

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 2199

(13) U

(46) 2005.09.30

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

(54)

## СОСТАВНАЯ ТРАМБОВКА

(21) Номер заявки: u 20050086

(22) 2005.02.21

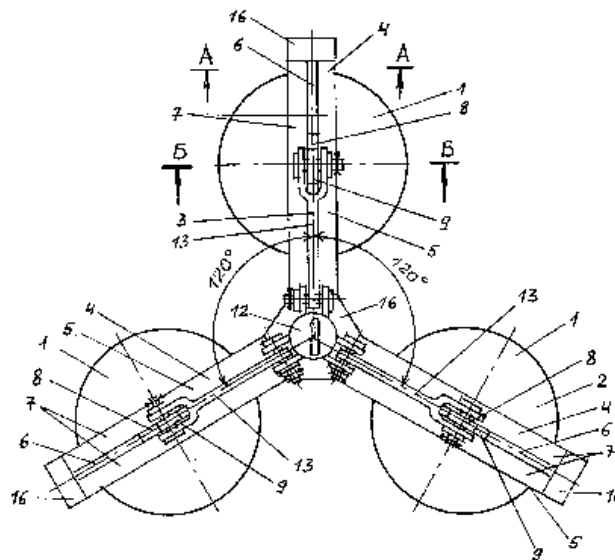
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Брестский государственный техни-  
ческий университет" (ВУ)

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

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

(57)

Составная трамбовка, содержащая выполненный из цилиндрических секций корпус и устройство для зацепления, отличающаяся тем, что она снабжена горизонтальной лучевой траверсой, каждый из лучей которой выполнен в виде спаренных, установленных с зазором балочных элементов и образует в плане с рядом расположенным лучом угол  $120^\circ$ , а каждая из секций оборудована в верхней части кронштейном, пропущенным через зазор между балочными элементами соответствующего луча с возможностью перемещения вдоль зазора и фиксации относительно балочных элементов, причем устройство для зацепления выполнено в виде подвески с шарнирно прикрепленными к ней штангами, нижний конец каждой из которых шарнирно прикреплен к кронштейну соответствующей секции, а секции расположены в плане в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого принимается из условия пересечения в плане зон уплотнения грунта каждой из секций.



Фиг. 1

ВУ 2199 U 2005.09.30

(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 U, E 02D 3/046. Трамбовка для уплотнения грунта. 2004.

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 составная 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, и обеспечения возможности регулирования расстояния между точками уплотнения.

Решение поставленной задачи достигается тем, что известная составная трамбовка, содержащая выполненный из цилиндрических секций корпус и устройство для зацепления, снабжена горизонтальной лучевидной траверсой, каждый из лучей которой выполнен в виде спаренных, установленных с зазором балочных элементов и образует в плане с рядом расположенным лучом угол  $120^\circ$ , а каждая из секций оборудована в верхней части кронштейном, пропущенным через зазор между балочными элементами соответствующего луча с возможностью перемещения вдоль зазора и фиксации относительно балочных элементов, причем устройство для зацепления выполнено в виде подвески с шарнирно прикрепленными к ней штангами, нижний конец каждой из которых шарнирно прикреплен к кронштейну соответствующей секции, а секции расположены в плане в вершинах

равностороннего треугольника, сторона которого принимается из условия пересечения в плане зон уплотнения грунта каждой из секций.

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, 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 и тем самым увеличивается плотность грунта, и повышается производительность трамбовки за счет сокращения количества циклов ее работы. Снабжение трамбовки горизонтальной лучевидной траверсой, каждый из лучей которой выполнен в виде спаренных, установленных с зазором балочных элементов, и образует в плане с рядом расположенным лучом угол  $120^\circ$ , и оборудование каждой из секций в верхней части кронштейном, пропущенным через зазор между балочными элементами соответствующего луча с возможностью перемещения вдоль зазора и фиксации относительно балочных элементов, позволяет обеспечить регулирование расстояния между точками уплотнения в зависимости от первоначальных и конечных параметров уплотняемого грунта. В совокупности, вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта. Выполнение устройства для зацепления в виде подвески с шарнирно прикрепленными к ней штангами, нижний конец каждой из которых шарнирно прикреплен к кронштейну соответствующей секции, обуславливает работу элементов траверсы только на сжатие.

