

*Пойта П.С., Пчелин В.Н., Юськович В.И.*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОГРУЖЕНИЯ ПОЛЫХ СВАЙ В ГРУНТ**

Наиболее широко применяемые в настоящее время сплошные железобетонные сваи квадратного сечения уже не полностью удовлетворяют современным требованиям. Более эффективными являются круглые полые сваи, обеспечивающие высокую несущую способность, малый вес, большую жесткость на изгиб и низкую энергоемкость установки в грунт.

Общий расход стали, в случае использования полых свай, снижается на 21–72% в зависимости от наружного диаметра и глубины погружения, причем с увеличением глубины и наружного диаметра процент экономии увеличивается. Наличие полости позволяет, кроме того, снизить на 58–75% расход бетона.

Погружение полых свай в грунт в строительстве производится:

- 1) с закрытым нижним торцом;
- 2) с открытым нижним торцом и параллельной выемкой грунта.
- 3) с открытым нижним торцом без выемки грунта из полости сваи (рис. 1,а).

Причем в практике строительства более широко используется погружение полых свай в грунт забивкой или вибрацией.

Наиболее эффективным является третий способ, который характеризуется высокой несущей способностью полых свай (за счет формирования в полости грунтовой пробки) и низкими энергозатратами на их погружение в грунт (так как грунт поступает в полость сваи). Однако сопротивление погружению по глубине неравномерно, меняясь от минимальных значений в начале погружения, что приводит к возникновению отказов дизель-молота (дизель-молот глохнет), до максимальных в конце погружения, что обуславливает возможность недопогружения полых свай и разрушения ее оголовка. В случае залегания сверху слабых грунтов грунтовая пробка обладает невысокой несущей способностью, что определяет необходимость для повышения последней уплотнить или усилить грунтовую пробку.

Для повышения несущей способности и исключения отказов дизель-молота полую сваю можно погружать в грунт в два этапа [1]. На первом этапе сваю погружают с закрытым диафрагмой нижним торцом на глубину, равную толщине слабых грунтов, а на втором – с открытым нижним торцом на проектную глубину (рис. 1,б). При незначительной толщине слоя со слабым грунтом известный способ практически не отличается от погружения сваи с открытым нижним торцом. В случае же большой толщины слабых грунтов установка сваи аналогична погружению сваи с закрытым торцом. Кроме того, по-прежнему не решается вопрос обеспечения равномерности сопротивления погружению по глубине, что не позволяет минимизировать энергозатраты на погружение.

Для выравнивания сопротивления погружения полых свай по глубине в БРГТУ разработан новый способ погружения, при котором обеспечивается равенство сопротивления погружению с закрытым торцом с сопротивлением погружению с открытым торцом [2].

При этом установка полых свай в грунт осуществляется в три этапа:

1. На уровне нижнего торца ствола в полости устанавливают горизонтальную диафрагму с помощью нижних поворотных упоров. После чего произ-

водят погружение сваи в грунт на оптимальную глубину забивкой, вибрацией или вдавливанием (рис. 1, г – отрезок «А-В»). Значение оптимальной глубины погружения устанавливается на основании расчетов по определению несущей способности полых свай или их пробной забивкой.

2. Осуществляют открепление диафрагмы относительно ствола путем снятия нижних упоров и последующее погружение сваи на отметку, превышающую проектную на 0,3-1 м (рис. 1, г – отрезок «С-Д»).

3. На последнем этапе повторно фиксируют диафрагму посредством верхних стационарных упоров и производят уплотнение грунтового ядра путем погружения сваи до проектной отметки (рис. 1, г – отрезок «Д-Е»).

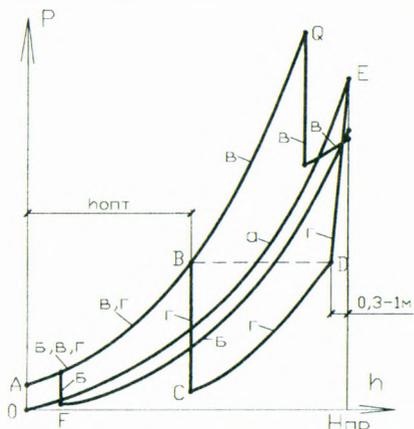


Рисунок 1 – Графики зависимости сопротивления погружению сваи от глубины при: а) погружении сваи с открытым нижним торцом; б) погружении сваи с закрытым нижним торцом на глубину, обеспечивающую прорезание слабых грунтов при незначительной толщине последних; в) то же, при большой толщине слабых грунтов; г) погружении сваи предлагаемым способом

