

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ И ЗАБИВНЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЭКСКАВАТОРА ЭО-3322

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Актуальность исследований. Широкое развитие в строительстве получили фундаменты из забивных блоков. Применение новых технологий и различных конструкций строительных элементов для сооружения нулевого цикла показало, что помимо высокой экономической эффективности они имеют большое социальное значение, которое заключается в повышении культуры строительно-монтажных работ за счет их индустриализации, а также сокращения объема ручного труда [1,2]. Поэтому исследования, направленные на разработку и создание оборудования для погружения свай и забивных блоков, являются актуальными.

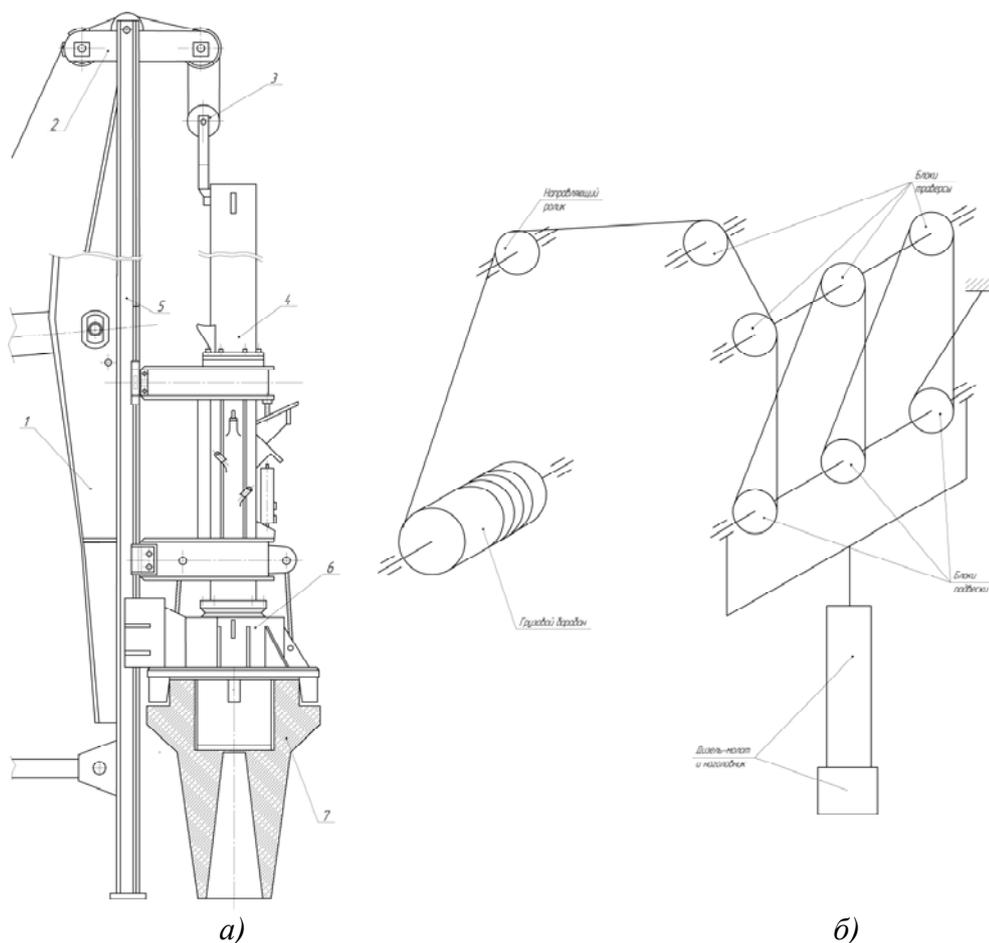


Рис. 1. Комплект оборудования для погружения свай и забивных блоков:
 а) погружающее оборудование: 1- копровая мачта; 2- траверса полиспаста; 3- полиспаст; 4 – дизель-молот; 5 – направляющие; 6- наголовник; 7 – забивной блок.
 б) схема запасовки каната для подъема дизель-молота и наголовника.

Целью статьи является изучение процесса погружения строительных элементов в грунт в полевых условиях и разработка методических основ расчета основных параметров оборудования для погружения свай и забивных блоков. [3,4,5]

Практическое воплощение созданных промышленных образцов было осуществлено

на ремонтно-механическом заводе и в УМС-2 системы ОАО "Днепростроймеханизация" г. Днепропетровска, где было изготовлено и внедрено в производство восемь комплектов нового оборудования (рис. 1,а).

