

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 2077

(13) U

(46) 2005.09.30

(51)<sup>7</sup> E 02D 3/046

(54)

## ГРАМБОВКА

(21) Номер заявки: u 20040637

(22) 2004.12.29

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Брестский государственный тех-  
нический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Пчелин Вячеслав Николаевич;  
Пойта Петр Степанович; Чернюк Вла-  
димир Петрович (ВУ)

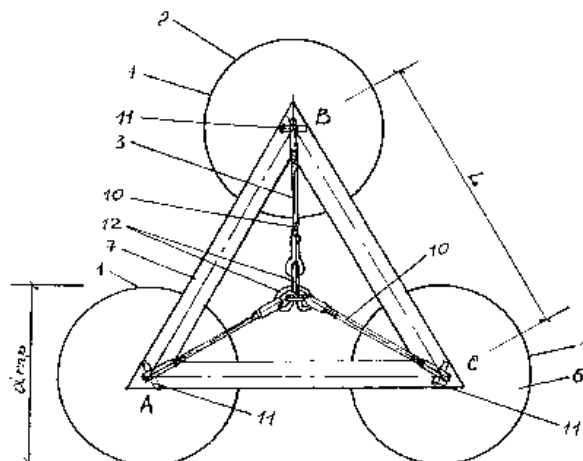
(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Брестский государственный  
технический университет" (ВУ)

(57)

1. Грамбовка, содержащая выполненный из цилиндрических секций корпус и устройство для зацепления, отличающаяся тем, что секции расположены в плане в одной горизонтальной плоскости в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого принимается из условия пересечения в плане зон уплотнения грунта каждой из секций, и прикреплены верхним основанием к углам равносторонней треугольной траверсы, а устройство для зацепления выполнено в виде трех стропов, нижние концы которых прикреплены к углам траверсы, а верхние - к подвескам.

2. Грамбовка по п. 1, отличающаяся тем, что сторона равностороннего треугольника, в вершинах которого расположены в плане секции, принимается по выражению:

$$L = \sqrt[3]{-\frac{c}{2a} - \left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \sqrt{\left[-\frac{1}{9}\left(\frac{b}{a}\right)^2\right]^3 + \left[2\left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \frac{d_{mp}}{a}\right]^2}} + \sqrt[3]{-\frac{c}{2a} - \left(\frac{b}{3a}\right)^2 - \sqrt{\left[-\frac{1}{9}\left(\frac{b}{a}\right)^2\right]^3 + \left[2\left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \frac{d_{mp}}{a}\right]^2}} \quad (1)$$



Фиг. 1

ВУ 2077 U 2005.09.30

$$\text{где } C = \left( \frac{\pi \cdot d_{\text{мп}}^2}{2} \cdot \delta - \frac{\pi}{24} \text{tg}\phi \cdot d_{\text{мп}}^3 \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{\text{мп}}) - \rho_d^{\text{мп}} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{мп}}^2}{2} \cdot \delta;$$

$$a = -\frac{\text{tg}\phi}{2} \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \ln 3 \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{\text{мп}});$$

$$b = \left( \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 1 - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \delta - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \text{tg}\phi \cdot d_{\text{мп}} \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{\text{мп}});$$

$d_{\text{мп}}$  - диаметр секции трамбовки;

$\delta$  - глубина отпечатка секции трамбовки после уплотнения грунта;

$\phi$  - угол наклона образующей конуса зоны уплотнения;

$\rho_d$  - плотность сухого грунта природного сложения;

$\rho_d^{\text{мп}}$  - требуемая плотность сухого грунта после уплотнения;

$l$  - глубина уплотняемой толщи грунта.

(56)

1. Пойта П.С. Строительные свойства искусственных оснований. - Брест: издательство БГТУ, 2004. - С. 120, рис. 6.5.

2. Пойта П.С. Строительные свойства искусственных оснований. - Брест: издательство БГТУ, 2004. - С. 94, рис. 5.6.

3. Патент РБ 1560, МПК E 02D 3/046, 2004 (прототип).

4. Пойта П.С. Строительные свойства искусственных оснований. - Брест: издательство БГТУ, 2004. - С. 99.

