

Об эффективности вдавливания готовых железобетонных свай в условиях городской застройки

Предлагается способ устройства готовых железобетонных свай вдавливанием с помощью сваевдавливающей установки, который является эффективным для стесненных условий строительства. Рассмотрены конструктивные решения узлов установки, позволяющие усовершенствовать вдавливание свай в глинистые грунты. Дана оценка экономической эффективности погружения свай вдавливанием.

Ключевые слова: сваи заводского изготовления, сваевдавливающая установка, конструктивные решения, усовершенствование способа, экономическая эффективность.

S.S. Nuykin

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation

The efficiency of affort indentation of prefabricated reinforced concrete piles in urban environments

The article discusses the pile indentation equipment for dive prefabricated reinforced concrete piles which is used in clay soils in urban environments. Different modifications have been prepared during the period of equipment's exploitation. The article describes a structure of the device and its operating principle. The principle of device based on the conversion parameters of pressure hydraulic system of pile indentation equipment during the pile diving into an electrical signal that is converted to digital information. The article performed an analysis and the generalization of the results of experimental research and economic efficiency.

Keywords: factory piles, pile-pressing installation, constructive solutions, improved method, economic efficiency.

1. Введение

В Кубанском государственном аграрном университете (КубГАУ) под руководством заслуженного строителя РФ, д-ра техн. наук, проф. А.И. Полищука ведутся исследования по совершенствованию способа погружения готовых свай вдавливанием. Для этого используется сваевдавливающая установка (СВУ), которая была разработана Томском государственном архитектурно-строительном университете (ТГАСУ) в 2003 году [1, 2]. Конструкция сваевдавливающей установки запатентована в России и предназначена для погружения готовых свай длиной от 5 м до 12 м в пылевато-глинистые грунты различного состояния. С момента создания установки (2003 г.) и по настоящее время вдавливанием было погружено более 30 000 свай заводского изготовления на строительных площадках в Томске, Кемерово, Новосибирске, Омске и других городах России. На основе СВУ были разработаны другие модификации (СВУ-1, СВУ-2, СВУ-3), которые также с успехом работают на строительных площадках при устройстве готовых свай вдавливанием (рис. 1).



Рис.1. Общий вид сваевдавливашей установки (СВУ) на строительной площадке в г. Томске (2015 г.)

2. Основная часть

Сваевдавливашая установка состоит (рис. 2) из портала (1) на рельсовом ходу; поворотной платформы (2) для навесного оборудования; грузовой платформы (3) для размещения грузового балласта (5) массой 35-40 тс; основной мачты (4), предназначенной для установки сваи (8) в рабочее (вертикальное) положение и дальнейшего ее погружения до проектной отметки. Грузовой балласт (5) размещается на грузовой платформе (3) и выполняет роль противовеса для создания усилия вдавливания сваи.

Установка позволяет погружать сваи с помощью системы полиспастов (6), расположенных в пределах основной мачты (4) и рабочего элемента (7). Система полиспастов является связующим звеном между погружаемой свайей (8) и грузовым балластом (5), так как за счет большой массы создается необходимое усилие погружения сваи. Для перемещения установки по строительной площадке используется рельсовый путь (9). Максимальное усилие вдавливания, передаваемое на сваю, составляет 650...700 кН (65...70 тс). Общая масса установки в рабочем состоянии составляет 90 тс. Время полного цикла погружения одной сваи составляет 15...20 мин. Установка может обеспечивать работу по погружению свай при температуре наружного воздуха от -25°C до $+35^{\circ}\text{C}$. Скорость передвижения установки по поверхности дна котлована – 30...35 м/мин. Монтаж (демонтаж) установки (СВУ) и подготовка ее в рабочее положение на строительной площадке составляет 16...18 часов.

