочных грунтах).

В части устройства эта свая включает монолитный железобетонный остов сваи, нижняя часть которого размещается в непросадочном грунте и содержит предварительно изготовленное неизвлекаемое сталежелезобетонное пробойное устройство, с помощью которого уплотняется просадочный грунт вокруг сваи и в основании сваи. В части способа для возведения зданий и сооружений на просадочных грунтах это техническое решение включает операции лидерного бурения, установку обсадной трубы, соединенной с пробойником, пробивку грунта скважины путем сбрасывания груза на пробойник через обсадную трубу до достижения проектной отметки и наращивание ее, размещение арматурного каркаса в

трубе, заполнение скважины по мере извлечения обсадной трубы бетонной смесью и уплотнение ее. Причем, посредством пробивки скважины и уплотнения просадочного грунта вокруг и в основании сваи, решается проблема повышения несущей способности собственно сваи, но не перераспределяется непосредственно на основание и не компенсируется воздействие сил (паразитных) просадочных явлений на несущий стержень (остов) сваи, т.е. не исключается в работе сваи передача паразитных нагрузок от отрицательных сил трения на боковую поверхность остова сваи.

Кроме того, поскольку вытрамбовывание осуществляется пробойником **б'ольшего** диаметра, чем обсадная труба, наращиваемая по мере погружения пробойника, на 90-100 мм, уплотняется лишь ограниченная по своему размеру зона просадочного грунта вокруг сваи. Полного уплотнения просадочной толщи грунтов при выполнении таких свай не происходит, а также со временем при обводнении наступает разуплотнение искусственно уплотненного грунта и при замачивании просадочного грунтового массива между набивными сваями на них все равно передается «паразитная» нагрузка от отрицательных сил трения по боковой поверхности в пределах толщи просадочного грунта, что существенно увеличивает требуемое их количество для обеспечения требуемой несущей способности, возрастает трудоемкость и стоимость выполнения свайных фундаментов.

Известна также, принятая заявителем за наиболее близкое техническое решение как в части устройства, так и в части способа динамически нагружаемая свая для свайного фундамента, возводимая на просадочных грунтах, в которой свая снабжена полостью, выполняющей функцию компенсационного элемента, установленного с зазором, с его засыпкой твердым материалом (пат. RU №2184188, 2000, E02D 3/10, E02D 27/34 - Способ возведения свайного фундамента на просадочных грунтах).

Общими отличительными признаками заявленного технического решения и известного устройства являются остов из верхней части, погруженной в просадочный грунт, выполненный с компенсационным элементом просадочных явлений, установленный с зазором, с его засыпкой твердым материалом и нижней части, погруженной в непросадочный грунт.

В части способа в известном решении на просадочных грунтах при возведении осуществляют операции поэтапного возведения в скважине нижней и верхней частей сваи.

Недостаток сваи - отсутствие постоянства и стабильности компенсации «паразитных» нагрузок в процессе эксплуатации, обусловленная необходимостью полного замачивания грунтового массива под зданием или сооружением для ликвидации отрицательных сил трения по боковой поверхности водопоглощающей полости, заполняемой на завершающем этапе работ твердеющим материалом и жестко связанной по этой причине с динамически погруженной свайей. В случае большой толщи просадочных грунтов, при замачивании уплотняются нижние слои грунтовой толщи, начиная с глубины, на которой давление от собственного веса грунта превышает начальное просадочное давление. Верхние слои грунта в пределах деформируемой толщи в основании будущих зданий и сооружений вследствие недостаточной нагрузки на них остаются в недоуплотненном состоянии, и, таким образом, не устраняет полностью их просадочность.

Кроме того, под зданием или сооружением требуется значительное количество таких свай, выполняемых с шагом, определяемым необходимостью уплотнения просадочной толщи грунтов замачиванием, к тому же увеличенного за счет водопоглощающих полостей диаметра, также отличающихся многодельностью, высокими трудоемкостью и стоимостью.

### 3. Сущность изобретения

#### 3.1. Техническая задача

Стабилизация процессов разгрузки от «паразитных» нагрузок несущего остова фундаментных свай, обусловленных отрицательными силами трения по боковой поверхности сваи в пределах толщи просадочных грунтов, возводимых на грунтах II типа по просадочности.

### 3.2. Результат решения технической задачи.

Технический результат - повышение полезной несущей способности буровых свай на нагрузки непосредственно от зданий и сооружений за счет исключения передачи сил отрицательного трения на боковую поверхность свай в пределах толщи просадочных грунтов и передачи этих сил на постоянно функционирующее устройство, выполненное в виде компенсирующей обоймы, с возможностью смещения обоймы в случае замачивания просадочных грунтов.

### 3.3. Перечень фигур чертежей.

На фиг. 1 представлен пример конструкции монолитной железобетонной буровой висячей сваи для строительства зданий и сооружений на просадочных грунтах; на фиг. 2 - пример конструкции монолитной железобетонной буровой сваи-стойки для строительства зданий и сооружений на просадочных грунтах; на фиг. 3 - сечение "1-1" на фиг. 1 и фиг. 2 в уровне просадочной толщи грунтов; на фиг. 4 - сечение "2-2" на фиг. 1 и фиг. 2 в уровне непросадочной толщи грунтов; на фиг. 5 - технологическая последовательность возведения монолитной железобетонной буровой висячей сваи (начало); на фиг. 6 - технологическая последовательность возведения монолитной железобетонной буровой висячей сваи (окончание), где

