

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 1923

(13) U

(46) 2005.06.30

(51)⁷ E 02D 3/046

(54)

ТРАМБОВКА ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

(21) Номер заявки: u 20040435

(22) 2004.09.17

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

(72) Авторы: Пойта Петр Степанович; Пче-
лин Вячеслав Николаевич; Петринич
Виктор Анатольевич (ВУ)

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

(57)

1. Трамбовка для уплотнения грунта, включающая корпус в виде прямой четырехгранной призмы с устройством для зацепления, отличающаяся тем, что корпус снабжен трамбуемыми плитами, соосно прикрепленными к основаниям и/или боковым граням призмы, причем рабочая площадь каждой из трамбуемых плит определяется по выражению:

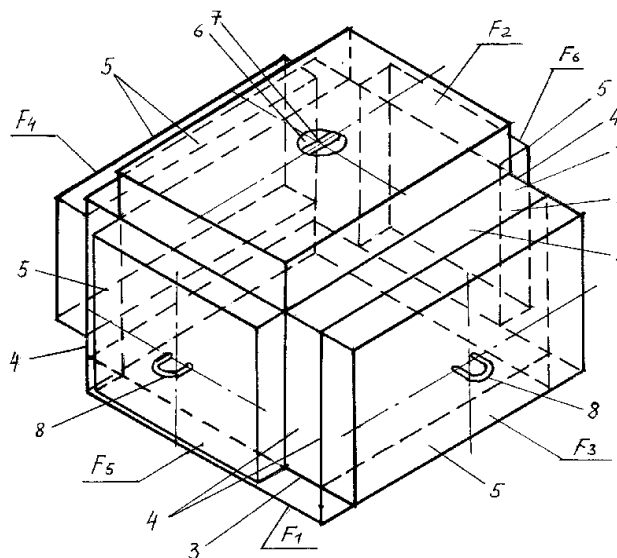
$$F_n = \frac{P_n \cdot F_1}{P_n + P_{ш}(n-1)},$$

где n - порядковый номер трамбуемой плиты;

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

F_1 - рабочая площадь первой плиты, обеспечивающей создание в грунте динамических контактных напряжений P_n ;

$P_{ш}$ - шаг возрастания динамических контактных напряжений.



Фиг. 1

ВУ 1923 U 2005.06.30

2. Трамбовка по п. 1, отличающаяся тем, что толщина каждой из трамбуемых плит определяется на основании толщины напротив расположенной плиты по выражению:

$$\delta = -\left(\frac{b}{2}\right) + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \frac{F_{\text{нр}} \cdot \delta_{\text{нр}}}{F} (b + \delta_{\text{нр}})},$$

где b - расстояние между расположенными напротив друг друга плитами;

$F_{\text{нр}}$ - рабочая площадь напротив расположенной плиты;

$\delta_{\text{нр}}$ - толщина напротив расположенной трамбуемой плиты;

F - рабочая площадь трамбуемой плиты, толщина которой определяется.

(56)

1. А.с. СССР № 1335643, МПК Е 02D 3/046, 1987, № 33.

2. Лычко Ю.М. Уплотнение шлаковых отвалов при реконструкции Магнитогорского металлургического комбината // Основания и фундаменты. - 1988. - № 4. - С. 5 (прототип).

3. А.с. СССР № 1289959, МПК Е 02D 3/046, 1987, № 6.

Полезная модель относится к строительству и может быть использована при ударном уплотнении грунта оснований фундаментов зданий и сооружений.

Известна трамбовка для уплотнения грунта, включающая корпус с концентрично расположенными с возможностью их вертикального перемещения секциями с фиксаторами каждой из них, синхронизирующий механизм поворота фиксаторов и устройство для зацепления [1].

