



ДЗЯРЖАЎНЫ КАМІТЭТ
ПА НАВУЦЫ І ТЭХНАЛОГІЯХ
РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

НАЦЫЯНАЛЬНЫ ЦЭНТР
ІНТЭЛЕКТУАЛЬнай УЛАСНАСЦІ

ПАТЭНТ

№ 6559

У адпаведнасці з Законам Рэспублікі Беларусь
“Аб патэнтах на вынаходствы, карысныя мадэлі і прамысловыя ўзоры”
выдадзены сапраўдны патэнт на вынаходства:

Способ глубинного уплотнения насыпного грунта

Патэнтаўладальнік:

Учреждение образования “Брестский государственный технический университет”
(ВУ)

Аўтар (аўтары):

Пчелин Вячеслав Николаевич; Черноиван Вячеслав Николаевич; Чернюк Владимир
Петрович; Щербач Валерий Петрович (ВУ)

Заяўка № а 20010117

Прыярытэтныя звесткі: (22) 2001.02.13

Зарэгістравана ў Дзяржаўным рэестры вынаходстваў: 2004.06.15

Дата пачатку дзеяння: 2001.02.13

Генеральны дырэктар



Л.И. Воронцовский

0001913

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

(19) **ВУ** (11) **6559**

(13) **С1**

(51)⁷ **Е 02D 3/00, 3/046,
5/56**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54) **СПОСОБ ГЛУБИННОГО УПЛОТНЕНИЯ НАСЫПНОГО ГРУНТА**

(21) Номер заявки: а 20010117

(22) 2001.02.13

(46) 2004.09.30

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Брестский государственный техни-
ческий университет" (ВУ)

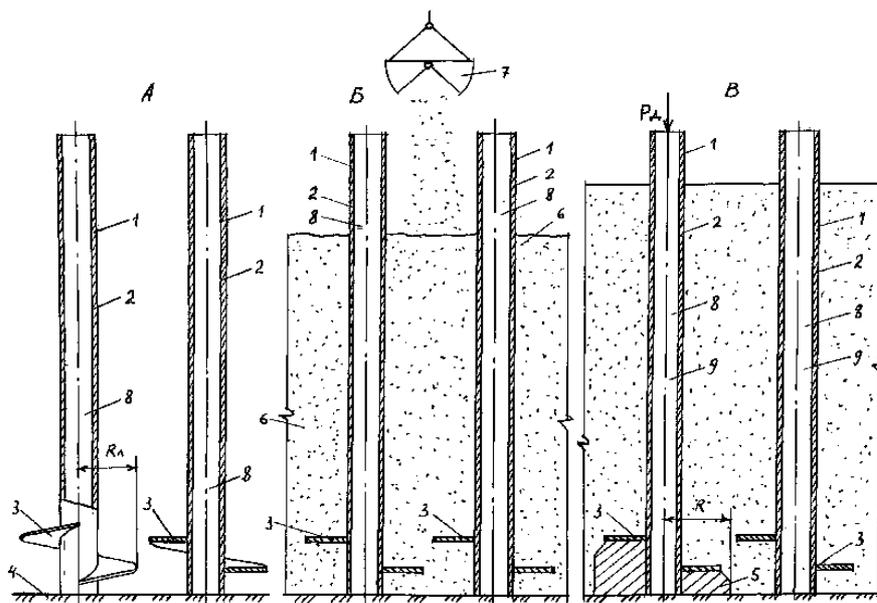
(72) Авторы: Пчелин Вячеслав Николаевич;
Черноиван Вячеслав Николаевич; Чер-
нюк Владимир Петрович; Щербач Вал-
ерий Петрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Брестский государственный
технический университет" (ВУ)

(57)

1. Способ глубинного уплотнения насыпного грунта, включающий отсыпку насыпи, установку в грунт насыпи рабочих органов в виде трубчатых корпусов с винтовой лопастью в нижней части и последующее уплотнение грунта путем вывинчивания рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки до получения необходимой плотности грунта, **отличающийся** тем, что установку в грунт насыпи рабочих органов производят до и/или параллельно с отсыпкой грунта насыпи, а перед вывинчиванием рабочих органов в полости их корпусов засыпают грунт.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что рабочие органы устанавливают в плане с возможностью перекрытия уплотняемых ими зон.



Фиг. 1

ВУ 6559 С1

3. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что рабочие органы устанавливаются в грунт насыпи с размещением винтовых лопастей рядом расположенных рабочих органов в разных уровнях и вывинчивают с приложением направленной вниз осевой нагрузки вначале более высоко расположенные органы.

