

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

(19) **ВУ** (11) **6870**

(13) **С1**

(51)⁷ **Е 02D 7/02**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54)

СПОСОБ ПОГРУЖЕНИЯ СВАИ

(21) Номер заявки: а 20011054

(22) 2001.12.10

(46) 2005.03.30

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

(72) Авторы: Пчелин Вячеслав Николаевич;
Шляга Николай Петрович (ВУ)

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

(57)

1. Способ погружения сваи, при котором устанавливают на грунт кондуктор с опорной плитой и гнездом, заводят сваю в наголовник дизель-молота и гнездо кондуктора, а затем забивают сваю дизель-молотом в грунт на проектную отметку, **отличающийся** тем, что перед погружением сваи устанавливают отказную глубину ее забивки, в пределах которой отказ сваи превышает максимально допустимый отказ, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота, и перед или после установки кондуктора уплотняют грунт на отказную глубину забивки.

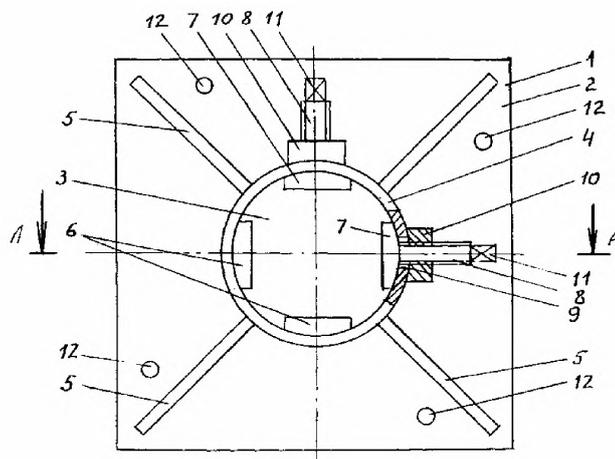
2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что отказную глубину забивки сваи устанавливают забивкой пробных свай.

3. Способ по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что грунт уплотняют до обеспечения в пределах отказной глубины несущей способности сваи F , определяемой из соотношения:

$$F \geq \sqrt{\eta^2 \cdot A^2 / 4 + \frac{\eta \cdot A \cdot E_d (m_1 + \varepsilon^2 \cdot m_2)}{S_{\max} (m_1 + m_2)}} - \eta \cdot A / 2,$$

где η - коэффициент, принимаемый в зависимости от материала сваи;

A - площадь, ограниченная наружным контуром поперечного сечения ствола сваи;



Фиг. 1

ВУ 6870 С1

E_d - расчетная энергия одного удара дизель-молота;

m_1 - масса молота;

ε - коэффициент восстановления удара;

m_2 - масса сваи с наголовником и подбабком;

S_{\max} - максимально допустимый отказ, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота.

4. Способ по любому из пп. 1-3, **отличающийся** тем, что после установки кондуктора грунт уплотняют ударами дизель-молота по патрубку, который заводят в гнездо кондуктора с возможностью опирания на кондуктор и контакта с грунтом основания.

(56)

Лубнин В.В. и др. Машины и оборудование для погружения свай. - М.: Высшая школа, 1989. - С. 134-139.

SU 1257156 A1, 1986.

SU 945346, 1982.

RU 2041334 C1, 1995.

RU 989020, 1983.

RU 2049858 C1, 1995.

RU 2176008 C1, 2001.

Изобретение относится к строительству и может быть использовано для погружения свай и свай-колонн в грунт дизель-молотами.

Известен способ погружения свай, включающий заведение сваи в наголовник и последующую забивку сваи дизель-молотом в грунт на проектную отметку [1].

Известный способ обладает целым рядом недостатков, определяющих низкую эффективность погружения свай:

при погружении сваи в слабые грунты в начальный момент забивки отказ сваи может превышать максимально допустимый отказ, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота, что приводит к остановке (отказам) дизель молота и тем самым к снижению его производительности;

наличие больших начальных отказов сваи может привести к значительным отклонениям сваи от проектного положения, обуславливая низкую точность работ;

при погружении сваи верхние слои грунта уплотняются в незначительной степени, а в ряде случаев даже разуплотняются, что определяет невысокую несущую способность сваи на восприятие горизонтальных нагрузок и необходимость уплотнения грунта после погружения сваи в случае низких ростверков и устройства по грунту основания полов.

Известен также способ погружения свай, при котором устанавливают на грунт кондуктор с опорной плитой и гнездом, заводят сваю в наголовник дизель-молота и гнездо кондуктора, а затем забивают сваю дизель-молотом в грунт на проектную отметку [2].

В данном решении применение кондуктора позволяет обеспечить более высокую точность погружения сваи в грунт.

Однако при погружении сваи в слабые грунты в начальный момент забивки отказ сваи может превышать максимально допустимый отказ, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота.

