

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2841446

СПОСОБ СООРУЖЕНИЯ СВАЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Трушко Владимир Леонидович (RU), Климов Владимир Яковлевич (RU), Баева Елена Константиновна (RU), Ожигин Анатолий Юрьевич (RU)*

Заявка № 2024126821

Приоритет изобретения 12 сентября 2024 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 06 июня 2025 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 12 сентября 2044 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E02D 27/35 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024126821, 12.09.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.09.2024

Дата регистрации:
06.06.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.09.2024

(45) Опубликовано: 06.06.2025 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II",
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Трушко Владимир Леонидович (RU),
Климов Владимир Яковлевич (RU),
Баева Елена Константиновна (RU),
Ожигин Анатолий Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2419707 C1, 27.05.2011. RU
2320821 C1, 27.03.2008. RU 1793752 C, 10.04.1995.
RU 2039158 C1, 09.07.1995. SU 958595 A1,
15.09.1982. RU 2133316 C1, 20.07.1999.

(54) СПОСОБ СООРУЖЕНИЯ СВАЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ

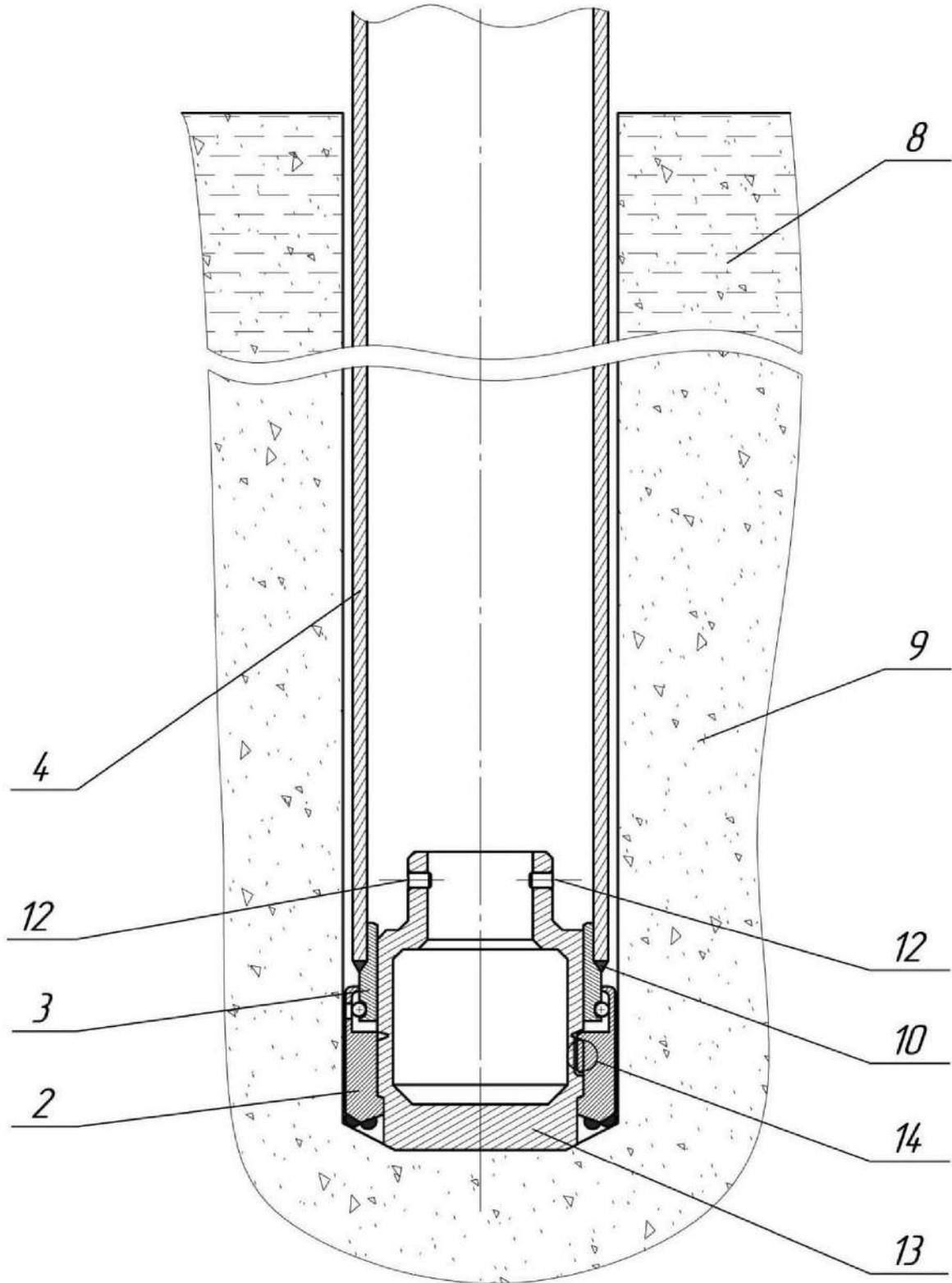
(57) Реферат:

Изобретение относится к области строительства и может быть использовано при возведении свайных оснований технологических платформ зданий и сооружений в районах распространения многолетнемерзлых грунтов с сохранением грунтов основания в вечномёрзлом состоянии в течение всего срока эксплуатации здания или сооружения. Способ сооружения свай в криолитозоне заключается в том, что собирают буровой снаряд, состоящий из бурильных труб, пневмоударника, пилотного долота, концентричной буровой коронки, собранной с муфтой с возможностью их взаимного вращения, при этом концентричную буровую коронку соединяют с обсадной трубой с помощью неразъемного соединения, а пилотное долото соединяют с муфтой с помощью разъемного байонетного соединения. Производят бурение скважины и одновременно погружают обсадную трубу на проектную отметку через талые грунты и многолетнемерзлые грунты под защитой

