

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА , ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (PCT)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



(43) Дата международной публикации
04 апреля 2019 (04.04.2019)

WIPO IPCT

(10) Номер международной публикации
WO 2019/066680 A 1

- (51) Международная патентная классификация :
E02D 27/26 (2006.01)
- (21) Номер международной заявки : PCT/RU20 17/0009 16
- (22) Дата международной подачи :
08 декабря 2017 (08.12.2017)
- (25) Язык подачи : Русский
- (26) Язык публикации : Русский
- (30) Данные о приоритете :
2017133868 29 сентября 2017 (29.09.2017) RU
- (71) Заявители : АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "РОС -
СИЙСКИЙ КОНЦЕРН ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ
НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ " (JOINT STOCK
COMPANY "ROSENERGOATOM") [RU/RU]; ул.
Ферганская , 25, Москва , 109507, Moscow (RU). АК-
ЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НАУКА И ИННОВА -
ЦИИ " (JOINT STOCK COMPANY "SCIENCE AND
INNOVATIONS") [RU/RU]; Старомонетный пер .. 26,
Москва , 119180, Moscow (RU).
- (72) Изобретатели : ТЕР -МАРТИРОСЯН , Завен Григо -
рьевич (TER-MARTIROSYAN, Zaven Grigor'evich);

ул. Сокольнический вал, 50, к.2, кв.136, Москва ,
107113, Moscow (RU). ТЕР -МАРТИРОСЯН , Ар-
мен Завенович (TER-MARTIROSYAN, Armen
Zavenovich); ул. Сокольнический вал, 50, к.2, кв.136,
Москва , 107113, Moscow (RU). МИРНЫЙ , Анато -
лий Юрьевич (MIRNIY, Anatoliy Yur'evich); пр.
Мира , 79, кв.114, Москва , 129110, Moscow (RU).
СОБОЛЕВ , Евгений Станиславович (SOBOLEV,
Evgeniy Stanislavovich); ул. Большая Черкизовская ,
26, к.5, кв.61, Москва , 107553, Moscow (RU). СИ-
ДОРОВ , Виталий Валентинович (SIDOROV, Vitaliy
Valentinovich); ул. Малая Самара , 2, кв.92, Тверь ,
Тверская область , , 170100, Tver' Tverskaya obi. (RU).
АНЖЕЛО , Георгий Олегович (ANZHELO, Georgiy
Olegovich); ул. Профсоюзная , 99, кв.218, Москва ,
117279, Moscow (RU). ЛУЗИН , Иван Николаевич
(LUZIN, Ivan Nikolaevich); ул. Дзержинского , 10,
кв.9, Нефтекамск , Республика Башкортостан , , 452683,
Neftekamsk Respublika Bashkortostan (RU).

- (74) Агент : ЧЕРНЫХ , Илья Владимирович
(CHERNYKH, Ilya Vladimirovich); Госкорпорация
"Росатом", Блок по управлению инновациями , ул. Боль -
шая Ордынка , 24, Москва , 119017, Moscow (RU).

(54) Title: METHOD FOR COMPACTING BASES LAID USING WEAK MINERAL SOILS

(54) Название изобретения : СПОСОБ УПЛОТНЕНИЯ ОСНОВАНИЙ , СЛОЖЕННЫХ СЛАБЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ
ГРУНТАМИ

(57) Abstract: The invention relates to construction, and more particularly to stabilizing soils for bases and foundations of buildings and structures. A method for compacting bases laid using weak mineral soils includes drilling holes, feeding a packing material into each hole, and acting on the packing material with a working tool in order to form a compaction pile. First, a geotechnical survey is carried out with respect to the area of a base, and desired parameters are determined. A target modulus of deformation of the soil layer to be compacted is set. Comparative calculations of the results obtained are carried out. The placement interval of the compaction piles is set as equal to three diameters of a hollow tubular working tool, and the value of the actual mean effective modulus of deformation of the base is determined. The latter is compared with the target modulus of deformation of the mineral soil. Additional geotechnical surveys are carried out with respect to the area of the base. The actual mean effective modulus of deformation of the compacted base is calculated and compared with the target value. If the actual mean effective modulus of deformation of the base does not correspond to the target value, additional compaction piles are installed between the existing piles. The technical result is an increase in soil compacting efficiency, and a reduction in material and labour costs.

