

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ГЛУБИННОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА РАБОЧИМ ОРГАНОМ С ЛОПАСТЯМИ

С учетом развития рыночной экономики в республике правительство особый упор делает на разработку ресурсосберегающих конструкций и технологий, к которым в значительной степени относятся устройства и способы уплотнения грунтов основания, отсыпанных насыпей, пазух котлованов и траншей и т.д.

Для уплотнения грунтов отсыпанных насыпей различного назначения, пазух котлованов и траншей наиболее широко применяется поверхностное уплотнение послойной укаткой, при этом толщина уплотняемого слоя обычно не превышает 1 м.

В случае необходимости уплотнения слабых грунтов основания на глубину, значительно превышающую 1 м, в практике строительства используется механическое глубинное уплотнение, которое реализуется посредством виброуплотнителей, спиралевидных снарядов, пневмопробойников, а также устройствами с винтовыми лопастями.

Наиболее эффективным для глубинного уплотнения грунтов основания являются разработанное в УО БрГТУ устройство с винтовой лопастью [1], обеспечивающее увеличение в 2...3 раза размеров в плане зоны уплотняемого грунта по сравнению с применением спиралевидного снаряда.

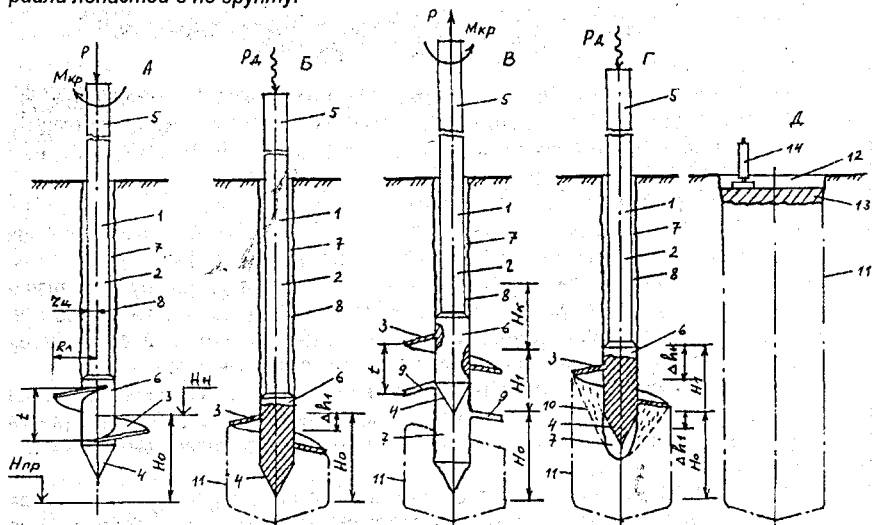
Глубинное уплотнение грунта устройством с винтовой лопастью (рис. 1) производится в следующем порядке. В грунт завинчивается рабочий орган 1 (рис. 1 А), состоящий из цилиндрического корпуса 2 с винтовой лопастью 3 и наконечником 4, при этом происходит первоначальное уплотнение грунта с образованием в нем винтовой полости 9 и скважины 7. Завинчивание рабочего органа 1 выполняется на отметку, превышающую отметку низа планируемой зоны уплотнения грунта на 1...1,5 м (рис.1 Б). Для окончательного (основного) уплотнения грунта производится вывинчивание рабочего органа 1 ступенями (рис. 1 В), вначале каждой из которых выполняется его осаживание посредством динамической (ударной или вибрационной) нагрузки (рис. 1 Г). В процессе осаживания грунт сдвигается по плоскости 10 и, уплотняясь, заполняет винтовую полость 9 и скважину 7, что приводит к образованию уплотненной зоны грунта 11 (рис. 1 Г). Вывинчивание рабочего органа 1 с осаживанием производят до его выхода на дневную поверхность, при этом в грунте образуется выемка 12, которая на заключительном этапе засыпается грунтом 13 с его уплотнением трамбовками 14 (рис. 1 Д).

Степень уплотнения грунта регулируется высотой ступени вывинчивания, величиной и характером динамической нагрузки, объемом винтовой полости и диаметром корпуса 2.

Таким образом, основное уплотнение грунта осуществляется при вывинчивании с периодическим осаживанием рабочего органа с винтовой лопастью. Однако необходимость первоначального завинчивания рабочего органа с винтовой лопастью на расчетную отметку определяет повышенные энергозатраты на преодоление сил трения лопасти о грунт.

Для снижения энергозатрат на преодоление сил трения лопастей о грунт при погружении устройства на расчетную отметку предлагается лопасти выполнить из диаметрально расположенных вертикальных поворотных пластин 4 (рис. 2), насаженных выше их центра тяжести на смещенные по высоте трубчатого корпуса 1 и диаметрально пропущенные через стенки корпуса 1 горизонтальные оси 5, выполненные в пределах полости корпуса 1 в виде колена 6, взаимодействующего со стен-

ками трубчатого корпуса 1 и обеспечивающего поворот осей 5 на угол α , принимаемый из неравенства $90^\circ > \alpha > 90^\circ - \arctg(f)$, где f – коэффициент трения материала лопастей 3 по грунту.



