

РЭСПУБЛІКА БЕЛАРУСЬ



ДЗЯРЖАЎНЫ ПАТЭНТНЫ КАМІТЭТ

ПАТЭНТ

№ 3940

У адпаведнасці з Законам Рэспублікі Беларусь
"Аб патэнтах на вынаходствы і карысныя мадэлі"
выдадзены сапраўдны патэнт на вынаходства:

"Способ глубинного уплотнения грунта"

Патэнтаўладальнік:

Брестский государственный технический университет (Республика Беларусь)

Аўтар (аўтары):

Пчелин Вячеслав Николаевич; Губаревич Илона Валерьевна;
Черноиван Вячеслав Николаевич; Шербач Александр Валерьевич

Заяўка № а 19980356

Прыярытэт вынаходства:

14 апреля 1998 г.

Зарэгістравана
ў Дзяржаўным рэестры вынаходстваў:
15 января 2001 г.

Дзействуе с 14 апреля 1998 г.



Старшыня Белдзяржпатэнта

Рудені

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) **ВУ** (11) **3940**

(13) **С1**

(51)⁷ **Е 02D 3/00,
Е 02D 3/046,
Е 02D 5/56**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ
КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54)

СПОСОБ ГЛУБИННОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

(21) Номер заявки: а 19980356

(22) 1998.04.14

(46) 2001.06.30

(71) Заявитель: Брестский государственный
технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Пчелин В.Н., Губаревич И.В.,
Черноиван В.Н., Щербач А.В. (ВУ)

(73) Патентообладатель: Брестский государственный
технический университет (ВУ)

(57)

Способ глубинного уплотнения грунта, включающий образование в грунте скважины посредством завинчивания в грунт рабочего органа в виде цилиндрического корпуса с винтовой лопастью и коническим накопником в нижней части и последующее вывинчивание рабочего органа с приложением направленной вниз осевой нагрузки, **отличающийся** тем, что рабочий орган завинчивают на отметку выше проектной глубины зоны уплотнения грунта, а его вывинчивание выполняют ступенями, причем осевую нагрузку прикладывают в начале каждой из ступеней до получения осаживания рабочего органа на величину Δh_k , выбранную из соотношения:

$$\Delta h_k = \max \left\{ \begin{array}{l} (1 - \gamma / \gamma_{уп}) H_{k-1} \cdot m + \Delta h_{k-1} \\ H_{k-1} (V_{л} / t + \pi r_{ц}^2) / (\pi R_{л}^2) \cdot m + \Delta h_{k-1} \end{array} \right\},$$

где k - порядковый номер ступени вывинчивания;

γ - плотность скелета грунта до его уплотнения;

$\gamma_{уп}$ - необходимая плотность скелета грунта после его уплотнения;

H_{k-1} - высота "k-1" ступени вывинчивания или величина превышения отметки завинчивания над отметкой низа зоны уплотнения грунта;

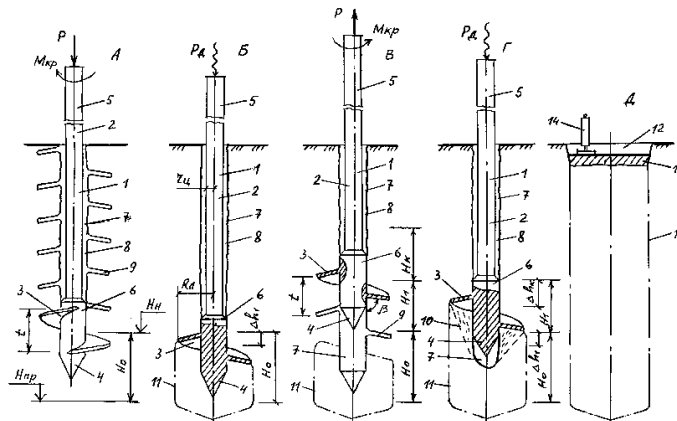
m - коэффициент, учитывающий расширение грунта в стороны;

$V_{л}$ - объем однооборотного участка винтовой лопасти;

t - шаг винтовой лопасти;

$r_{ц}$ - радиус цилиндрического корпуса;

$R_{л}$ - радиус винтовой лопасти.