Оборудование включает наголовник с опорной плитой (рис.1,а), который при помощи кронштейнов перемещается по направляющим мачты, по ним же перемещается ударный груз или дизель-молот. Подъем наголовника и дизель-молота осуществлялся креплением этих агрегатов к тросу подъемной лебедки.

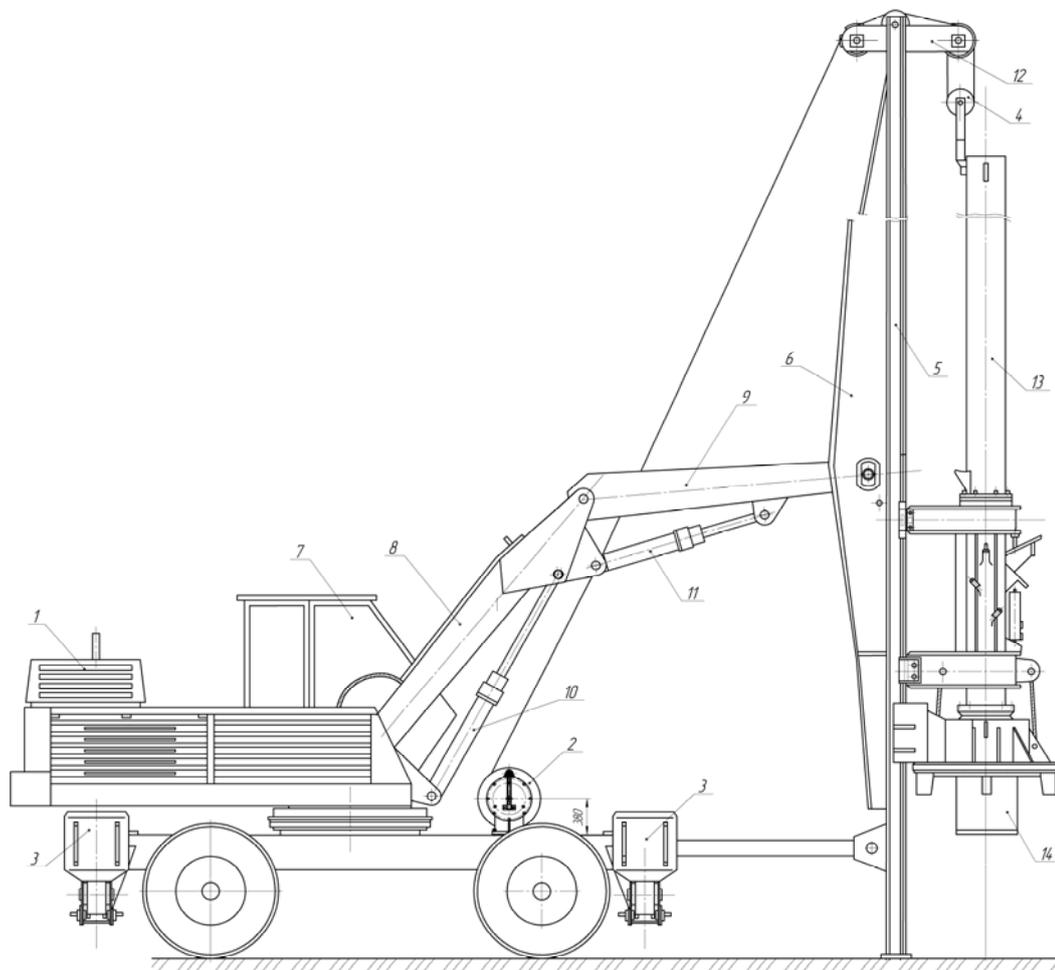


Рис. 2. Оборудование для погружения свай и забивных блоков на базе экскаватора ЭО-3322: 1- базовая машина; 2 – лебедка для подъема дизель-молота и наголовника; 3 – выносные опоры; 4- полиспаст; 5- направляющие; 6- копровая мачта; 7 – кабина; 8,9- нижняя и верхняя части стрелы; 10- гидроцилиндры подъема стрелы; 11- гидроцилиндры наклона стрелы; 12- траверса; 13- дизель-молот; 14- наголовник.

Небольшое удельное давление, передаваемое на грунт этим оборудованием, позволяет погружать блоки на площадке с увлажненной поверхностью, поэтому для погружения забивных блоков целесообразно применять копровое оборудование на базе экскаваторов или кранов (рис. 2). [6,7,8].