обсадной трубы, не вызывая обрушение стенок скважины, после чего байонетное соединение рассоединяют, пилотное долото, пневмоударник и бурильные трубы извлекают из скважины, при этом обсадную трубу, соединенную с концентричной буровой коронкой и муфтой, оставляют в скважине на проектной отметке. Внутри обсадной трубы с помощью бурильных труб и инструмента для спуска пробки-пяты устанавливают пробку-пяту, причем при спуске пробки-пяты в зону расположения муфты выполняют поворот бурильных труб и собирают байонетное соединение, обеспечивая неподвижность пробки-пяты относительно обсадной трубы вдоль вертикальной оси строительной конструкции. Создают дополнительное вертикальное усилие на бурильные трубы, срезают заклепки и извлекают бурильные трубы совместно с инструментом для спуска пробки-пяты, далее обсадную трубу с установленной пробкой-пятой оставляют в

состоянии покоя без приложения строительной нагрузки для смерзания наружной поверхности обсадной трубы и пробки-пяты с многолетнемерзлыми грунтами. Техническим

результатом является увеличение несущей способности и возможность демонтажа свай. 2 табл., 5 ил.



Фиг. 4

RU 2841446 C1

RU 2841446 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E02D 27/35 (2025.01)

(21)(22) Application: **2024126821, 12.09.2024**

(24) Effective date for property rights:
12.09.2024

Registration date:
06.06.2025

Priority:

(22) Date of filing: **12.09.2024**

(45) Date of publication: **06.06.2025** Bull. № 16

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet
imperatritsy Ekateriny II", Patentno-litsenziornyj
otdel**

(72) Inventor(s):

**Trushko Vladimir Leonidovich (RU),
Klimov Vladimir Iakovlevich (RU),
Baeva Elena Konstantinovna (RU),
Ozhigin Anatolii Iurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **METHOD FOR CONSTRUCTION OF PILES IN PERMAFROST ZONE**

(57) Abstract:

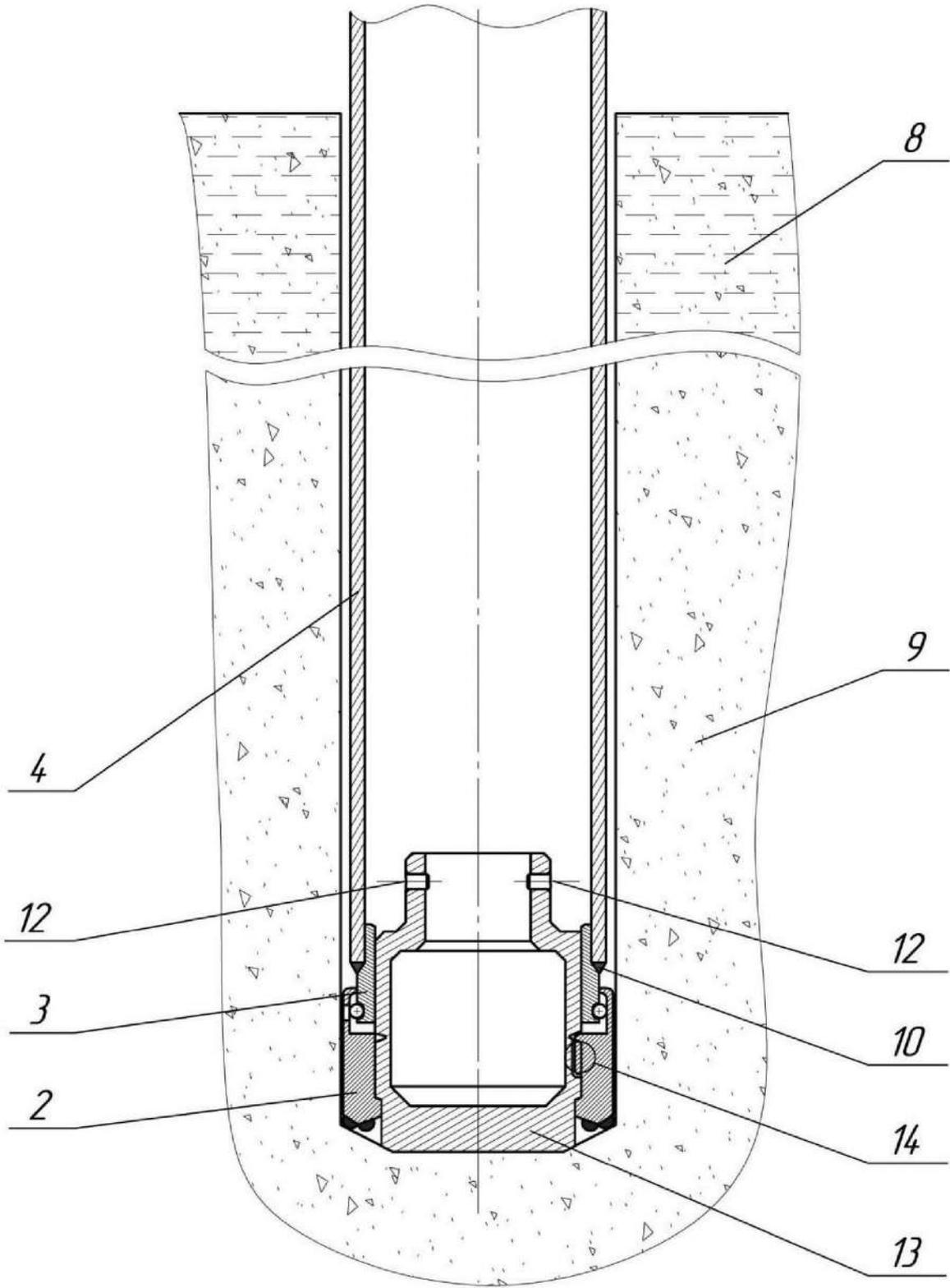
FIELD: construction.