Известная трамбовка характеризуется сложностью конструкции, определяемой выполнением корпуса из концентрично расположенных с возможностью их вертикального перемещения секций с фиксаторами каждой из них и синхронизирующего механизма поворота фиксаторов. Кроме того, трамбовка обладает невысокой надежностью в работе, так как при нанесении ударов с поднятыми наружными секциями возникают большие динамические нагрузки, воздействующие на фиксаторы и приводящие к деформациям последних.

Известна также трамбовка для уплотнения грунта, включающая корпус в виде прямой четырехгранной призмы с устройством для зацепления [2].

Данная трамбовка характеризуется простотой изготовления, однако она не позволяет обеспечить создание в грунте возрастающих динамических контактных напряжений, что определяет повышенные энергозатраты на уплотнение грунта, небольшую глубину уплотнения и неустойчивую плотность всей массы уплотненного грунта. В совокупности вышесказанное определяет низкую эффективность уплотнения грунта.

Задача, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, состоит в том, чтобы повысить эффективность уплотнения грунта за счет обеспечения возможности регулирования в широком диапазоне создаваемых в грунте динамических контактных напряжений и тем самым снижения энергозатрат на уплотнение грунта, увеличения глубины уплотнения и получения устойчивой плотности всей массы уплотненного грунта.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известной трамбовке для уплотнения грунта, включающей корпус в виде прямой четырехгранной призмы с устройством для зацепления, корпус снабжен трамбуемыми плитами, соосно прикрепленными к основаниям и/или боковым граням призмы, причем рабочая площадь каждой из трамбуемых плит определяется по выражению:

$$F_n = \frac{P_n \cdot F_1}{P_n + P_{\text{ш}} (n - 1)}$$

где n - порядковый номер трамбуемой плиты;

ВУ 1923 U 2005.06.30

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

F_1 - рабочая площадь первой плиты, обеспечивающей создание в грунте динамических контактных напряжений P_n ;

$P_{ш}$ - шаг возрастания динамических контактных напряжений.

Толщина каждой из трамбуемых плит определяется на основании толщины напротив расположенной плиты по выражению:

$$\delta = -\left(\frac{b}{2}\right) + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \frac{F_{нр} \cdot \delta_{нр}}{F} (b + \delta_{нр})}$$

где b - расстояние между расположенными напротив друг друга плитами;

$F_{нр}$ - рабочая площадь напротив расположенной плиты;

$\delta_{нр}$ - толщина напротив расположенной трамбуемой плиты;

F - рабочая площадь трамбуемой плиты, толщина которой определяется.

Снабжение трамбовки трамбуемыми плитами, рабочая площадь каждой из которых определяется по выражению $F_n = \frac{P_n \cdot F_1}{P_n + P_{ш}(n-1)}$, позволяет увеличить на 15-20 % глубину

уплотнения, снизить на 14 % энергозатраты на уплотнение и повысить устойчивую плотность всей массы уплотненного грунта путем создания в грунте возрастающих динамических контактных напряжений от 0,6 до 2-2,1 МПа с шагом 0,3-0,7 МПа. Назначение толщины каждой из трамбуемых плит на основании толщины напротив расположенной

плиты по выражению $\delta = -\left(\frac{b}{2}\right) + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \frac{F_{нр} \cdot \delta_{нр}}{F} (b + \delta_{нр})}$ и соосное прикрепление плит к

основаниям и/или боковым граням прямой четырехгранной призмы определяет устойчивое положение трамбовки при нанесении ударов по грунту любой трамбуемой плитой. В совокупности вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта.

Полезная модель поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен общий вид трамбовки с прикрепленными к основаниям и боковым граням призмы трамбуемыми плитами; на фиг. 2 - узел зацепления в виде выемки с переключателем, разрез; на фиг. 3 - общий вид трамбовки с прикрепленными к боковым граням трамбуемыми плитами; на фиг. 4 - схема к определению толщины трамбуемых плит. Обозначения: 1 - корпус; 2 - прямая четырехгранная призма; 3 - основания призмы; 4 - боковые грани призмы; 5 - трамбуемые плиты; 6 - выемка; 7 - переключатель; 8 - петли.

