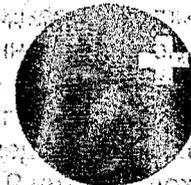




АС'05



АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО — 2005

ARCHITEKTUR UND BAUWESEN — 2005

I Международный научно-практический семинар

I Internationales wissenschaftlich-praktisches Seminar

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА СОСТАВНОЙ ТРАМБОВКОЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ОДНОВРЕМЕННОЕ НАНЕСЕНИЕ УДАРОВ В ТРЕХ ТОЧКАХ

Пойта П.С.^I, Пчелин В.Н.^{II}, Никитенко М.И.^{III}

Одним из высокоэффективных способов подготовки оснований в сложных инженерно-геологических условиях является уплотнение грунтов тяжелыми трамбовками. Однако массив грунта, уплотненный тяжелыми трамбовками, при традиционном размещении точек уплотнения в плане, не будет однородным по плотности. Наиболее высокая плотность грунта имеет место в точках, расположенных по вертикали, проходящей через центр трамбовки. По мере удаления от вертикали в стороны плотность грунта уменьшается и на каком-то расстоянии уплотнение практически отсутствует.

С целью получения более однородного основания по плотности нами было предложено размещение точек уплотнения грунта в вершинах равностороннего треугольника [1]. Разработана методика определения расстояния между точками уплотнения. Все это позволило получить более качественное основание в сравнении с ранее применяемыми методами. Однако и предложенный способ обладает недостатками, основными из которых могут быть названы невысокая производительность трамбования, а также несколько меньшая эффективность уплотнения вследствие создания в межточечных зонах незначительных динамических напряжений под воздействием одиночных, наносимых с разрывом по времени ударов.

Учитывая сказанное, авторами разработан способ уплотнения грунта, при котором нанесение ударов происходит секциями одновременно в трех точках, расположенных в вершинах равностороннего треугольника. Благодаря предлагаемому способу 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.

Для реализации способа используется составная трамбовка, содержащая выполненный из цилиндрических секций 1 корпус 2 и устройство для зацепления 3 (рис.1...2) и снабженная 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°. В качестве балочных элементов 6 наиболее целесообразно использовать швеллеры.

^I Пойта Петр Степанович, доктор технических наук, ректор Брестского государственного технического университета (БГТУ)

^{II} Пчелин Вячеслав Николаевич, доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета (БГТУ)

^{III} Никитенко Михаил Иванович, кандидат технических наук, доцент, Белорусский национальный технический университет

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. 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 (рис. 1.2).

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.

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, благодаря чему элементы траверсы 4 работают только на сжатие.