SUBSTANCE: invention relates to construction and can be used in erection of pile foundations of process platforms of buildings and structures in areas of permafrost soils with preservation of foundation soils in permafrost state for entire service life of building or structure. Method for constructing a pile in a cryolite zone is that a drill assembly is assembled, consisting of drill pipes, a hammer, a pilot bit, a concentric drill bit assembled with a coupling with the possibility of their mutual rotation, wherein the concentric drilling bit is connected to the casing pipe by means of a permanent connection, and the pilot bit is connected to the coupling by means of a detachable bayonet connection. Performing the well drilling and at the same time submerging the casing to the design mark through thawed soils and permafrost soils under the casing pipe protection, without causing the well walls collapse, after which the bayonet connection is disconnected, the pilot

bit, the hammer and the drill pipes are removed from the well, at that the casing pipe connected to the concentric drill bit and the coupling is left in the well at the design mark. Inside the casing pipe with the help of drill pipes and a tool for lowering the stopper plug, a stopper plug is installed, wherein when the stopper plug is lowered into the coupling zone, the drill pipes turn and the bayonet connection is assembled, providing immobility of thrust bearing relative to casing pipe along building structure vertical axis. Creating an additional vertical force on the drill pipes, cutting the rivets and removing the drill pipes together with the heel plug lowering tool, then the casing with the installed pivoted plug is left at rest without applying a construction load for the outer surface of the casing and the plug-pivot with permafrost soils to freeze.

EFFECT: increasing carrying capacity and possibility of pile dismantling.

1 cl, 2 tbl, 5 dwg



Фиг. 4

Изобретение относится к области строительства и может быть использовано при возведении свайных оснований технологических платформ зданий и сооружений в районах распространения многолетнемерзлых грунтов с сохранением грунтов основания в вечномерзлом состоянии в течение всего срока эксплуатации здания или сооружения.

5 Известен способ возведения сваи в сезоннопромерзающих пучинистых грунтах (патент RU № 2474652 C1, опубл. 10.02.2013), включающий бурение лидерной скважины на глубину не менее нормативной глубины промерзания грунтов, заполнение полости, образованной лидерной скважиной, непучинистым сыпучим инертным материалом до уровня устья лидерной скважины и погружение сваи в эту скважину на проектную
10 глубину.

Основным недостатком способа является то, что он не исключает попадания в скважину обводненных грунтов сезонно-талого слоя, что приводит к снижению несущей способности сваи.

15 Известен способ устройства буроопускной сваи в любых грунтовых условиях при температуре грунта ниже $-0,5^{\circ}\text{C}$, включающий бурение в основании скважины диаметром, на 5-10 см превышающим поперечный размер сваи, заполнение скважины грунтовым раствором и погружение в нее сваи. После замерзания раствора свая оказывается надежно защемленной в вечномерзлом грунте (Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В., Тер-Мартirosян З.Г., Чернышев С.Н. Механика грунтов, основания
20 и фундаменты. М.: Издательство «Высшая школа», 2007 - С. 444).

Основным недостатком способа является то, что он не исключает попадания в скважину грунтового шлама и грунтовых вод, что приводит к снижению трения по боковой поверхности сваи.

25 Известен способ устройства буронабивной сваи в многолетнемерзлом грунте (патент RU №2803751 C1, опубл. 19.09.2023), включающий бурение скважины породоразрушающими инструментами с выемкой грунта без промывки, с очисткой забоя скважины, засыпку на дно скважины слоя щебня и его уплотнение, при необходимости снижения теплового влияния бетона на мерзлое основание установку
30 арматурного каркаса, заполнение скважины бетоном, затворенным с применением химических добавок на основе солей для обеспечения его твердения в условиях отрицательных температур многолетнемерзлых грунтов. С целью исключения миграции солей добавок в окружающий грунт до заполнения скважины бетоном её боковую
35 поверхность и дно покрывают слоем защитного гидроизолирующего материала, закрывающего поры грунта. Затем производят контроль достаточности толщины пленки для закупорки пор гидроизолирующим материалом путем нагнетания в скважину
воздуха с избыточным давлением и температурой, равной исходной температуре в скважине, и последующим контролем отсутствия падения контрольного давления.

Основными недостатками способа является ограничение в применении преимущественно в летний период времени, а также опасность заполнения скважины
40 надмерзлотными и межмерзлотными водами, попадание которых в бетон приводит к снижению несущей способности сваи.

Известен способ возведения сваи в вечномерзлом грунте (патент RU №2039158 C1, опубл. 09.07.1995), включающий пробуривание скважины, установку в нее ствола сваи с заполнением пространства между стволом сваи и стенками скважины кусками мерзлого
45 водонасыщенного грунта, после чего производство оттаивания верхней части пространства до превышения уровня образующейся при оттаивании грунтовой массы над кусками мерзлого грунта.