4. Способ по любому из пп. 1-3, **отличающийся** тем, что вывинчивание рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки производят одновременно.

5. Способ по любому из пп. 1-3, **отличающийся** тем, что вывинчивание рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки производят последовательно.

6. Способ по любому из пп. 1-3, **отличающийся** тем, что уплотнение грунта насыпи по глубине производят ярусами, причем в пределах одного яруса вывинчивание рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки производят последовательно, а уплотнение каждого последующего яруса выполняют после полного уплотнения грунта насыпи предыдущего яруса.

(56)

ВУ а19980356, 1999.

RU 2140481 С1, 1999.

RU 2141020 С1, 1999.

SU 490906, 1976.

SU 1260443 А1, 1986.

Изобретение относится к строительству, в частности к способам глубинного уплотнения насыпного грунта в стесненных и труднодоступных местах.

Известен способ глубинного уплотнения насыпного грунта, включающий отсыпку насыпи, установку в грунт насыпи рабочих органов в виде трубчатых корпусов с винтовой лопастью в нижней части и последующее уплотнение грунта путем вывинчивания рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки до получения необходимой плотности грунта, причем установку рабочих органов в грунт насыпи производят посредством их завинчивания в насыпь после отсыпки последней. Получение необходимой плотности грунта насыпи при ее уплотнении обеспечивается посредством регулирования величины прикладываемой осевой нагрузки [1].

В данном решении уплотнение грунта происходит в результате взаимодействия перемещающейся по винтовой линии вверх наклонной нижней плоскости винтовой лопасти с грунтом, при этом последний осаживается вниз.

Известный способ обладает целым рядом недостатков, определяющих низкую эффективность уплотнения грунта:

уплотнение грунта сопровождается большими энергозатратами вследствие установки рабочих органов в грунт насыпи завинчиванием и наличия значительных сил трения между лопастью и уплотняемым грунтом при вывинчивании рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки;

необходимо заполнение полостей, образующихся после вывинчивания рабочих органов, грунтом;

при уплотнении насыпного грунта в стесненных и труднодоступных местах (уплотнение грунта пазух фундаментов) рабочие органы при завинчивании могут повредить засыпанные подземные конструкции и коммуникации;

необходимо завинчивание рабочих органов на проектную отметку, что также определяет повышенные энергозатраты на уплотнение грунта.

Известен также способ глубинного уплотнения насыпного грунта, включающий отсыпку насыпи, установку в грунт насыпи рабочих органов в виде трубчатых корпусов с винтовой лопастью в нижней части и последующее уплотнение грунта путем вывинчивания

ВУ 6559 С1

ния рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки до получения необходимой плотности грунта, причем установку рабочих органов в грунт насыпи производят посредством их завинчивания в насыпь после отсыпки последней, а осевую нагрузку прикладывают до получения осаживания рабочих органов [2]. Получение необходимой плотности грунта насыпи при ее уплотнении обеспечивается посредством регулирования высоты осаживания рабочих органов. Заполнение образующихся после вывинчивания рабочих органов скважин происходит путем обрушения стенок скважины при осаживании рабочих органов.

Данный способ позволяет, по сравнению со способом, указанным ранее, снизить энергозатраты на уплотнение грунта вследствие возможности погружения рабочих органов на отметку, превышающую отметку низа уплотняемой зоны грунта, и исключения значительных сил трения между лопастью и уплотняемым грунтом, так как уплотнение грунта происходит при осаживании рабочих органов (винтовых лопастей).

Однако по-прежнему рабочие органы устанавливаются в грунт насыпи завинчиванием, что определяет повышенные энергозатраты на уплотнение грунта.

Кроме того, применение способа затруднено при уплотнении насыпных грунтов в стесненных и труднодоступных местах (например, пазухи фундаментов), так как при завинчивании рабочих органов могут быть повреждены засыпанные грунтом подземные конструкции и коммуникации.

Повышенные энергозатраты на уплотнение грунта определяются также заполнением скважин, образующихся после вывинчивания рабочих органов, посредством обрушения стенок скважин при осаживании осевой нагрузкой рабочих органов. В случае же заполнения скважин грунтом через полость трубчатых корпусов необходимо изготовление рабочих органов с раскрываемым наконечником, что усложняет конструкцию рабочих органов.

