

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8611

(13) U

(46) 2012.10.30

(51) МПК

E 02D 3/00

(2006.01)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЛУБИННОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

(21) Номер заявки: u 20120242

(22) 2012.03.07

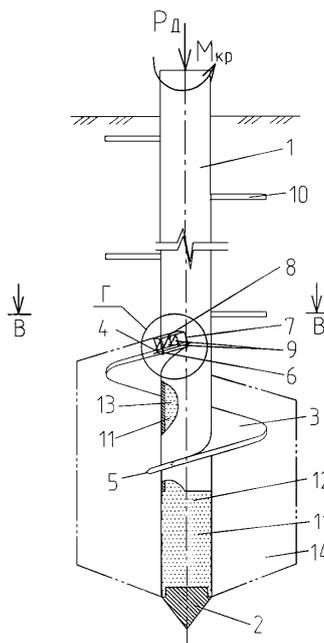
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Брестский государственный тех-  
нический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Пчелин Вячеслав Николаевич;  
Пойта Петр Степанович; Нагурный  
Сергей Григорьевич; Пчелина Татьяна  
Вячеславовна; Друшиц Дмитрий Ва-  
лериьевич (ВУ)

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

(57)

Устройство для глубинного уплотнения грунта, содержащее трубчатый корпус с расположенными в нижней части коническим тераемым башмаком и винтовой лопастью с верхней и заостренной нижней кромками, отличающееся тем, что верхняя кромка винтовой лопасти снабжена шарнирно прикрепленной пластиной и выполнена в плане по отношению к радиальной плоскости, проходящей через основание верхней кромки винтовой лопасти, под острым углом  $\beta$ , принимаемым из соотношения  $\beta > \arctg(f)$ , где  $f$  - коэффициент трения материала пластины по грунту, причем шарнирно прикрепленная к верхней кромке винтовой лопасти пластина выполнена с обращенным вниз односторонним скосом и снабжена плоскими упорами, обеспечивающими поворот пластины при вывинчивании устройства на  $90^\circ$ .



Фиг. 1

ВУ 8611 U 2012.10.30

(56)

1. Патент РФ 95110298, МПК E 02D 5/30, 1997.

2. Патент РБ 7828 U, МПК E 02D 3/00. 3/046, 5/56, 2011.

---

Полезная модель относится к строительству, в частности к устройствам для глубинного уплотнения слабых и насыпных грунтов.

Известно устройство для глубинного уплотнения грунта, содержащее трубчатый корпус с коническим наконечником и с расположенной в нижней части винтовой лопастью с заостренными верхней и нижней кромками [1].

В данном решении уплотнение грунта производится при вывинчивании рабочего органа с одновременным приложением направленного вниз осевого усилия, т.е. уплотнение грунта происходит в результате взаимодействия перемещающейся по винтовой линии вверх наклонной нижней плоскости винтовой лопасти с грунтом, при этом последний осаживается вниз. Для обеспечения уплотнения грунта необходимо, чтобы осевое усилие было приложено постоянно и вывинчивание рабочего органа за один оборот было меньше шага винтовой лопасти.

Недостаток устройства заключается в обеспечении зоны уплотнения грунта незначительных размеров, так как диаметр последней незначительно превышает диаметр лопасти. Кроме того, для уплотнения грунта требуются большие энергозатраты, вследствие наличия значительных сил трения между лопастью и уплотняемым грунтом (т.к. грунт взаимодействует с наклонной поверхностью лопасти при перемещении последней по винтовой линии), и необходимость восприятия базовой машиной реактивного отпора при создании осевого вдавливающего усилия.

Известно также устройство для глубинного уплотнения грунта, содержащее трубчатый корпус с расположенными в нижней части коническим тераемым башмаком и винтовой лопастью с верхней и заостренной нижней кромками, причем винтовая лопасть прикреплена под острым углом  $\alpha$  к образующим корпуса в сторону его оголовка, принимаемым из соотношения  $\alpha < 90 - \arctg(f_1)$ , где  $f_1$  - коэффициент трения материала лопасти по грунту [2].

Основное уплотнение грунта данным устройством производится при его вывинчивании ступенями, вначале каждой из которых осаживают рабочий орган посредством приложения осевой ударной или вибрационной нагрузки, при этом грунт, взаимодействуя с прикрепленной под острым углом  $\alpha$  к образующим корпуса в сторону его оголовка лопастью, перемещается в радиальном направлении за пределы лопасти, что позволяет увеличить зону уплотняемого грунта.