(57) Реферат : Изобретение относится к строительству , а именно к укреплению грунтов под основания и фундаменты зданий и сооружений .Способ уплотнения оснований , сложенных слабыми минеральными грунтами , включающий выполнение сква - жин , подачу уплотняющего материала в каждую скважину и воздействие рабочим инструментом на уплотняющий материал для образования грунтовой сваи .Предварительно выполняют инженерно -геологические изыскания по площади основания и определяют искомые параметры .Задают требуемый проектный модуль деформации уплотняемого слоя грунта .Производят сравнительные вычисления полученных результатов .Принимают шаг размещения грунтовых свай равным трем диаметрам полого трубчатого рабочего инструмента и определяют значение фактического среднего приведенного модуля деформации основания .Сравнивают его с проектным модулем деформации минерального грунта .Производят дополнительные инженер - но -геологические изыскания по площади основания .Рассчитывают фактический средний приведенный модуль деформации уплотненного основания и сравнивают его с проектным значением .При несоответствии фактического среднего приведенного модуля деформации основания проектному значению производят установку дополнительных грунтовых свай между ранее установленными .Технический результат состоит в повышении производительности выполнения уплотнения грунта , ниже - нии материалоемкости и трудоемкости .

WO 2019/066680 A1

СПОСОБ УПЛОТНЕНИЯ ОСНОВАНИЙ ,
СЛОЖЕННЫХ СЛАБЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ГРУНТАМИ

5

Изобретение относится к строительству , в частности к способам укрепления грунтов под основания и фундаменты зданий и сооружений , в т.ч. объектов электроэнергетики .

10 В практике проектирования оснований и фундаментов зданий и сооружений на выбранном участке строительства нередко залегают слабые водонасыщенные глинистые грунты , обладающие низкими характеристиками деформируемости и прочности . В таких случаях проводят преобразование слабого основания различными методами , которые ведут к уплотнению и упрочнению изначально слабого грунта . В группу преобразования свойств
15 грунтов можно отнести уплотнение укаткой , трамбовкой , инъецированием различных составов , устройство грунтовых свай по различным технологиям .

Известен способ укрепления грунта , включающий образование скважины , разрыхление грунта стенок этой скважины и создание на этот грунт укрепляющего воздействия (авторское свидетельство на изобретение
20 СССР № 708010, 30.09.77). В этом способе укрепляющее воздействие создается только на грунт , который разрыхляется со стенок скважины . После утрамбовки этого грунта получается определенная степень укрепления , которую увеличить больше нельзя .

25 Данный способ не позволяет получить требуемой степени укрепления грунта под фундаменты для современного строительства .

Наиболее близким аналогом является способ уплотнения грунта (патент на изобретение РФ № 2473741), включающий выполнение скважины , засыпку уплотняющего материала в скважину и создание уплотняющего
30 воздействия полым трубчатым рабочим инструментом на уплотняющий материал для образования грунтовой сваи .

Недостатком ближайшего аналога является отсутствие расчетов для подбора технологических параметров уплотнения грунтовой сваи в зависимости от свойств грунта, сверки полученных после уплотнения значений с проектными, что приводит к необходимости проведения лишних операций по уплотнению грунта, подбору необходимого количества скважин.

Задачей, достигаемой предлагаемым изобретением, является повышение производительности выполнения уплотнения грунта, снижение материалоемкости и трудоемкости.

Технический результат, достигаемый настоящим изобретением, заключается в реализации уплотнения основания, сложенного слабыми минеральными грунтами, путем определения оптимальных проектных технологических параметров грунтовых свай по всей площади основания.

Сущность изобретения состоит в том, что в способе уплотнения оснований, сложенных слабыми минеральными грунтами, включающем выполнение скважин, подачу уплотняющего материала в каждую скважину и создание воздействия полым трубчатым рабочим инструментом на уплотняющий материал для образования грунтовой сваи, предложено предварительно выполнять инженерно-геологические изыскания по площади основания и определять значения модуля деформации, коэффициента Пуассона, угла внутреннего трения, удельного сцепления, удельного веса, начального коэффициента пористости слабого минерального грунта, задавать требуемый проектный модуль деформации уплотняемого слоя грунта, затем, принимая значение ε_i деформации расширения каждой скважины равным 0.1, вычислять коэффициент пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи e_i , по формуле:

$$e_i = e_0 - (1 + e_0) \cdot \varepsilon / \varepsilon_0, \text{ где}$$

e_i - коэффициент пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи;

e_0 - начальный коэффициент пористости уплотняемого слабого минерального грунта ;

