

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **9212**  
(13) **С1**  
(46) **2007.04.30**  
(51)<sup>7</sup> **Е 02D 3/046**

(54) **СПОСОБ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА ТРАМБОВАНИЕМ**

(21) Номер заявки: а 20040857  
(22) 2004.09.14  
(43) 2006.04.30  
(71) Заявитель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)  
(72) Авторы: Пойта Петр Степанович; Пчелин Вячеслав Николаевич; Петринич Виктор Анатольевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)  
(56) SU 1289959 A1, 1987.  
SU 1094899 A, 1984.  
SU 1654454 A1, 1991.  
SU 1318654 A1, 1987.  
US 6505998 B1, 2003.

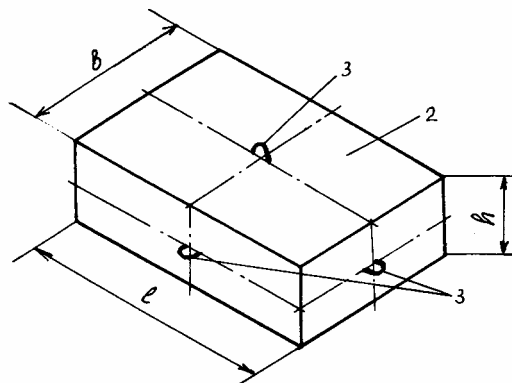
(57)

1. Способ уплотнения грунта трамбованием, включающий сбрасывание трамбовки в виде прямой четырехгранной призмы постоянной массы с постоянной высоты до отказа понижения поверхности с созданием в процессе уплотнения в грунте возрастающих динамических контактных напряжений путем изменения рабочей площади трамбовки, **отличающийся** тем, что прямую четырехгранную призму выполняют с разными длиной, шириной и высотой, а изменение рабочей площади трамбовки производят путем последовательного ее поворота в вертикальной плоскости на 90° в направлении уменьшения рабочей площади.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что длину  $l$  и ширину  $b$  прямой четырехгранной призмы определяют из выражений:

$$l = \frac{P_n + 2 \cdot P_{ш}}{P_n} \cdot h;$$

$$b = \frac{P_n + P_{ш}}{P_n} \cdot h,$$



Фиг. 1

**ВУ 9212 С1 2007.04.30**

# ВУ 9212 С1 2007.04.30

где  $P_n$  - создаваемые в грунте динамические контактные напряжения в начальной стадии уплотнения;

$P_{ш}$  - шаг возрастания контактных напряжений;

$h$  - высота призмы.

---

Изобретение относится к строительству и может быть использовано для уплотнения грунтов, в частности связных.

Известен способ уплотнения грунта трамбованием, включающий сбрасывание трамбовки в виде прямой четырехгранной призмы постоянной массы с постоянной высоты до отказа понижения поверхности [1].

Данный способ характеризуется, вследствие создания в грунте постоянных динамических контактных напряжений, повышенными энергозатратами на уплотнение грунта, небольшой глубиной уплотнения и неустойчивой плотностью всей массы уплотненного грунта, что, в совокупности, определяет низкую эффективность уплотнения грунта.

Известен также способ уплотнения грунта трамбованием, включающий сбрасывание трамбовки в виде прямой четырехгранной призмы постоянной массы с постоянной высоты до отказа понижения поверхности с созданием в процессе уплотнения в грунте возрастающих динамических контактных напряжений от 0,6 МПа до 2,0 МПа через интервал 0,45...0,7 МПа путем изменения рабочей площади трамбовки [2].

Благодаря созданию в грунте возрастающих динамических контактных напряжений на 15...20 % увеличивается глубина уплотнения, на 14 % снижаются энергозатраты на уплотнение и обеспечивается получение устойчивой плотности всей массы уплотненного грунта.