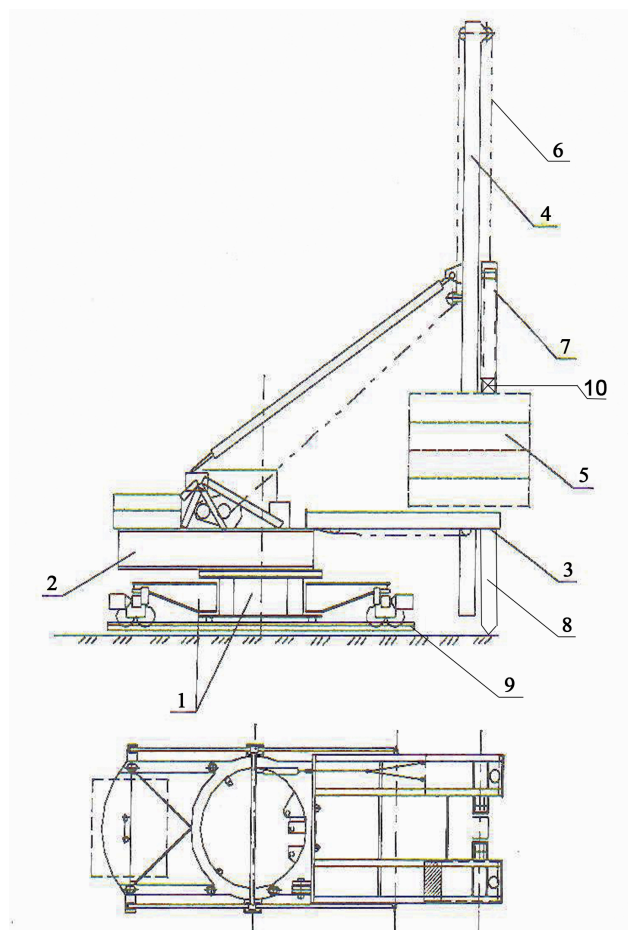


Рис. 2. Основные конструктивные элементы сваевдавливательной установки (СВУ) [1]:

- | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1 - портал установки; | 5 - грузовой балласт; | 9 - рельсовый путь установки; |
| 2 - поворотная платформа; | 6 - система полиспастов; | 10 - динамический погрузатель. |
| 3 - грузовая платформа; | 7 - Рабочий элемент; | |
| 4 - основная мачта; | 8 - погружаемая свая; | |

Одним из наиболее важных параметров при погружении готовых свай является усилие их вдавливания $N_{вд}$. При устройстве готовых свай вдавливанием производители работ часто сталкиваются с грунтовыми условиями, которые затрудняют их погружение из-за наличия в основании различных включений (фундаменты старых зданий, строительный мусор и др.). Кроме того, инженерно-геологические условия строительных площадок предполагают наличие в грунтовой толще прослоек из плотного грунта (пески, супеси). При погружении свай в этом случае усилие вдавливания $N_{вд}$ оказывается недостаточным для прохождения прослоек из плотного грунта [3, 4]. Всё вышеперечисленное вызывает необходимость бурения лидерных скважин при устройстве готовых свай в грунте. Для совершенствования способа устройства готовых свай вдавливанием в 2010 - 2013 гг. были разработаны конструктивные решения узлов установки, которые позволили повысить качество выполняемых работ. В частности, на установку, в непосредственной близости от ее основной мачты, была дополнительно устроена вторая мачта, предназначенная для размещения на ней бурильного оборудования. В качестве дополнительного оборудования на СВУ применяется буровой вращатель с электроприводом от двигателя мощностью 15 кВт, навешиваемый на направляющие элементы второй мачты и

позволяющий осуществлять сплошное шнековое бурение грунта диаметром 150-450 мм на глубину до 10 метров и более.

Конструктивные особенности установки СВУ позволяют объединить устройство лидерных скважин и вдавливание свай в один технологический процесс без использования дополнительных средств и механизмов. Данный технологический процесс предусматривает следующие этапы:

- геодезическая разбивка участка свайного поля;
- наведение бурового вращателя (шнека) на место предполагаемого погружения свай;
- нивелировка установленного шнека для подтверждения его вертикальности;
- бурение лидерной скважины на заданную глубину от поверхности дна котлована; повторная проверка вертикальности установленного шнека;
- подбор режима бурения лидерной скважины (в слабых и обводненных глинистых грунтах шнеком проходят скважину глубиной 1,5 – 2,0 м, а затем его извлекают и очищают от грунта; в пылевато-глинистых и песчаных грунтах шнеком проходят скважину глубиной 0,7 – 1,2 м).