Полезная модель поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен общий вид трамбовки в плане; на фиг. 2 - общий вид одной секции; на фиг. 3 - разрез "А-А" на фиг. 1; на фиг. 4 - вид трамбовки сбоку; на фиг. 5 - разрез "Б-Б"; на фиг. 6 - развертка схемы создаваемых секциями зон уплотнения грунта в разрезе; на фиг. 7 - схема расположения в плане точек нанесения ударов составной трамбовкой при уплотнении грунтового массива. Обозначения: 1 - цилиндрические секции; 2 - корпус; 3 - устройство для зацепления; 4 - траверса; 5 - лучи траверсы; 6 - зазор; 7 - балочный элемент; 8 - кронштейн; 9 - вертикальные пластины; 10 - болтовое соединение; 11 - отверстия; 12 - подвеска; 13 - штанги; 14 - зона уплотнения; 15 - грунт; 16 - накладки; 17 - прокладки; 18 - отпечаток секции; 19 - конус зоны уплотнения; 20 - нижнее основание; 21 - место пересечения зон уплотнения.

Составная трамбовка содержит выполненный из цилиндрических секций 1 корпус 2 и устройство для зацепления 3 (фиг. 1...5) и снабжена горизонтальной лучевидной траверсой 4, каждый из лучей 5 которой выполнен в виде спаренных, установленных с зазором 6 балочных элементов 7 и образует в плане с рядом расположенным лучом 5 угол  $120^\circ$ . В качестве балочных элементов 6 наиболее целесообразно использовать швеллеры.

Каждая из секций 2 оборудована в верхней части кронштейном 8, пропущенным через зазор 6 между балочными элементами 7 соответствующего луча 5 с возможностью перемещения вдоль зазора 6 и фиксации относительно балочных элементов 7 (фиг. 5). Кронштейны 8 выполняются в виде вертикальных плоских пластин 9, имеющих толщину, обеспечивающую их свободное перемещение вдоль соответствующего зазора 6 (луча 5), и высоту, обеспечивающую выход пластин 9, при опирании траверсы 4 на секции 1, за пределы траверсы 4 (фиг. 2, 5).

Для фиксации секций 1 относительно балочных элементов 7 можно использовать болтовые соединения 10, болты которых пропущены через соосные горизонтальные отверстия 11 в пластинах 9 секций 1 и балочных элементах 7 лучей 5 траверсы 4, причем отверстия 11 в балочных элементах 7 выполнены с заданным шагом, благодаря чему обеспечивается возможность изменения расстояния между секциями 1 (фиг. 1, 4, 5).

Устройство для зацепления 3 выполнено в виде подвески 12 с шарнирно прикрепленными к ней штангами 13, нижний конец каждой из которых шарнирно прикреплен к кронштейну 8 соответствующей секции 1 (фиг. 1, 4), благодаря чему элементы траверсы 4 работают только на сжатие.

## ВУ 2199 У 2005.09.30

Секции 1 расположены в плане в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого принимается из условия пересечения в плане зон уплотнения 14 грунта 15 каждой из секций 1 (фиг. 1, 7).

Для повышения жесткости траверса усиливается накладками 16 и прокладками 17 (фиг. 1, 3, 4).

Сторона равностороннего треугольника, в вершинах которого расположены в плане секции 1 (фиг. 1, 7), принимается по выражению [4]:

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

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

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

$$b = \left( \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 1 - \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \delta - \frac{\sqrt{3}}{4} \operatorname{tg} \varphi \cdot d_{mp} \right) \cdot (\rho_d - \rho_d^{mp});$$

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

$\delta$  - глубина отпечатка 18 секции 1 трамбовки после уплотнения грунта 15;

$\varphi$  - угол наклона образующей конуса 19 зоны уплотнения 14;

$\rho_d$  - плотность сухого грунта 15 природного сложения;

$\rho_d^{mp}$  - требуемая плотность сухого грунта 15 после уплотнения;

1 - глубина уплотняемой толщи грунта 15.

