

- Зарецкий Ю.К., Гарицелов М.Ю. Глубинное уплотнение грунтов ударными нагрузками. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 192с.
- Основания, фундаменты и подземные сооружения / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др.; Под общ. ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с., ил. – (Справочник проектировщика).
- Пойта П.С., Макарук П.Н., Тарасевич А.Н. Исследования зоны уплотнения грунта // Тезисы докладов юбилейной научно-технической конференции, посвященной 25-летию института. Брест, 1995.
- Menard L. La consolidation dynamique des sols de fondation // Annales de J'ITRTP. 1974. №320. Sept. P. 194 – 222.

УДК 624.157.2

**Пчелин В.Н., Тарасевич Д.И., Чернюк В.П.**

## СПОСОБ ПОГРУЖЕНИЯ СВАИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ НОРМАЛЬНУЮ РАБОТУ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТОВ

Для обеспечения нормальной работы дизель-молотов необходимо, чтобы отказ забиваемой сваи (величина осадки сваи за один удар) не превышал максимально допустимого отказа 18...30 см (см. [1], с.88), в противном случае дизель-молоты гложут, то есть происходит их остановка. Чаще всего данная ситуация возникает в начальной стадии погружения свай в слабые грунты.

В случае наличия слабых грунтов небольшой толщины для исключения недопустимых отказов сваи достаточно просто уплотнить грунт. Однако при большой толщине слабых грунтов уплотнение грунтов становится затруднительным.

С целью решения данной проблемы авторами предложен способ погружения забивной сваи, благодаря которому в начальный момент забивки сваи создается дополнительное лобовое сопротивление ее забивке.

Для реализации способа используется кондуктор 1 (рис.1), который состоит из опорной плиты 2 с центральным отверстием 3 для пропуска сваи 4 и направляющим патрубком 5, и устанавливаемые в патрубок 5 блоки 6. Размеры опорной плиты в плане должны в 2,5-3 раза превышать размеры поперечного сечения сваи. Для повышения жесткости кондуктора применяются ребра жесткости 7.

С целью обеспечения фиксации сваи в плане в процессе ее забивки используются П-образные направляющие 8, которые одеваются на стенки патрубка и фиксируются посредством винтов 9. Свободные концы винтов выполнены с квадратными головками 10 под ключ.

В опорной плите выполнены сквозные отверстия 11, через которые в грунт забиваются стержневые шипы 12 для фиксации кондуктора в плане.

Для уменьшения сил трения между блоками и патрубком внутренние стенки последнего могут облицовываться антифрикционным материалом 13, например, фторопластом.

Блоки выполнены со скошенными верхними и нижними торцами, образующими при установке в патрубок в нижней части заострение 14, а верхней – гнездо 15 для наконечника 16 сваи. В патрубок может устанавливаться два или четыре блока. При установке двух блоков образуются заострение и гнездо в виде клина, а при установке четырех блоков – в виде пирамиды.

Высота блоков принимается не менее отказной глубины погружения сваи, в пределах которой отказ сваи превышает

максимально допустимый отказ, обеспечивающий устойчивый запуск и работу дизель-молота. Высота патрубка принимается не менее высоты блоков.

Для получения в начальный момент забивки отказа сваи, обеспечивающего устойчивый запуск и работу дизель-молота, площадь  $A$ , ограниченная наружным контуром поперечного сечения блоков, принимается из соотношения

$$A \geq \frac{\eta \cdot E_d [m_1 + \varepsilon^2 (m_2 + m_3)]}{K \cdot R_3 \cdot S_{\max} (K \cdot R_3 + \eta)(m_1 + m_2 + m_3)}, \quad (1)$$

где:  $\eta$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от материала сваи;

$E_d$  – расчетная энергия одного удара дизель-молота;

$m_1$  – масса молота;

$\varepsilon$  – коэффициент восстановления удара;