Кроме того, известное устройство позволяет несколько снизить энергозатраты на уплотнение грунта, так как лопасть при уплотнении грунта осаживается, а не вращается, и отпадает необходимость в создании пригружающего усилия на устройство при уплотнении грунта в процессе вывинчивания устройства.

Однако по-прежнему известное устройство характеризуется значительными энергозатратами на преодоление сил трения лопасти о грунт при уплотнении грунта в процессе осаживания лопасти, так как грунт, перемещаясь в радиальном направлении, взаимодействует со всей нижней поверхностью лопасти, и требует приложения к корпусу при осаживании устройства значительных усилий, которые определяют необходимость увеличения поперечного сечения винтовой лопасти.

Задача, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, состоит в том, чтобы снизить энергозатраты на преодоление сил трения винтовой лопасти о грунт, перемещаемый в радиальном направлении в процессе осаживания устройства, и материалоемкость винтовой лопасти.

Поставленная задача достигается тем, что в известном устройстве для глубинного уплотнения грунта, содержащем трубчатый корпус с расположенными в нижней части

## BY 8611 U 2012.10.30

коническим теряемым башмаком и винтовой лопастью с верхней и заостренной нижней кромками, верхняя кромка лопасти снабжена шарнирно прикрепленной пластиной и выполнена в плане по отношению к радиальной плоскости, проходящей через основание верхней кромки винтовой лопасти, под острым углом  $\beta$ , принимаемым из соотношения  $\beta > \arctg(f)$ , где  $f$  - коэффициент трения материала пластины по грунту, причем шарнирно прикрепленная к верхней кромке винтовой лопасти пластина выполнена с обращенным вниз односторонним скосом и снабжена плоскими упорами, обеспечивающими поворот пластины при вывинчивании устройства на  $90^\circ$ .

Снабжение верхней кромки лопасти шарнирно прикрепленной пластиной, выполнение указанной кромки в плане по отношению к радиальной плоскости, проходящей через основание верхней кромки винтовой лопасти, под острым углом  $\beta$ , принимаемым из соотношения  $\beta > \arctg(f)$ , где  $f$  - коэффициент трения материала пластины по грунту, и оборудование шарнирно прикрепленной к верхней кромке пластины плоскими упорами, обеспечивающими поворот пластины при вывинчивании устройства на  $90^\circ$ , позволяют обеспечить уплотнение грунта с радиальным его перемещением за пределы лопасти при вывинчивании устройства и тем самым снизить энергозатраты на уплотнение грунта вследствие снижения сил трения при радиальном перемещении грунта за пределы лопасти, так как при этом с грунтом взаимодействует шарнирно прикрепленная к верхней кромке пластина, площадь которой значительно меньше площади винтовой лопасти. Кроме того, при осаживании устройства требуются значительно меньшие прикладываемые усилия, что позволяет уменьшить поперечное сечение винтовой лопасти, т.е. ее материалоемкость. Выполнение шарнирно прикрепленной к верхней кромке винтовой лопасти пластины с обращенным вниз односторонним скосом необходимо для облегчения поворота пластины на  $90^\circ$  при вывинчивании устройства, т.е. обеспечения его работоспособности.

Полезная модель поясняется фигурами, где на фиг. 1 изображено устройство в процессе его погружения на расчетную отметку, разрез; на фиг. 2 - то же в момент вывинчивания устройства ступенями с уплотнением грунта осаживанием; на фиг. 3 - подсыпка с уплотнением малосжимаемого грунта в образовавшуюся в грунте в результате его уплотнения устройством выемку; на фиг. 4 - разрез "А-А" на фиг. 1; на фиг. 5 - разрез "В-В" на фиг. 2; на фиг. 6 - узел "Б" на фиг. 1; на фиг. 7 - узел "Г" на фиг. 2. Обозначения: 1 - трубчатый корпус; 2 - конический теряемый башмак; 3 - винтовая лопасть; 4 - верхняя кромка винтовой лопасти; 5 - нижняя кромка винтовой лопасти; 6 - шарнир; 7 - пластина; 8 - односторонний скос; 9 - плоские упоры; 10 - винтовая полость; 11 - малосжимаемый грунт; 12 - скважина; 13 - полость корпуса; 14 - зона уплотняемого грунта; 15 - выемка; 16 - трамбовка.

Устройство для глубинного уплотнения грунта содержит трубчатый корпус 1 с расположенными в нижней части коническим теряемым башмаком 2 и винтовой лопастью 3 с верхней 4 и заостренной нижней 5 кромками (фиг. 1, 2, 4-7).