Однако изменение рабочей площади трамбовки производится путем ее замены, что определяет необходимость наличия на объекте нескольких типоразмеров трамбовок и, тем самым, снижение эффективности уплотнения грунта.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, состоит в том, чтобы повысить эффективность уплотнения грунта за счет использования для создания возрастающих динамических контактных напряжений одной трамбовки.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известном способе уплотнения грунта трамбованием, включающем сбрасывание трамбовки в виде прямой четырехгранной призмы постоянной массы с постоянной высоты до отказа понижения поверхности с созданием в процессе уплотнения в грунте возрастающих динамических контактных напряжений путем изменения рабочей площади трамбовки, прямую четырехгранную призму выполняют с разными длиной, шириной и высотой, а изменение рабочей площади трамбовки производят путем последовательного ее поворота в вертикальной плоскости на 90° в направлении уменьшения рабочей площади. Причем длину  $l$  и ширину  $b$  прямой четырехгранной призмы определяют из выражений:

$$l = \frac{P_n + 2 \cdot P_{ш}}{P_n} \cdot h ;$$

$$b = \frac{P_n + P_{ш}}{P_n} \cdot h .$$

где  $P_n$  - создаваемые в грунте динамические контактные напряжения в начальной стадии уплотнения;

$P_{ш}$  - шаг возрастания контактных напряжений;

$h$  - высота призмы.

Выполнение трамбовки в виде прямой четырехгранной призмы с разными длиной, шириной и высотой и изменение рабочей площади трамбовки путем ее последовательного поворота в вертикальной плоскости на 90° в направлении уменьшения рабочей площади обеспечивают возможность создания возрастающих динамических контактных напряжений в грунте одной трамбовкой. Определение длины  $l$  и ширины  $b$  прямой четырехгранной призмы из выражений

$$l = \frac{P_n + 2 \cdot P_{ш}}{P_n} \cdot h \text{ и}$$

$$b = \frac{P_n + P_{ш}}{P_n} \cdot h$$

обеспечивает возможность создания в грунте возрастающих динамических напряжений с необходимым шагом  $P_{ш}$  их возрастания. В совокупности, все вышесказанное обуславливает повышение эффективности уплотнения грунта.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен общий вид трамбовки; на фиг. 2 - схема формирования уплотненного слоя грунта на первом этапе при начальной величине  $P_n$  динамического контактного напряжения; на фиг. 3 - то же, на втором этапе при возросшей величине динамических контактных напряжений; на фиг. 3 - то же, на третьем этапе при предельной величине создаваемых в грунте динамических напряжений. Обозначения: 1 - уплотняемый грунтовый массив; 2 - трамбовка в виде прямой четырехгранной призмы; 3 - петля; 4 - уплотненная зона грунта; Н - высота сбрасывания трамбовки; l, b и h - длина, ширина и высота трамбовки.

Способ уплотнения грунта 1 реализуется посредством трамбовки 2, которая выполнена в виде прямой четырехгранной призмы с разными длиной, шириной и высотой (фиг. 1-4).

Для обеспечения зацепления к крюку грузоподъемного механизма (на чертежах не показан) трамбовка 2 снабжена петлями 3, прикрепленными к верхнему основанию призмы и к двум боковым ее граням.

Длину l и ширину b призмы определяют, предварительно задавшись ее высотой, из выражений:

$$l = \frac{P_n + 2 \cdot P_{ш}}{P_n} \cdot h ;$$

$$b = \frac{P_n + P_{ш}}{P_n} \cdot h .$$

где  $P_n$  - создаваемые в грунте 1 динамические контактные напряжения в начальной стадии уплотнения;

$P_{ш}$  - шаг возрастания контактных напряжений;

h - высота призмы.

Например, если принять  $h = 0,8$  м,  $P_n = 0,6$  МПа и  $P_{ш} = 0,7$  МПа (см. [2])

$$l = \frac{0,6 + 2 \cdot 0,7}{0,6} \cdot 0,8 = 2,67 \text{ м и } b = \frac{0,6 + 0,7}{0,6} \cdot 0,8 = 1,73 \text{ м} .$$

При этом получаем следующие возможные рабочие площади трамбовки 2:

нижнее основание -  $F_1 = l \cdot b = 2,67 \cdot 1,73 = 4,62 \text{ м}^2$ ;

большая боковая грань -  $F_2 = l \cdot h = 2,67 \cdot 0,8 = 2,14 \text{ м}^2$ ;

меньшая боковая грань -  $F_3 = b \cdot h = 0,8 \cdot 1,73 = 1,39 \text{ м}^2$ .

Масса трамбовки 2 и высота Н ее сбрасывания принимаются из условия обеспечения  $P_n = 0,6$  МПа в случае нанесения ударов нижним основанием трамбовки 2, имеющим размеры  $l \times b = 2,67 \times 1,73$  м (фиг. 2).