Основным недостатком способа является повышение содержания льда и незамерзшей

воды в грунтах, что снижает несущую способность свай.

Наиболее близким по технической сущности и совокупности существенных признаков к предлагаемому способу является известный метод бурения скважин с одновременной обсадкой «Symmetrix» (Концепция Symmetrix [Электронный ресурс] URL: <http://miningcomp.ru/generic/uploaded/symmetrix.pdf> (дата обращения: 06.06.2024), принятый за прототип, который заключается в том, что обсадную трубу забуривают в коренную породу/многолетнемерзлый грунт. После погружения обсадных труб на проектную глубину буровой инструмент, включающий пилотное долото, пневмоударник и бурильные трубы, извлекаются из погруженной обсадной колонны, внутрь вставляют толстостенную бетонную или тонкостенную железобетонную обсадную трубу и используют их в качестве свай (например, свай-стойки). Обсадную трубу из скважины не поднимают. Пилотное долото при бурении закреплено в муфте концентричной кольцевой коронки байонетным соединением, а коронка приварена к обсадной трубе. Погружение обсадной трубы и бурение скважины происходят за одну технологическую операцию за счет использования технологии ударно-вращательного бурения погружным пневмоударником. При бурении обсадная труба не вращается за счет трения о проходимые горные породы и возможности вращения муфты с долотом относительно концентричной кольцевой коронки.

Основным недостатком способа является то, что свая-стойка под защитой обсадной трубы недостаточно воспринимает нагрузку своим нижним концом, что ведет к снижению несущей способности свай.

Техническим результатом является увеличение несущей способности и возможность монтажа свай.

Технический результат достигается тем, что собирают буровой снаряд, состоящий из бурильных труб, пневмоударника, пилотного долота, концентричной буровой коронки, собранной с муфтой с возможностью их взаимного вращения, при этом концентричную буровую коронку соединяют с обсадной трубой с помощью неразъемного соединения, а пилотное долото соединяют с муфтой с помощью разъемного байонетного соединения, производят бурение скважины и одновременно погружают обсадную трубу на проектную отметку через талые грунты и многолетнемерзлые грунты под защитой обсадной трубы, не вызывая обрушение стенок скважины, после чего байонетное соединение рассоединяют, пилотное долото, пневмоударник и бурильные трубы извлекают из скважины, при этом обсадную трубу, соединенную с концентричной буровой коронкой и муфтой, оставляют в скважине на проектной отметке, внутрь обсадной трубы с помощью бурильных труб и инструмента для спуска пробки-пяты устанавливают пробку-пяту, причем при спуске пробки-пяты в зону расположения муфты выполняют поворот бурильных труб и собирают байонетное соединение, обеспечивая неподвижность пробки-пяты относительно обсадной трубы вдоль вертикальной оси строительной конструкции, создают дополнительное вертикальное усилие на бурильные трубы, срезают заклепки и извлекают бурильные трубы совместно с инструментом для спуска пробки-пяты, далее обсадную трубу с установленной пробкой-пятой оставляют в состоянии покоя без приложения строительной нагрузки для смерзания наружной поверхности обсадной трубы и пробки-пяты с многолетнемерзлыми грунтами.

Способ поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 – стадия бурения скважины с одновременной обсадкой;

фиг. 2 – стадия окончания погружения обсадной трубы;

фиг. 3 – стадия установки пробки-пяты;

фиг. 4 – свая-оболочка, готовая к восприятию строительной нагрузки, где:

1 – пилотное долото с боковым выступом

2 – концентричная буровая коронка

3 – муфта с боковым пазом

5 4 – обсадная труба

5 – пневмоударник

6 – поток рабочей струи сжатого воздуха со шламом

7 – бурильные трубы

8 – талые грунты

10 9 – многолетнемерзлые грунты

10 – сварной шов

11 – инструмент для спуска пробки-пяты

12 – заклепка

13 – пробка-пята с боковым выступом

15 14 – байонетное соединение.

Способ осуществляется следующим образом. На первом этапе собирают буровой снаряд, состоящий из бурильных труб 7 (фиг. 1), пневмоударника 5, пилотного долота 1, концентричной буровой коронки 2, собранной с муфтой 3 с возможностью их взаимного вращения. Концентричную буровую коронку 2 соединяют с обсадной трубой 4 с помощью сварного шва 10, а пилотное долото 1 соединяют с концентричной буровой коронкой 2, собранную с муфтой 3, с помощью разъемного байонетного соединения 14. Производят бурение скважины и одновременно погружают обсадную трубу 4 на проектную отметку. Проходка через талые грунты 8 и многолетнемерзлые грунты 9 осуществляется под защитой обсадной трубы 4, с выносом восходящего потока рабочей струи сжатого воздуха со шламом 6, не вызывая обрушение стенок скважины. На втором этапе байонетное соединение 14 рассоединяют, пилотное долото 1, пневмоударник 5 и бурильные трубы 7 извлекают из скважины, при этом обсадная труба 4 (фиг. 2), соединенная с концентричной буровой коронкой 2 и муфтой 3, остается в скважине на проектной отметке. На третьем этапе внутрь обсадной трубы 4 (фиг. 3) с помощью бурильных труб 7 и инструмента для спуска пробки-пяты 11 устанавливают пробку-пяту 13. При спуске пробки-пяты 13 в зону расположения муфты 3 выполняют поворот бурильных труб 7 и собирают байонетное соединение 14, обеспечивая неподвижность пробки-пяты 13 относительно обсадной трубы 4 вдоль вертикальной оси строительной конструкции. Создают дополнительное вертикальное усилие на бурильные трубы 7, срезают заклёпки 12 и извлекают бурильные трубы 7 совместно с инструментом для спуска пробки-пяты 11. На четвертом этапе обсадную трубу 4 (фиг. 4) с установленной пробкой-пятой 13 оставляют в состоянии покоя, без приложения строительной нагрузки, для смерзания наружной поверхности обсадной трубы 4 и пробки-пяты 13 с многолетнемерзлыми грунтами 9. После выдержки времени, требуемого для смерзания обсадной трубы 4 с многолетнемерзлыми грунтами 9, обсадная труба 4 с установленной пробкой-пятой 13 готова к восприятию строительной нагрузки. При демонтаже сваи из многолетнемерзлых грунтов 9 в полость обсадной трубы 4 опускают нагреватель. Выдерживают время необходимое для оттаивания многолетнемерзлых грунтов 9 и извлекают обсадную трубу 4 вместе с пробкой-пятой 13.