В совокупности, вышесказанное определяет низкую эффективность уплотнения грунта.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, состоит в том, чтобы повысить эффективность уплотнения грунта за счет снижения энергозатрат, расширения области применения способа и упрощения заполнения образующихся после вывинчивания рабочих органов скважин грунтом.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известном способе, включающем отсыпку насыпи, установку в грунт насыпи рабочих органов в виде трубчатых корпусов с винтовой лопастью в нижней части и последующее уплотнение грунта насыпи путем вывинчивания рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки до получения необходимой плотности грунта, установку в грунт насыпи рабочих органов производят до и/или параллельно с отсыпкой грунта насыпи, а перед вывинчиванием рабочих органов в полости их корпусов засыпают грунт. Рабочие органы устанавливают в плане с возможностью перекрытия уплотняемых ими зон. Возможна также установка рабочих органов в грунт насыпи с размещением винтовых лопастей рядом расположенных рабочих органов в разных уровнях, при этом вывинчивают с приложением направленной вниз осевой нагрузки вначале более высоко расположенные рабочие органы. Вывинчивание рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки производят одновременно или последовательно. Уплотнение грунта насыпи по глубине производят также ярусами, причем в пределах одного яруса вывинчивание рабочих органов с приложением направленной вниз осевой нагрузки производят последовательно, а уплотнение каждого последующего яруса выполняют после полного уплотнения грунта насыпи предыдущего яруса.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображены процессы установки рабочих органов, отсыпки тела насыпи, заполнения трубчатых корпусов грунтом и осаживания рабочих органов на первой ступени вывинчивания; на фиг. 2 - процессы вывинчивания рабочих органов и уплотнения грунта насыпи ступенями; на фиг. 3 - схема расположения рабочих органов в плане; на фиг. 4 - схема установки рабочих органов с размещением винтовых лопастей рядом расположенных рабочих органов в разных уровнях; на

BY 6559 C1

фиг. 5 - процессы уплотнения грунта насыпи по глубине ярусами с последовательным вывинчиванием рабочих органов в пределах каждого яруса и постоянным приложением осевой нагрузки.

Для реализации способа используются рабочие органы 1, каждый из которых состоит из трубчатого корпуса 2 с винтовой лопастью 3 в нижней части. Винтовая лопасть 3 должна иметь не менее одного оборота в плане. Радиус лопасти 3 принимается равным $R_{л} = (2...5)r_{ц}$, где $r_{ц}$ - радиус корпуса 2. Угол подъема витков лопасти 3 α должен быть не более $\arctg(f)$, где f - коэффициент трения материала лопасти 3 по грунту.

Способ реализован следующим образом.

Вначале на грунт основания насыпи устанавливают рабочие органы 1 (фиг. 1 "А"), которые временно фиксируются посредством оттяжек, подкосов или других приспособлений (на чертежах не показано). Фиксация рабочих органов 1 возможна также за счет заглубления их корпусов 2 в грунт основания 4 насыпи.

В плане рабочие органы целесообразно устанавливать в шахматном порядке (фиг. 3) с возможностью перекрытия уплотняемых ими зон 5 грунта насыпи, для чего расстояние между рабочими органами 1 не должно превышать $1,73 R$, где R - радиус уплотняемой рабочим органом зоны уплотнения 5.

Затем выполняют отсыпку насыпи 6 (засыпку грунта пазух фундаментов), например одноковшовым экскаватором со сменным оборудованием грейфер 7 (фиг. 1 "Б"), и засыпку полостей 8 трубчатых корпусов 2 грунтом 9 (фиг. 1 "В").

После чего производят уплотнение грунта насыпи 6, для чего осуществляют вывинчивание рабочих органов 1 с приложением к ним направленной вниз осевой нагрузки $P_{д}$. Уплотнение грунта происходит за счет раздвижки грунта насыпи 6 лопастями 3 при их вывинчивании (в грунте насыпи остаются винтовые полости 10) и осаживания грунта лопастями 3 вниз под действием приложенной осевой нагрузки $P_{д}$.

При вывинчивании рабочих органов 1 остающиеся в грунте насыпи 6 скважины 11 заполняются грунтом 9, поступающим из полостей 8 трубчатых корпусов 2 (фиг. 2"А"). Для облегчения заполнения скважин 11 грунтом 9 в качестве последнего лучше использовать сухой несвязный грунт (песок, гравий и т.д.).