Тогда, при нанесении удара большей боковой гранью в грунте 1 будут создаваться динамические контактные напряжения

$$P_1 = \frac{P_n \cdot F_1}{F_2} = \frac{0,6 \cdot 4,62}{2,14} = 1,3 \text{ МПа (см. фиг. 3), а при нанесении удара меньшей боковой}$$

гранью (см. фиг. 4) -  $P_2 = \frac{P_n \cdot F_1}{F_3} = \frac{0,6 \cdot 4,62}{1,39} = 2 \text{ МПа}$ , т.е. динамические контактные напряжения в грунте будут возрастать с шагом  $P_{ш} = 0,7$  МПа.

# ВУ 9212 С1 2007.04.30

Для подъема и сбрасывания трамбовки 2 могут использоваться различные грузоподъемные машины; монтажные краны, краны-экскаваторы и т.д. (на чертежах не показано).

Способ реализован следующим образом.

На первом этапе уплотнения сбрасываемой трамбовкой 2 наносятся удары нижним ее основанием (фиг. 2) с рабочей площадью  $F_1$  сериями по два удара в след, при этом в грунте 1 создаются динамические контактные напряжения  $0,6...0,75$  МПа и формируется уплотненная зона 4.

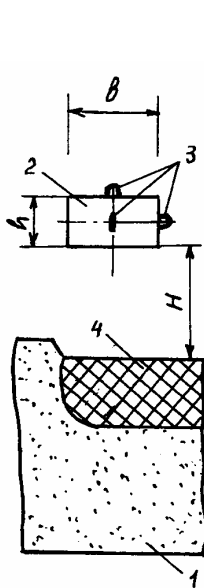
Затем трос грузоподъемной машины открепляют от петли 3 верхнего основания трамбовки 2 и цепляют за петлю 3 большей боковой грани. При последующем подъеме трамбовки 2 осуществляется ее поворот на  $90^\circ$ , при этом трамбовка 2 разворачивается большей боковой гранью с площадью  $F_2$  вниз. После чего проводят второй этап уплотнения грунта тремя сериями по два удара в след (фиг. 3).

На заключительном этапе трос грузоподъемной машины открепляют от петли 3 большей боковой грани трамбовки 2 и цепляют за петлю 3 меньшей боковой грани. При последующем подъеме трамбовки 2 осуществляется ее поворот на  $90^\circ$ , при этом трамбовка 2 разворачивается меньшей боковой гранью с площадью  $F_3$  вниз. После чего проводят третий этап уплотнения грунта сериями по два удара в след (см. фиг. 4) до отказа понижения поверхности и полного сформирования уплотненной зоны 4 грунта.

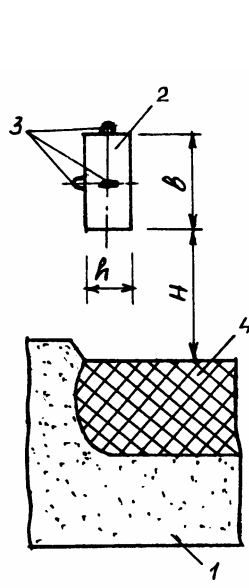
Выполнение трамбовки 2 в виде прямой четырехгранной призмы с разными длиной, шириной и высотой и изменение рабочей площади трамбовки 2 путем ее последовательного поворота в вертикальной плоскости на  $90^\circ$  в направлении уменьшения рабочей площади обеспечивают возможность создания возрастающих динамических контактных напряжений в грунте одной трамбовкой 2, что повышает эффективность уплотнения грунта.

Источники информации:

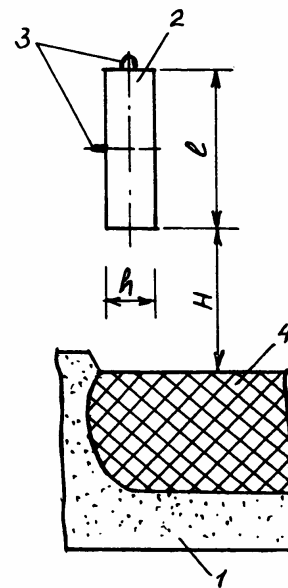
1. Лычко Ю.М. Уплотнение шлаковых отвалов при реконструкции Магнитогорского металлургического комбината // Основания и фундаменты. - 1988. - № 4. - С. 5.
2. А.с. СССР 1289959, МПК Е 02D 3/046, 1987.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4