Способ поясняется следующим примером.

Несущая способность сваи определяется моделированием процесса ее нагружения вертикальной нагрузкой в программном комплексе PLAXIS. Физико-механические

характеристики и модели грунтов сезонно-талого и многолетнемерзлого слоев, а также материала сваи определены в результате анализа литературных источников. Было выполнено моделирование процесса сооружения сваи в массиве грунта, включающем сезонно-талый и многолетнемерзлый слой. Характеристики конструкции сваи представлены в таблице 1. Исходные характеристики материала сваи и грунтового массива представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Характеристики конструкции сваи

Параметр	Величина
Диаметр сваи, мм	От 159 до 630
Длина сваи, м	От 4 до 15
Глубина сезонного оттаивания, м	От 1 до 3

Таблица 2 – Исходные характеристики материала сваи и грунтового массива

Параметр	Грунт сезонно-талого слоя	Многолетнемерзлый грунт	Материал сваи
Модель материала	Hardening Soil	Mohr-Coulomb	Linear Elastic
Модуль деформации, кПа	3000	500000	200000000
Коэффициент Пуассона	0,2	0,4	0,25
Сцепление, кПа	34	300	-
Угол внутреннего трения	23	17	-
Удельный вес, кН/м ³	18	18	77,3
Коэффициент пористости, д.ед.	0,5	0,5	-

В качестве исходных данных диаметр сваи принят 325 мм, глубина 10 м. Известно, что физико-механические характеристики многолетнемерзлых грунтов зависят от температуры и типа грунта. На основе анализа литературных источников выявлено, что в зонах сплошного распространения многолетнемерзлых пород температура грунта колеблется от -3 °С до -8 °С, в качестве расчетной температуры была выбрана -4 °С. В качестве грунтового массива при расчете были приняты характеристики мерзлого и талого суглинка как одного из наиболее распространенных видов грунта. Заданное значение максимальной приложенной нагрузки на сваю составляет 200 МПа.

На фиг. 5 представлен график зависимости приложенной нагрузки от смещений. График описывает две стадии деформирования материала: упругое и пластическое. Фактическая несущая способность сваи определяется на пересечении касательных, характеризующих изменение жесткости системы.

Фактическое предельное состояние было достигнуто при приложении нагрузки равной 855 кН, что определяет несущую способность сваи с установленной пробкой пятой. Выполненный численный расчет показал увеличение несущей способности сваи для предложенного способа на 68% и возможность применения предложенного способа устройства свай в мерзлых грунтах.

Увеличение несущей способности сваи достигается за счет бурения скважины с одновременной обсадкой, использования обсадной трубы в качестве сваи-стойки, а также за счет установки пробки-пяты без проведения работ по бетонированию внутреннего пространства обсадной трубы. Опускание нагревателя в полость обсадной трубы по окончании использования строительной конструкции позволяет демонтировать сваю из мерзлых грунтов. Способ исключает попадание талых грунтов внутрь конструкции, повышает несущую способность свай и снижает экологическую нагрузку при демонтаже свай.

(57) Формула изобретения

Способ сооружения сваи в криолитозоне, заключающийся в том, что собирают

буровой снаряд, состоящий из бурильных труб, пневмоударника, пилотного долота, концентричной буровой коронки, собранной с муфтой с возможностью их взаимного вращения, при этом концентричную буровую коронку соединяют с обсадной трубой с помощью неразъемного соединения, а пилотное долото соединяют с муфтой с помощью разъемного байонетного соединения, производят бурение скважины и одновременно погружают обсадную трубу на проектную отметку через талые грунты и многолетнемерзлые грунты под защитой обсадной трубы, не вызывая обрушение стенок скважины, после чего байонетное соединение рассоединяют, пилотное долото, пневмоударник и бурильные трубы извлекают из скважины, при этом обсадную трубу, соединенную с концентричной буровой коронкой и муфтой, оставляют в скважине на проектной отметке, внутрь обсадной трубы с помощью бурильных труб и инструмента для спуска пробки-пяты устанавливают пробку-пяту, причем при спуске пробки-пяты в зону расположения муфты выполняют поворот бурильных труб и собирают байонетное соединение, обеспечивая неподвижность пробки-пяты относительно обсадной трубы вдоль вертикальной оси строительной конструкции, создают дополнительное вертикальное усилие на бурильные трубы, срезают заклепки и извлекают бурильные трубы совместно с инструментом для спуска пробки-пяты, далее обсадную трубу с установленной пробкой-пятой оставляют в состоянии покоя без приложения строительной нагрузки для смерзания наружной поверхности обсадной трубы и пробки-пяты с многолетнемерзлыми грунтами.