(56)

RU 95110298 A, 1997.

SU 1325135 A1, 1987.

SU 1694780 A1, 1991.

SU 1176024 A, 1985.

Изобретение относится к строительству, в частности к способам глубинного уплотнения слабых и насыпных грунтов.

Известен способ глубинного уплотнения грунта, включающий образование в грунте скважины посредством завинчивания в грунт рабочего органа в виде цилиндрического корпуса с нижней, промежуточными и верхней лопастями и коническим наконечником в нижней части, осаживание промежуточных лопастей перед их фиксацией на корпусе до получения проектного сопротивления грунта основания по лопасти и последующее вывинчивание верхней лопасти ступенями, в начале каждой из которых производят осаживание лопасти путем приложения направленной вниз осевой нагрузки, причем промежуточные лопасти погружают на отметки выше их проектного положения [1].

Недостаток способа заключается в низкой эффективности уплотнения грунта вследствие незначительных размеров зоны уплотнения грунта, так как уплотняется только грунт, расположенный над нижней лопастью. Снижению эффективности уплотнения грунта способствует также необходимость оставления в грунте большей части рабочего органа, в противном случае возможно разуплотнение грунта при его обрушении в скважину в процессе полного вывинчивания рабочего органа.

Известен также способ глубинного уплотнения грунта, включающий образование в грунте скважины посредством завинчивания в грунт рабочего органа в виде цилиндрического корпуса с винтовой лопастью и коническим наконечником в нижней части и последующее вывинчивание рабочего органа с приложением направленной вниз осевой нагрузки, величину которой принимают равной задаваемому значению расчетного сопротивления уплотняемого грунта [2].

В данном решении уплотнение грунта производится при вывинчивании рабочего органа в виде шнекового бурового инструмента с одновременным приложением направленного вниз осевого усилия, т.е. уплотнение грунта происходит в результате взаимодействия перемещающейся по винтовой линии вверх наклонной нижней плоскости винтовой лопасти с грунтом, при этом последний осаживается вниз. Для обеспечения уплотнения грунта необходимо, чтобы осевое усилие было приложено постоянно и вывинчивание рабочего органа за один оборот было меньше шага винтовой лопасти. Первоначальное погружение рабочего органа производится на проектную глубину зоны уплотнения грунта.

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

- уплотнение грунта сопровождается большими энергозатратами вследствие наличия значительных сил трения между лопастью и уплотняемым грунтом (т.к. грунт взаимодействует с наклонной поверхностью лопасти при перемещении последней по винтовой линии);

- необходимо заполнение полости, образующейся после вывинчивания ствола рабочего органа, грунтом;

- необходимо погружение рабочего органа на проектную отметку, что также определяет повышенные энергозатраты на уплотнение грунта.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, состоит в том, чтобы повысить эффективность уплотнения грунта за счет снижения энергоемкости уплотнения и исключения необходимости заполнения образующейся скважины грунтом.

Поставленная задача достигается тем, что в способе глубинного уплотнения грунта, включающем образование в грунте скважины посредством завинчивания в грунт рабочего органа в виде цилиндрического корпуса с винтовой лопастью и коническим наконечником в нижней части и последующее вывинчивание рабочего органа с приложением направленной вниз осевой нагрузки, рабочий орган завинчивают на отметку выше проектной глубины зоны уплотнения грунта, а его вывинчивание выполняют ступенями, причем осевую нагрузку прикладывают в начале каждой из ступеней до получения осаживания рабочего органа на величину Δh_k , выбранную из соотношения:

$$\Delta h_k = \max \left\{ \begin{array}{l} (1 - \gamma / \gamma_{yh}) H_{k-1} \cdot m + \Delta h_{k-1} \\ H_{k-1} \left(\frac{V_{\text{л}}}{t} + \pi r_{\text{ц}}^2 \right) / \left(\pi R_{\text{л}}^2 \right) \cdot m + \Delta h_{k-1} \end{array} \right\},$$