ϵ_i - принятое значение деформации расширения скважины ,

и определять при каждом шаге прогнозное значение индекса текучести

5 слабого минерального грунта по формуле :

$$I_{L2} = I_{L1} \cdot \left(\frac{\frac{e_2 \cdot w_1 - w_p}{e_1}}{w_1 - w_p} \right), \text{ где}$$

I_{L1} - значение индекса текучести слабого минерального грунта в естественных условиях ;

10 I_{L2} - значение индекса текучести слабого минерального грунта после уплотнения ;

e_i - значение коэффициента пористости слабого минерального грунта в естественных условиях ;

e_2 - значение коэффициента пористости слабого минерального грунта после уплотнения ;

15 w_i - влажность слабого минерального грунта в естественных условиях ;

w_p - влажность слабого минерального грунта на границе пластичности ,

затем по известным нормативным значениям принимать ближайшее предварительное значение модуля деформации $E_{г}$ окружающего грунтовую сваю минерального грунта в зависимости от полученных значений

20 коэффициента пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи e_j и индекса текучести грунта после уплотнения I_{L2} ,

после чего принимать шаг размещения грунтовых свай равным трем диаметрам полого трубчатого рабочего инструмента и определять значение фактического среднего приведенного модуля деформации основания по

25 формулам :

$$\bar{E} = \beta \cdot \bar{m} \cdot \bar{m} \cdot \frac{m_c \cdot m_z}{T_z \cdot \epsilon + T_c(1 - \epsilon)}, m_z = \frac{\beta}{E_c}, m_c = \frac{\epsilon}{E_c}, \epsilon = \frac{a^2}{B^2} \cdot n \cdot e$$

\bar{E} - фактический средний приведенный модуль деформации основания ;

β - коэффициент бокового расширения , равный 0.8 для композитного массива грунта ;

τ_a - коэффициент относительной сжимаемости минерального грунта ;

5 τ_c - коэффициент относительной сжимаемости материала грунтовой сваи ;

$\bar{\tau}$ - коэффициент относительной сжимаемости массива , состоящего из грунтовой сваи и окружающего её грунта ;

10 E_r - модуль деформации окружающего грунтовую сваю минерального грунта ;

E_c - модуль деформации материала грунтовой сваи ;

ε - значение объемной деформации уплотняемого минерального грунта при расширении скважины ;

a - конечный радиус грунтовой сваи ;

15 b - радиус массива , состоящего из грунтовой сваи и окружающего её минерального грунта , равный половине проектного шага размещения грунтовых свай ,

сравнивать его с проектным модулем деформации минерального грунта , и , в случае получения меньшего фактического среднего приведенного модуля

20 деформации грунта основания , чем проектный , увеличивать значение ε ;

деформации расширения скважины итерационно с шагом 0.1 и повторять вычисление фактического среднего приведенного модуля деформации основания до достижения проектного значения или шага размещения

грунтовых свай равного значению 1,5 диаметра полого трубчатого рабочего

25 инструмента , при этом увеличение радиуса скважины , соответствующее значению принятой деформации расширения в процессе вдавливания , вычислять по формуле:

$$r_p = R\sqrt{\varepsilon} , \text{ где}$$

r_p - радиус расширенной скважины ;

R - радиус влияния одной грунтовой сваи равный половине шага размещения грунтовых свай;

ε - значение объемной деформации уплотняемого грунта при расширении скважины ,

- 5 длину грунтовой сваи принимать равной расстоянию от кровли до подошвы по меньшей мере одного слоя , требующего уплотнения , затем выполнять соответствующую длине грунтовой сваи скважину путём вдавливания полого трубчатого рабочего инструмента , подачу уплотняющего материала в скважину осуществлять через полость полого трубчатого
- 10 рабочего инструмента , а уплотняющее воздействие для образования грунтовой сваи осуществлять вдавливанием полого трубчатого рабочего инструмента в уплотняющий материал , после чего производить дополнительные инженерно - геологические изыскания по площади основания , определяя модуль деформации уплотненного минерального
- 15 грунта между грунтовыми сваями , рассчитывать фактический средний приведенный модуль деформации уплотненного основания и сравнивать его с проектным значением , а при несоответствии фактического среднего приведенного модуля деформации основания проектному значению , производить установку дополнительных грунтовых свай между ранее
- 20 установленными .