1 - верхняя опорная часть сваи, 2 - нижняя фундаментная часть сваи, 2а - заделка опорной части сваи в фундаментной части сваи, 3 - остов сваи, 4 - уширенная пята фундаментной части висячей сваи, 4а - пята фундаментной части сваи-стойки, 5 - цементация уширенной пяты висячей сваи, 5а - цементация пяты сваи-стойки, 6 - компенсационный элемент просадочных явлений в виде компенсирующей оболочки сваи на опорной части (1) остова (3) на ее наружной поверхности (12), 7 - горизонтальный изолирующий зазор - зазор между внутренней поверхностью компенсирующей оболочки (6) сваи и наружной поверхностью (12) остова (3) сваи, 7а - засыпка (материал наполнения) горизонтального изолирующего зазора (7) сваи, 8 - просадочная толща грунтов, 9 - непросадочная толща грунтов, 10 - заделка компенсирующей оболочки (6) сваи в кровле непросадочной толщи, 11 - вертикальный компенсирующий зазор - зазор между нижней частью компенсирующей оболочки (6) сваи и верхом нижней фундаментной части (2) сваи, 12 - наружная поверхность остова сваи: наружная поверхность бетона остова сваи или наружная поверхности неизвлеченной после монтажа трубы-опалубки изготовления остова в верхней опорной части сваи (1) и замоноличенной в составе остова (3), 13 - арматурный каркас верхней опорной части сваи, 14 - арматурный каркас нижней фундаментной части сваи, 15 - буровая скважина, 16 - закладные трубопроводы для цементации грунтового основания, 17 - стопорное кольцо, N - нагрузка на сваю, Pn - отрицательные силы трения, 18 - мобильный кран, 19 - вибропогружатель, 20 - буровая машина, 21 - рабочий буровой орган, 22 - бетонолитная труба с приемным бункером, 23 - автобетоносмеситель, 24 - инъекционный шланг от растворонасоса, 25 - кровля (граница) толщи непросадочных грунтов.

### 3.4. Отличительные признаки

Свая железобетонная буровая для возведения на просадочных грунтах (8), включает остов из верхней и нижней частей, верхняя часть погружена в просадочный грунт с компенсационными элементами просадочных явлений, установленными с зазором, с засыпкой зазора твердым материалом и нижней части, погруженной в непросадочный грунт, отличается от известного технического решения выполнением сваи из железобетонного остова, состоящей из опорной верхней (1) и фундаментной

нижней (2) частей сваи. Опорная часть сваи выполнена с ее заделкой (2а) и замоноличиванием в нижней фундаментной части для технологического соединения и образования единого монолитного остова - несущего элемента (3) сваи - (в процессе изготовления как монолитной, так и сборно-монолитной сваи), в верхней (1) опорной части в пределах толщи просадочных грунтов (8) свая снабжена компенсирующей оболочкой (6), размещенной на поверхности (12) остова сваи с горизонтальным изолирующим зазором (7) и возможностью независимого вертикального смещения и осадки компенсирующей оболочки по отношению к наружной поверхности (12). Компенсирующая оболочка (6) сваи выполнена с заделкой (10) в кровлю (25) непросадочной толщи (9) грунтов на опорной части (1) остова (3) и размещена снаружи от него, воспринимает вертикальные отрицательные силы трения  $R_n$  от просадки грунтов, а горизонтальный изолирующий зазор (7) - зазор между внутренней поверхностью компенсирующей оболочки (6) сваи и наружной поверхностью (12) в верхней опорной части сваи (1), блокирует приложение нагрузки от вертикальных отрицательных сил трения  $R_n$  от просадки грунтов - не допускает эту нагрузку к остову и рассеивает ее с помощью стопорного кольца (17) в просадочной толще грунтов (8) и в уровне вертикального компенсирующего зазора (11) над нижней фундаментной частью (2).

Свая размещается в единой буровой скважине (15) с горизонтальным изолирующим зазором (7) размером не менее  $0,3D$ , мм, с засыпкой (7а) окатанными, из твердого материала частицами близким или одинаковым диаметром из фракции от 3 до 50 мм, - при меньшем значении зазора и/или за пределами диаметра частиц для промышленно применяемых свай будет защемление частиц и существенное повышение коэффициента трения (переход трения качения к трению скольжения). Компенсирующая оболочка выполняется с заделкой (10) компенсирующей оболочки (6) сваи в кровле (25) непросадочной толщи (9) на глубину более  $1,1D$  мм - определяется перепадом горизонта кровли) и вертикальным компенсирующим зазором (11) на глубину не менее  $1,3D$  мм, - определяется просадочными свойствами грунтов и вдвое превышает суммарную величину просадки просадочной толщи), где  $D$  - диаметр неизвлекаемой трубы-опалубки в верхней опорной части (1) сваи, замоноличенной в составе железобетонного остова (3).

Выполнение сваи в нижней фундаментной части остова для висячей сваи возможно с уширенной пятой и опрессовочной цементацией ее грунтового основания через закладные трубопроводы в теле бетона остова, а в нижней фундаментной части остова для сваи-стойки с заглублением в кровлю полускальных или скальных трещиноватых пород непросадочной толщи не менее чем 0,5 м, с инъекционной и опрессовочной цементацией его основания через закладные трубопроводы в теле бетона остова; выполнение верхней опорной части висячей сваи или сваи стоки в виде сборного железобетонного элемента, возможно замоноличиваемого с заделкой в нижней фундаментной части сваи;

В способе возведения железобетонной буровой сваи для возведения зданий и сооружений на просадочных грунтах, осуществляют операции поэтапного возведения в скважине нижней и верхней частей сваи, и в отличие от известного способа выполняют операции вибропогружения или забуривания неизвлекаемой обсадной трубы, на поверхности которой или на поверхности остова устанавливают компенсирующую оболочку (6) сваи, осуществляют - бурения единой скважины под ее защитой обсадной трубы с дальнейшим бурением под защитой бурового раствора в неустойчивых непросадочных грунтах или насухо в устойчивых грунтах, установку в скважине цельного или стыкуемого на монтаже арматурного каркаса или отдельно монтируемого с заделкой верхней его части в нижней с замоноличиванием. Сваю возводят из верхней опорной и нижней фундаментной частей, причем верхняя опорная часть выполняется с ее заделкой в нижней фундаментной части, в верхней

опорной части сваи в пределах толщи просадочных грунтов устанавливаются компенсирующую оболочку, размещаемую снаружи от остова сваи с горизонтальным изолирующим зазором и возможностью независимого вертикального смещения и осадки компенсирующей оболочки по отношению к наружной поверхности (12) в верхней опорной части сваи. Способ для висячей сваи, может отличаться тем, что нижняя фундаментная часть, возводимая в непросадочных устойчивых грунтах, выполняется с уширенной пятой с опрессовочной цементацией ее грунтового основания.

Способ для сваи-стойки, может отличаться тем, что нижняя фундаментная часть возводится в непросадочных грунтах и опирается на полускальные и скальные трещиноватые породы, пята сваи без уширения заглубляется в невыветрелую кровлю полускальных или скальных пород не менее 0,5 м с инъекционной и опрессовочной цементацией ее основания.