Кроме того, в процессе погружения сваи верхние слои грунта практически не уплотняются, что обуславливает невысокую несущую способность сваи на горизонтальные нагрузки и в ряде случаев определяет необходимость последующего уплотнения грунта.

В совокупности, вышесказанное определяет низкую эффективность погружения свай.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому способу является способ погружения свай, при котором устанавливают на грунт кондуктор с опорной плитой и

ВУ 6870 С1

гнездом, заводят сваю в наголовник дизель-молота и гнездо кондуктора, а затем забивают сваю дизель-молотом в грунт на проектную отметку, при этом в процессе забивки сваи регулируют ее массу путем добавления жидкости [3].

В известном решении в начальный момент забивки сваи увеличивают массу последней путем заливки в ее полость жидкости, что приводит к уменьшению отказов сваи до значений, не превышающих максимально допустимого отказа, обеспечивая устойчивый режим работы дизель-молота.

Однако данное решение характеризуется сложностью производства работ, которая определяется необходимостью подключения сваи посредством шлангов к емкости с жидкостью, нагнетания жидкости насосом в полость сваи в начале забивки и последующей откачки жидкости по мере погружения сваи. При этом для реализации способа необходима специальная, сложная конструкция полой сваи, в полости которой размещен полый сердечник, опертый на внутренний торец и стенки сваи и снабженный подвижной диафрагмой с отверстием, и пропущенной через отверстие трубкой, соединяющей внутреннюю полость сердечника с источником жидкости.

Кроме того, в известном способе не решается вопрос уплотнения верхних слоев грунта.

В совокупности, все вышесказанное определяет низкую эффективность погружения сваи в грунт.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, состоит в том, чтобы упростить конструкцию погружаемых свай и повысить эффективность погружения свай в грунт за счет упрощения процесса погружения и уплотнения верхних слоев грунта.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известном способе погружения сваи, при котором устанавливают на грунт кондуктор с опорной плитой и гнездом, заводят сваю в наголовник дизель-молота и гнездо кондуктора, а затем забивают сваю дизель-молотом в грунт на проектную отметку, перед погружением сваи устанавливают отказную глубину ее забивки, в пределах которой отказ сваи превышает максимально допустимый отказ, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота, и перед или после установки кондуктора уплотняют грунт на отказную глубину забивки.

Причем отказную глубину забивки сваи устанавливают путем забивки пробных свай, а грунт уплотняют до обеспечения в пределах отказной глубины несущей способности сваи F , определяемой из соотношения:

$$F \geq \sqrt{\eta^2 \cdot A^2 / 4 + \frac{\eta \cdot A \cdot E_d (m_1 + \varepsilon^2 \cdot m_2)}{S_{\max} (m_1 + m_2)}} - \eta \cdot A / 2,$$

где η - коэффициент, принимаемый в зависимости от материала сваи;

A - площадь, ограниченная наружным контуром поперечного сечения ствола сваи;

E_d - расчетная энергия одного удара дизель-молота;

m_1 - масса молота;

ε - коэффициент восстановления удара;

m_2 - масса сваи с наголовником и подбабком;

S_{\max} - максимально допустимый отказ сваи, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота.

Грунт уплотняют после установки кондуктора ударами дизель-молота по патрубку, который заводят в гнездо кондуктора с возможностью опирания на кондуктор и контакта с грунтом основания.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен кондуктор, используемый для реализации способа, в плане; на фиг. 2 - разрез "А-А" на фиг. 1; на фиг. 3 - процесс уплотнения грунта на отказную глубину путем нанесения ударов дизель-молотом по патрубку; на фиг. 4 - процесс забивки сваи дизель-молотом. Обозначения: 1 - кондуктор; 2 - опорная плита; 3 - гнездо; 4 - втулка; 5 - ребра жесткости; 6 - неподвижные упоры; 7 - подвижные упоры; 8 - винт; 9 - отверстие во втулке; 10 - гайка; 11 - квадратная головка; 12

ВУ 6870 С1

- отверстия в плите; 13 - стержневые шипы; 14 - патрубок; 15 - кольцевой упор; 16 - штыревой фиксатор; 17 - дизель-молот; 18 - наголовник; 19 - направляющая мачта; 20 - копер; 21 - уплотненная зона грунта.

Для реализации способа используется кондуктор 1, который состоит из опорной плиты 2 с гнездом 3 для пропуска сваи (фиг. 1, 2). На плите 2 соосно гнезду 3 монтирована втулка 4, которая жестко скреплена с плитой 2. Для повышения жесткости кондуктора 1 используются ребра жесткости 5.

Для фиксации сваи в плане в процессе ее забивки втулка 4 снабжена двумя неподвижными 6 и двумя радиально подвижными 7 упорами. Подвижные упоры 7 прикреплены к винтам 8, пропущенным через отверстия 9 во втулке 4 и жестко прикрепленные к втулкам 4 гайки 10. Свободные концы винтов 8 выполнены с квадратными головками 11 под ключ.