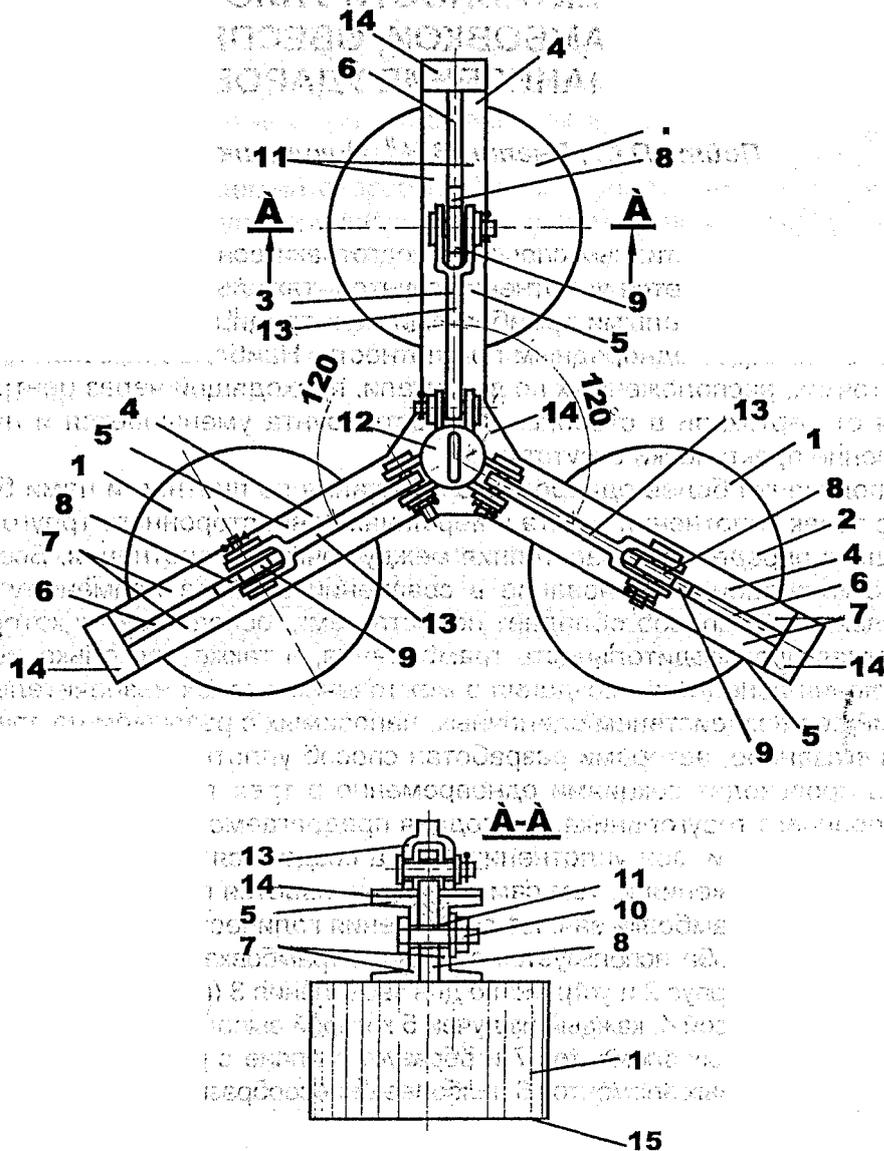


Рисунок 1 – Общий вид составной трамбовки в плане:

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 – накладки; 15 – нижнее основание

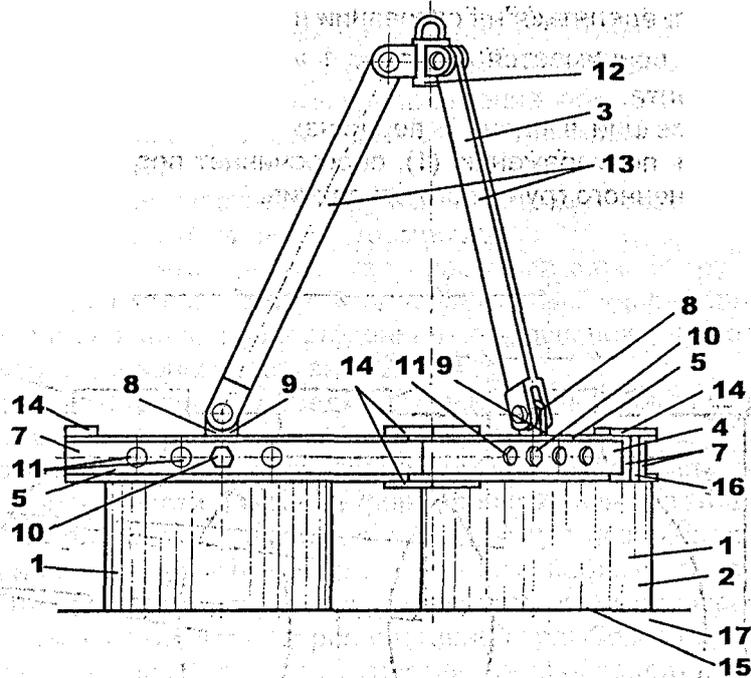


Рисунок 2 – Общий вид составной трамбовки сбоку:

- 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 – накладки; 15 – нижнее основание; 16 – прокладки; 17 – грунт.

Секции 1 расположены в плане в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого принимается из условия пересечения в плане зон уплотнения грунта каждой из секций 1. Для повышения жесткости траверса усиливается накладками 14 и прокладками 16.

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

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

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

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

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

$d_{тр}$ – диаметр секции 1 трамбовки;

δ – глубина отпечатка секции 1 трамбовки после уплотнения грунта;

φ – угол наклона образующей конуса зоны уплотнения;

ρ_d – плотность сухого грунта природного сложения;

$\rho_d^{тр}$ – требуемая плотность сухого грунта после уплотнения;

l – глубина уплотняемой толщи грунта.