где k - порядковый номер ступени вывинчивания; γ - плотность скелета грунта до его уплотнения; γ_{yh} - необходимая плотность скелета грунта после его уплотнения; H_{k-1} - высота "k-1" ступени вывинчивания или величина превышения отметки завинчивания над отметкой низа зоны уплотнения; m - коэффициент, учиты-

ВУ 3940 С1

вающий расширение грунта в стороны; $V_{л}$ - объем однооборотного участка лопасти; t - шаг винтовой лопасти; $r_{ц}$ - радиус цилиндрического корпуса; $R_{л}$ - радиус винтовой лопасти.

Изобретение поясняется чертежом, на котором изображена последовательность выполнения операций при глубинном уплотнении грунта.

Для реализации способа используется рабочий орган 1 в виде цилиндрического корпуса 2 с винтовой лопастью 3 и коническим наконечником 4 в нижней части. Винтовая лопасть 3 должна иметь не менее одного оборота в плане и крепится к корпусу 1 под углом $\beta < 90^\circ$ в сторону наконечника 5. Радиус лопасти 3 принимается равным $R_{л} = (2...5)r_{ц}$, а угол подъема витков лопасти α должен быть не более $\arctg(f)$, где f - коэффициент трения материала лопасти 3 по грунту.

Для снижения сил трения между грунтом и корпусом 2 последний выполнен из верхней 5 и нижней 6 частей, причем диаметр верхней части 5 меньше диаметра нижней части 6 не менее чем на 4...8 мм, а лопасть 3 крепится к нижней части 6 корпуса 2.

Способ реализован следующим образом.

Вначале в грунт завинчивают рабочий орган 1 посредством приложения к оголовку корпуса 2 крутящего момента $M_{кр}$ с вращением по часовой стрелке и вдавливающего усилия P (фиг. 1, "А"), при этом грунт из-под наконечника 4, уплотняясь, отжимается в стороны от корпуса 2 и образуется скважина 7. Рабочий орган 1 завинчивают в грунт на отметку $H_{н}$, превышающую отметку низа проектной зоны уплотнения грунта $H_{пр}$ на величину H_0 (фиг. 1, "А"). Благодаря выполнению верхней части 5 корпуса 2 с меньшим диаметром вокруг нее образуется зазор 8, уменьшающий силы трения между грунтом и корпусом 2. Уплотнение грунта производится также винтовой лопастью 3, после прохождения которой в грунтовом массиве остается винтовая полость 9 (фиг. 1, "А").

Затем производят вывинчивание рабочего органа 1 ступенями крутящим моментом $M_{кр}$ с вращением против часовой стрелки (фиг. 1, "В"). В начале каждой из ступеней к оголовку корпуса 2 прикладывают направленную вниз осевую нагрузку $P_{д}$ (динамическую ударную или вибрационную). При этом, под воздействием нагрузки, передаваемой от винтовой лопасти 3 на грунт, происходит обрушение грунта по плоскости сдвига 10, заполнение им участка скважины 7 и винтовой полости 9 с дополнительным уплотнением (фиг. 1, "Г"). Обрушению грунта в сторону скважины 7 способствует выполнение лопасти 3 с наклоном в сторону наконечника 4 под углом $\beta < 90^\circ$. Благодаря выполнению угла подъема витков лопасти 3 $\alpha < \arctg(f)$ предотвращается поворот лопасти под воздействием нагрузки $P_{д}$.