25

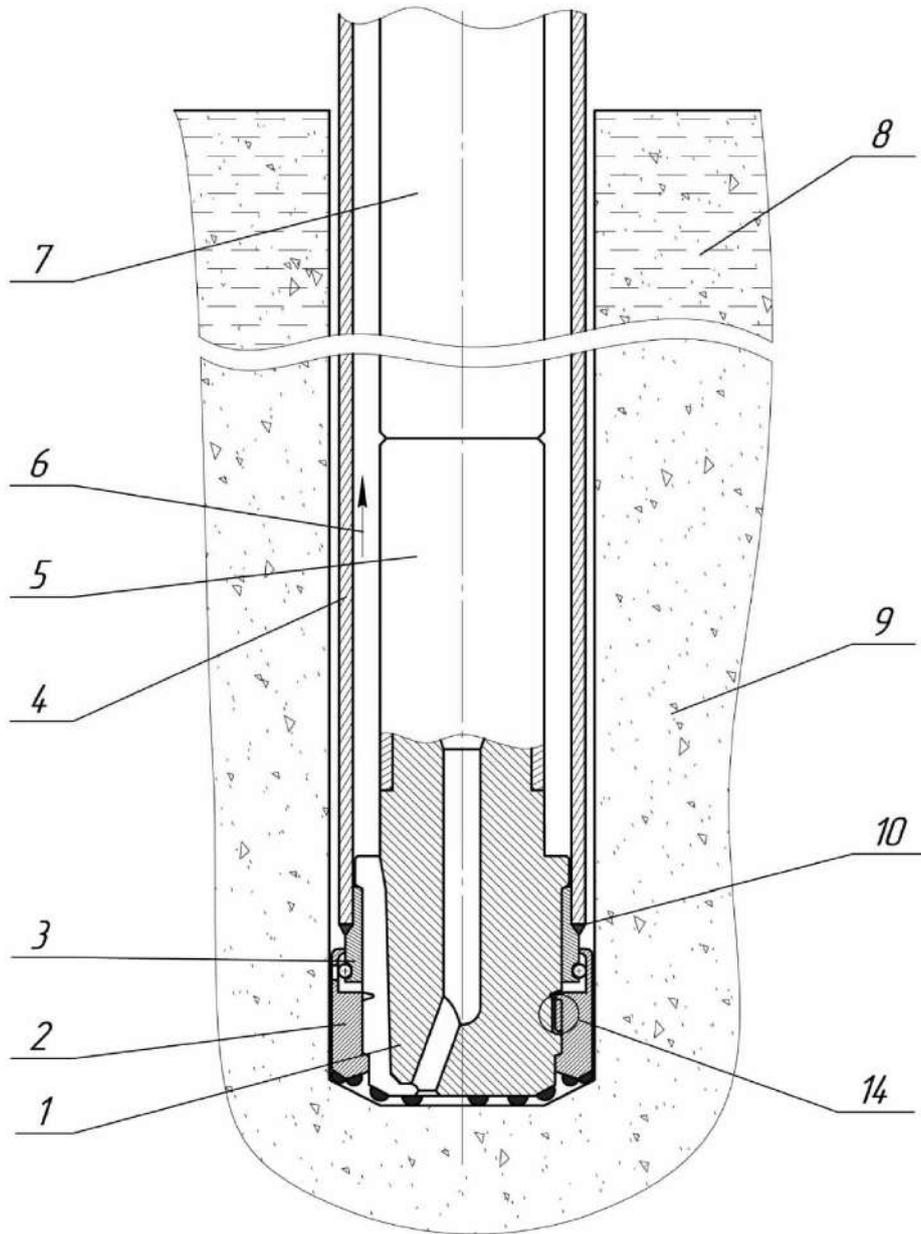
30

35

40

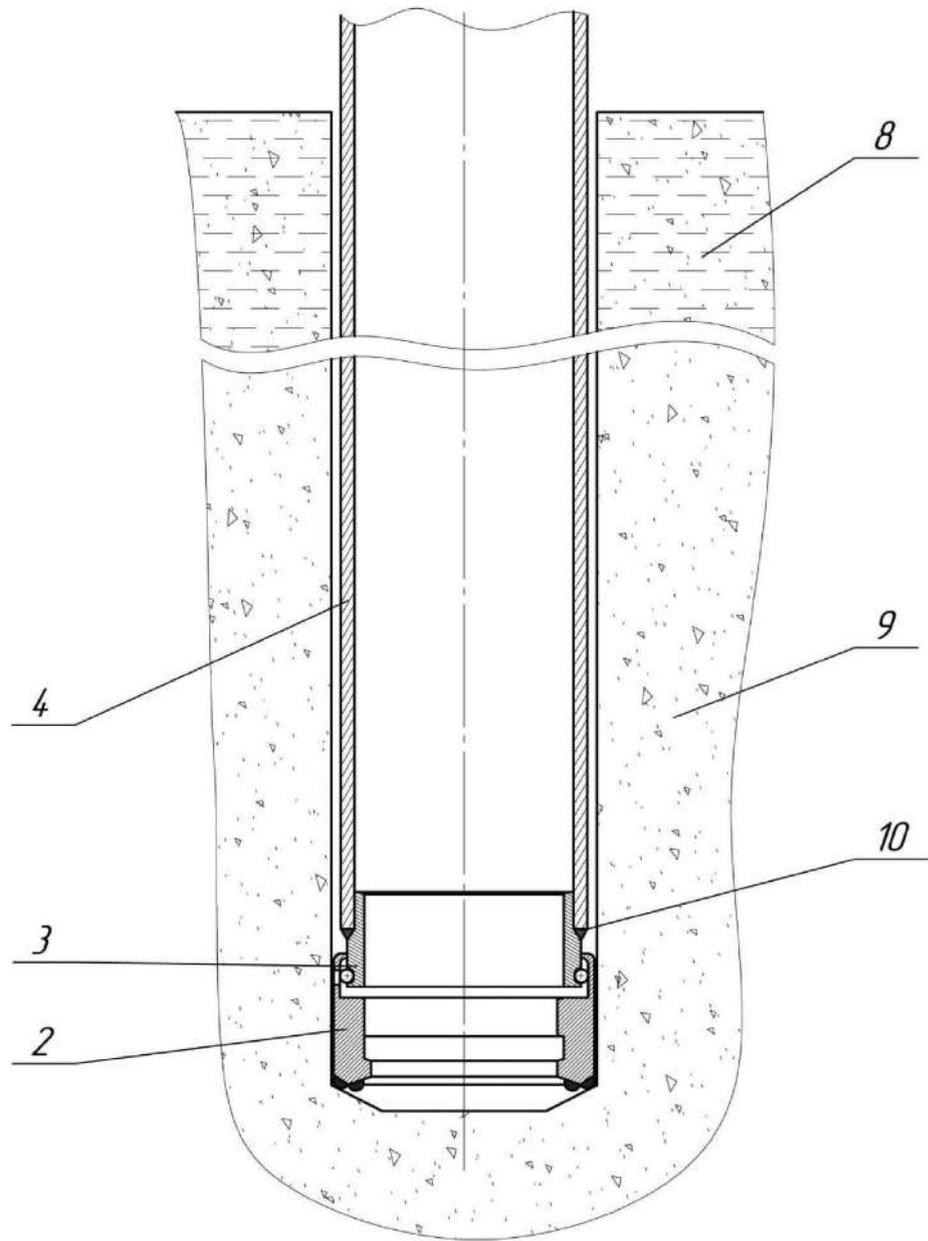