Технология работы нового оборудования заключается в следующем:

1. Копровая установка на базе экскаватора устанавливается в непосредственной близости от проектной отметки в пределах зоны действия копра.

Дизель-молот и наголовник устанавливаются на блок при этом наголовник контактирует с верхней частью блока через амортизатор и опорную плиту.

2. Включается в работу дизель-молот, который наносит удары по амортизатору расположенному в верхней части наголовника, затем ударная нагрузка через опорную плиту и амортизатор, закрепленный на ней, передается на торец погружаемого блока.

3. Оболочка погружается до проектной глубины, при этом отказы достигают минимальных значений.

4. Дизель-молот выключается и вместе с наголовником возвращается в исходное положение. Затем рабочий цикл повторяется.

В системе ОАО «Днепростроймеханизация» были проведены испытания нового оборудования и исследования процесса погружения блоков типа ФК и ФКЦ в грунт в условиях строительства реальных объектов в городах Баглей, Вольногорск и Днепропетровск.

Для погружения указанных оболочек и пустотелых блоков был подобран молот по существующей методике с использованием результатов экспериментальных исследований в полевых условиях [9,10].

Для этих целей был использован трубчатый дизель-молот СП - 47 с массой ударной части 2500 кг, а также навесной копер на базе экскаватора ЭО-3322.. При проведении экспериментов также использовался дизель-молот УР-500 с массой ударной части 500 кг, он удобен тем, что имеет относительно малые размеры и вес, что облегчает практическую работу с ним.

Экспериментальные исследования в полевых условиях показали, что при забивке фундаментных блоков с большой площадью нижнего основания до $1,5\text{ м}^2$, эффективны дизельные молоты с весом ударной части $25...60\text{ кН}$ и энергией удара от $100...600\text{ кДж}$. Поэтому для дизельных молотов с учетом массы сердечника целесообразно следующее соотношение:

$$\frac{m_m}{m_{об} + m_H} = 0,6...0,9, \quad (1)$$

где m_m – масса ударной части дизель- молота;

m_H – масса наголовника;

$m_{об}$ – масса оболочки.

Исходя из зависимости (1) возможно определить допустимую массу наголовника при условии, что масса оболочки составляет $m_{об} = 1500\text{ кг}$:

$$m_H = \frac{m_M}{0,6...0,9} - m_{об} \approx 2941\text{ кг}. \quad (2)$$

Таким образом, масса наголовника не должна превышать 2941 кг , в противном случае значительная часть энергии удара будет расходоваться на преодоление силы инерции погружаемого элемента.

Исходя из расчетной допустимой массы наголовника для погружения оболочек, был сконструирован и изготовлен универсальный наголовник, который монтируется на копровой установке с возможностью его относительного перемещения по направляющим мачты. В соответствии с весом оболочки и оборудования, был выбран молот СП- 47А с водяным охлаждением. Масса ударной части $m_m = 2500\text{ кг}$.

Наибольшая энергия удара молота:

$$\mathcal{E} = m_m g H_1 = 2500 \times 10 \times 3,2 = 80000\text{ Нм} = 80\text{ кДж}. \quad (3)$$

где H_1 – высота падения ударной части молота, m

g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

С учетом КПД молота $\eta = 0,85$ и значением $g = 9,81\text{ м/с}^2$ расчетная энергия удара молота:

$$\mathcal{E}_P = 2500 \times 9,81 \times 3,2 \times 0,85 = 66708\text{ Нм} = 66,7\text{ кДж}.$$

Для определения правильности выбора молота вычисляем коэффициент применимости $K_{П}$:

$$K_{II} = g (m_m + m_n + m_{об}) / \mathcal{E}_P . \quad (4)$$

С учетом технической характеристики универсального наголовника $m_n = 1450$ кг.

Масса оболочки составляет 1500 кг. При этих данных коэффициент применимости будет равен:

$$K_n = 9,81(2500 + 1450 + 1500) / 66708 = 0,8.$$

Рекомендуемое значение коэффициента применимости $K_n = 6$, что больше 0,8. Следовательно, выбранный дизель-молот удовлетворяет требованию СНиП [13].

Кроме того условия применимости молотов и погружаемых элементов оценивалось по отношению массы ударной части молота к массе погружаемых оболочек. Для дизельного молота это соотношение должно находиться в пределе 0,6...0,9.