- Также предлагается преимущественно нижний конец полого трубчатого рабочего инструмента перед его вдавливанием в грунт основания перекрывать шибером или теряемым башмаком , а после засыпки уплотняющего материала в полость полого трубчатого рабочего инструмента
- 25 открывать шибер полого трубчатого рабочего инструмента для просыпания уплотняющего материала в скважину , приподнимать полый трубчатый рабочий инструмент на заданную высоту слоя уплотнения , после чего производить вдавливание полого трубчатого рабочего инструмента в уплотняющий материал , а операцию вдавливания уплотняющего материала

повторять послойно на всю длину грунтовой сваи до достижения требуемого уплотнения слабого минерального грунта .

В качестве уплотняющего материала возможно использование щебня и/или песка , и/или гравия , и/или инертного материала , а полый трубчатый рабочий инструмент предлагается выполнять симметричным относительно его центральной оси .

Отличительной особенностью предлагаемого способа является то, что по результатам инженерно -геологических изысканий по площади основания определяются исходные параметры слабого минерального грунта , с использованием которых проводятся расчеты по подбору технологических параметров уплотнения грунтовых свай (шаг и радиус расширенной скважины) по всему основанию . Сверка после уплотнения основания полученного параметра уплотненного грунта по основанию в целом с проектным позволяет определить достаточность количества установленных грунтовых свай . Вдавливание полого трубчатого рабочего инструмента в грунт основания позволяет осуществить первое уплотнение слабого минерального грунта . Перекрытие нижнего конца рабочего инструмента шибером или теряемым башмаком позволяет осуществлять вдавливание уплотняющего материала в скважине . А послойное вдавливание рабочего инструмента в уплотняющий материал позволяет значительно расширить скважину , сформировать грунтовую сваю , а грунт вокруг грунтовой сваи уплотнить в радиальном (относительно грунтовой сваи) направлении . Уплотнение окружающего грунтовую сваю грунта также вызывает активизацию процесса консолидации из-за появления избыточного порового давления . Использование в качестве уплотняющего материала щебня и/или песка , и/или гравия , и/или любого иного инертного материала позволяет сформировать грунтовую сваю с необходимыми характеристиками в зависимости от свойств уплотняемого слабого минерального грунта , таким образом , чтобы предотвратить возможность проникновения частиц уплотняемого грунта через тело грунтовой сваи .

Использование симметричного относительно центральной оси полого трубчатого рабочего инструмента позволяет осуществлять равномерное радиальное уплотнение грунта основания .

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом .

5 В качестве исходных данных по результатам стандартных инженерно - геологических изысканий определяются физико - механические характеристики грунтов основания , а именно , значения модуля деформации , коэффициента Пуассона , угла внутреннего трения , удельного сцепления , удельного веса, начального коэффициента пористости слабого минерального
10 грунта .

Затем задают требуемый проектный модуль деформации уплотняемого слоя грунта , и, принимая значение ε_i деформации расширения каждой скважины равным 0.1, вычисляют коэффициент пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи e_i , по
15 формуле :

$$e_i = e_0 - (1 + e_0) \cdot \varepsilon_i, \text{ где}$$

e_i - коэффициент пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи ;

e_0 - начальный коэффициент пористости уплотняемого слабого
20 минерального грунта ;

ε_i - принятое значение деформации расширения скважины .

После этого определяют при каждом шаге прогнозное значение индекса текучести слабого минерального грунта по формуле :

$$I_{L2} = I_{L1} \cdot \left(\frac{\frac{e_2}{e_1} \cdot w_1 - w_p}{w_1 - w_p} \right), \text{ где}$$

25 I_{L1} - значение индекса текучести слабого минерального грунта в естественных условиях ;

I_{L2} - значение индекса текучести слабого минерального грунта после уплотнения ;

e_1 - значение коэффициента пористости слабого минерального грунта в естественных условиях ;

5 e_2 - значение коэффициента пористости слабого минерального грунта после уплотнения ;

w_i - влажность слабого минерального грунта в естественных условиях ;

w_p - влажность слабого минерального грунта на границе пластичности .

Затем по известным нормативным значениям (например , из таблицы Б.4

10 СП 22.13330.201 1) принимают ближайшее предварительное значение модуля деформации E_s окружающего грунтовую сваю минерального грунта в зависимости от полученных значений коэффициента пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи e_i и индекса текучести грунта после уплотнения I_{L2} . После чего принимают шаг

15 размещения грунтовых свай равным трем диаметрам полого трубчатого рабочего инструмента .

Такая величина шага размещения грунтовых свай принимается из следующих предположений :

20 - при шаге грунтовых свай менее трех диаметров полого трубчатого рабочего элемента предполагается сильное влияние одних грунтовых свай на соседние в процессе расширения , что может повлечь к смещению части соседних грунтовых свай в горизонтальном направлении (приведет к их отклонению от вертикального положения) и приведет к неправильному уплотнению основания ;

25 - при шаге свай более трех диаметров полого трубчатого рабочего элемента появляется вероятность появления недоуплотненных зон между грунтовыми сваями .