Способ может отличаться тем, что верхняя опорная часть висячей сваи или сваи-стойки в виде сборного ж.б. элемента погружается в свежееуложенную бетонную смесь предварительно забетонированной нижней фундаментной части сваи и вывешивается на неизвлекаемой металлической обсадной трубе с поверхностью (6) на монтаже.

В способе возведения буровой железобетонной сваи, в отличие от известного, при возведении сваи могут быть совмещены операции изготовления и установки сваи в единой буровой скважине, верхняя часть которой бурится под защитой неизвлекаемой обсадной трубы, проходящей насквозь толщу просадочных грунтов и заглубляемой в кровлю подстилающей толщи непросадочных грунтов не менее чем 1,5 м, а нижняя - под защитой бурового раствора в неустойчивых непросадочных грунтах или насухо в устойчивых грунтах.

Для исключения передачи дополнительной «паразитной» нагрузки от отрицательных сил трения по боковой поверхности сваи в пределах толщи просадочных грунтов при замачивании компенсирующая оболочка - неизвлекаемая обсадная труба поверхностью (12) отделяется от компенсирующей оболочки сваи изолирующим зазором (7), заполняемым окатанными круглыми твердыми частицами из природного или искусственного материала (7а).

Свая устроена следующим образом.

Монолитная железобетонная буровая висячая свая (фиг. 1) выполнена с возможностью устройства ее в буровой скважине, содержит замоноличенный бетонной смесью остов (3), включающий арматуру в виде арматурного каркаса (13, 14). Свая разделена на верхнюю опорную часть (1) под ростверк или фундаментную плиту здания и нижнюю фундаментную часть (2) с уширенной пятой (4), арматурный каркас верхней опорной части сваи (13) размещают в неизвлекаемой трубе-опалубке (12), причем верхняя (13) и нижняя (14) части арматурного каркаса соединяют "внахлест" с заделкой (2а) для обеспечения жесткой связи и единства каркаса верхней и нижней частей. Нижняя часть арматурного каркаса (14) в фундаментной части сваи (2) выполнена с фиксаторами защитного слоя бетона (на фигурах условно не показаны) для фиксирования его положения в скважине.

Верхняя опорная часть сваи (1), возводимая в неизвлекаемой трубе-опалубке (12) под защитой неизвлекаемой обсадной трубы (6), выполняется с внешним диаметром, который меньше диаметра неизвлекаемой обсадной трубы (6) на удвоенную величину изолирующего зазора (7), засыпаемого на завершающем этапе возведения окатанными круглыми частицами близким или одинаковым диаметром из фракции от 3 до 50 мм из природного или искусственного твердого материала (7а), например, бывшими в употреблении шарами из фарфора или металла для шаровых мельниц, и трубы-опалубки на удвоенную толщину ее стенок и определяется расчетом по

несущей способности сваи по материалу (по прочности, устойчивости и трещиностойкости).

Нижняя фундаментная часть висячей сваи (2), возводимая в буровой скважине (15) под защитой бурового раствора в неустойчивых непросадочных грунтах или насухо в устойчивых (например, в твердых глинах) грунтах, выполняется диаметром, равным диаметру буровой скважины и определяемым расчетом по несущей способности сваи по грунту (основанию и боковой поверхности), также по допустимой для свайного фундамента величине осадки. При необходимости в устойчивых грунтах нижняя фундаментная часть висячей сваи (2) выполняется с уширенной пятой (4) для дополнительного увеличения несущей способности сваи по грунтовому основанию и уменьшению ее заглубления в толщу непросадочных грунтов, также под пятой сваи выполняется опрессовочная цементация грунтового основания через закладные трубопроводы (16) в теле бетона сваи.

Верхняя опорная часть сваи (1), как телескопическая конструкция, включает наружную поверхность остова (12), на котором установлена с возможностью смещения компенсирующая оболочка (6), остов воспринимает нагрузку от здания или сооружения "N" без передачи ее на неизвлекаемую обсадную трубу (6) и под воздействием этой нагрузки получает независимую осадку вместе с нижней фундаментной частью сваи (2). Засыпка изолирующего зазора между неизвлекаемыми обсадной трубой (6) и трубой-опалубкой (12) окатанными круглыми частицами близким или одинаковым диаметром из фракции от 3 до 50 мм из природного или искусственного материала (7а) лишь фиксирует положение верхней опорной части сваи (1) в горизонтальной плоскости и совершенно не препятствует ее перемещению (осадке) - в вертикальной плоскости. Отсутствие сцепления между окатанными круглыми частицами твердого материала в изолирующем зазоре (7) и их трения по боковой поверхности неизвлекаемых труб (6, 12) способствует этому.

В случае просадки просадочной толщи грунтов (8) от замачивания (или разложения органогенных грунтов, как торф или сапропель) толща просадочных грунтов (8) деформируется независимо от элементов буровой висячей сваи (1, 2, 3, 4, 12) и не догружает ее дополнительными нагрузками от сил отрицательного трения по боковой поверхности "рп".

Силы отрицательного трения по боковой поверхности "рп" передаются лишь на трубу (6), под воздействием которых она получает независимую от неизвлекаемой трубы-опалубки (12) осадку, которая не превышает общую осадку всей просадочной толщи грунтов при ее замачивании.

Поскольку между неизвлекаемой обсадной трубой (6) и нижней фундаментной частью сваи (2) предусматривается вертикальный компенсирующий зазор (11), превышающий суммарную величину просадки просадочной толщи при замачивании, в процессе осадки обсадной трубы (6) происходит перераспределение напряжений и деформаций внутри толщи просадочных грунтов (8) и в уровне вертикального компенсирующего зазора (11) над нижней фундаментной частью (2).

Для уменьшения передачи сил отрицательного трения по боковой поверхности собственно на неизвлекаемую обсадную трубу (6) ее поверхность может дополнительно покрываться твердым антикоррозийным покрытием, например, эпоксидным.

Для уменьшения сцепления между окатанными круглыми частицами твердого материала (7а) в изолирующем зазоре (7) и их трения по боковой поверхности неизвлекаемых труб (6, 12) окатанные частицы засыпки (7а) могут быть перед укладкой в изолирующий зазор перемешаны с молотым графитом.