Для условий исследования это отношение составило:

$$\frac{m_m}{m_n + m_{об}} = \frac{2500}{1450 + 1500} = 0,84. \quad (5)$$

Следовательно, выбранный дизель-молот отвечает как требованию СНиП, так и соотношению масс.

Экспериментальное погружение оболочек проводилось на площадке проектируемого строительства жилого дома в г. Вольногорске (Днепропетровская область).

В процессе погружения оболочек производились следующие замеры:

- а) количество ударов молота на каждые 10 см погружения оболочек и общее количество ударов;
- б) фактическая высота падения ударной части молота;
- в) время погружения оболочек и пустотелых блоков;
- г) контроль вертикальности погружения блоков;
- д) отказ оболочки в момент стабилизации деформации грунта т.е. окончательного образования уплотненной зоны.

Грунтовые условия при температуре воздуха $+21^{\circ}\text{C}$ (суглинок) имели следующие характеристики:

Содержание глины.....	25 %
Влажность.....	16...18 %
Число ударов ударника ДорНИИИ	15...20 уд.

Характеристики грунта определялась из контрольной скважины перед началом погружения оболочек.

При проведении полевых экспериментов использовались установки с ударами повышенной энергии, оснащенные дизель-молотами СП-47 СП-47А с массой ударной части 2500...5000 кг. При этом энергия единичного удара достигала 80...120 кДж. Эффективность забивки при этом существенно возросла.

С целью определения оптимальной энергии ударов для забивки сборных железобетонных блоков или оболочек с площадью нижнего основания $1...1,3\text{м}^2$ при условии бездефектного их погружения и минимальных суммарных затрат выполнялись натурные исследования в г. Вольногорске, г. Баглее и г. Днепропетровске на площадках с маловлажными лессовидными суглинками и супесями с I типом по просадочности, непросадочными твердыми и пластичными супесями и суглинками.

Погружались оболочки трубчатыми дизель-молотами СП-47 с энергией единичного удара 80 кДж, а также свободно падающим грузом весом 40...50 кН с энергией удара от 80 до 200 кДж.

При погружении оболочек с помощью навесного оборудования со свободно падающим грузом массой 5000 кг и энергией удара от 80 до 150 кДж, эффективность погружения оболочек возрастает и отказ в начале и конце забивки составил соответственно 20 и 5 мм при энергии удара 80 кДж, а при энергии удара до 150 кДж - 100 и 20 мм.

При дальнейшем увеличении энергии удара важную роль в обеспечении бездефектности погружения играют: жесткость амортизатора, плотность и влажность грунта, а также запирающий сердечник, применение которого не только препятствует проникновению грунта во внутрь оболочки, но и предохраняет нижнюю часть от разрушения.

При осмотре оболочек на различных стадиях погружения выявлено, что бездефектность погружения на нужную глубину соблюдается при толщине амортизационного слоя резины 100...150мм, что соответствует расчетной величине. При этом энергия единичного удара находится в пределах 160кДж.

Результаты исследований показывают, что для повышения эффективности забивки оболочек энергии единичного удара должна быть увеличена в 2...3 раза по сравнению с погружением свай.

Было установлено, что с увеличением энергии единичного удара при погружении оболочек, суммарный расход энергии ударов молота снижается. На основе статистической обработки данных экспериментов, эта зависимость может определяться следующим выражением:

$$\sum \varepsilon = \frac{(K \cdot \varepsilon_{сд} + \varepsilon_1) \cdot \varepsilon_3}{\varepsilon_{сд} - \varepsilon_2} \quad (6)$$

где $\Sigma \varepsilon$ – суммарный расход энергии,

$\varepsilon_{сд}$ – энергия единичного удара,

K – безразмерный коэффициент, равный 0,18,

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – динамические параметры, равные по результатам исследований соответственно $2,4 \cdot 10^6$ Дж, $0,035 \cdot 10^6$ Дж, $0,015 \cdot 10^5$ Дж.

В результате экспериментов в условиях строительной площадки, было установлено, что оптимальная энергия ударов молота при погружении блоков в маловлажные суглинки составляет 90...130 кДж.

В случае перекоса блока вертикальность погружения обеспечивалась наклоном мачты копра.

В процессе испытаний нового оборудования не было обнаружено существенных поломок, подтверждена его работоспособность и надежность, поэтому оно рекомендовано для дальнейшей эксплуатации в условиях строительства.