Вывинчивание каждого из рабочих органов 1 можно выполнять ступенями, как это реализовано в прототипе (фиг. 1, 2). В этом случае осевую нагрузку $P_{д}$ прикладывают к рабочему органу 1 вначале каждой из ступеней до получения осаживания, при котором будет обеспечена необходимая по проекту плотность уплотняемого грунта и не будет винтовых полостей в грунте 10, остающихся после вывинчивания рабочего органа 1. Высота каждой из ступеней H_c вывинчивания принимается в зависимости от вида уплотняемого грунта насыпи 6, плотности его скелета и характера нагрузки $P_{д}$, но не менее $2...5t$, где t - шаг винтовых лопастей 3. В качестве нагрузки $P_{д}$ лучше использовать динамическую нагрузку: ударную или вибрационную.

Благодаря выполнению угла подъема витков лопастей 3 $\alpha < \arctg(f)$, предотвращается поворот лопастей 3 под воздействием нагрузки $P_{д}$.

Возможно также вывинчивание рабочих органов 1 с одновременным приложением осевой нагрузки $P_{д}$, как это производится в аналоге, при этом необходимая плотность уплотняемого грунта насыпи 6 обеспечивается величиной осевой нагрузки $P_{д}$ (фиг. 5).

В процессе вывинчивания рабочих органов 1 с приложением нагрузки $P_{д}$ в грунте насыпи 6 образуются уплотненные зоны 5.

Вывинчивание рабочих органов с приложением нагрузки $P_{д}$ может производиться последовательно (фиг. 1, 2), одновременно (параллельно) и ярусами (фиг. 5).

При последовательном способе каждый последующий рабочий орган 1 вывинчивают с приложением нагрузки $P_{д}$ только после полного вывинчивания из насыпи 6 предыдущего рабочего органа (фиг. 2). В этом случае возможен значительный сдвиг уплотняемого грун-

BY 6559 C1

грунта в сторону еще не уплотненного грунта, что может привести при большой толщине насыпи 6 к неоднородной плотности грунта по телу насыпи 6 (фиг. 2).

При параллельном способе (на чертежах не показан) производят одновременное вывинчивание рабочих органов 1 с приложением нагрузки P_d . В этом случае получается более равномерная плотность грунта по телу насыпи 6, однако при этом требуется большое количество установок для вывинчивания рабочих органов 1.

Устранить недостатки последовательного и параллельного способов позволяет способ, при котором уплотнение грунта насыпи 6 по глубине производится ярусами высотой h_j (фиг. 5), причем в пределах каждого яруса вывинчивание рабочих органов 1 с приложением осевой нагрузки P_d производят последовательно, а уплотнение каждого последующего яруса выполняют после полного уплотнения грунта насыпи 6 предыдущего яруса. Высоту яруса принимают порядка 1...1,5 м.

В случае, когда необходима повышенная плотность грунта насыпи 6 или не удается расположить рабочие органы 1 на расстоянии более $2R_d$ друг от друга винтовые лопасти 3 рядом расположенных рабочих органов 1 размещают в разных уровнях (фиг. 4) и вначале вывинчивают с приложением нагрузки P_d более высоко расположенные рабочие органы 1. При этом более высоко расположенные рабочие органы 1 устанавливают параллельно с отсыпкой грунта насыпи 6, а нижние рабочие органы 1 - до отсыпки насыпи 6.

Для увеличения толщины уплотняемого слоя при осаживании рабочих органов 1 на первой ступени вывинчивания увеличивают расстояние между лопастью 3 и нижним торцом корпуса 2 или перед установкой рабочих органов 1 отсыпают необходимый слой насыпи 6. В этом случае установка рабочих органов 1 производится параллельно с отсыпкой насыпи 6.

Степень уплотнения грунта насыпи 6 может регулироваться высотой ступеней вывинчивания H_c , величиной и характером нагрузки P_d , объемом винтовых лопастей 3 и их радиусом.

В процессе глубинного уплотнения грунта происходит оседание грунта насыпи 6, поэтому на заключительном этапе сверху подсыпается слоями малосжимаемый грунт с его уплотнением трамбовками (на чертежах не показано).