В опорной плите 2 выполнены сквозные отверстия 12, через которые в грунт забиваются стержневые шипы 13 для фиксации кондуктора 1 в плане. Размеры опорной плиты 2 в плане должны в 2,5-3 раза превышать размеры сваи.

При уплотнении грунта в гнездо 3 кондуктора 1 соосно устанавливается патрубок 14 с заглушенными торцами и с кольцевым упором 15 на боковой поверхности, опирающимся на торец втулки 4 (фиг. 3). Для обеспечения соосности кондуктора 1 и патрубка 14 кольцевой упор 15 последнего снабжен штыревыми фиксаторами 16. Длину патрубка 14 от кольцевого упора 15 до нижнего торца следует принимать равной высоте кондуктора 1, при этом нижний торец будет контактировать при установке в кондуктор с грунтом основания.

Способ реализован следующим образом.

Вначале устанавливают отказную глубину забивки сваи, в пределах которой отказ сваи превышает максимально допустимый отказ, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота. Величина максимально допустимого отказа сваи зависит от типа дизель-молота и ориентировочно может быть принята от 0,18 до 0,3 м (см. [1], с. 88).

Отказную глубину определяют путем забивки в грунт дизель-молотом пробных свай (на чертежах не показано), при этом за отказную глубину принимается глубина забивки сваи, в пределах которой отказ сваи превышает максимально допустимый отказ, т.е. глохнет дизель-молот.

Затем производят уплотнение грунта на отказную глубину. Уплотнение грунта можно производить перед установкой кондуктора (на чертежах не показано) любыми известными способами: укаткой, трамбованием, вибрированием и т.д.

Возможно также уплотнение грунта после установки кондуктора 1 над точкой погружения сваи и фиксации его в плане посредством заглубления в грунт через отверстия 12 в плите 2 стержневых шипов 13 (фиг. 3). В этом случае для уплотнения грунта в гнездо 3 кондуктора 1 заводят патрубок 14 до опирания его кольцевого упора 15 на верхний торец втулки 4, а нижнего торца - на грунт основания, после чего по патрубку 14 наносят удары дизель-молотом 17 с наголовником 18, которые перемещаются вдоль направляющей мачты 19 копра 20. Энергия ударов через патрубок 14, упор 15, втулку 3 и плиту 2 передается на грунт основания, при этом производится образование уплотненной зоны 21 грунта.

Уплотнение грунта производят до обеспечения в пределах отказной глубины несущей способности сваи F , определяемой из соотношения:

$$F \geq \sqrt{\eta^2 \cdot A^2 / 4 + \frac{\eta \cdot A \cdot E_d (m_1 + \varepsilon^2 \cdot m_2)}{S_{\max} (m_1 + m_2)}} - \eta \cdot A / 2, \quad (1)$$

где η - коэффициент, принимаемый в зависимости от материала сваи;

A - площадь, ограниченная наружным контуром поперечного сечения ствола сваи;

E_d - расчетная энергия одного удара дизель-молота;

m_1 - масса молота;

ε - коэффициент восстановления удара;

m_2 - масса сваи с наголовником и подбабком;

ВУ 6870 С1

S_{\max} - максимально допустимый отказ сваи, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота.

После уплотнения грунта поднимают дизель-молот 17 с наголовником 18 в верхнее положение, из кондуктора 1 извлекают патрубок 14 и производят подтаскивание, подъем и заведение сваи 22 в наголовник 18 и гнездо 3 кондуктора 1 (фиг. 4). Положение сваи в плане фиксируется посредством упоров 6, 7 кондуктора 1.

На заключительном этапе выполняют забивку сваи 22 на проектную отметку (фиг. 4), при этом на всей глубине забивки будет обеспечена устойчивая (безотказная) работа дизель-молота 17, так как благодаря уплотнению грунта отказ сваи не будет превышать максимально допустимого отказа.

В случае однородных верхних слоев грунта отказную глубину $h_{от}$ можно определить по выражению:

$$h_{от} \geq \left[\sqrt{\eta^2 \cdot A^2 + \frac{4\eta \cdot A \cdot E_d (m_1 + \varepsilon^2 \cdot m_2)}{S_{\max} (m_1 + m_2)}} - \eta \cdot A - 2k_1 \cdot R_3 \cdot A \right] / (2k_1 \cdot k_2 \cdot \tau \cdot U) - S_{\max} / 2, \quad (2)$$

где k_1 - коэффициент однородности грунта строительной площадки;

R_3 - лобовое сопротивление грунта зондированию;

k_2 - коэффициент проработки грунта, учитывающий неполноту контакта сваи с грунтом в процессе забивки;

τ - величина бокового сопротивления грунта зондированию;

U - периметр поперечного сечения сваи.