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

Известна трамбовка для уплотнения грунта, включающая цилиндрический корпус с устройством для зацепления [1]. При этом точки уплотнения располагаются в шахматном порядке, в вершинах равностороннего треугольника на расстоянии друг от друга, принимаемом из условия пересечения в плане зон уплотнения грунта рядом расположенных точек уплотнения [2].

Недостаток трамбовки заключается в обеспечении невысокой плотности грунта в местах пересечения зон уплотнения грунта рядом расположенных точек уплотнения вследствие создания в местах пересечения зон уплотнения незначительных динамических напряжений. Кроме того, в каждом из циклов уплотнения грунта основания наносится удар только в одной точке уплотнения, что определяет невысокую производительность трамбовки. В совокупности вышесказанное определяет низкую эффективность уплотнения грунта.

Известна также трамбовка, содержащая составной по высоте, выполненный из цилиндрических секций, корпус и устройство для зацепления [3].

Благодаря выполнению корпуса трамбовки составным по высоте из цилиндрических секций обеспечивается возможность увеличения времени ударного импульса, что позволяет повысить К.П.Д. удара.

Однако известная трамбовка обеспечивает невысокую плотность грунта в местах пересечения зон уплотнения грунта рядом расположенных точек уплотнения вследствие создания в местах пересечения зон уплотнения незначительных динамических напряжений. Кроме того, в каждом из циклов уплотнения грунта основания наносится удар только в одной точке уплотнения, что определяет невысокую производительность трамбовки. 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 увеличения производительности трамбовки и плотности грунта в местах пересечения зон уплотнения грунта рядом расположенных точек уплотнения благодаря одновременному нанесению удара секциями сразу в трех точках уплотнения, расположенных в вершинах равностороннего треугольника.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известной трамбовке, содержащей выполненный из цилиндрических секций корпус и устройство для зацепления, секции расположены в плане в одной горизонтальной плоскости в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого принимается из условия пересечения в плане зон уплотнения грунта каждой из секций, и прикреплены верхним основанием к углам равносторонней треугольной траверсы, а устройство для зацепления выполнено в виде трех стропов, нижние концы которых прикреплены к углам траверсы, а верхние - к подвескам. Причем сторона равностороннего треугольника, в вершинах которого расположены в плане секции, принимается по выражению:

$$L = \sqrt[3]{-\frac{c}{2a} - \left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \sqrt{\left[-\frac{1}{9}\left(\frac{b}{a}\right)^2\right]^3 + \left[2\left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \frac{d_{mp}}{a}\right]^2}} + \sqrt[3]{-\frac{c}{2a} - \left(\frac{b}{3a}\right)^3 - \sqrt{\left[-\frac{1}{9}\left(\frac{b}{a}\right)^2\right]^3 + \left[2\left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \frac{d_{mp}}{a}\right]^2}}, \quad (1)$$

где  $C = \left( \frac{\pi \cdot d_{mp}^2}{2} \cdot \delta - \frac{\pi}{24} \operatorname{tg} \phi \cdot d_{mp}^3 \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{mp}) - \rho_d^{mp} \cdot \frac{\pi \cdot d_{mp}^2}{2} \cdot \delta;$

$$a = -\frac{\operatorname{tg} \phi}{2} \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \ln 3 \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{mp});$$

$$b = \left( \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot l - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \delta - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \operatorname{tg} \phi \cdot d_{mp} \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{mp});$$

$d_{mp}$  - диаметр секции трамбовки;

$\delta$  - глубина отпечатка секции трамбовки после уплотнения грунта;

$\phi$  - угол наклона образующей конуса зоны уплотнения;

$\rho_d$  - плотность сухого грунта природного сложения;

$\rho_d^{mp}$  - требуемая плотность сухого грунта после уплотнения;

$l$  - глубина уплотняемой толщи грунта.