Угол подъема витков винтовой лопасти 3 должен быть не более  $\arctg(f_1)$  для того, чтобы при осаживании устройства динамической нагрузкой не возникал, в результате взаимодействия грунта с лопастью 3, вращающий момент, завинчивающий устройство.

Верхняя кромка 4 винтовой лопасти 3 снабжена прикрепленной посредством шарнира 6 пластиной 7 и выполнена в плане по отношению к радиальной плоскости, проходящей через основание верхней кромки 4 винтовой лопасти 3, под острым углом  $\beta$ , принимаемым из соотношения  $\beta > \arctg(f)$ , где  $f$  - коэффициент трения материала пластины 7 по грунту. Благодаря назначению угла  $\beta$  по указанному выражению обеспечивается перемещение взаимодействующего с пластиной 7 грунта при вывинчивании устройства в радиальном направлении с уплотнением окружающего грунтового массива (фиг. 2, 5, 7).

Шарнирно прикрепленная к верхней кромке 4 винтовой лопасти 3 пластина 7 выполнена с обращенным вниз односторонним скосом 8 и снабжена плоскими упорами 9, обеспечивающими поворот пластины 7 при вывинчивании устройства на  $90^\circ$  (фиг. 1, 2, 4-7). Для уменьшения сопротивления завинчиванию устройства на расчетную отметку целесо-

## ВУ 8611 U 2012.10.30

образно каждый из плоских упоров 9 располагать по касательной в точке пересечения его оси с осью шарнира 6 (фиг. 4), т.е. перпендикулярно радиальной прямой, проходящей через указанную точку.

Уплотнение грунта предлагаемым устройством реализуется следующим образом.

Вначале устройство завинчивают в грунт на расчетную отметку (ниже проектной на высоту винтовой лопасти 3) посредством приложения к оголовку трубчатого корпуса 1 осевого вдавливающего усилия  $P$  и крутящего момента  $M_{кр}$  с вращением по часовой стрелке (фиг. 1, 4, 6), при этом грунт из-под конического теряемого башмака 2, уплотняясь, отжимается в стороны от трубчатого корпуса 1. Уплотнение грунта при завинчивании устройства производится также винтовой лопастью 3, после прохождения которой в грунтовом массиве остается винтовая полость 10. При завинчивании устройства пластина 7 находится в положении, обеспечивающем минимальное сопротивление завинчиванию.

После погружения на расчетную отметку производят вывинчивание устройства ступенями крутящим моментом  $M_{кр}$  с вращением против часовой стрелки (фиг. 2, 5, 7) с параллельным заполнением малосжимаемым грунтом 11 образующейся при вывинчивании скважины 12 посредством засыпки малосжимаемого грунта 11 в полость 13 корпуса 1, при этом конический теряемый башмак 2 остается в грунте.

При вывинчивании устройства пластина 7 за счет взаимодействия с грунтом одностороннего скоса 8 поворачивается относительно шарнира 6 на  $90^\circ$  до упора плоских упоров 9 в винтовую лопасть 3. При дальнейшем вывинчивании взаимодействующий с пластиной 7 грунт, благодаря выполнению верхней кромки 4 винтовой лопасти 3 в плане по отношению к радиальной плоскости, проходящей через основание верхней кромки винтовой лопасти, под острым углом  $\beta$ , перемещается с уплотнением в радиальном направлении за пределы винтовой лопасти 3, при этом существенно увеличивается диаметр уплотняемой зоны 14 грунта.

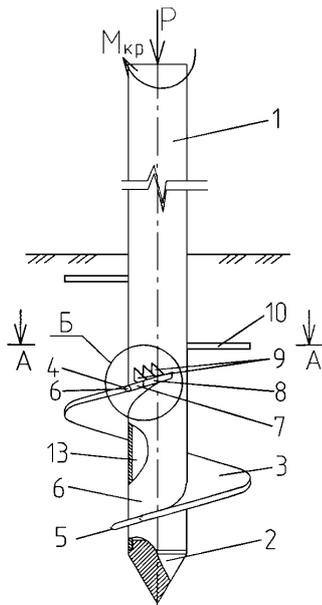
Диаметр образуемой зоны уплотнения грунта 14 регулируется шириной и длиной шарнирно прикрепленной к верхней кромке 4 винтовой лопасти 3 пластины 6 и углом  $\beta$ .

Вначале каждой из ступеней к оголовку корпуса 1 прикладывают направленную вниз осевую нагрузку  $P_d$  (динамическую ударную или вибрационную), обеспечивающую ликвидацию образующейся в грунте после вывинчивания винтовой лопасти 3 устройства винтовой полости 10 и дополнительное уплотнение грунта (фиг. 2, 5, 7).