Далее определяют значение фактического среднего приведенного модуля деформации основания по формулам :

$$\bar{E} = \beta \cdot \bar{m} = \frac{m_c \cdot m_z}{m_z \cdot \varepsilon + m_c (1 - \varepsilon)}, m_z = \frac{\beta}{E_z}, m_c = \frac{\beta}{E_c}, \varepsilon = \frac{a^2}{b^2}, \text{ где}$$

\bar{E} - фактический средний приведенный модуль деформации основания ;

β - коэффициент бокового расширения , равный 0.8 для композитного массива грунта ;

5 m_z - коэффициент относительной сжимаемости минерального грунта ;

m_c - коэффициент относительной сжимаемости материала грунтовой сваи ;

\bar{m} - коэффициент относительной сжимаемости массива , состоящего из грунтовой сваи и окружающего её грунта ;

10 E_z - модуль деформации окружающего грунтовую сваю минерального грунта ;

E_c - модуль деформации материала грунтовой сваи ;

ε - значение объемной деформации уплотняемого минерального грунта при расширении скважины ;

15 a - конечный радиус грунтовой сваи ;

b - радиус массива , состоящего из грунтовой сваи и окружающего её минерального грунта , равный половине проектного шага размещения грунтовых свай .

Полученное значение фактического среднего приведенного модуля деформации основания сравнивают с проектным модулем деформации минерального грунта , и , в случае получения меньшего фактического среднего приведенного модуля деформации грунта основания , чем проектный , увеличивают значение ε ; деформации расширения скважины итерационно с шагом 0.1 и повторяют вычисление фактического среднего приведенного модуля деформации основания до достижения проектного значения или шага размещения грунтовых свай равного значению 1,5 диаметра полого трубчатого рабочего инструмента .

При этом увеличение радиуса скважины, соответствующее значению принятой деформации расширения в процессе вдавливания, вычисляют по формуле:

$$r_p = R\sqrt{\varepsilon}, \text{ где}$$

5 r_p - радиус расширенной скважины;

R - радиус влияния одной грунтовой сваи равный половине шага размещения грунтовых свай;

ε - значение объемной деформации уплотняемого грунта при расширении скважины.

10 Для выполнения грунтовой сваи ее длину принимают равной расстоянию от кровли до подошвы по меньшей мере одного слоя, требующего уплотнения, при этом грунтовые сваи выполняются на всю мощность распространения слабых водонасыщенных грунтов с модулем деформации менее 10 МПа, механические характеристики которых требуется

15 повысить. Для определения длины грунтовых свай предварительно определяется глубина сжимаемой толщи по стандартной методике СП 22.13330.2011. Если нижняя граница сжимаемой толщи попадает в грунты с модулем деформации менее 10 МПа, то рекомендуется выполнить грунтовые сваи на всю его мощность. По возможности следует подбирать длину

20 грунтовой сваи таким образом, чтобы ее нижний торец упирался в грунты с достаточно высокими механическими характеристиками. При негоризонтальном залегании кровли слоя (прочного и относительно малодеформируемого фунта) длина грунтовых свай должна назначаться таким образом, чтобы все нижние торцы выполняемых элементов

25 уплотнения гарантированно были погружены в него не менее чем на 0.5 м.

Затем выполняют соответствующую длине грунтовой сваи скважину путём вдавливания полого рабочего инструмента. При этом нижний конец рабочего инструмента перед его вдавливанием в грунт основания перекрывают шибером, а после засыпки уплотняющего материала в полость

рабочего инструмента открывают шибер рабочего инструмента для просыпания уплотняющего материала в скважину , приподнимают рабочий инструмент на заданную высоту слоя уплотнения , после чего производят вдавливание рабочего инструмента в уплотняющий материал . Операцию
5 вдавливания уплотняющего материала повторяют послойно на всю длину колонны до достижения требуемого уплотнения слабого минерального грунта .

Возможно также перекрытие нижнего конца рабочего инструмента теряемым башмаком .

ю В качестве уплотняющего материала возможно использование щебня и/или песка , и/или гравия , и/или инертного материала . При этом в качестве материала для грунтовых свай уплотнения могут применяться песчаные и крупнообломочные грунты с параметрами водопроницаемости , значительно превышающими параметры уплотняемого слабого грунта . Деформационные
15 свойства материала грунтовой сваи уплотнения после его вдавливания в скважину определяются требуемым приведенным модулем деформации на площадке строительства .