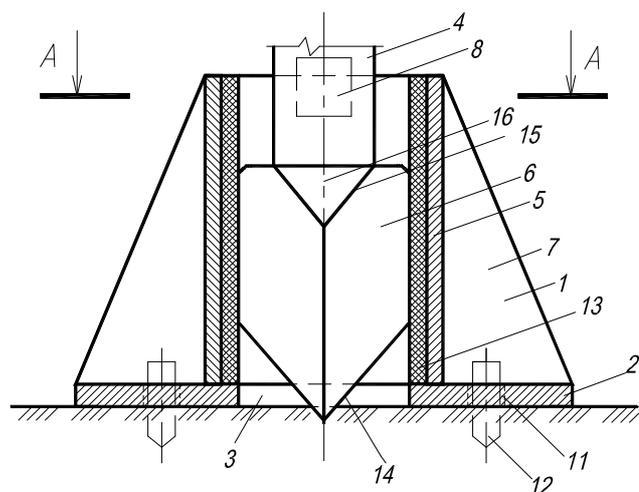
$m_2$  – масса сваи с наголовником;

$m_3$  – масса подбабка;

$K$  – коэффициент однородности грунта;

$R_3$  – лобовое сопротивление верхнего слоя грунта статическому зондированию;

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



**Пчелин Вячеслав Николаевич.** Доцент каф. технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.

**Тарасевич Дмитрий Иванович.** Студент строительного факультета Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

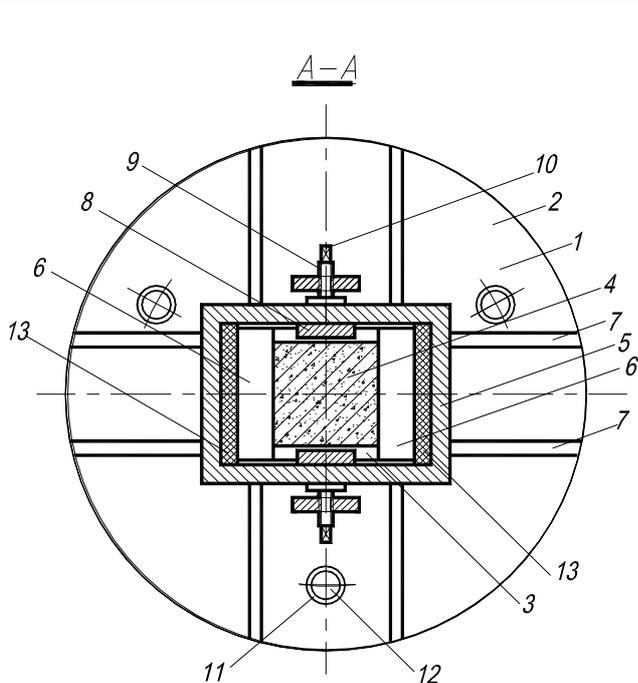


Рис. 1. Схема кондуктора с заведенными в его патрубок двумя блоками и свайей:

1 - кондуктор; 2 - опорная плита; 3 - центральное отверстие; 4 - свая; 5 - патрубок; 6 - блоки; 7 - ребра жесткости; 8 - П-образные направляющие; 9 - винт; 10 - квадратная головка; 11 - отверстия в плите; 12 - стержневые шипы; 13 - облицовка из антифрикционного материала; 14 - заострение; 15 - гнездо; 16 - наконечник.

Данное соотношение получено путем подстановки в формулу определения отказа сваи максимально допустимого отказа сваи (вместо  $S_d$ ) и несущей способности сваи в момент начала ее забивки (вместо  $F_d$ ) и выражения из полученного уравнения необходимой площади  $A$  [2].

При этом несущая способность сваи в момент начала ее забивки определена по выражению [3]

$$F = K \cdot R_s \cdot A. \quad (2)$$

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.

