

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9554

(13) U

(46) 2013.10.30

(51) МПК

E 02D 3/00

(2006.01)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЛУБИННОГО УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТА

(21) Номер заявки: u 20130248

(22) 2013.03.22

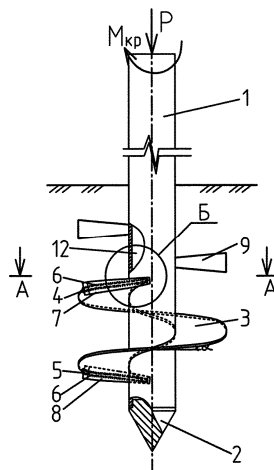
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Брестский государственный тех-  
нический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Пойта Петр Степанович; Пчелин Вячеслав Николаевич; Юськович Виталий Иванович; Дедок Владимир Николаевич; Друшиц Дмитрий Валерьевич; Нагурная Мария Евгеньевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Брестский государственный технический университет" (ВУ)

(57)

Устройство для глубинного уплотнения грунта, содержащее трубчатый корпус с расположенными в нижней части коническим теряемым башмаком и винтовой лопастью с прикрепленной к хвостовой кромке основной отбойной пластиной, отличающееся тем, что заходная кромка винтовой лопасти снабжена дополнительной отбойной пластиной, а основная и дополнительная отбойные пластины жестко прикреплены к хвостовой и заходной кромкам винтовой лопасти соответственно под углом  $90^\circ$  к ее плоскости и выполнены с увеличивающейся в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти шириной, причем заходная и хвостовая кромки винтовой лопасти выполнены в плане по параболе, а угол, образованный между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости, не превышает угла трения материала основной и дополнительной отбойных пластин о грунт и увеличивается в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти.



Фиг. 1

ВУ 9554 U 2013.10.30

(56)

1. BY 7828 U, МПК E 02D 3/00, 3/046, 5/56, 2011.
2. BY 8611 U, МПК E 02D 3/00, 2012.

---

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 расположенными в нижней части коническим теряемым башмаком и винтовой лопастью с заходной и хвостовой заостренными кромками, причем винтовая лопасть прикреплена под острым углом  $\alpha$  к образующим корпуса в сторону его оголовка, принимаемым из соотношения  $\alpha < 90 - \arctg(f)$ , где  $f$  - коэффициент трения материала винтовой лопасти по грунту [1].

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.

Известное устройство характеризуется значительными энергозатратами на преодоление сил трения лопасти о грунт при уплотнении грунта в процессе осаживания винтовой лопасти, так как грунт, перемещаясь в радиальном направлении, взаимодействует со всей нижней поверхностью лопасти, и требует приложения к корпусу при осаживании устройства значительных усилий.

Известно также устройство для глубинного уплотнения грунта, содержащее трубчатый корпус с расположенными в нижней части коническим теряемым башмаком и винтовой лопастью с прикрепленной к хвостовой кромке винтовой лопасти основной отбойной пластиной постоянной ширины, размещенной в плане по отношению к секущей основную отбойную пластину радиальной плоскости под углом, превышающим угол трения материала основной отбойной пластины о грунт, которая прикреплена к хвостовой кромке винтовой лопасти шарнирно с возможностью поворота при вывинчивании рабочего органа на  $90^\circ$  [2].

Снабжение хвостовой кромки винтовой лопасти шарнирно прикрепленной с возможностью поворота на  $90^\circ$  основной отбойной пластиной, размещенной в плане по отношению к секущей основную отбойную пластину радиальной плоскости под углом, превышающим угол трения материала основной отбойной пластины о грунт, позволяет 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 винтовой лопасти, так как при этом с грунтом взаимодействует шарнирно прикрепленная к хвостовой кромке основная отбойная пластина, площадь которой значительно меньше площади винтовой лопасти.

Однако уплотнение грунта посредством его радиального перемещения при взаимодействии основной отбойной пластины винтовой лопасти с грунтом осуществляется только при вывинчивании рабочего органа. Размещение основной отбойной пластины в плане по отношению к секущей основную отбойную пластину радиальной плоскости под постоянным углом, превышающим угол трения материала основной отбойной пластины о грунт, определяет значительное сопротивление радиальному перемещению грунта и тем самым повышенные энергозатраты на уплотнение грунта. При завинчивании рабочего органа в грунт последний частично уплотняется за счет его раздвижки коническим теряемым баш-

## BY 9554 U 2013.10.30

маком с образованием более уплотненной зоны вокруг трубчатого корпуса, поэтому перемещение грунта при вывинчивании рабочего органа из указанной зоны в радиальном направлении в значительном объеме при постоянной ширине основной отбойной пластины приводит к дополнительным, лишним энергозатратам на уплотнение грунта. Все вышесказанное определяет снижение эффективности уплотнения грунта.