$\delta$  и  $\varphi$  могут определяться на основании пробного уплотнения трамбовкой грунта 15, при этом  $\delta$ , как правило, принимается не более 1 м, так как в противном случае затрудняется выемка секций 1 из грунта 15.

Расположение секций в плане в вершинах равностороннего треугольника (фиг. 1, 7), сторона  $L$  которого принимается по выражению (1), обеспечивает пересечение зон уплотнения 14 и высокое качество уплотненного грунтового основания [4].

Масса и рабочая площадь нижнего основания 20 каждой из секций 1 трамбовки, высот 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).

Составная трамбовка работает следующим образом.

На основании начальных и требуемых параметров уплотняемого грунта 15 и пробного уплотнения грунта по формуле (1) устанавливается требуемое расстояние  $L$  между секциями 1 трамбовки, при котором будет обеспечиваться максимальная эффективность уплотнения грунта 15. После чего секции 1 перемещаются вдоль лучей 5 траверсы 4 в положение, при котором между ними будет обеспечено требуемое расстояние  $L$ , и фиксируются болтовыми соединениями 10 относительно балочных элементов 7,

Вначале каждого из циклов уплотнения грунта 15 посредством грузоподъемной машины производится подъем на расчетную высоту трамбовки.

# ВУ 2199 U 2005.09.30

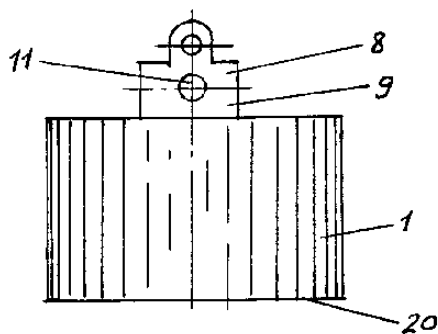
Затем трамбовка сбрасывается посредством растормаживания грузовой лебедки грузоподъемной машины и наносит секциями 1 одновременные удары сразу в трех точках, расположенных в плане в вершинах равностороннего треугольника, при этом в грунте 15 образуются отпечатки 18 секций 1 (фиг. 6) и зоны уплотнения 14.

После чего посредством грузовой лебедки грузоподъемной машины секции 1 вынимают из отпечатков 18 в грунте 15 и повторяется новый цикл уплотнения грунта 15.

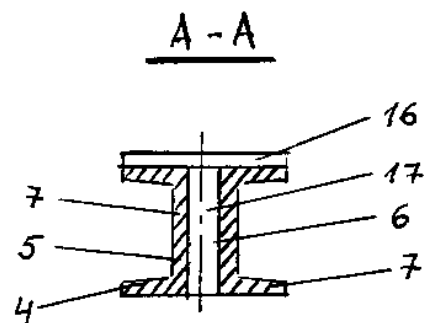
На каждой из стоянок грузоподъемной машины циклы уплотнения (удары) производятся до отказа понижения поверхности и полного сформирования зон уплотнения 14 грунта 15.

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). Схема расположения в плане точек нанесения ударов составной трамбовкой при уплотнении грунтового массива приведена на фиг. 7, при этом уплотнение производится полосами, обозначенными на фиг. 7 римскими цифрами.