Приложение осевой нагрузки производят в начале каждой из ступеней до получения осаживания рабочего органа 1 на величину Δh_k , выбранную из соотношения:

$$\Delta h_k = \max \left\{ \begin{array}{l} (1 - \gamma / \gamma_{yh}) H_{k-1} \cdot m + \Delta h_{k-1} \\ H_{k-1} \left(V_{л} / t + \pi r_{ц}^2 \right) / \left(\pi R_{л}^2 \right) \cdot m + \Delta h_{k-1} \end{array} \right\},$$

где k - порядковый номер ступени вывинчивания; γ - плотность скелета грунта до его уплотнения; γ_{yh} - необходимая плотность скелета грунта после его уплотнения; H_{k-1} - высота "k-1" ступени вывинчивания или величина превышения отметки завинчивания над отметкой низа зоны уплотнения; m - коэффициент, учитывающий расширение грунта в стороны; $V_{л}$ - объем однооборотного участка лопасти; t - шаг винтовой лопасти; $r_{ц}$ - радиус цилиндрического корпуса; $R_{л}$ - радиус винтовой лопасти.

Верхнее выражение определяет минимальную высоту осаживания рабочего органа 1, обеспечивающую необходимую плотность скелета грунта после его уплотнения, а нижнее - обеспечивающую полное заполнение сдвигаемым грунтом скважины 7 и винтовой полости 9.

В идеальном случае параметры рабочего органа следует подбирать такими, чтобы Δh_k по верхнему и нижнему выражениям были равны.

Высота каждой из ступеней вывинчивания принимается в зависимости от вида уплотняемого грунта, плотности его скелета и характера динамической нагрузки $P_{д}$.

Скорость вывинчивания рабочего органа 1 принимают из условия получения требуемой плотности скелета грунта.

Перед вывинчиванием рабочего органа 1 на первой ступени (фиг. 1, "Б") посредством его осаживания на Δh_1 производится уплотнение грунта в пределах участка H_0 с ненарушенной структурой. В этом случае при определении Δh_1 в верхнем выражении $\Delta h_{k-1} = 0$, а нижнее выражение принимается равным нулю, так как на указанном участке H_0 свободных полостей нет и грунт ниже этого участка ранее не уплотнялся.

После осаживания на высоту Δh_1 рабочий орган 1 выкручивают на высоту первой ступени плюс высоту осаживания $H_1 + \Delta h_1$ (фиг. 1, "В") и начинается новый цикл уплотнения грунта (фиг. 1, "Г") с осаживанием рабочего органа на высоту Δh_2 (Δh_k), определяемую из ранее указанного соотношения.

В процессе вывинчивания рабочего органа 1 с его осаживанием осевой нагрузкой в грунте образуется уплотненная зона 11 с оседанием грунта.

BY 3940 C1

На заключительном этапе, после полного вывинчивания рабочего органа 1, в образовавшуюся в грунте в результате его уплотнения выемку 12 подсыпается слоями малосжимаемый грунт 13 с его уплотнением трамбовками 14 (фиг. 1, "Д").

Степень уплотнения грунта может регулироваться высотой ступеней вывинчивания (целесообразно принимать равной $2t...5t$), величиной и характером динамической нагрузки P_d , объемом винтовой лопасти 3 и диаметром нижней части корпуса 2.

В случае необходимости значительного увеличения плотности грунта корпус 2 выполняется полым, а наконечник 4 - раскрываемым. При этом, в процессе вывинчивания рабочего органа 1 перед его осаживанием производят заполнение скважины 7 малосжимаемым грунтом (на чертежах не показано).

Уплотнение грунта можно также выполнять при одновременном выкручивании и приложении осевой нагрузки, но при этом рабочий орган следует завинтить на отметку, близкую к $H_{пр}$.

Уплотнение грунта посредством осаживания лопасти не сопровождается значительными энергозатратами на преодоление сил трения лопасти о грунт, так как направление осаживания лопасти совпадает с направлением перемещения грунта. При осаживании ликвидируются полости в грунте, образуемые при вывинчивании рабочего органа, а последний нет необходимости погружать на проектную отметку, соответствующую отметке низа уплотненной зоны. По указанным причинам предлагаемый способ позволяет повысить эффективность уплотнения грунта.

Источники информации:

1. А.с. СССР 1325135, МПК E 02D 5/56, 1997.
2. Патент RU 95110298, МПК E 02D 5/30, 1997.