Для подтверждения эффективности предлагаемого способа были проведены модельные испытания. В качестве модели использовалась стальная труба длиной 1 м с наружным диаметром 76 мм и толщиной стенки 3,6 мм. Диафрагма изготавливалась из листового металла толщиной 2 мм в виде диска диаметром 67 мм и фиксировалась посредством деревянного штока. Погружение модели производилось забивкой при помощи падающего с высоты 1 м груза массой 5 кг, скользящего по направляющей штанге. Для передачи усилий погружения на модель использовался наголовник с отверстием для направляющей штанги. В процессе погружения модель и направляющая штанга фиксировались в вертикальном положении посредством специально изготовленной копровой установки. Замер глубины погружения производился по меткам через 10 см на стволе.

Модель полый сваи при испытании погружалась в грунт по трем технологиям: а) с открытым нижним торцом на глубину 100 см; б) с закрытым диафрагмой торцом на глубину 30 см; в) то же, на оптимальную глубину 40 см. В случае вариантов а) и б) после снятия диафрагмы модель погружалась с открытым торцом на глубину 90 см, затем повторно устанавливалась диафрагма, и модель добивалась до отметки 100 см.

Результаты приведенных испытаний представлены в виде графиков на рис. 2, 3 и позволяют сделать следующие выводы:

1. Предлагаемый способ погружения полый сваи по сравнению с базовым (погружение с открытым торцом) обеспечивает выравнивание сопротивления

погружению по глубине, благодаря чему максимальное сопротивление погружению перед добивкой сваи снижается на 40%.

2. Выравнивание сопротивления погружению сваи по глубине погружения позволяет на 17% снизить энергозатраты на погружение в грунт.

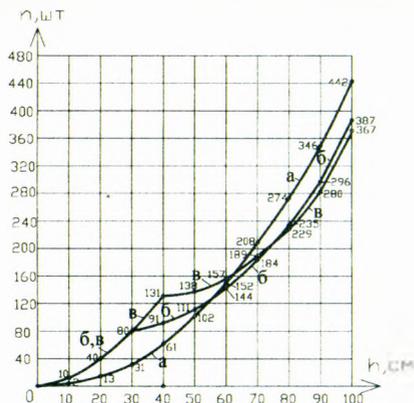


Рисунок 2 – Графики зависимости числа ударов «п» от глубины погружения «h» модели сваи при погружении модели сваи: а) с открытым торцом; б) с закрытым диафрагмой торцом на глубину 30 см; в) то же, на оптимальную глубину

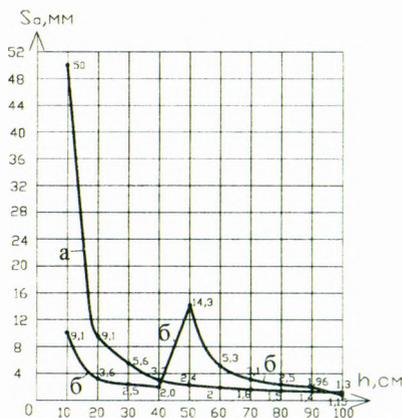


Рисунок 3 – Графики отказа модели сваи «Sa» в зависимости от глубины погружения «h» модели сваи: а) при погружении с открытым нижним торцом (опыт №1); б) при погружении с диафрагмой на оптимальную глубину

3. Погружение в начальный момент сваи с закрытым диафрагмой нижним торцом обеспечивает уменьшение более чем в 5 раз начального отказа, что приводит к безотказной работе дизель-молотов.

Учитывая высокую эффективность, разработанный способ следует рекомендовать к внедрению в производство.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Свая: а.с. СССР 1229258, МПК 7 Е 02D 5/24 / И.М. Зайцев, Н.А. Авдеев, М.В. Поздняков, В.Е. Тройнин; № 3691616/29-33; заявл. 06.12.83; опубл. 07.05.86 // Бюл. № 17. – 1986.
2. Свая: а.с. СССР 1596022, МПК 7 Е 02D 5/54 / Н.И. Захаров, В.Н. Пчелин, В.П. Чернюк; № 4497096/31-33; заявл. 24.10.88; опубл. 30.09.90 // Бюл. № 36. – 1990.