При устройстве грунтовых свай в грунтах , в которых возможно возникновение механической суффозии , необходимо рассматривать
20 использование в качестве материала для грунтовых свай щебеночно - песчаного материала , состав которого подбирается таким образом , чтобы предотвратить возможность проникновения частиц уплотняемого грунта через ее тело .

При устройстве грунтовых свай в глинистых грунтах также
25 рекомендуется использовать щебеночно -песчаную смесь для уменьшения скорости развития процесса кольматации тела грунтовой сваи .

Используемый рабочий инструмент обычно выбирают симметричным относительно его центральной оси . При использовании рабочего инструмента квадратного сечения (или сечения в виде любого правильного
30 многоугольника с количеством сторон , больше четырех) форма сваи

увеличенного радиуса также будет близкой к кругу . Все расчеты выполняются для модели сваи круглого сечения в соответствии с представленной методикой . На практике при необходимости использования квадратного рабочего инструмента принимается поперечное сечение 5 квадратной формы с площадью , равной или большей площади круглого сечения . Это необходимо для равенства объемов засыпаемого и уплотняемого в скважину материала .

Затем производят дополнительные инженерно -геологические изыскания по площади основания , определяя модуль деформации уплотненного 10 минерального грунта между грунтовыми сваями , и рассчитывают фактический средний приведенный модуль деформации уплотненного основания и сравнивают его с проектным значением . При несоответствии фактического среднего приведенного модуля деформации основания проектному значению , производят установку дополнительных грунтовых 15 свай между ранее установленными .

Использование предлагаемого способа позволяет проектировать и осуществлять уплотнение оснований зданий и сооружений повышенной ответственности на выбранном участке строительства в соответствии с заданными проектными значениями без дополнительных затрат .

20

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ уплотнения оснований , сложенных слабыми минеральными грунтами , включающий выполнение скважин , подачу уплотняющего материала в каждую скважину и создание воздействия полым трубчатым рабочим инструментом на уплотняющий материал для образования грунтовой сваи , отличающийся тем , что предварительно выполняют инженерно -геологические изыскания по площади основания и определяют значения модуля деформации , коэффициента Пуассона , угла внутреннего трения , удельного сцепления , удельного веса, начального коэффициента пористости слабого минерального грунта , задают требуемый проектный модуль деформации уплотняемого слоя грунта , затем , принимая значение ε ; деформации расширения каждой скважины равным 0.1, вычисляют коэффициент пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи e_i , по формуле :

$$15 \quad e_i = e_0 - (1 + e_0)^{-\varepsilon} , \text{ где}$$

e_i - коэффициент пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи ;

e_0 - начальный коэффициент пористости уплотняемого слабого минерального грунта ;

20 ε_i - принятое значение деформации расширения скважины , и определяют при каждом шаге прогнозное значение индекса текучести слабого минерального грунта по формуле :

$$I_{L2} = I_{L1} \cdot \left(\frac{\frac{e_2}{e_1} \cdot w_1 - w_p}{w_1 - w_p} \right) , \text{ где}$$

25 I_{L1} - значение индекса текучести слабого минерального грунта в естественных условиях ;

I_{L2} - значение индекса текучести слабого минерального грунта после уплотнения ;

e_1 - значение коэффициента пористости слабого минерального грунта в естественных условиях ;

e_2 - значение коэффициента пористости слабого минерального грунта после уплотнения ;

5 w_i - влажность слабого минерального грунта в естественных условиях ;

w_p - влажность слабого минерального грунта на границе пластичности , затем по известным нормативным значениям принимают ближайшее предварительное значение модуля деформации E_r окружающего грунтовую сваю минерального грунта в зависимости от полученных значений

10 коэффициента пористости слабого минерального грунта после уплотнения вокруг грунтовой сваи e_i и индекса текучести грунта после уплотнения I_{L2} , после чего принимают шаг размещения грунтовых свай равным трем диаметрам полого трубчатого рабочего инструмента и определяют значение фактического среднего приведенного модуля деформации основания по
15 формулам :

$$\bar{E} = \beta / \bar{m}, \bar{m} = \frac{m_c \cdot m_2}{m_2 \cdot \varepsilon + m_c(1 - \varepsilon)}, m_2 = \frac{\beta}{E_2}, m_c = \frac{\beta}{E_c}, \varepsilon = \frac{a^2}{b^2}, \text{ где}$$