Кроме того, наличие шарнирного соединения основной отбойной пластины с хвостовой кромкой винтовой лопасти усложняет конструкцию устройства, снижая его надежность.

Задача, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, состоит в том, чтобы повысить эффективность уплотнения грунта и упростить конструкцию устройства.

Поставленная задача достигается тем, что в известном устройстве для глубинного уплотнения грунта, содержащем трубчатый корпус с расположенными в нижней части коническим теряемым башмаком и винтовой лопастью с прикрепленной к хвостовой кромке основной отбойной пластиной, заходная кромка винтовой лопасти снабжена дополнительной отбойной пластиной, а основная и дополнительная отбойные пластины жестко прикреплены к хвостовой и заходной кромкам винтовой лопасти соответственно под углом  $90^\circ$  к ее плоскости и выполнены с увеличивающейся в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти шириной, причем заходная и хвостовая кромки винтовой лопасти выполнены в плане по параболе, а угол, образованный между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости, не превышает угла трения материала основной и дополнительной отбойных пластин о грунт и увеличивается в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти.

Снабжение заходной кромки винтовой лопасти дополнительной отбойной пластиной позволяет обеспечивать уплотнение грунта как при завинчивании рабочего органа, так и при его вывинчивании. Выполнение заходной и хвостовой кромок винтовой лопасти в плане по параболе, у которой угол, образованный между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости, не превышает угла трения материала основной и дополнительной отбойных пластин о грунт и увеличивается в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти, позволяет снизить общее сопротивление перемещению грунта вдоль отбойных пластин, так как сопротивление перемещению грунта на каждом из участков отбойных пластин по мере удаления в радиальном направлении от корпуса уменьшается за счет увеличения угла, образованного между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости. Изготовление основной и дополнительной отбойных пластин с увеличивающейся в направлении от трубчатого корпуса к боковой кромке винтовой лопасти шириной позволяет уменьшить дополнительные энергозатраты на радиальное перемещение грунта из ранее уплотненной трубчатым корпусом зоны. Все вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта.

Жесткое прикрепление основной и дополнительной отбойных пластин к хвостовой и заходной кромкам винтовой лопасти соответственно под углом  $90^\circ$  к ее плоскости определяет повышение надежности устройства за счет исключения из конструкции шарнирных соединений.

Прикрепление основной и дополнительной отбойных пластин под углом  $90^\circ$  к плоскости винтовой лопасти обеспечивает радиальное перемещение грунта при вращении винтовой лопасти, что необходимо для обеспечения работоспособности устройства.

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 - узел "Б" на фиг. 1; на фиг. 6 - разрез "В-В" на фиг. 4. Обозначения: 1 - трубчатый корпус; 2 - кониче-

# BY 9554 U 2013.10.30

ский теряемый башмак; 3 - винтовая лопасть; 4 - хвостовая кромка винтовой лопасти; 5 - заходная кромка винтовой лопасти; 6 - электросварной шов; 7 - основная отбойная пластина; 8 - дополнительная отбойная пластина; 9 - винтовая полость; 10 - малосжимаемый грунт; 11 - скважина; 12 - полость корпуса; 13 - зона уплотняемого грунта; 14 - выемка; 15 - трамбовка.

Устройство для глубинного уплотнения грунта содержит трубчатый корпус 1 с расположенными в нижней части коническим теряемым башмаком 2 и винтовой лопастью 3 с хвостовой 4 и заходной 5 кромками (фиг. 1, 2, 4...6).

Угол  $\alpha$  подъема витков винтовой лопасти 3 должен быть не более угла трения материала винтовой лопасти 3 о грунт для того, чтобы при осаживании устройства динамической нагрузкой не возникал, в результате взаимодействия грунта с винтовой лопастью 3, вращающий момент, завинчивающий устройство.