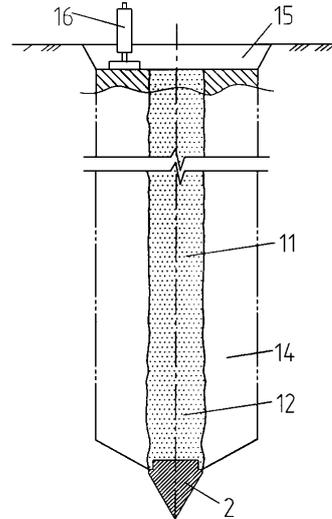
Высота каждой из ступеней вывинчивания принимается в зависимости от вида уплотняемого грунта, плотности его скелета и характера динамической нагрузки  $P_d$ .

На заключительном этапе, после полного вывинчивания устройства, в образовавшуюся в грунте в результате его уплотнения выемку 15 подсыпается слоями малосжимаемый грунт 11 с его уплотнением трамбовками 16 (фиг. 3).

Снабжение верхней кромки 4 винтовой лопасти 3 шарнирно прикрепленной пластиной 7, выполнение указанной кромки в плане по отношению к радиальной плоскости, проходящей через основание верхней кромки 4 винтовой лопасти 3, под острым углом  $\beta$ , принимаемым из соотношения  $\beta > \arctg(f)$ , где  $f$  - коэффициент трения материала пластины 7 по грунту, и оборудование шарнирно прикрепленной к верхней кромке 4 пластины 7 плоскими упорами 9, обеспечивающими поворот пластины 7 при вывинчивании устройства на  $90^\circ$ , позволяют обеспечить уплотнение грунта с радиальным его перемещением за пределы винтовой лопасти 3 при вывинчивании устройства и тем самым снизить энергозатраты на уплотнение грунта вследствие снижения сил трения при радиальном перемещении грунта за пределы лопасти, так как при этом с грунтом взаимодействует шарнирно прикрепленная к верхней кромке 4 пластина 7, площадь которой значительно меньше площади винтовой лопасти 3. Кроме того, при осаживании устройства требуются значительно меньшие прикладываемые усилия, что позволяет уменьшить поперечное сечение винтовой лопасти 3, т.е. ее материалоемкость. Выполнение шарнирно прикрепленной к верхней кромке 4 винтовой лопасти 3 пластины 7 с обращенным вниз односторонним скосом 8 необходимо для облегчения поворота пластины 6 на  $90^\circ$  при вывинчивании устройства, т.е. обеспечения его работоспособности.

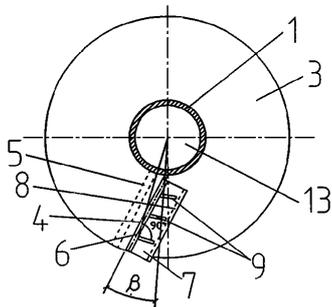


**Фиг. 2**



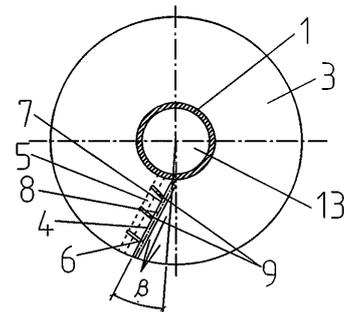
**Фиг. 3**

А-А

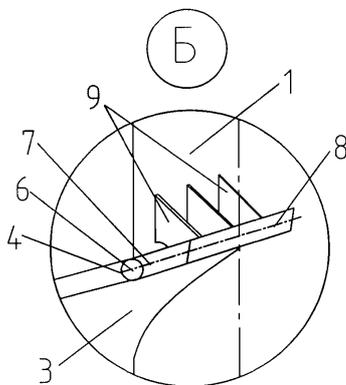


**Фиг. 4**

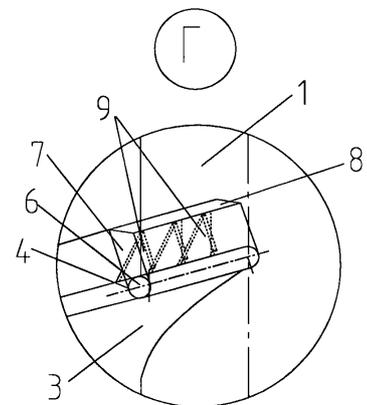
Б-Б



**Фиг. 5**



**Фиг. 6**



**Фиг. 7**