Выражение (2) получено на основании (1) из условия, что несущая способность сваи в момент ее забивки на отказную глубину равна:

$$F = k_1 [R_3 \cdot A + k_2 \cdot \tau \cdot U / (h_{от} + S_{\max} / 2)]. \quad (3)$$

Уплотнение грунта в пределах предварительно установленной отказной глубины позволяет получить на всей глубине погружения отказ сваи, не превышающий максимально допустимый отказ, благодаря чему обеспечивается устойчивый запуск и работа дизель-молота, т.е. его максимальная производительность. Предлагаемым способом можно погружать любые забивные сваи, что расширяет область его применения. Кроме того, по сравнению с прототипом существенно упрощается процесс погружения сваи и конструкция последней. Уплотнение грунта обеспечивает также повышение несущей способности сваи на горизонтальные нагрузки и уменьшает затраты труда на последующее уплотнение грунта, например в случае устройства по грунту основания полов.

В совокупности, все вышесказанное определяет повышение эффективности погружения сваи в грунт.

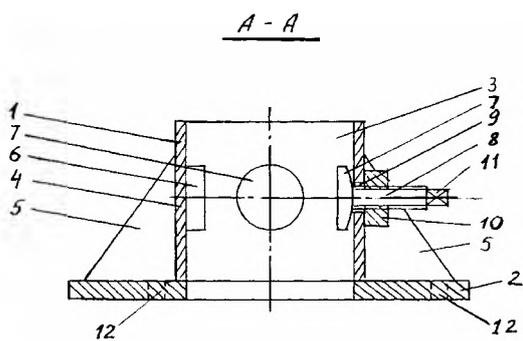
Источники информации:

1. Лубнин В.В., Заикина В.З. Машины и оборудование для погружения сваи: Учеб. для ПТУ. -М.: Высш. шк., 1989. - С. 134-136.

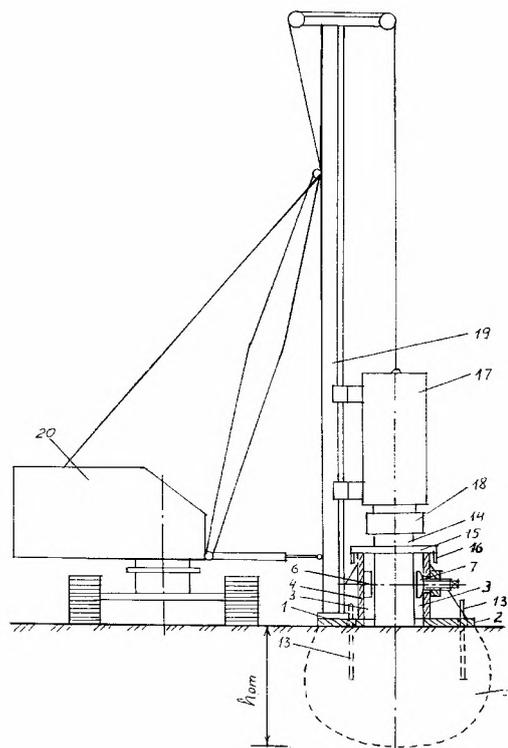
2. Лубнин В.В., Заикина В.З. Машины и оборудование для погружения сваи: Учеб. для ПТУ. -М.: Высш. шк., 1989. - С. 138, рис. 96а.

3. А.с. СССР 676687, МПК Е 02D 7/02, 1979.

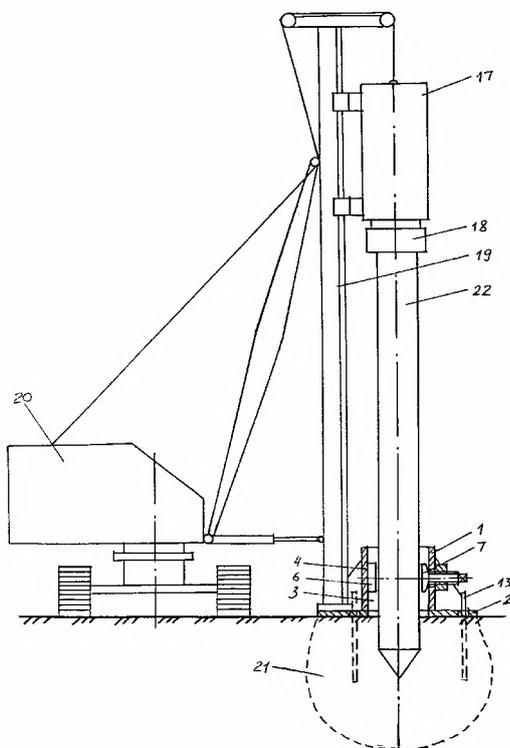
BY 6870 C1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4