\bar{E} - фактический средний приведенный модуль деформации основания ;

β - коэффициент бокового расширения , равный 0.8 для композитного массива грунта ;

20 τ_r - коэффициент относительной сжимаемости минерального грунта ;

τ_c - коэффициент относительной сжимаемости материала грунтовой сваи ;

$\bar{\tau}$ - коэффициент относительной сжимаемости массива , состоящего из грунтовой сваи и окружающего её грунта ;

25 E_r - модуль деформации окружающего грунтовую сваю минерального грунта ;

E_c - модуль деформации материала грунтовой сваи ;

ε - значение объемной деформации уплотняемого минерального грунта при расширении скважины ;

a - конечный радиус грунтовой сваи ;

b - радиус массива , состоящего из грунтовой сваи и окружающего её минерального грунта , равный половине проектного шага размещения грунтовых свай ,
сравнивают его с проектным модулем деформации минерального грунта , и , в случае получения меньшего фактического среднего приведенного модуля деформации грунта основания , чем проектный , увеличивают значение ε_i деформации расширения скважины итерационно с шагом **0.1** и повторяют вычисление фактического среднего приведенного модуля деформации основания до достижения проектного значения или шага размещения грунтовых свай равного значению **1,5** диаметра полого трубчатого рабочего инструмента , при этом увеличение радиуса скважины , соответствующее значению принятой деформации расширения в процессе вдавливания , вычисляют по формуле:

$$r_p = R\sqrt{\varepsilon} , \text{ где}$$

r_p - радиус расширенной скважины ;

R - радиус влияния одной грунтовой сваи равный половине шага размещения грунтовых свай ;

ε - значение объемной деформации уплотняемого грунта при расширении скважины ,
длину грунтовой сваи принимают равной расстоянию от кровли до подошвы по меньшей мере одного слоя , требующего уплотнения , затем выполняют соответствующую длине грунтовой сваи скважину путём вдавливания полого трубчатого рабочего инструмента , подачу уплотняющего материала в скважину осуществляют через полость полого трубчатого рабочего инструмента , а уплотняющее воздействие для образования грунтовой сваи осуществляют вдавливанием полого трубчатого рабочего инструмента в

уплотняющий материал , после чего производят дополнительные инженерно - геологические изыскания по площади основания , определяя модуль деформации уплотненного минерального грунта между грунтовыми сваями , рассчитывают фактический средний приведенный модуль деформации
5 уплотненного основания и сравнивают его с проектным значением , а при несоответствии фактического среднего приведенного модуля деформации основания проектному значению , производят установку дополнительных грунтовых свай между ранее установленными .

2. Способ уплотнения оснований по п. 1, отличающийся тем, что ю нижний конец полого трубчатого рабочего инструмента перед его вдавливанием в грунт основания перекрывают шибером или теряемым башмаком .

3. Способ уплотнения оснований по п. 2, отличающийся тем, что после засыпки уплотняющего материала в полость полого трубчатого рабочего
15 инструмента открывают шибер полого трубчатого рабочего инструмента для просыпания уплотняющего материала в скважину , приподнимают полый трубчатый рабочий инструмент на заданную высоту слоя уплотнения , после чего производят вдавливание полого трубчатого рабочего инструмента в уплотняющий материал , а операцию вдавливания уплотняющего материала
20 повторяют послойно на всю длину грунтовой сваи до достижения требуемого уплотнения слабого минерального грунта .

4. Способ уплотнения оснований по п. 1, отличающийся тем, что в качестве уплотняющего материала используют щебень и/или песок , и/или гравий , и/или инертный материал .

25 5. Способ уплотнения оснований по п. 1, отличающийся тем, что полый трубчатый рабочий инструмент выполнен симметричным относительно его центральной оси .

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2017/000916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
E02D 27/26 (2006.01)		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) E02D 3/00, 3/02, 27/00, 27/01, 27/08, 27/26, 27/28		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSearch (RUPTO internal), Esp@cenet, PAJ, USPTO, Information Retrieval System of FIPS		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
D, A	RU 2473741 C2 (GOSUDARSTVENNOE OBRAZOVATELNOE UCHREZHDIENIE VYSSHEGO PROFESSIONALNOGO OBRAZOVANIYA MOSKOVSKII GOSUDARSTVENNYI STROITELNYI UNIVERSITET) 27.01.2013	1-5
A	RU 22651 07 C 1 (DUBINA MIKHAIL MIKHAILOVICH) 27.1.1.2005	1-5
A	SU 966163 A 1 (NOVOSIBIRSKII FILIAL VSESIOUZNOGO NAUCHNO- ISSLEDOVATELSKOGO INSTITUTA TRANSPORTNOGO STROITELSTVA) 15.1.0.1.982	1-5
A	RU 2537448 C 1 (LOBOV OLEG IVANOVICH et al.) 10.01.2015	1-5
A	US 3386251 A (GRIFFIN WELLPOINT CORPORATION) 04.06.1968	1-5
<p>II Further documents are listed in the continuation of Box C. D See patent family annex.</p>		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
23 May 2018 (23.05.2018)	14 June 2018 (14.06.2018)	
Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