Трамбовка для уплотнения грунта включает корпус 1 в виде прямой четырехгранной призмы 2. К основаниям 3 и/или боковым граням 4 призмы 2 соосно прикреплены трамбуемые плиты 5. Соосность призмы 2 и каждой из плит 5 необходима для обеспечения создания в грунте при нанесении удара трамбовкой равномерных динамических контактных напряжений в грунте по всей площади плиты 5.

Для обеспечения зацепления к крюку грузоподъемного механизма (на чертежах не показан) трамбуемые плиты 5 выполнены с выемками 6 и переключателями 7 (фиг. 1, 2) или снабжены петлями 8 (фиг. 1, 3), прикрепленными к центру плит 5.

Рабочая площадь каждой из трамбуемых плит 5 определяется по выражению:

$$F_n = \frac{P_n \cdot F_1}{P_n + P_{ш}(n-1)}, \quad (1)$$

где n - порядковый номер трамбуемой плиты 5;

P_n - создаваемые в грунте динамические контактные напряжения в начальной стадии уплотнения, которые могут приниматься 0,6 МПа [3];

F_1 - рабочая площадь первой плиты 5, обеспечивающей создание в грунте динамических контактных напряжений P_n ;

BY 1923 U 2005.06.30

$P_{ш}$ - шаг возрастания динамических напряжений, принимаемый 0,3-0,7 МПа [3].

Толщина каждой из трамбуемых плит 5 определяется на основании толщины напротив расположенной плиты 5 по выражению (фиг. 4)

$$\delta = -\left(\frac{b}{2}\right) + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \frac{F_{нр} \cdot \delta_{нр}}{F} (b + \delta_{нр})}, \quad (2)$$

где b - расстояние между расположенными напротив друг друга плитами 5;

$F_{нр}$ - рабочая площадь напротив расположенной плиты 5;

$\delta_{нр}$ - толщина напротив расположенной трамбуемой плиты 5;

F - рабочая площадь трамбуемой плиты 5, толщина которой определяется.

Благодаря назначению толщины каждой из трамбуемых плит 5 на основании толщины напротив расположенной плиты 5 по выражению (1) и соосному прикреплению плит 5 к основаниям 3 и/или боковым граням 4 призмы 2 обеспечивается устойчивое положение трамбовки при нанесении ударов по грунту любой трамбуемой плитой 5, так как в этом случае сумма статических моментов трамбуемых плит 5 относительно центральной точки "О" плиты 5, через которую проходит ось призмы 2, равна нулю (фиг. 4).

Количество трамбуемых плит 5 определяется количеством интервалов (шагов) возрастания динамических контактных напряжений. При количестве интервалов равном пяти к призме 2 прикрепляется шесть плит 5 (фиг. 1), а при трех - четыре плиты 5 (фиг. 3). В последнем случае плиты 5 достаточно прикрепить только к боковым граням 3 призмы 2.

Минимальная толщина плит 5 определяется, исходя из максимальной осадки грунта при его уплотнении после нанесения каждой серии ударов.

Например, если принять $F_1 = 2 \cdot 2 = 4 \text{ м}^2$, $P_{н} = 0,6 \text{ МПа}$, $P_{ш} = 0,3 \text{ МПа}$ и $\delta_{нр} = 0,2 \text{ м}$:

$$F_2 = \frac{0,6 \cdot 4}{0,6 + 0,3(2-1)} = 2,67 \text{ м}^2 - \text{принимаем размеры плиты } 2 \times 1,335 \text{ м};$$

$$F_3 = \frac{0,6 \cdot 4}{0,6 + 0,3(3-1)} = 2 \text{ м}^2 - \text{принимаем размеры плиты } 2 \times 1 \text{ м};$$

$$F_4 = \frac{0,6 \cdot 4}{0,6 + 0,3(4-1)} = 1,6 \text{ м}^2 - \text{принимаем размеры плиты } 2 \times 0,8 \text{ м};$$

$$F_5 = \frac{0,6 \cdot 4}{0,6 + 0,3(5-1)} = 1,333 \text{ м}^2 - \text{принимаем размеры плиты } 1 \cdot 1,333 \text{ м};$$

$$F_6 = \frac{0,6 \cdot 4}{0,6 + 0,3(6-1)} = 1,143 \text{ м}^2 - \text{принимаем размеры плиты } 1 \cdot 1,143 \text{ м}.$$