а) завинчивание рабочего органа на расчетную отметку; б) уплотнение грунта на первой ступени; в) вывинчивание рабочего органа на второй ступени; г) уплотнение грунта на второй ступени; д) засыпка с уплотнением грунта в выемку на заключительном этапе; 1 – рабочий орган; 2 – цилиндрический корпус; 3 – винтовая лопасть; 4 – конический наконечник; 5 – верхняя часть корпуса; 6 – нижняя часть корпуса; 7 – скважина; 8 – пазухи; 9 – винтовая полость; 10 – плоскость сдвига; 11 – уплотненная зона грунта; 12 – выемка; 13 – малосжимаемый грунт; 14 – трамбовка
Рисунок 1 – Последовательность операций глубинного уплотнения грунта устройством с винтовой лопастью по патенту РБ №3940 [10]

В крайнем левом положении колена 6 (рис. 2 а,г) лопасти 3 занимают вертикальное положение, а в крайнем правом (рис. 2 б,д) – наклонное положение. Поворот лопастей на угол α обеспечивается путем подбора высоты колена 6.

Для обеспечения вертикального положения лопастей 3 устройство снабжено фиксатором в виде установленного враспор с каждым из колен 6 осей 5 и стенками корпуса 1 штока 7 (рис. 2 а,г,е). Для предотвращения проскальзывания штока 7 вниз он оборудован упором 8.

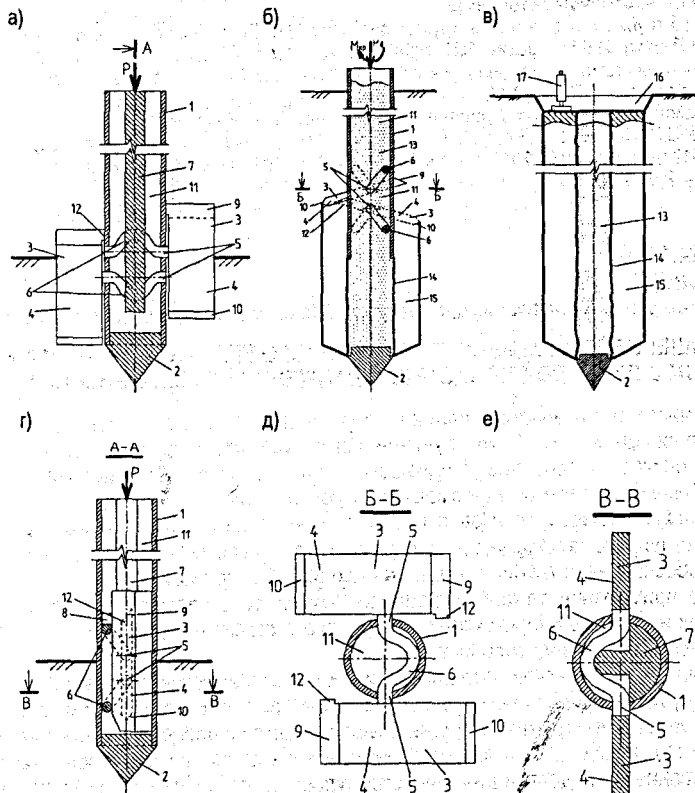
Уплотнение грунта разработанным устройством реализуется следующим образом.

Перед погружением устройства в грунт лопасти 3 устанавливаются в вертикальное положение и фиксируются в нем посредством заведения в полость 11 трубчатого корпуса 1 штока 7 враспор с каждым из колен 6 осей 5 и стенками корпуса 1.

Далее производится погружение устройства в грунт забивкой, вдавливанием или вибропогружением на расчетную отметку, превышающую проектную отметку на высоту уплотняемого слоя грунта (рис.2 а), при этом лопасти 3, благодаря установленному штоку 7, находятся в вертикальном положении, обеспечивая минимальные энергозатраты на погружение, чему способствует также выполнение нижних кромок 10 лопастей 3 заостренными.

Затем извлекают шток 7 и производят поворот трубчатого корпуса 1 по часовой стрелке, при этом пластины 4, за счет насаживания пластин 4 выше их центра тяжести на оси 5 и выполнения верхних кромок 9 пластин скошенными, поворачиваются на угол α до упора колна 6 в стенку трубчатого корпуса 1.

После поворота пластин 4 в наклонное положение производят вывинчивание устройства ступенями с вращением по часовой стрелке (рис. 2 б) с параллельным заполнением малосжимаемым грунтом 13, образующимся при вывинчивании скважины 14 посредством засыпки грунта 13 в полость 11 трубчатого корпуса 1, при этом конический теряемый башмак 2 остается в грунте.