<p>А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ E02D 27/26 (2006.01)</p> <p>Согласно Международной патентной классификации МПК</p>																																								
<p>В. ОБЛАСТЬ ПОИСКА</p> <p>Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации) E02D 3/00, 3/02, 27/00, 27/01, 27/08, 27/26, 27/28</p> <p>Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки</p> <p>Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины) PatSearch (RUPTO internal), Esp@cenet, PAJ, USPTO, Information Retrieval System of FIPS</p>																																								
<p>С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Категория *</th> <th>Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th>Относится к пункту №</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D, A</td> <td>RU 2473741 с 2 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ) 27.01.2013</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2265 107 с 1 (ДУБИНА МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ) 27. 11.2005</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>SU 966163 А 1 (НОВОСИБИРСКИЙ ФИЛИАЛ ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА) 15. 10. 1982</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2537448 с 1 (ЛОБОВ ОЛЕГ ИВАНОВИЧ и др.) 10.01.2015</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 338625 1 А (GRIFFIN WELLPOINT CORPORATION) 04.06. 1968</td> <td>1-5</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы С. <input type="checkbox"/> данные о патентах -аналогах указаны в приложении</p> <p>* Особые категории ссылочных документов :</p> <table border="0"> <tr> <td>"А"</td> <td>документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</td> <td>"Т"</td> <td>более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</td> </tr> <tr> <td>"Е"</td> <td>более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</td> <td>"Х"</td> <td>документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</td> </tr> <tr> <td>"L"</td> <td>документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</td> <td>"γ"</td> <td>документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</td> </tr> <tr> <td>"О"</td> <td>документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</td> <td>"&"</td> <td>документ, являющийся патенте м-аналогом</td> </tr> <tr> <td>"Р"</td> <td>документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Категория *	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	D, A	RU 2473741 с 2 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ) 27.01.2013	1-5	A	RU 2265 107 с 1 (ДУБИНА МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ) 27. 11.2005	1-5	A	SU 966163 А 1 (НОВОСИБИРСКИЙ ФИЛИАЛ ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА) 15. 10. 1982	1-5	A	RU 2537448 с 1 (ЛОБОВ ОЛЕГ ИВАНОВИЧ и др.) 10.01.2015	1-5	A	US 338625 1 А (GRIFFIN WELLPOINT CORPORATION) 04.06. 1968	1-5	"А"	документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	"Т"	более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	"Е"	более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	"Х"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	"L"	документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	"γ"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	"О"	документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.	"&"	документ, являющийся патенте м-аналогом	"Р"	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета		
Категория *	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №																																						
D, A	RU 2473741 с 2 (ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ) 27.01.2013	1-5																																						
A	RU 2265 107 с 1 (ДУБИНА МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ) 27. 11.2005	1-5																																						
A	SU 966163 А 1 (НОВОСИБИРСКИЙ ФИЛИАЛ ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА) 15. 10. 1982	1-5																																						
A	RU 2537448 с 1 (ЛОБОВ ОЛЕГ ИВАНОВИЧ и др.) 10.01.2015	1-5																																						
A	US 338625 1 А (GRIFFIN WELLPOINT CORPORATION) 04.06. 1968	1-5																																						
"А"	документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	"Т"	более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение																																					
"Е"	более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	"Х"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности																																					
"L"	документ, подвергающий сомнению притязание (я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	"γ"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста																																					
"О"	документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.	"&"	документ, являющийся патенте м-аналогом																																					
"Р"	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета																																							
<p>Дата действительного завершения международного поиска 23 мая 2018 (23.05.2018)</p>		<p>Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 14 июня 2018 (14.06.2018)</p>																																						
<p>Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП -3, Россия, 125993 Факс : (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37</p>		<p>Уполномоченное лицо : А. Инин Телефон № (495)53 1-64-8 1</p>																																						