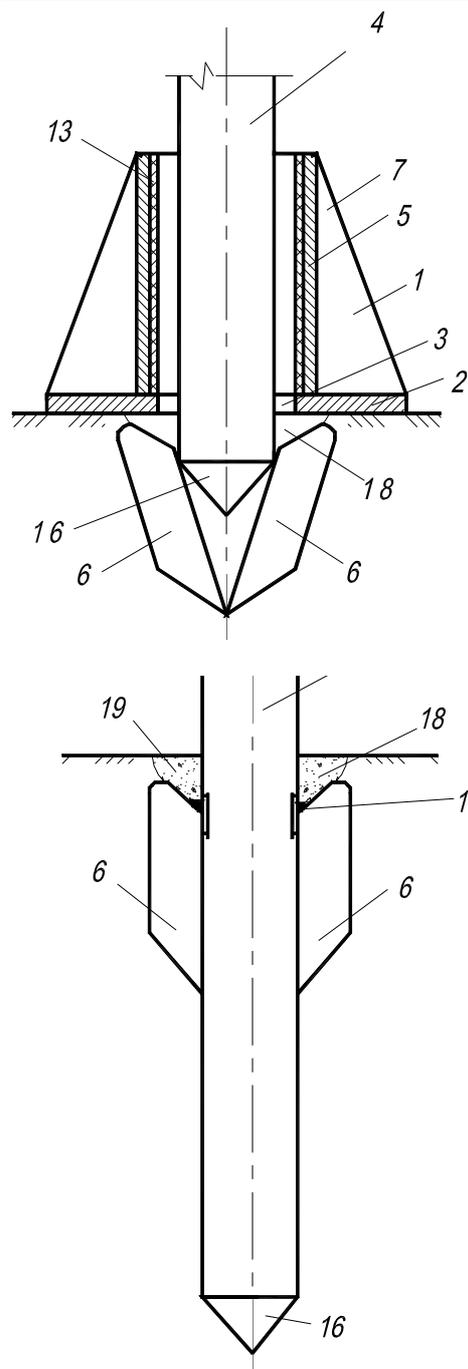


Рис. 2. Этапы забивки сваи дизель-молотом в грунт:

а) в момент раздвижки свайей блоков после выхода последних из кондуктора; б) после погружения сваи на проектную отметку; 1 - кондуктор; 2 - опорная плита; 3 - центральное отверстие; 4 - свая; 5 - патрубок; 6 - блоки; 7 - ребра жесткости; 13 - облицовка из антифрикционного материала; 16 - наконечник; 17 - сварное соединение; 18 - выемка; 19 - малосжимаемый грунт.

Затем производят установку кондуктора над точкой погружения сваи и фиксацию его в плане посредством заглубления в грунт через отверстия 11 в плите стержневых шипов.

После монтажа кондуктора в патрубок устанавливают распор с его стенками блоки и выполняют подтаскивание, подъем и заведение сваи в наголовник и гнездо, образованное скошенными верхними торцами блоков (рис.1). Для упрощения установки блоков возможно наличие небольшого зазора

между блоками и стенками патрубка. Данный зазор устраняется в процессе забивки сваи при взаимодействии ее наконечника с верхними скошенными торцами блоков.

При использовании двух блоков на стенки патрубка устанавливают направляющие, фиксирующие положение сваи в плане, т.е. предотвращающие возможность перемещения сваи в процессе ее забивки в горизонтальной плоскости вдоль скошенных плоскостей гнезда 15. При установке четырех блоков необходимость в применении направляющих отсутствует, так как пирамидальное гнездо, соответствующее по форме наконечнику сваи, препятствует смещению сваи в плане.

Далее выполняют забивку сваи дизель-молотом в грунт в три этапа. На первом этапе забивка сваи производится вместе с блоками, при этом, благодаря назначению ограниченной наружным контуром поперечного сечения блоков площади по выражению (1), отказ сваи не превышает максимально допустимого отказа, т.е. обеспечивается устойчивая работа дизель-молота без его остановок. Раздвижке блоков на данном этапе препятствуют стенки патрубка.

На втором этапе, после выхода блоков из кондуктора, свая, взаимодействуя своим наконечником со скошенными верхними торцами блоков, раздвигает блоки в стороны (рис.2 а).

На третьем этапе выполняют забивку сваи на проектную отметку, после чего демонтируется кондуктор, блоки жестко скрепляют сварным соединением 17 со сваями, а образующуюся после раздвижки блоков в грунте выемку 18 засыпают с уплотнением малосжимаемым грунтом 19 (рис.2 б).