Основание призмы 2 целесообразно принять равным максимальной рабочей площади F_1 трамбуемой плиты 5, а одну из боковых граней - равной площади F_3 . Принимаем окончательно следующие размеры призмы 2 - $2 \times 2 \times 1 \text{ м}$.

В этом случае толщина второй плиты 5 при $\delta_1 = 0,2 \text{ м}$ равна

$$\delta_2 = -\left(\frac{b}{2}\right) + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \frac{F_1 \cdot \delta_1}{F_2} (b + \delta_1)} = -\frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \frac{4 \cdot 0,2}{2,67} (1 + 0,2)} = 0,281 \text{ м}$$

Аналогично:

$$\delta_4 = -\left(\frac{b}{2}\right) + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \frac{F_3 \cdot \delta_3}{F_4} (b + \delta_3)} = -\frac{2}{2} + \sqrt{\left(\frac{2}{2}\right)^2 + \frac{2 \cdot 0,2}{1,6} (2 + 0,2)} = 0,245 \text{ м}$$

$$\delta_6 = -\left(\frac{b}{2}\right) + \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \frac{F_5 \cdot \delta_5}{F_6} (b + \delta_5)} = -\frac{2}{2} + \sqrt{\left(\frac{2}{2}\right)^2 + \frac{1,33 \cdot 0,2}{1,14} (2 + 0,2)} = 0,23 \text{ м}$$

Благодаря выполнению трамбовки с указанными размерами при нанесении ударов второй плитой в грунте создаются динамические контактные напряжения

$$P_2 = \frac{P_n \cdot F_1}{F_2} = \frac{0,64 \cdot 4}{2,67} = 0,9 \text{ МПа, при нанесении удара третьей плитой 5 -}$$

$$P_3 = \frac{P_n \cdot F_1}{F_3} = \frac{0,64 \cdot 4}{2} = 1,28 \text{ МПа, при нанесении удара четвертой плитой 5 -}$$

$$P_4 = \frac{0,64 \cdot 4}{1,6} = 1,6 \text{ МПа и т.д. При нанесении ударов шестой плитой 5 с минимальной}$$

площадью в грунте создаются максимальные напряжения $P_6 = 2,1$ МПа.

При этом сумма статических моментов, например третьей и четвертой плит 5 относительно точки "О", равна $\sum M = 2 \cdot 0,2 \left(\frac{2}{2} + \frac{0,2}{2} \right) - 1,6 \cdot 0,245 \left(\frac{2}{2} + \frac{0,245}{2} \right) = 0$, т.е. трамбовка при нанесении удара первой плитой 5 находится в равновесии (фиг. 4).

Масса трамбовки, высота ее сбрасывания и максимальная рабочая площадь плиты 5 F_1 подбираются из условия обеспечения начальных динамических контактных напряжений $P_n = 0,6$ МПа.

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

Трамбовка работает следующим образом.

На первом этапе уплотнения сбрасываемой трамбовкой наносятся удары первой трамбующей плитой 5 с максимальной рабочей площадью F_1 серией по два удара в след, при этом в грунте 1 создаются динамические контактные напряжения 0,6 МПа.

Затем трос грузоподъемной машины открепляют от петли 8 или перекладины 7 второй плиты 5, трамбовку поворачивают на 180° и цепляют за петлю 8 или перекладину 7 первой плиты 5. После чего проводят второй этап уплотнения грунта несколькими сериями по два удара в след второй плитой 5 с рабочей площадью F_2 , при этом в грунте создаются динамические напряжения 0,9 МПа.