а) устройство в процессе его погружения на расчетную отметку, разрез; б) то же, в момент вывинчивания устройства с уплотнением грунта осаживанием; в) подсыпка с уплотнением малосжимаемого грунта в образовавшуюся в грунте в результате его уплотнения устройством выемку; г) разрез «А-А»; д) разрез «Б-Б»; е) разрез «В-В»; 1 – трубчатый корпус; 2 – конический теряемый башмак; 3 – полость; 4 – вертикальные поворотные пластины; 5 – горизонтальные оси; 6 – колесо; 7 – фиксатор в виде штока; 8 – упор; 9 – верхние кромки; 10 – нижние кромки; 11 – полость корпуса; 12 – выступ; 13 – малосжимаемый грунт; 14 – скважина; 15 – зона уплотняемого грунта; 16 – выемка; 17 – трамбовка

Рисунок 2 – Устройство для глубинного уплотнения грунта с пониженными энергозатратами при завинчивании в грунт по патенту РБ №8542

Вначале каждой из ступеней к оголовку трубчатого корпуса 1 прикладывают направленную вниз осевую нагрузку P_2 (динамическую ударную или вибрационную), обеспечивающую уплотнение грунта.

На заключительном этапе, после полного вывинчивания устройства, в образовавшуюся в грунте в результате его уплотнения выемку 16 подсыпается слоями малосжимаемый грунт 13 с его уплотнением трамбовками 17 (фиг. 2 в).

Благодаря замене винтовой лопасти 3 рабочего органа 1 на поворотные пластины 4, в 1,5-2 раза снижаются энергозатраты на погружение рабочего органа на проектную отметку, так как лопасти 3 при погружении в грунт перемещаются не по винтовой линии.

Список цитированных источников

1. Способ глубинного уплотнения грунта: патент №3940 Респ. Беларусь, МКИ Е 02D 3/00, 3/046, 5/56. / В.Н.Пчелин, И.В.Губаревич, В.Н.Черноиван, А.В.Щербач; Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (БГУ). – Заявл.14.04.98; Опубл. 30.06.01; Бюл.№2 // Афицыйны бюлетень. – 2001. – № 2. – С. 134.

2. Устройство для глубинного уплотнения грунта: пат. 8542 Респ. Бел., МПК7 Е 02 D 3/00, 3/046. / П.С. Пойта, В.Н. Пчелин, В.П. Чернюк, Т.В. Пчелина, Д.В. Друшиц; заявитель Брест. госуд. техн. ун-т. – № u20120178; заявл. 20.02.2012; опубл. 30.08.2012 // Афицыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 212.

УДК 624.138.03

Друшиц Д.В.

Научные руководители: к.т.н., доцент Юськович В.И., доцент Пчелин В.Н.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЛУБИННОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА РАБОЧИМ ОРГАНОМ С ВИНТОВОЙ ЛОПАСТЬЮ, СНАБЖЕННОЙ ОТБОЙНЫМИ ПЛАСТИНАМИ

Очень часто строительство зданий и сооружений приходится осуществлять на строительных площадках со слабыми грунтами оснований значительной толщины.

В этом случае возникает необходимость в уплотнении грунтов основания или используют свайные фундаменты, удорожающие строительство.

При толщине слабых грунтов основания более 1...1,5 м в практике строительства достаточно широко используются сбрасываемые с высоты 5–6 м трамбуемые плиты, которые обеспечивают глубину уплотнения до 5,5...6 м при их массе 10 т (см [1], с. 103).

Однако применение тяжелых трамбовочных средств сопряжено с опасностью для подземных и наземных конструкций, затруднено в стесненных условиях и характеризуется невысокой производительностью.

Исключить динамическое воздействие и обеспечить высокую производительность позволяет глубинное уплотнение грунта рабочими органами с винтовыми лопастями [2], основное уплотнение грунта которыми осуществляется в процессе вывинчивания завинченного в грунт рабочего органа ступенями, в начале каждой из которых выполняется его осаживание посредством динамической (ударной или вибрационной) нагрузки.

Однако при этом размер зоны уплотнения грунта не превышает диаметра винтовой лопасти, чему способствует также прикрепление винтовой лопасти под острым углом в сторону наконечника.

Для увеличения диаметра уплотняемой зоны грунта винтовую лопасть можно прикрепить под острым углом α к образующим корпуса в сторону его оголовка, принимаемым из соотношения $\alpha < 90 - \text{arctg}(f)$, где f – коэффициент трения материала лопасти по грунту [3, 4]. При периодическом осаживании рабочего органа в процессе его вывинчивания происходит скольжение уплотняемого грунта по наклонной поверхности винтовой лопасти (раздвижка лопастью) в радиальном направлении от оси к периферии, т.е.