Монолитная железобетонная буровая свая-стойка (фиг. 2), как и буровая висячая свая, выполнена с возможностью устройства ее в буровой скважине, содержит замоноличенный бетонной смесью остов, включающий арматуру в виде арматурного

каркаса (13, 14). Свая разделена на верхнюю опорную часть (1) под ростверк или фундаментную плиту и нижнюю фундаментную часть (2) с аналогичной по диаметру пятой (4а), арматурный каркас верхней опорной части сваи (13) размещают в неизвлекаемой трубе-опалубке (12), причем верхняя и нижняя (14) части арматурного каркаса соединяют "внахлест" с заделкой (2а) для обеспечения жесткой связи и единства каркаса верхней и нижней частей. Нижняя часть арматурного каркаса (14) в фундаментной части сваи (2) выполнена с фиксаторами защитного слоя бетона (на фигурах условно не показаны) для фиксирования его положения в скважине.

Верхняя опорная часть сваи (1), возводимая в неизвлекаемой трубе-опалубке (12) под защитой неизвлекаемой обсадной трубы (6), выполняется с внешним диаметром, который меньше диаметра неизвлекаемой обсадной трубы (6) на удвоенную величину изолирующего зазора, засыпаемого на завершающем этапе возведения окатанными круглыми частицами материала (7) близким или одинаковым диаметром из фракции от 3 до 50 мм из природного или искусственного твердого материала (например, бывшими в употреблении шарами из фарфора или металла для шаровых мельниц) и трубы-опалубки на удвоенную толщину ее стенок и определяется расчетом по несущей способности сваи по материалу (по прочности, устойчивости и трещиностойкости).

Нижняя фундаментная часть сваи-стойки (2), возводимая в буровой скважине (15) под защитой бурового раствора в неустойчивых непросадочных грунтах или насухо в устойчивых (например, в твердых глинах) грунтах, выполняется диаметром, равным диаметру буровой скважины и определяемым расчетом по несущей способности сваи по грунтовому основанию, также по допустимой для свайного фундамента величине осадки. При необходимости в случае опирания нижней фундаментной части сваи-стойки (2) на толщу полускальных или скальных трещиноватых пород под пятой (4а) для дополнительного увеличения несущей способности сваи по грунтовому основанию выполняется инъекционная и опрессовочная цементации основания через закладные трубопроводы (16) в теле бетона сваи, диаметр которых принимается увеличенным не менее чем до 100 мм в чистоте.

Верхняя опорная часть сваи (1), как телескопическая конструкция, включающая неизвлекаемую трубу-опалубку (12) (или наружную поверхность остова при отсутствии этой опалубки) с телескопически (имеющей возможность перемещения) в обсадной трубе (6), воспринимает нагрузку от здания или сооружения "N" без передачи ее на неизвлекаемую обсадную трубу (6) и под воздействием этой нагрузки получает независимую осадку вместе с нижней фундаментной частью сваи (2). Засыпка изолирующего зазора между неизвлекаемыми обсадной трубой (6) и трубой-опалубкой (12) окатанными круглыми частицами близким или одинаковым диаметром из фракции от 3 до 50 мм из природного или искусственного материала (7а) лишь фиксирует положение верхней опорной части сваи (1) в горизонтальной плоскости и совершенно не препятствует ее перемещению (осадке) - в вертикальной плоскости. Отсутствие сцепления между окатанными круглыми частицами твердого материала в изолирующем зазоре (7) и их трения по боковой поверхности неизвлекаемых труб (6, 12) способствует этому.

В случае просадки просадочной толщи грунтов (8) от замачивания (или разложения органомогенных грунтов, как торф или сапропель) толщина просадочных грунтов (8) деформируется независимо от элементов буронабивной висячей сваи (1, 2, 3, 4а, 12) и не догружает ее дополнительными нагрузками от сил отрицательного трения по боковой поверхности "рп".

Силы отрицательного трения по боковой поверхности "рп" передаются лишь на неизвлекаемую обсадную трубу (6), под воздействием которых обсадная труба (6) получает независимую осадку от неизвлекаемой трубы-опалубки (12), которая не превышает общую осадку всей просадочной толщи грунтов при ее замачивании.

Поскольку между неизвлекаемой обсадной трубой (6) и нижней фундаментной частью сваи (2) предусматривается вертикальный компенсирующий зазор (11), вдвое превышающий суммарную величину просадки просадочной толщи при замачивании, в процессе осадки обсадной трубы (6) с помощью стопорного кольца (17) происходит перераспределение напряжений и деформаций внутри толщи просадочных грунтов (8) и в уровне вертикального компенсирующего зазора (11) над нижней фундаментной частью (2).

Для уменьшения передачи сил отрицательного трения по боковой поверхности собственно на неизвлекаемую обсадную трубу (6) ее поверхность может покрываться твердым антикоррозийным покрытием, например, эпоксидным.

Для уменьшения сцепления между окатанными круглыми частицами твердого материала (7а) в изолирующем зазоре (7) и их трения по боковой поверхности неизвлекаемых труб (6, 12) окатанные частицы засыпки (7а) могут быть перед укладкой в изолирующий зазор перемешаны с молотым графитом.

Способ возведения буровой сваи.

Способ возведения буровой сваи приводится на примере наиболее распространенной висячей сваи, поскольку возведение сваи-стойки отличается лишь устройством пяты и цементации ее основания.

С уровня рабочей платформы (на дневной поверхности) с помощью вибропогружателя (19), подвешиваемом на мобильном кране (18) погружают неизвлекаемую обсадную трубу (6), внешняя и внутренняя поверхности которой покрыты защитным антикоррозионным покрытием, например эпоксидным составом, одновременно снижающим передачу на нее сил отрицательного трения. Обсадная труба (6) проходит насквозь толщу просадочных грунтов (8) и заглубляется в кровлю подстилающей толщи непросадочных грунтов (9), при этом заделка неизвлекаемой обсадной трубы (6) в кровле непросадочной толщи (9) должна составлять не менее чем 1,5 м.

Для предотвращения осадки неизвлекаемой обсадной трубы (6) в процессе возведения буронабивной сваи используется стопорное кольцо (17), жестко закрепляемое к обсадной трубе (6) после ее вибропогружения на проектную отметку. Это же стопорное кольцо (17) используется также для уменьшения осадки неизвлекаемой обсадной трубы (6) при замачивании грунтов просадочной толщи (8).