Хвостовая 4 и заходная 5 кромки винтовой лопасти 3 снабжены жестко прикрепленными к ним посредством электросварного шва 6 под углом  $90^\circ$  к винтовой лопасти 3 основной 7 и дополнительной 8 отбойными пластинами соответственно.

Хвостовая 4 и заходная 5 кромки винтовой лопасти 3 выполнены в плане по параболе, а угол  $\beta$ , образованный между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости, не превышает угла трения материала основной 7 и дополнительной 8 отбойных пластин о грунт и увеличивается в направлении от трубчатого корпуса 1 к боковой кромке винтовой лопасти 3 (фиг. 4).

Основная 7 и дополнительная 8 отбойные пластины выполнены с увеличивающейся в направлении от трубчатого корпуса 1 к боковой кромке винтовой лопасти 3 шириной (фиг. 1, 2, 5).

Возможно прикрепление отбойных пластин 7, 8 с примыканием к боковой кромке винтовой лопасти 3 только на части хвостовой 4 и заходной 5 кромок, т.е. с разрывом относительно трубчатого корпуса, определяемым границей уплотненной трубчатым корпусом зоны грунта (на фигурах не показано).

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), при этом происходит первоначальное уплотнение грунта посредством его раздвижки коническим теряемым башмаком 2 и радиального перемещения грунта, взаимодействующего с дополнительной отбойной пластиной 8. После завинчивания устройства в грунтовом массиве остается винтовая полость 9 (фиг. 1).

После погружения на расчетную отметку производят окончательное уплотнение грунта посредством вывинчивания устройства ступенями крутящим моментом  $M_{кр}$  с вращением против часовой стрелки (фиг. 2, 5, 7) с параллельным заполнением малосжимаемым грунтом 10 образующейся при вывинчивании скважины 11 посредством засыпки малосжимаемого грунта 10 в полость 12 корпуса 1, при этом конический теряемый башмак 2 остается в грунте (фиг. 2).

Окончательное уплотнение осуществляется посредством повторного радиального перемещением грунта, взаимодействующего с основной отбойной пластиной 7, и приложения вначале каждой из ступеней к оголовку корпуса 1 направленной вниз осевой нагрузки  $P_d$  (динамической ударной или вибрационной), обеспечивающей ликвидацию образующейся в грунте винтовой полости 9 и дополнительное уплотнение грунта (фиг. 2).

При этом радиальное перемещение взаимодействующего с дополнительной 8 и основной 7 отбойными пластинами грунта в процессе завинчивания и вывинчивания устройства приводит к существенному увеличению диаметра уплотняемой зоны 13 грунта и обеспечивается прикреплением к хвостовой 4 и заходной 5 кромкам винтовой лопасти 3 основной 7 и дополнительной 8 отбойных пластин под углом  $90^\circ$  и выполнением заходной 5 и

## ВУ 9554 U 2013.10.30

хвостовой 6 кромки винтовой лопасти 3 в плане по параболе, касательная в любой точке которой расположена под углом  $\beta$  к секущей в точке касания радиальной плоскости, превышающим угол трения материала основной 7 и вспомогательной 8 отбойных пластин о грунт. Радиальному перемещению грунта вдоль основной 7 и дополнительной 8 отбойных пластин способствует также увеличение в направлении от трубчатого корпуса 1 к боковой кромке винтовой лопасти 3 угла  $\beta$  между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости.

Диаметр образуемой зоны уплотнения грунта 13 регулируется максимальной и минимальной шириной основной 7 и дополнительной 8 отбойных пластин и углом  $\beta$  между касательной к параболе и секущей в точке касания параболы радиальной плоскости, т.е. параметрами параболы.

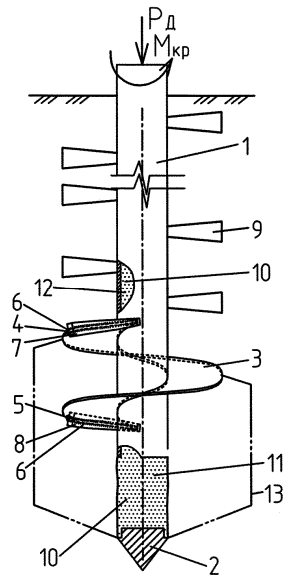
Высота каждой из ступеней вывинчивания принимается в зависимости от вида уплотняемого грунта, плотности его скелета и характера динамической нагрузки  $P_d$ .