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

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

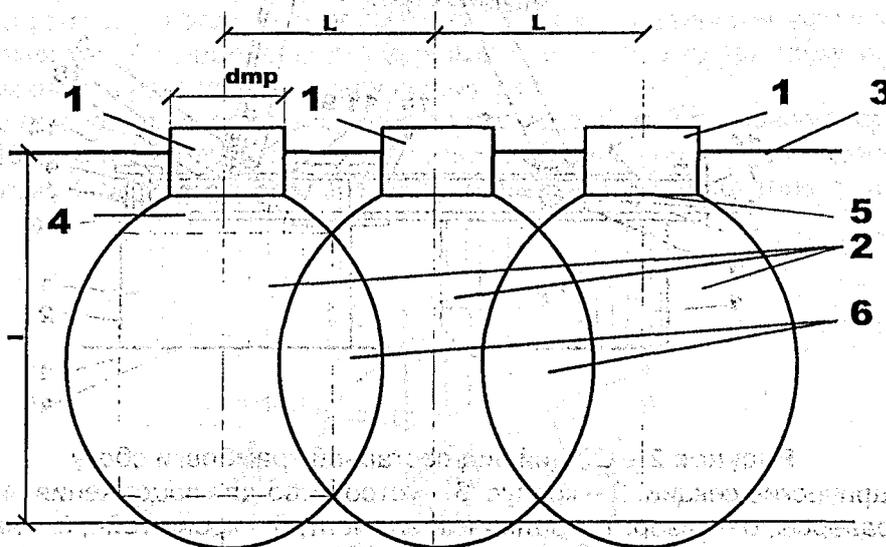


Рисунок 3 – Развертка в разрезе схемы создаваемых секциями зон уплотнения грунта:
 1 – цилиндрические секции; 2 – зона уплотнения; 3 – грунт; 4 – конус зоны уплотнения;
 5 – нижнее основание; 6 – место пересечения зон уплотнения.

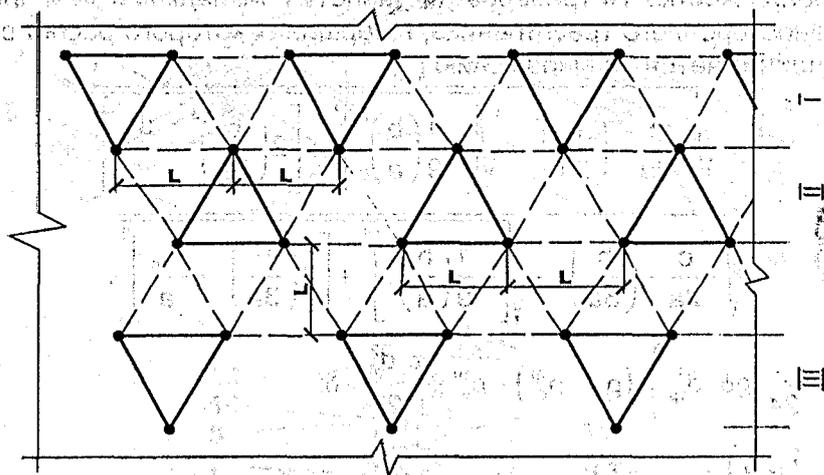


Рисунок 4 – Схема расположения в плане точек нанесения ударов составной трамбовкой при уплотнении грунтового массива

Масса и рабочая площадь нижнего основания 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).

Уплотнение грунта предлагаемой составной трамбовкой производится следующим образом.

На основании начальных и требуемых параметров уплотняемого грунта по формуле (1) устанавливается требуемое расстояние L между секциями 1 трамбовки, 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 (рис.1...2).

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

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 3 образуются отпечатки секций 1 и зоны уплотнения 2 (рис.3).

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

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

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 рис.4, при этом уплотнение производится полосами, обозначенными на рис.4 римскими цифрами.

Благодаря одновременному нанесению ударов расположенными в углах равностороннего треугольника тремя секциями 1 сразу в трех точках уплотнения в 1,5..2 раза повышается производительность трамбовки и в месте пересечения создаваемых секциями зон уплотнения грунта создаются увеличенные примерно в три раза динамические напряжения, обеспечивающие повышение на 30..40% степени уплотнения грунта. Возможность регулирования расстояния между секциями расширяет область применения трамбовки. В совокупности, вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта.

На разработанную конструкцию составной трамбовки подана заявка на выдачу патента РБ на полезную модель, по которой вынесено положительное решение на выдачу патента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пойта П.С. Строительные свойства искусственных оснований. - Брест: издательство БГТУ. – 2004, рис.6.5, 172 с.