Затем с помощью буровой машины (20) посредством рабочего бурового органа (21) под защитой неизвлекаемой металлической обсадной трубы (6) и дополнительно, при необходимости бурового раствора, бурится буровая скважина (15) с заглублением нижней фундаментной части висячей сваи (2) в толщу непросадочных плотных грунтов (9) с уширенной пятой (4) на требуемую расчетную величину. Для устройства уширенной пяты (4) в связанных устойчивых, например, глинистых, грунтах применяется стандартное навесное буровое оборудование (условно не показано). После завершения бурения скважины (15) и устройства уширенной пяты (4) с помощью специального оборудования производится зачистка дна скважины от шлама. Дополнительно в случае использования бурового раствора с помощью шламового насоса производится зачистка дна скважины с параллельной заменой использованного бурового раствора на свежеприготовленный.

Затем в буровую скважину (15) с помощью мобильного крана (18) требуемой грузоподъемности опускается цельный пространственный арматурный каркас, состоящий из арматурного каркаса нижней фундаментной части (14) и арматурного каркаса верхней опорной части (13), заключенного внутри неизвлекаемой трубы-опалубки (12), жестко соединенных между собой на стройплощадке перед монтажом. Допускается соединение арматурного каркаса нижней фундаментной части (14) и арматурного каркаса верхней опорной части (13), заключенного внутрь неизвлекаемой трубы-опалубки (12), на монтаже над неизвлекаемой обсадной трубой

(6), также отдельный монтаж без жесткого соединения между собой арматурного каркаса нижней фундаментной части (14) и арматурного каркаса верхней опорной части (13), заключенного внутри неизвлекаемой трубы-опалубки (12). При любом способе монтажа обеспечивается требуемая заделка (3) опорной части сваи (1) в фундаментной части сваи (2).

Арматурный каркас нижней фундаментной части (14) снабжается фиксаторами своего положения в буровой скважине (15), обеспечивающий к тому же требуемую величину защитного слоя бетона для продольной рабочей арматуры.

Арматурный каркас верхней опорной части (13), заключенный внутри неизвлекаемой трубы-опалубки (12), вывешивается в проектом положении на неизвлекаемой обсадной трубе (6) и временно закрепляется на ней от смещения.

Закладные трубопроводы для опрессовочной цементации грунтового основания (16), размещаемые внутри арматурных каркасов (14, 13) и заглушенные временно с торцов гипсовыми или деревянными пробками, врезаются в дно уширенной пяты (4) буровой скважины (15).

Далее с помощью бетонолитной трубы с приемным бункером (22) методом вертикально перемещающейся внутри верхнего (13) и нижнего (14) арматурных каркасов трубы (ВПТ) производится непрерывное бетонирование сваи. Подача бетонной смеси производится непосредственно из автобетоносмесителя (23).

Бетонирование нижней фундаментной части висячей сваи (2) производится до уровня, обеспечивающего обязательное наличие вертикального компенсирующего зазора (11) между неизвлекаемой обсадной трубой (6) и нижней фундаментной частью сваи (2) величиной не менее удвоенной величины общей просадки просадочной грунтовой толщи (8) при замачивании и не менее 1 м.

Для обеспечения уступа в бетонировании между нижней фундаментной частью висячей сваи (2), диаметром равным диаметру буровой скважины (15), и верхней опорной частью (1) диаметром, равным внешнему диаметру неизвлекаемой трубы-опалубки (12) на уровне низа компенсирующего зазора (11) выполняется горизонтальная сетчатая диафрагма (условно не показана). Такая диафрагма позволяет беспрепятственно вытеснять буровой раствор восходящей бетонной смесью и не позволяет заполнять ею зазор между неизвлекаемыми обсадной трубой (6) и трубой-опалубкой (12) выше сетчатой диафрагмы.

После завершения бетонирования нижней фундаментной части висячей сваи (2) производится засыпка изолирующего зазора между стенками буровой скважины (15) и трубой-опалубкой (12) в пределах компенсирующего зазора (11), также между неизвлекаемыми обсадной трубой (6) и трубой-опалубкой (12), окатанными круглыми частицами близким или одинаковым диаметром из фракции от 3 до 50 мм из природного или искусственного материала (7а). Затем методом ВПТ бетонируется верхняя опорная часть (1) висячей сваи. Перерыв в бетонировании между нижней фундаментной частью (2) и верхней опорной частью (1) свыше получаса не допускается, извлечение бетонолитной трубы до полного завершения бетонирования висячей сваи также. Для упрощения производства работ допускается использование замедлителя схватывания бетонной смеси, например, "Линамикс".

По истечении не менее 7 суток после бетонирования висячей сваи посредством нагнетания под давлением по инъекционному шлангу (24) от растворонасоса цементного раствора через закладные трубопроводы (16) производится опрессовочная цементация грунтового основания уширенной пяты (4) буровой сваи.

Способ возведения буровой сваи-стойки отличается от способа возведения буровой висячей сваи лишь устройством пяты и цементации ее основания. Для сваи-стойки уширенная пята не выполняется, а пята сваи (4а) заглубляется в неветренную кровлю полускальных или скальных пород не менее 0,5 м. Цементация основания сваи-стойки с учетом трещиноватости пород выполняется

двухступенчатой: сначала инъекционной, затем опрессовочной при контролируемом давлении подачи цементного раствора до полного отказа.

#### 4. Возможность осуществления изобретения

Совмещение в пределах толщи просадочных грунтов в единой конструкции буровой сваи и неизвлекаемой обсадной трубы, установленной с возможностью ее независимой осадки по отношению к замоноличенному бетонной смесью остову сваи с перехлестом в кровле непросадочных грунтов, позволяет вкупе с засыпкой изолирующего зазора между неизвлекаемыми обсадной трубой и трубой-опалубкой окатанными круглыми частицами из природного или искусственного материала исключить передачу на буровую сваю отрицательных сил трения, возникающих при замачивании грунтов просадочной толщи.

Конструктивное решение сваи универсально и позволяет выполнять буровые висячие сваи и сваи-стойки для строительства зданий и сооружений на грунтах II типа по просадочности независимо от толщины просадочной толщи грунтов и общей величины просадки просадочной толщи грунтов при ее замачивании.

Буровая свая и способ ее возведения не требуют специальной оснастки и каких-либо специальных технологических приемов по возведению сваи.

В результате исключения передачи сил отрицательного трения, возникающих при замачивании грунтов просадочной толщи, на замоноличенный бетонной смесью остов сваи передаются только нагрузки от здания или сооружения.