Расположение секций в плане в одной горизонтальной плоскости в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого принимается из условия пересечения в плане зон уплотнения грунта каждой из секций, и прикрепление секций верхним основанием к углам равносторонней треугольной траверсы позволяет обеспечить нанесение одновременного удара тремя секциями сразу в трех точках уплотнения, благодаря чему в месте пересечения создаваемых секциями зон уплотнения грунта создаются увеличенные примерно в три раза динамические напряжения, обеспечивающие повышение плотности грунта, и повышается производительность трамбовки за счет сокращения количества циклов ее работы. В совокупности вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта. Повышению эффективности уплотнения грунта способствует также расположение секций в плане в вершинах равностороннего треугольника, сторона  $L$  которого принимается по выражению (1), при этом обеспечивается высокое качество уплотненного грунтового основания [4]. Выполнение устройства для зацепления в виде трех стропов, нижние концы которых прикреплены к углам траверсы, а верхние - к подвескам, позволяет обеспечить работу элементов траверсы только на сжатие.

Полезная модель поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен общий вид трамбовки в плане; на фиг. 2 - то же, вид сбоку; на фиг. 3 - развертка схемы создаваемых секциями зон уплотнения грунта в разрезе. Обозначения: 1 - цилиндрические секции; 2 - корпус; 3 - устройство для зацепления; 4 - зона уплотнения; 5 - грунт; 6 - верхнее основание; 7 - тре-

угольная траверса; 8 - отпечаток секции; 9 - конус зоны уплотнения; 10 - стропы; 11 - петля; 12 - подвески; 13 - нижнее основание; 14 - место пересечения зон уплотнения.

Трамбовка содержит выполненный из цилиндрических секций 1 корпус 2 и устройство для зацепления 3 (фиг. 1, 2). Секции 1 расположены в плане в одной горизонтальной плоскости в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого принимается из условия пересечения в плане зон уплотнения 4 грунта 5 каждой из секций 1 (фиг. 1, 3), и прикреплены верхним основанием 6 к углам равносторонней треугольной траверсы 7.

В поперечном сечении элементы траверсы 7 могут быть выполнены из любого металлического профиля. Более предпочтительным является использование замкнутого коробчатого профиля как наиболее жесткого при восприятии сжимающих усилий.

Сторона равностороннего треугольника, в вершинах которого расположены в плане секции 1 (фиг. 1, 3), принимается по выражению [4]:

$$L = \sqrt[3]{-\frac{c}{2a} - \left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \sqrt{\left[-\frac{1}{9}\left(\frac{b}{a}\right)^2\right]^3 + \left[2\left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \frac{d_{mp}}{a}\right]^2}} + \sqrt[3]{-\frac{c}{2a} - \left(\frac{b}{3a}\right)^3 - \sqrt{\left[-\frac{1}{9}\left(\frac{b}{a}\right)^2\right]^3 + \left[2\left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \frac{d_{mp}}{a}\right]^2}}, \quad (1)$$

где  $C = \left( \frac{\pi \cdot d_{mp}^2}{2} \cdot \delta - \frac{\pi}{24} \operatorname{tg} \varphi \cdot d_{mp}^3 \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{mp}) - \rho_d^{mp} \cdot \frac{\pi \cdot d_{mp}^2}{2} \cdot \delta;$

$$a = -\frac{\operatorname{tg} \varphi}{2} \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \ln 3 \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{mp});$$

$$b = \left( \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot l - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \delta - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot d_{mp} \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{mp});$$

$d_{mp}$  - диаметр секции 1 трамбовки;

$\delta$  - глубина отпечатка 8 секции 1 трамбовки после уплотнения грунта 5;

$\varphi$  - угол наклона образующей конуса 9 зоны уплотнения 4;

$\rho_d$  - плотность сухого грунта 5 природного сложения;

$\rho_d^{mp}$  - требуемая плотность сухого грунта 5 после уплотнения;

$l$  - глубина уплотняемой толщи грунта 5.

$\delta$  и  $\varphi$  могут определяться на основании пробного уплотнения трамбовкой грунта, при этом  $\delta$ , как правило, принимается не более 1 м, так как в противном случае затрудняется выемка секций 1 из грунта 5.

Расположение секций в плане в вершинах равностороннего треугольника (фиг. 1), сторона  $L$  которого принимается по выражению (1), обеспечивает пересечение зон уплотнения 4 и высокое качество уплотненного грунтового основания [4].