Результаты погружения свай вдавливанием в глинистые грунты с устройством лидерных скважин показали эффективность применяемого способа. Сопоставление полученных данных показывает, что при наличии в основании прослойки из более плотного грунта, предварительное устройство лидерных скважин позволяет выполнять работы по вдавливанию свай на заданную глубину.

С помощью устройства лидерных скважин стало возможным устраивать сваи в таких грунтовых условиях, где не удавалось выполнять их вдавливание. Лидерные скважины создают условия для уменьшения сопротивления грунта под острием и по боковой поверхности вдавливаемых свай. Бурение лидерных скважин может применяться и в том случае, когда требуется ослабление грунта основания вблизи вертикальной оси, предназначенной для вдавливания свай. В этом случае рекомендуется выполнять лидерное бурение дополнительных скважин на расстоянии 1,0-1,5 м от точки предполагаемого погружения свай (рис. 3).



Рис. 3. Предварительное бурение лидерной скважины перед погружением готовой сваи на строительной площадке в г. Томске (2015 г.)

В тех случаях, когда в пределах глубины погружения свай в глинистые грунты встречаются прослойки, линзы из более прочного грунта (супеси, пески), по инициативе авторов (2012 г.) стали использовать динамический погружатель специальной конструкции, который устанавливался на торец погружаемой сваи. Динамический погружатель вмонтирован в рабочий элемент (2) установки СВУ, передающий усилие вдавливания (рис.4). Основное назначение динамического погружателя – создавать дополнительное кратковременное динамическое усилие, которое вместе с усилием вдавливания позволяет преодолевать сопротивление грунта под острием сваи.

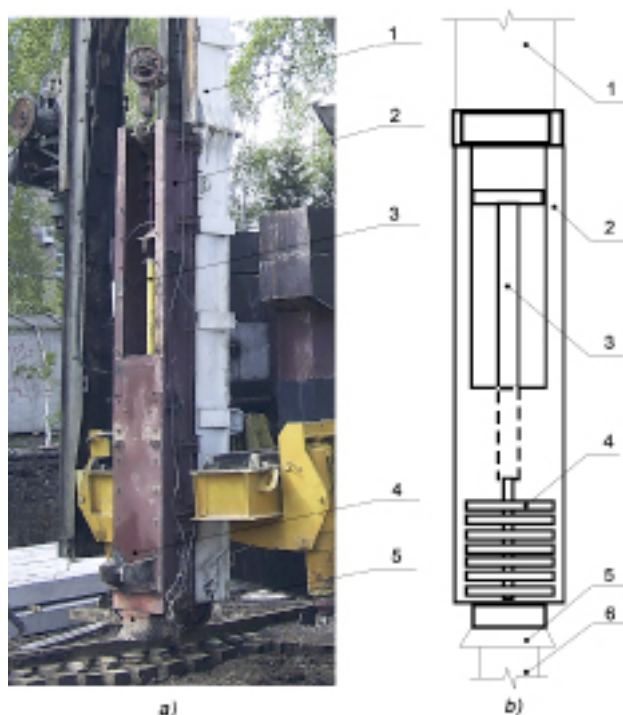


Рис. 4. Динамический погружатель, установленный на основную мачту сваевдавливающей установки:

a - общий вид динамического погружателя;

b - схема динамического погружателя свай

1 – основная мачта установки;

4 – пригруз динамического погружателя (250-300 кг);

2 – рабочий элемент СВУ;

5 – оголовок для захвата сваи;

3 – гидравлический цилиндр;

6 – железобетонная свая.

Таким образом, выполненные конструктивные решения для сваевдавливающей установки (СВУ) позволили усовершенствовать способ вдавливания свай заводского изготовления и обеспечить качество выполняемых работ при устройстве свай в стесненных условиях строительства.