Свайное поле из таких буровых свай за счет исключения передачи сил отрицательного трения намного экономичнее свайного поля из обычных буровых и забивных свай, воспринимающих помимо нагрузок от здания или сооружения еще и дополнительные значительные по величине нагрузки от сил отрицательного трения по боковой поверхности.

#### Формула изобретения

1. Свая железобетонная буровая выполнена для возведения на просадочных грунтах, включающая остов (3) из верхней (1) части, размещаемой в просадочном (8) грунте и нижней части, размещаемой в непросадочном (9) грунте, остов выполнен с компенсационными элементами (6) просадочных явлений, выполнен с зазором (7), заполненным твердым материалом (7а), отличающаяся тем, что свая выполнена с заделкой (2а) верхней опорной (1) части в нижнюю (2) фундаментную часть в пределах толщи (8) просадочных грунтов, компенсационный (6) элемент выполнен в виде компенсирующей оболочки (6), с ее заделкой (10) в кровле непросадочной толщи, с возможностью независимого вертикального смещения и осадки компенсационного элемента по отношению к наружной поверхности остова сваи, с горизонтальным изолирующим (7) и вертикальным компенсирующим (11) зазорами, горизонтальный изолирующий зазор размером не менее  $0,3 D$  мм выполнен с засыпкой окатанными, из твердого материала частицами одинакового диаметра из фракции 3-50 мм, где  $D$  - диаметр наружной поверхности остова сваи.

2. Свая железобетонная буровая по п. 1, отличающаяся тем, что для свай глубокого заложения заделку (10) компенсирующей оболочки сваи в кровле непросадочной толщи выполняют на глубину более  $1,1D$  мм, с вертикальным компенсирующим зазором (11) на глубину не менее  $1,3D$  мм или вдвое превышающим суммарную величину просадки просадочной толщи, где  $D$  - диаметр наружной поверхности остова сваи.

3. Свая железобетонная буровая по п. 1, отличающаяся тем, что нижнюю фундаментную часть остова для висячей сваи выполняют с уширенной пятой и опрессовочной цементацией ее грунтового основания через закладные трубопроводы в теле бетона остова.

4. Свая железобетонная буровая по п. 1, отличающаяся тем, что нижнюю фундаментную часть остова для сваи-стойки заглубляют в кровлю полускальных или

скальных трещиноватых пород непросадочной толщи не менее чем 0,5 м, с инъекционной и опрессовочной цементацией его основания через закладные трубопроводы в теле бетона остова.

5. Свая железобетонная буровая по п. 1, отличающаяся тем, что верхнюю опорную часть висячей сваи или сваи-стойки выполняют в виде сборного ж.б. элемента, замоноличиваемого с заделкой в нижней фундаментной части сваи.

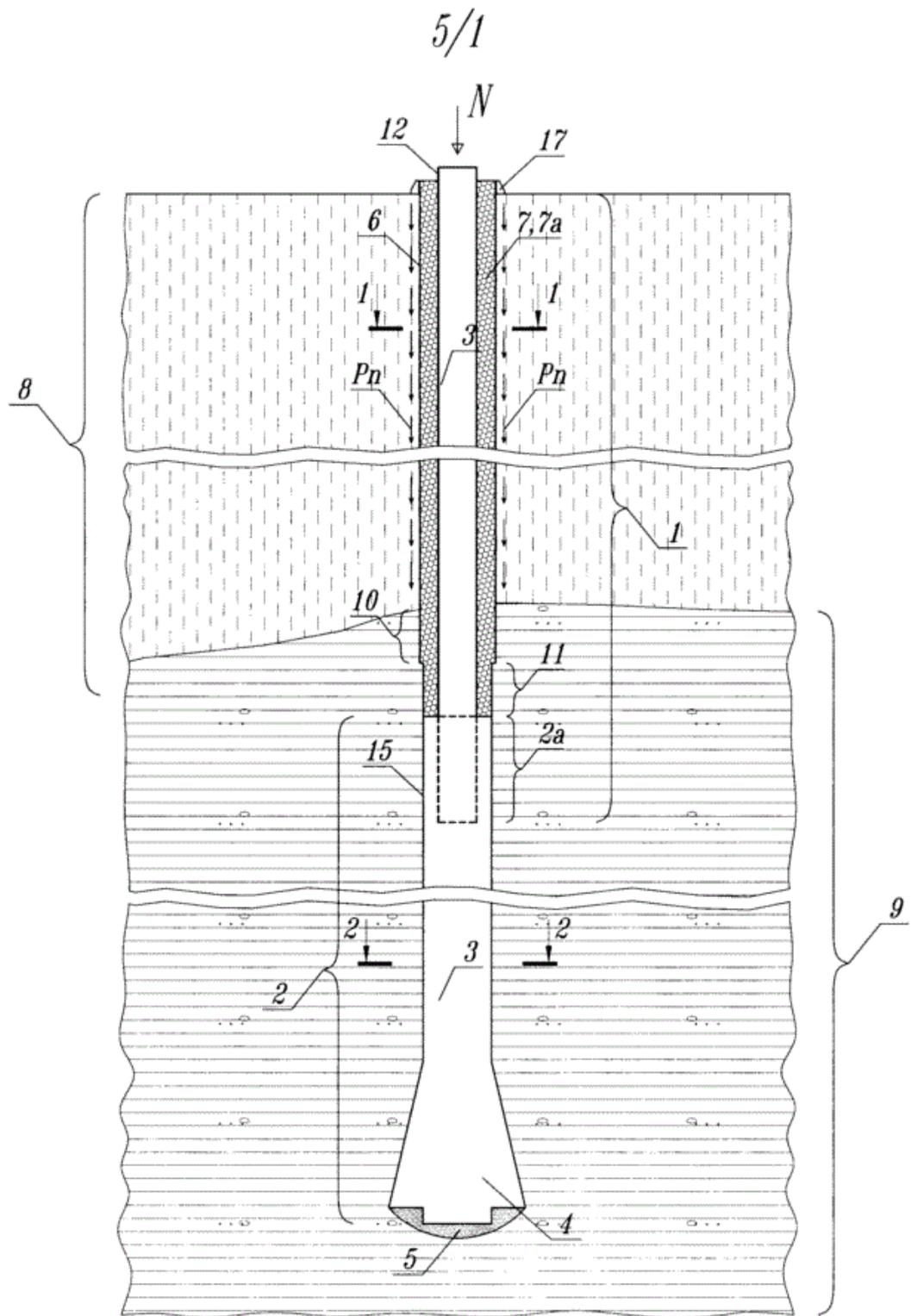
6. Способ возведения сваи буровой для возведения зданий и сооружений на просадочных грунтах, для монолитной или сборномонолитной железобетонной сваи с единым остовом, включает операции поэтапного возведения в скважине нижней и верхней частей сваи, отличающийся тем, что способ включает операции вибропогружения или забуривания неизвлекаемой обсадной трубы, бурения единой скважины под ее защитой с дальнейшим бурением под защитой бурового раствора в неустойчивых непросадочных грунтах или насухо в устойчивых грунтах, установку в скважине цельного или стыкуемого на монтаже арматурного каркаса или отдельно монтируемого с заделкой верхней его части в нижней с замоноличиванием, сваю выполняют из верхней опорной и нижней фундаментной частей, причем верхняя опорная часть выполняется с ее заделкой в фундаментной части, в верхней опорной части сваи, в пределах толщи просадочных грунтов, с установкой компенсирующей оболочки, размещаемой на наружной поверхности остова сваи с горизонтальным изолирующим зазором и возможностью независимого вертикального смещения и осадки компенсирующей оболочки по отношению к наружной поверхности неизвлекаемой трубы-опалубки в верхней опорной части сваи, замоноличенной в составе железобетонного остова сваи.