45

1

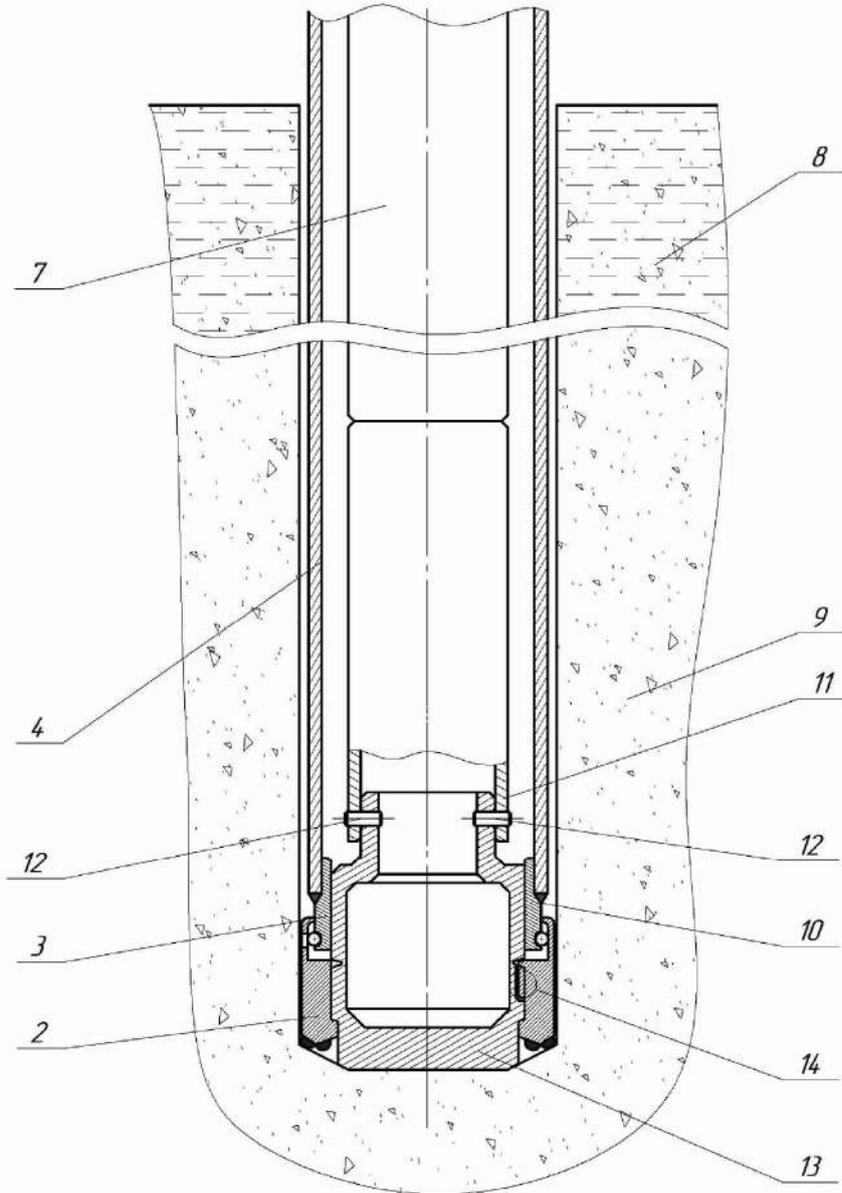


Фиг. 1

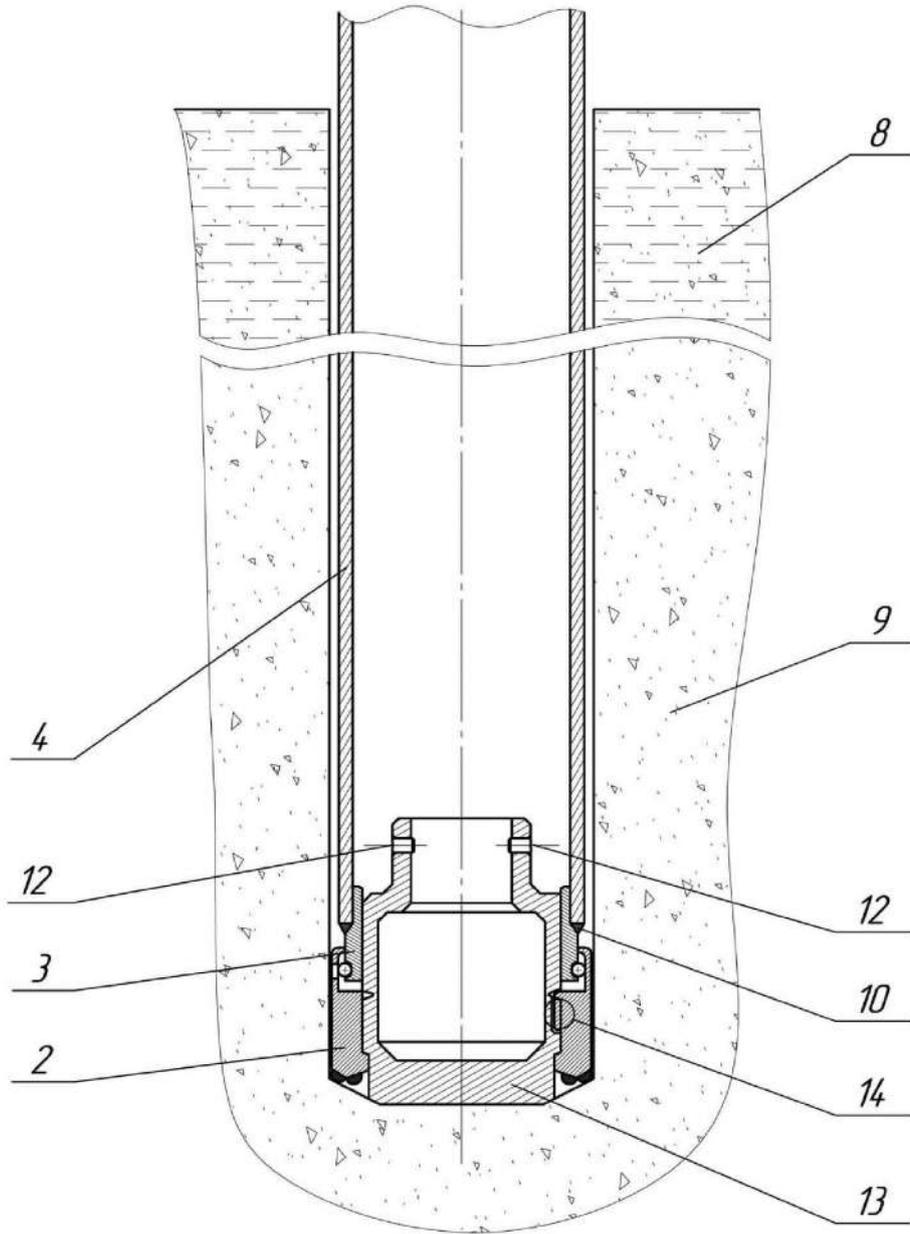