На заключительном этапе, после полного вывинчивания устройства, в образовавшуюся в грунте в результате его уплотнения выемку 14 подсыпается слоями малосжимаемый грунт 10 с его уплотнением трамбовками 15 (фиг. 3).

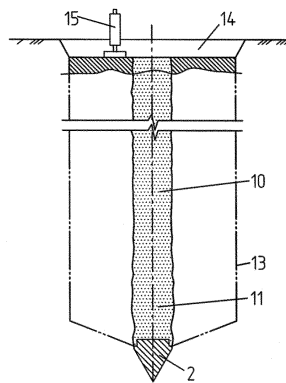
Снабжение заходной кромки 5 винтовой лопасти 3 дополнительной отбойной пластиной 8 позволяет обеспечивать уплотнение грунта как при завинчивании рабочего органа, так и при его вывинчивании. Выполнение заходной 5 и хвостовой 4 кромок винтовой лопасти 3 в плане по параболе, у которой угол  $\beta$ , образованный между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости, не превышает угла трения материала основной 7 и дополнительной 8 отбойных пластин о грунт и увеличивается в направлении от трубчатого корпуса 1 к боковой кромке винтовой лопасти 3, позволяет снизить общее сопротивление перемещению грунта вдоль отбойных пластин 7, 8, так как сопротивление перемещению грунта на каждом из участков отбойных пластин 7, 8 по мере удаления в радиальном направлении от корпуса 1 уменьшается за счет увеличения угла  $\beta$ , образованного между касательной к параболе и секущей в точке касания радиальной плоскости. Изготовление основной 7 и дополнительной 8 отбойных пластин с увеличивающейся в направлении от трубчатого корпуса 1 к боковой кромке винтовой лопасти 3 шириной позволяет уменьшить дополнительные энергозатраты на радиальное перемещение грунта из ранее уплотненной трубчатым корпусом 1 зоны. Все вышесказанное определяет повышение эффективности уплотнения грунта.

Жесткое прикрепление основной 7 и дополнительной 8 отбойных пластин к хвостовой и 4 заходной 5 кромкам винтовой лопасти 3 соответственно под углом  $90^\circ$  к ее плоскости определяет повышение надежности устройства за счет исключения из конструкции шарнирных соединений.

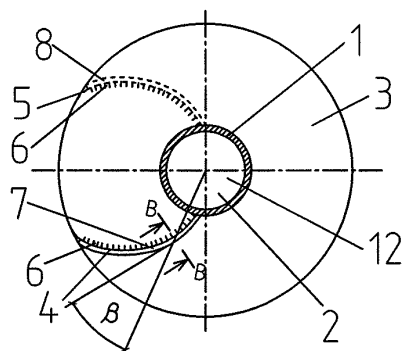
Прикрепление основной 7 и дополнительной 8 отбойных пластин под углом  $90^\circ$  к плоскости винтовой лопасти 3 обеспечивает радиальное перемещение грунта при вращении винтовой лопасти 4, что необходимо для обеспечения работоспособности устройства.



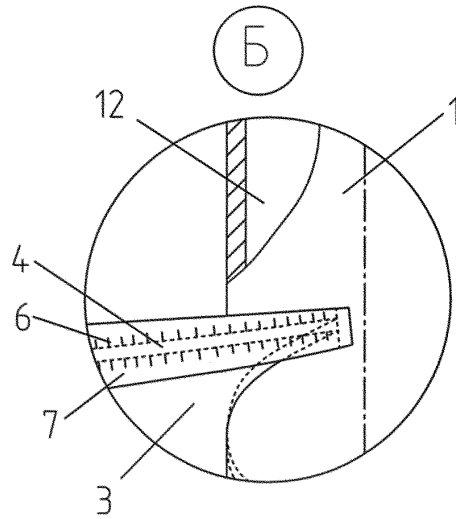
Фиг. 2



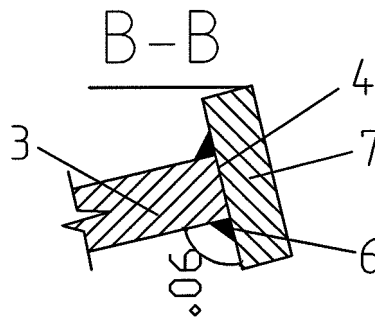
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6