7. Способ возведения сваи железобетонной буровой по п. 6, отличающийся тем, что после замоноличивания нижней фундаментной части сваи горизонтальный изолирующий зазор между стенками буровой скважины выше нижней фундаментной части сваи и трубой-опалубкой в пределах компенсирующего зазора по вертикали, также между неизвлекаемыми обсадной трубой и трубой-опалубкой, заполняется окатанными круглыми частицами.

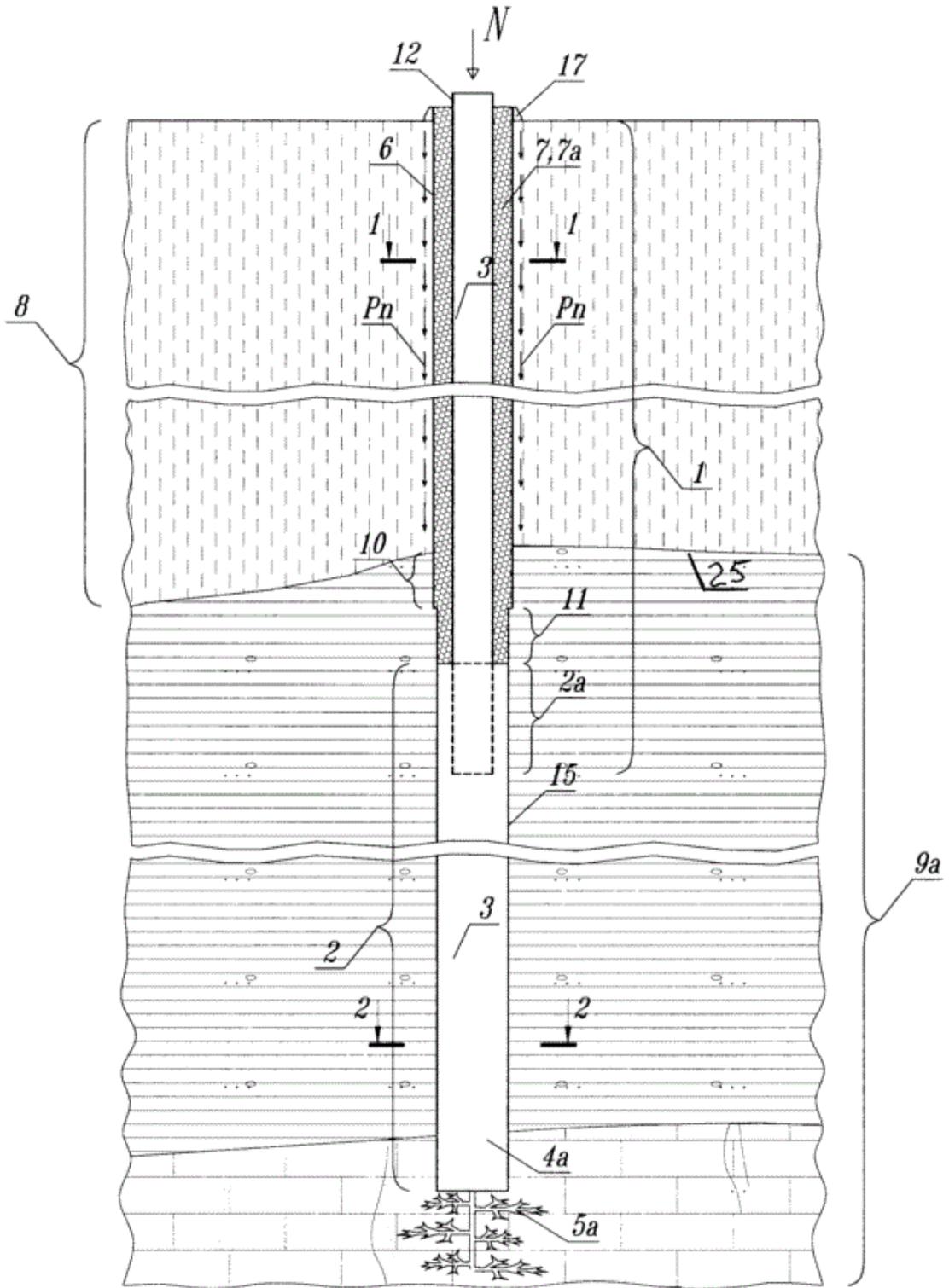
8. Способ возведения сваи железобетонной буровой по п. 6, отличающийся тем, что для висячей сваи, нижняя фундаментная часть которой возводится в непросадочных устойчивых грунтах, выполняется уширенная пята с опрессовочной цементацией ее грунтового основания.

9. Способ возведения сваи железобетонной буровой по п. 6, отличающийся тем, что для сваи-стойки, нижняя фундаментная часть которой возводится в непросадочных грунтах и опирается на полускальные и скальные трещиноватые породы, пята сваи без уширения заглубляется в невыветрелую кровлю полускальных или скальных пород не менее 0,5 м с инъекционной и опрессовочной цементацией ее основания.