Для оценки экономической эффективности погружения свай вдавливанием были выполнены расчеты с использованием существующей, в настоящее время, нормативной базы для условий г. Томска (2011г.). Кроме того, были выполнены расчеты стоимости динамического метода погружения свай (забивка свай дизель-молотом). Расчеты были выполнены для свай длиной от 6,0 до 16,0 м. При длине свай 12,0 м и более использовались составные конструкции свай. В грунтовых условиях 1-ой и 2-ой групп в соответствии с территориальными единичными расценками для г. Томска, в расчетах учитывалась стоимость изготовления свай, а также эксплуатационные, производственные и другие затраты.

3. Заключение

Анализ результатов расчета показал, что, в подавляющем большинстве случаев, стоимость погружения свай динамическим способом (забивкой) дешевле стоимости погружения свай вдавливанием. Это различие составляет 15-18%. Удорожание обусловлено, в основном, эксплуатационными затратами (расход эл/энергии, перебазировка СБУ) и затратами на содержание бригады (4 человека), обеспечивающей работу сваевдавливающей установки. Однако в определенных случаях, например, при длине свай более 12,0 м, стоимость их погружения вдавливанием в глинистые грунты может быть дешевле на 7 – 10 % по сравнению с динамическим способом погружения. Это объясняется существующей методикой расчета стоимости выполняемых работ, которая заложена в территориальные единичные расценки.

Обобщение результатов проделанной работы свидетельствует, что в целом стоимость устройства свай вдавливанием на 15-18% дороже по сравнению с их устройством динамическим способом. Однако учитывая, что вдавливание свай с успехом используется в стесненных условиях строительства (вблизи существующих зданий), этот способ их устройства довольно часто является эффективным. Поэтому, при устройстве свайных фундаментов в стесненных условиях наиболее рациональным является способ вдавливания свай.

Библиографический список

1. Патент №2206664 РФ, 7Е 02Д 7/20. Установка для погружения свай вдавливанием / С.В.Юшубе, А.И.Полищук, Ю.Б.Андриенко, С.С.Нуйкин. – Заявлено 29.08.2001. Зарегистрировано 20.06.2003. Бюлл. № 17.
2. Полищук А.И., Нуйкин С.С. Совершенствование способа устройства свай вдавливанием на площадках городской застройки. Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014, №3. С.52-59.
3. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. Современные свайные технологии. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 235 с.
4. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения. / Под общей редакцией В.А.Ильичева и Р.А.Мангушева. М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.

References

1. Patent №2206664 RF, 7E 02D 7/20. Ustanovka dlia pogruzheniia svai vdavlivaniem [Device for pile-sinking by jacking] / S.V.Iushchube, A.I.Polishchuk, Iu.B.Andrienko, S.S.Nuikin. – Zaiavleno 29.08.2001. Zaregistrirovano 20.06.2003. Biull. no 17.
2. Polishchuk A.I., Nuikin S.S. Sovershenstvovanie sposoba ustroistva svai vdavlivaniem na ploshchadkakh gorodskoi zastroiki [Improved method of press piling indentation at urban construction sites]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura*, 2014, no 3. pp. 52-59.
3. Mangushev R.A., Ershov A.V., Osokin A.I. Sovremennye svainye tekhnologii [Modern pile technologies]. – M.: Izdatel'stvo ASV, 2010. – 235 s.
4. Spravochnik geotekhnika. Osnovaniia, fundamenty i podzemnye sooruzheniia [Directory geotechnics. Bases, foundations and underground structures]. / Pod obshchei redaktsiei V.A.Il'icheva & R.A.Mangusheva. M.: Izd-vo ASV, 2014. – 728 s.

Об авторах

Нуйкин Сергей Сергеевич (Краснодар, Россия) – аспирант кафедры «Основания и фундаменты КубГАУ (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, e-mail: 79234281450@yandex.ru)

About the authors

Nyikin Sergei Sergeevich (Krasnodar, Russia) – postgraduate of department of “Bases and foundations” KubSAU (350044, Krasnodar, Kalinina st, 13, e-mail: 79234281450@yandex.ru)