На третьем этапе трос грузоподъемной машины открепляют от петли 8 первой плиты 5 и цепляют за петлю 8 четвертой плиты 5. При последующем подъеме трамбовки осуществляется ее поворот на 90° , при этом трамбовка, разворачивается третьей плитой 5 с площадью F_3 вниз, после чего уплотняют грунт несколькими сериями по два удара в след с созданием динамических контактных напряжений 1,2 МПа.

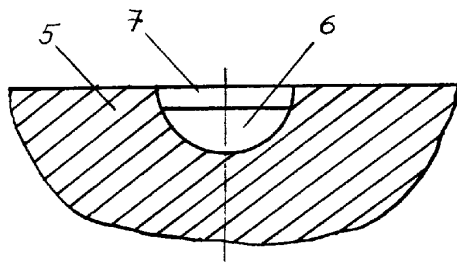
Аналогично выполняются остальные этапы уплотнения грунта с последовательным нанесением ударов плитами с уменьшающейся рабочей площадью.

На заключительном этапе грунт уплотняется шестой плитой 5 с минимальной рабочей площадью F_6 сериями по два удара в след до отказа понижения поверхности и полного формирования уплотненной зоны грунта, при этом в грунте создаются максимальные динамические напряжения, равные 2,1 МПа.

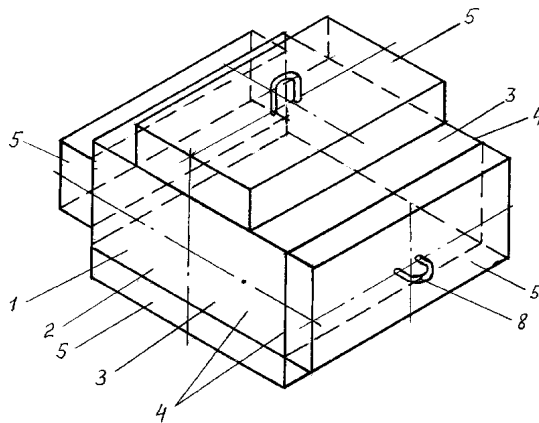
При уплотнении грунта трамбовкой, изображенной на фиг. 3, принимается шаг возрастания динамических контактных напряжений, равный 0,5 МПа.

В случае, если к боковым граням 4 призмы 2 прикреплены только три трамбующие плиты 5, принимается шаг возрастания динамических контактных напряжений 0,7 МПа (на чертежах не показано).

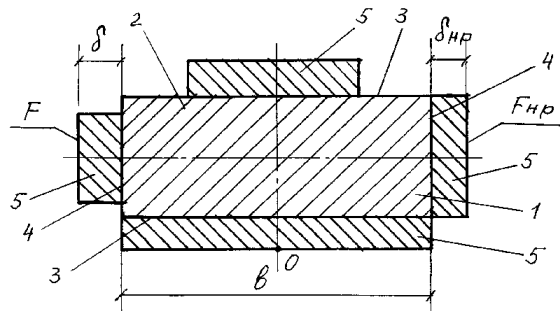
Создание в грунте возрастающих динамических контактных напряжений от 0,6 до 2-2,1 МПа с шагом 0,3-0,7 МПа позволяет увеличить на 15-20 % глубину уплотнения, снизить на 14 % энергозатраты на уплотнение и повысить устойчивую плотность всей массы уплотненного грунта [3]. Назначение толщины каждой из трамбующих плит 5 на основании толщины напротив расположенной плиты 5 по выражению (2) и соосное прикрепление плит 5 к основаниям и/или боковым граням прямой четырехгранной призмы 2 определяет устойчивое положение трамбовки при нанесении ударов по грунту любой трамбующей плитой 5. В совокупности вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4