10. Способ возведения сваи железобетонной буровой по п. 6, отличающийся тем, что для сборно-монолитной сваи верхняя опорная часть висячей сваи или сваи-стойки выполняется в виде сборного ж.б. элемента, погружается в свежееуложенную бетонную смесь предварительно забетонированной нижней фундаментной части сваи и вывешивается на неизвлекаемой металлической обсадной трубе на монтаже.

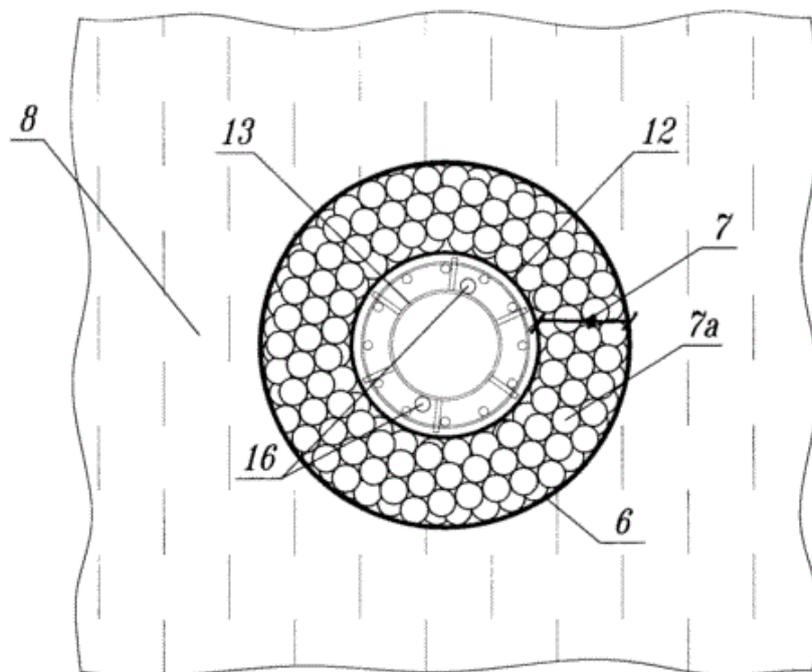


5/2

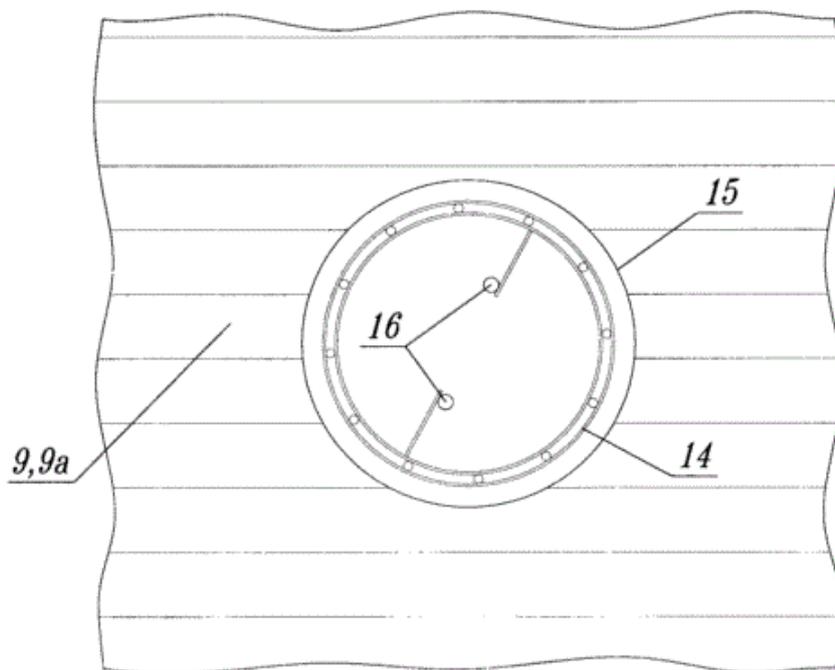


Фиг.2

5/3

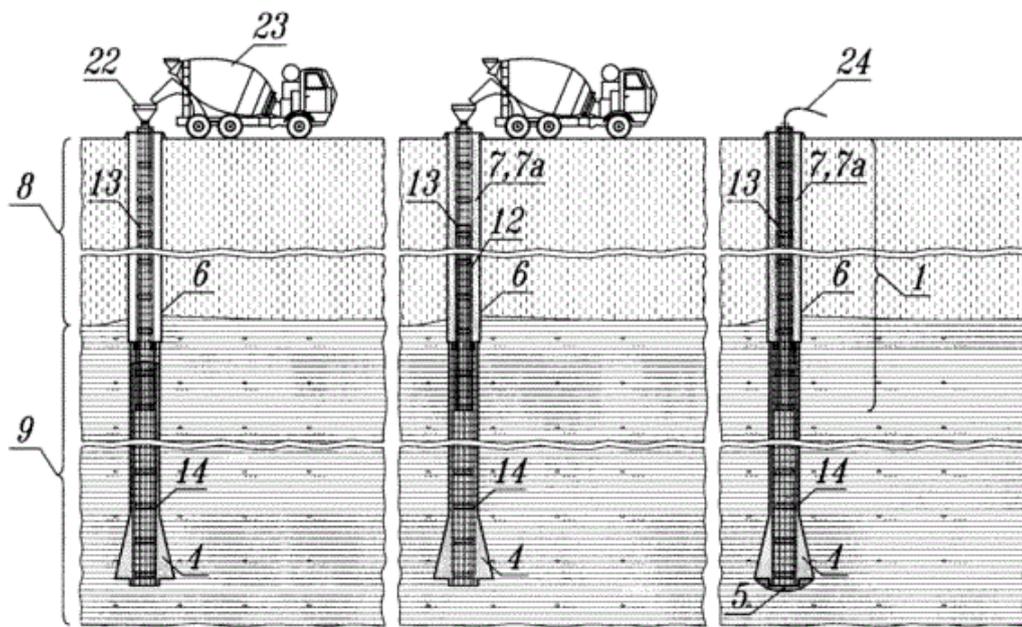


Фиг.3



Фиг.4





Фиг.6