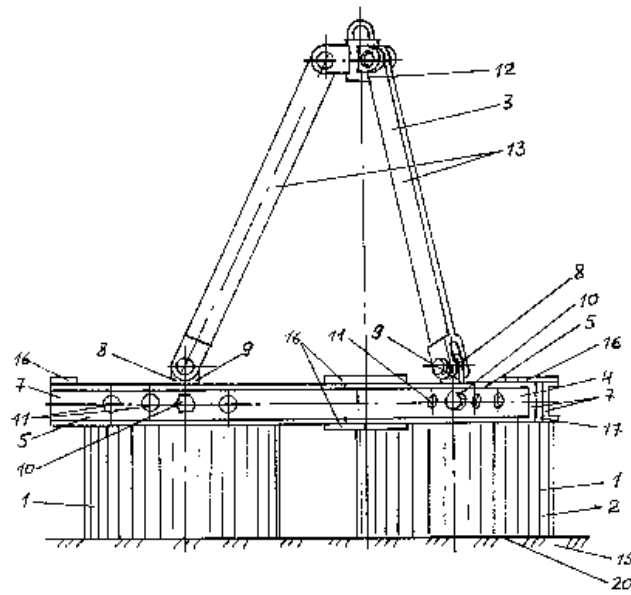
Вследствие одновременного нанесения ударов расположенными в углах равностороннего треугольника тремя секциями 1 сразу в трех точках уплотнения в месте пересечения 21 создаваемых секциями 1 зон уплотнения 14 грунта 15 создаются увеличенные примерно в три раза динамические напряжения, обеспечивающие повышение степени уплотнения грунта 15, и повышается производительность трамбовки за счет сокращения количества ударов. Снабжение трамбовки горизонтальной лучевидной траверсой 4, каждый из лучей 5 которой выполнен в виде спаренных, установленных с зазором 6 балочных элементов 7, и образует в плане с рядом расположенным лучом 5 угол  $120^\circ$ , и оборудование каждой из секций 1 в верхней части кронштейном 8, пропущенным через зазор 6 между балочными элементами 7 соответствующего луча 5 с возможностью перемещения вдоль зазора 6 и фиксации относительно балочных элементов 7, позволяет обеспечить регулирование расстояния между точками уплотнения в зависимости от первоначальных и конечных параметров уплотняемого грунта 15, что расширяет область применения трамбовки. В совокупности, вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта 15.



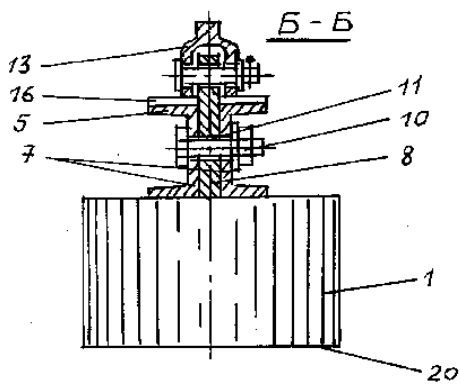
Фиг. 2



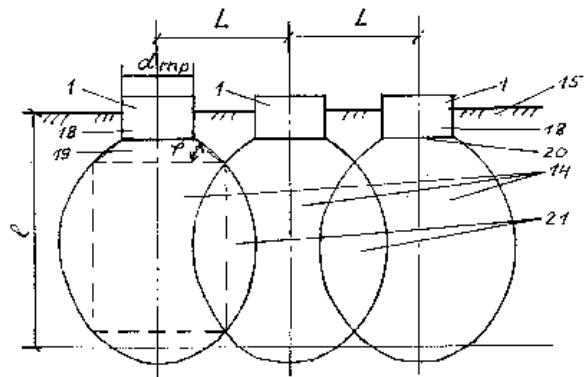
Фиг. 3



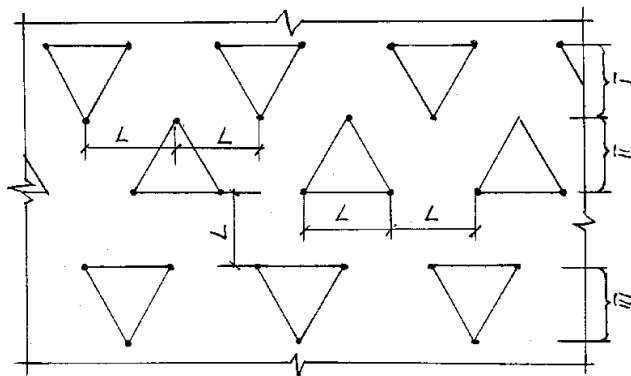
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7