Устройство для зацепления 3 выполнено в виде трех стропов 10, нижние концы которых прикреплены к петлям 11, расположенным в углах траверсы 7, а верхние - к подвескам 12 (фиг. 1, 2). Ось каждой из петель 11 должна совпадать с осью соответствующей секции 1, благодаря чему элементы траверсы 7 воспринимают только сжимающие усилия, т.е. исключаются изгибающие нагрузки.

Масса и рабочая площадь нижнего основания 13 каждой из секций 1 трамбовки, высота их сбрасывания подбираются из условия создания в грунте необходимых динамических контактных напряжений.

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

Трамбовка работает следующим образом.

Вначале каждого из циклов уплотнения грунта посредством грузоподъемной машины производится подъем на расчетную высоту трамбовки.

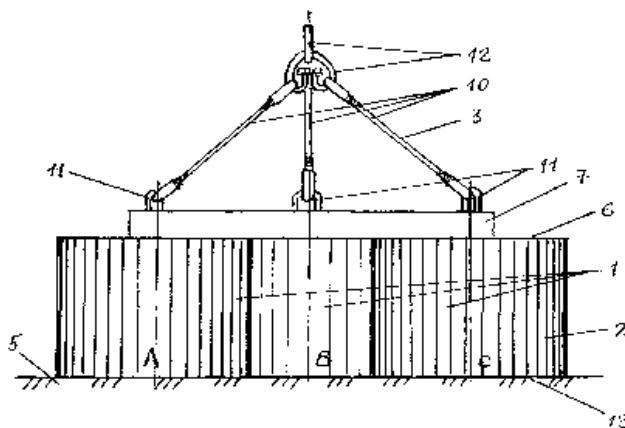
Затем трамбовка сбрасывается, посредством растормаживания грузовой лебедки грузоподъемной машины, и наносит секциями 1 одновременные удары в точках "А, В, С", расположенных в плане в вершинах равностороннего треугольника, при этом в грунте 5 образуются отпечатки 8 секций 1 (фиг. 3).

Затем посредством грузовой лебедки грузоподъемной машины секции 1 вынимают из отпечатков 8 в грунте 5 и повторяется новый цикл уплотнения грунта 5.

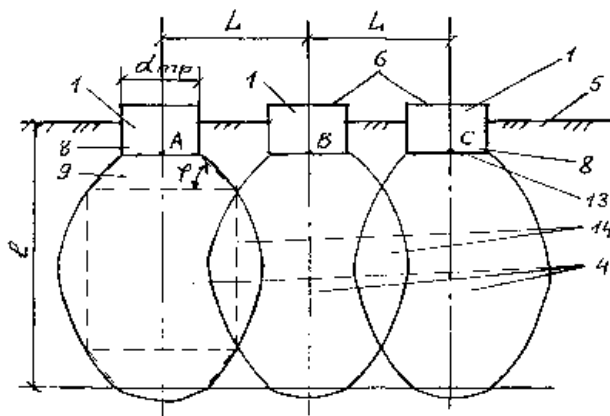
На каждой из стоянок грузоподъемной машины циклы уплотнения (удары) производятся до отказа понижения поверхности и полного сформирования зон уплотнения 4 грунта 5.

Далее грузоподъемная машина перемещается на новую позицию, при которой обеспечивается расположение точек уплотнения в шахматном порядке, в вершинах равносторонних треугольников на расстоянии друг от друга, принимаемом по выражению (1).

Вследствие одновременного нанесения ударов тремя секциями 1 сразу в трех точках уплотнения "А, В, С" в месте пересечения 14 создаваемых секциями 1 зон уплотнения 4 грунта 5 создаются увеличенные примерно в три раза динамические напряжения, обеспечивающие повышение степени уплотнения грунта 5, и повышается производительность трамбовки за счет сокращения количества ударов. В совокупности вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта 5, чему способствует также расположение секций 1 в плане в вершинах равностороннего треугольника, сторона  $L$  которого принимается по выражению (1).



Фиг. 2



Фиг. 3