В результате полевых испытаний и на основании проведенных исследований, была сформулирована методика определения основных параметров оборудования для погружения забивных блоков, разработаны чертежи нового оборудования.

Выводы

1. Эксплуатационные испытания оборудования новой конструкции подтвердили его работоспособность и надежность. В процессе работы не было выявлено существенных повреждений, а поэтому оно рекомендовано для дальнейшей эксплуатации в условиях строительной площадки.

2. Предложенная методика определения основных параметров нового оборудования является правильной, а разработанная конструкция достаточно эффективна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крутов В.И., Тропп В.Б. Фундаменты из забивных блоков. - К. Будівельник, 1967. - 120 с.
2. Хмара Л.А., Осипчук В.И., Пантелеенко В.И. Исследование процесса погружения фундаментов-оболочек в грунтовое основание. Ж. "Механизация строительства", №6, 1995.-с.13-15.
3. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Погружение тонкостенных фундаментов-оболочек в грунтовое основание.// Всеукраїнський міжвідомчий збірник наукових праць Гірничі, Будівельні, Дорожні та Меліоративні машини. Випуск №58, Київ - 2002.-С.44-50.

4. Хмара Л.А., Пантелеенко В.І. Дослідження та розробка копрового обладнання для занурення тонкостінних фундаментів-оболонок при спорудженні нульового циклу будівель різного призначення // Вісник Українського Державного Університету Водного Господарства та Природокористування. Частина 6. Машинознавство, математичне моделювання. Збірник наукових праць, Випуск 5, Рівне – 2002- С. 94-102.

5. Хмара Л.А., Пантелеенко В.І. Дослідження і визначення основних параметрів обладнання для занурення фундаментів-оболонок // Вісник Придніпровської Державної Академії Будівництва та Архітектури, №1, 2002.- С.52-56.

6. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Высокоэффективное оборудование для погружения фундаментов-оболочек в грунт // Строительство, материаловедение, машиностроение. -Днепропетровск: ПГАСиА. - 2002.- Выпуск 15, Часть 3 - С.95-96.

7. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование взаимодействия системы "молот-наголовник-оболочка-грунт" с грунтовым основанием // Сб. науч. тр. Приднeп-ровской государственной академии строительства и архитектуры. Выпуск 15. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. 2002.- С.161-170.

8. Хмара Л.А. Пантелеенко В.І. Методика вибору та призначення раціональних параметрів обладнання для занурення фундаментів-оболонок // Збірник наукових праць, Української Державної Академії Залізничного Транспорту, Випуск 50, Харків –2002. -С. 10-16.

9. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Создание копрового оборудования для погружения фундаментов-оболочек // Механизация строительства, №1, Москва-2003.- С. 4-7.

10. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование качественных закономерностей процесса погружения фундаментов-оболочек в грунт // Строительство, материаловедение, машиностроение. - Днепропетровск: ПГАСиА. - 2003.- Выпуск 22, Часть 2 - С. 236-240.

11. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование, разработка и создание высокоэффективного копрового оборудования для погружения фундаментов-оболочек // Сб. науч. тр. ХНАДУ Автомобильный транспорт, серия Совершенствование машин для земляных и дорожных работ. Выпуск 11, Харьков-2003.- С. 24-26.

12. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование и разработка высокоэффективного оборудования для погружения тонкостенных фундаментов-оболочек в грунтовое основание // Строительные и дорожные машины, №6, Москва - 2003.-С. 37-40.

13. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко Госстрой СССР. СНиП II – 22 – 81. Строительные нормы и правила. Часть II. - М: Стройиздат, 1983 - 39с.

Аннотация ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОГРУЖЕНИЯ СВАЙ И ЗАБИВНЫХ БЛОКОВ НА БАЗЕ ЭКСКАВАТОРА ЭО-3322 / В.П. ШТЕПА, В.И. ПАНТЕЛЕЕНКО

Изучен процесс погружения строительных элементов в грунт в полевых условиях и создана техническая документация на комплект машин и оборудования для погружения свай и фундаментов-оболочек.

Практическое воплощение промышленных образцов было осуществлено на ремонтно-механическом заводе и в УМС-2 системы ОАО "Днепростроймеханизация" г. Днепропетровска, где было изготовлено и внедрено в производство восемь комплектов нового оборудования.

Рис. 2. Библ. 13.