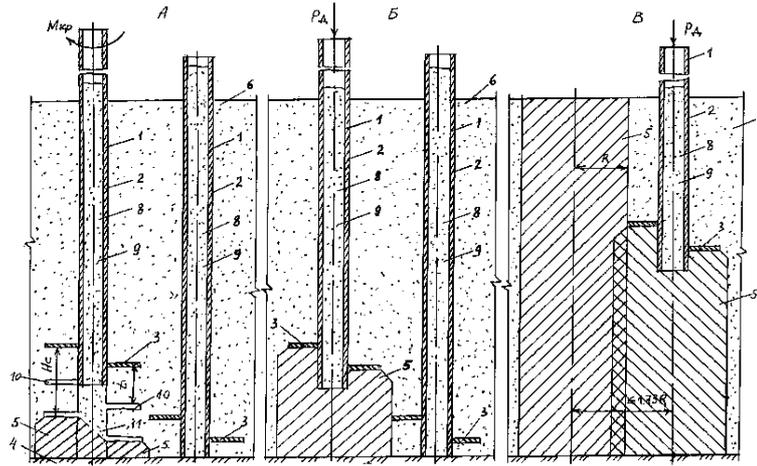
Установка рабочих органов 1 в грунт насыпи 6 до и/или параллельно с ее отсыпкой позволяет существенно уменьшить энергозатраты на уплотнение грунта, так как отпадает необходимость завинчивания рабочих органов в грунт насыпи 6. Снижению энергозатрат способствует также заполнение образующихся при вывинчивании рабочих органов 1 скважин 11 засыпанным в полости корпусов 2 грунтом 9. Кроме того, благодаря установке рабочих органов 1 до и/или параллельно с отсыпкой насыпи 6, снижается вероятность возможного повреждения засыпаемых грунтом подземных конструкций и коммуникаций, что позволяет применять способ при уплотнении грунта в стесненных и труднодоступных местах, т.е. расширяет область применения способа.

В совокупности, все вышесказанное обеспечивает повышение эффективности глубинного уплотнения грунта.

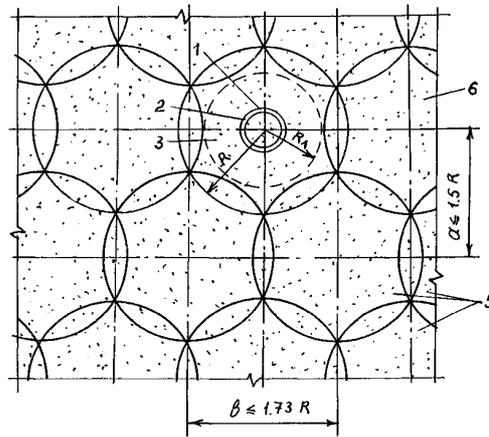
Источники информации:

1. Патент РФ RU № 95110298, МПК E 02D 5/30, 1997, № 19.
2. Заявка № а 19980356. МПК E 02D 3/00, 3/046, 5/56 // АБ № 4. - 1999.

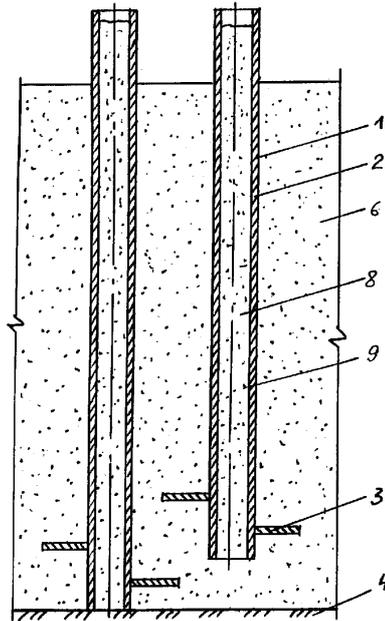
BY 6559 C1



Фиг. 2

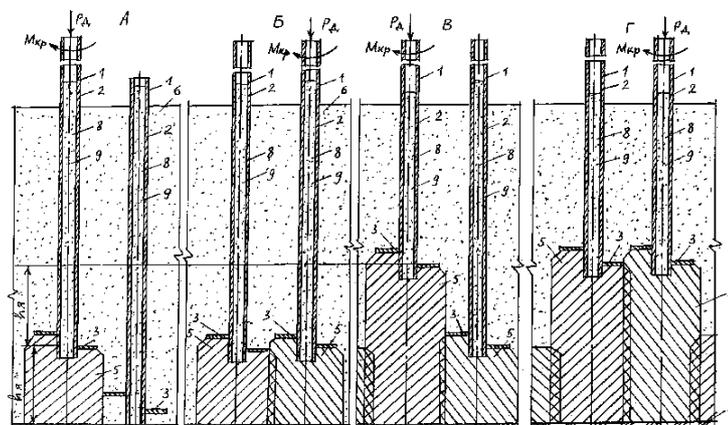


Фиг. 3



Фиг. 4

BY 6559 C1



Фиг. 5