2



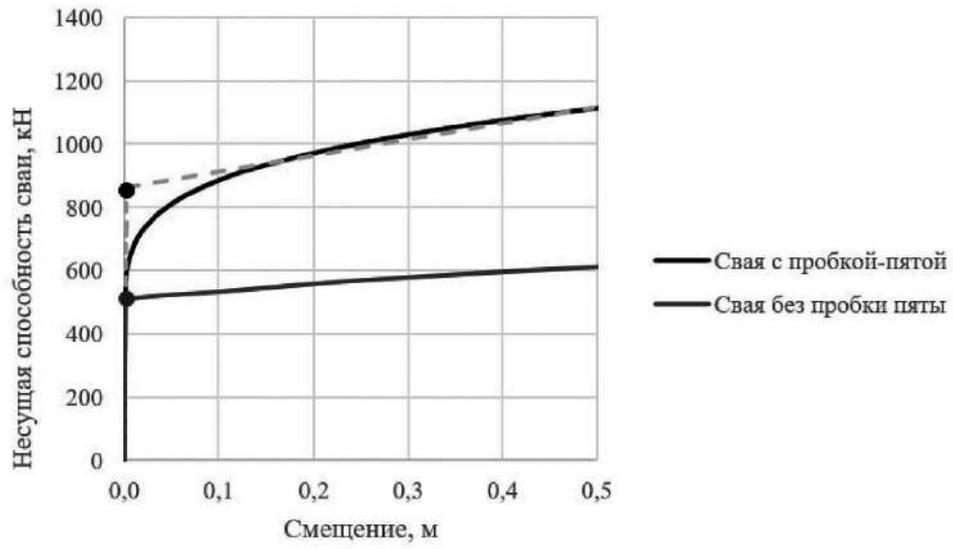
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5