УДК 624.155.1.001.24

*Пчелин В.Н., Черноиван В.Н., Тарасевич Д.И.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОГО ВРЕМЕНИ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ ЗАБИВКОЙ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ОТКАЗОВ СВАЙ

Для технологического проектирования свайных работ требуется знание чистого времени забивки сваи в грунт  $T$ , которое используется для определения производительности сваепогружающего оборудования, нормирования труда и денежных затрат, установления сроков производства работ.

В практике строительства  $T$  определяют фактически на стадии производства работ после пробной забивки свай, что затягивает сроки разработки технологических карт. Следовательно задача определения чистого времени погружения свай на стадии проектирования является актуальной.

Существующие методики определения  $T$  основываются на нахождении общих энергозатрат на забивку сваи в грунт. Зная общие энергозатраты на погружение сваи и энергию одного удара находится требуемое количество ударов, а затем и чистое время погружения  $T$ .

В соответствии с методикой, изложенной в [1], при наличии результатов статического зондирования (инженерно-геологических изысканий)  $T$  определяется по выражению:

$$T = \frac{n \cdot E_{zp}}{B \cdot E_d} \quad (1)$$

где:  $n = 2,4$  – среднестатистический коэффициент, учитывающий различие в процессах статического и динамического погру-

жения сваи и потери энергии при забивке;  $E_{zp}$  – энергоемкость погружения сваи статическим методом (вдавливанием), Дж;  $B$  – число ударов молота в минуту, шт;  $E_d$  – энергия одного наносимого молотом удара, Дж, (см. [2], прил.5, табл.3).

В случае необходимости повторного использования блоки, после демонтажа кондуктора, могут быть извлечены из грунта, при этом остающаяся в грунте выемка засыпается с уплотнением малосжимаемым грунтом ( на чертежах не показано).

Благодаря забивке сваи на отказную глубину вместе с блоками, создающими дополнительное лобовое и боковое сопротивление погружению сваи, на всей глубине погружения отказ сваи не превышает максимально допустимый отказ, благодаря чему обеспечивается устойчивый запуск и работа дизель-молота, т.е. его нормальная работа. Кроме того, наличие блоков в верхней части сваи повышает их несущую способность на горизонтальные (в большей степени) и вертикальные нагрузки за счет увеличения площади опирания на грунт.

На разработанную конструкцию сваи оформлена и подана заявка на выдачу патента Республики Беларусь на изобретение, которая в настоящий момент находится на рассмотрении.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лубнин В.В., Заикина В.З. Машины и оборудование для погружения свай: Учеб. для ПТУ.- М.: Высш. шк., 1989.- 215 с.
2. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.- 128 с.
3. Еникеев А.Х. Методические рекомендации по выбору молота и расчету времени погружения свай по данным статического зондирования.- Уфа: НИИПромстрой, 1977.- 24 с.

жения сваи и потери энергии при забивке;

$E_{zp}$  – энергоемкость погружения сваи статическим методом (вдавливанием), Дж;

$B$  – число ударов молота в минуту, шт;

$E_d$  – энергия одного наносимого молотом удара, Дж, (см. [2], прил.5, табл.3).

$$E_{zp} = K_1 \left( \sum_{i=1}^n R_{3i} \cdot A \cdot h_i + \frac{1}{2} K_2 \cdot U \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i \cdot h_i \right), \quad (2)$$

где:  $K_1$  – коэффициент однородности грунта строительной площадки ( $k = 0,9 \dots 1$ , см. [1], с.10);

$R_{3i}$  – лобовое сопротивление грунта зондированию в  $i$ -ом слое, Па;

$A$  – площадь поперечного сечения сваи, м<sup>2</sup>;

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, м;

$K_2$  – коэффициент проработки грунта, учитывающий неполноту контакта сваи с грунтом в процессе забивки (принимается по [1], табл. 5);

$U$  – периметр сваи, м;

$\tau_i$  – величина бокового сопротивления грунта зондированию в  $i$ -ом слое грунта, Па.

*Черноиван Вячеслав Николаевич. К.т.н., доцент кафедры технологии строительного производства Брестского государственного технического университета.*

*Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*