УДК 624.151.2

А.И. Полищук, С.С. Нуйкин

Кубанский государственный аграрный университет (КубГАУ),
Краснодар, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА УСТРОЙСТВА СВАЙ ВДАВЛИВАНИЕМ НА ПЛОЩАДКАХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Рассмотрен способ устройства железобетонных свай заводского изготовления вдавливанием с помощью сваевдавливательной установки. Проанализированы основные преимущества и недостатки способа, определена область его применения. Даны рекомендации по использованию применяемой установки в глинистых грунтах для стесненных условий строительства. Предложены конструктивные решения узлов установки, позволяющие усовершенствовать рассмотренный способ.

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

A.I. Polyschyk, S.S. Nuykin

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russian Federation

IMPROVED METHOD OF PRESS PILING INDENTATION AT URBAN CONSTRUCTION SITES

The way the device prefabricated concrete piles using indentation pile pressing installation. Analyzes the main advantages and disadvantages of the method, defined the scope of application. Recommendations on use of the applicable installation in clay soils for construction confined spaces. Constructive solutions plant components allowing to improve discussed method.

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

В настоящее время строительство зданий, сооружений на глинистых грунтах часто выполняется на свайных фундаментах с использованием свай заводского изготовления. При этом для устройства таких свай в большинстве случаев используется динамический метод погружения с применением копровых установок. Однако из-за неблагоприятных шумовых и вибрационных воздействий на окружающую среду, применение динамического метода ограничено [1, 2].

Выпускниками Томского государственного архитектурно-строительного университета (С.В. Ющубе, А.И. Полищук, Ю.Б. Андриенко,

С.С. Нуйкин) была разработана сваевдавливающая установка (СВУ) для погружения готовых свай вдавливанием. Конструкция сваевдавливающей установки запатентована в России и успешно эксплуатируется в г. Томске и других городах Западной Сибири [3]. Сваевдавливающая установка предназначена для погружения свай длиной от 5 до 12 м в пылевато-глинистые грунты различного состояния. С момента её создания (2003) вдавливанием было погружено более 25 000 свай заводского изготовления в Томске, Кемерове, Новосибирске, Омске. На основе СВУ были разработаны другие модификации (СВУ-1, СВУ-2), которые также с успехом применяются при устройстве свай в стесненных условиях строительства (рис. 1).

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

Рис. 2. Основные конструктивные элементы сваевдавливающей установки (СВУ):

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

Сваевдавляющая 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.

За период с 2003 г. до настоящего времени были выявлены преимущества и недостатки используемого способа погружения свай [3]. К основным преимуществам, по сравнению с другими способами (способ забивки, вибропогружение) относятся:

- отсутствие влияния динамических и шумовых воздействий на близко расположенные здания, сооружения;
- возможность погружения готовых свай в непосредственной близости от существующих зданий (0,6–0,7 м);
- применение упрощенной методики испытаний натурных свай статической вдавливающей нагрузкой (использование установки в качестве пригруза).

К недостаткам способа можно отнести:

- значительную трудоемкость способа, а следовательно, его низкую производительность (до 6–8 свай в смену при их длине от 8 до 12 м);

- финансовые затраты на перебазировку СВУ, превышающие на 25–30 % затраты на другие распространенные способы (например, способ забивки свай).

Для совершенствования способа устройства готовых свай вдавливанием в 2011 г. 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. С его помощью стало возможным устраивать лидерные скважины в таких грунтовых условиях, где не удавалось выполнять вдавливание свай. Лидерные скважины создают условия для уменьшения сопротивления грунта под острием и по боковой поверхности вдавливаемых свай. Кроме того, бурение лидерных скважин может применяться и в том случае, когда требуется ослабление грунта основания вокруг (вблизи) точки вдавливания свай. В этом случае рекомендуется выполнять лидерное бурение дополнительных скважин на расстоянии 0,8–1,2 м от места предполагаемого погружения свай.

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) стали использовать дополнительное оборудование. На торец погружаемой сваи был установлен динамический погружатель специальной конструкции, который вмонтирован в рабочий элемент 2 установки (СВУ), передающий усилие вдавливания (рис. 3). Основное назначение динамического погружателя – создавать дополнительные кратковременные динамические нагрузки, которые вместе с усилием вдавливания позволяют преодолевать сопротивление грунта под острием сваи.

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 (2011). 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 м. При длине свай 12 м и более использовались составные конструкции свай. В грунтовых условиях 1 и 2-й групп в соответствии с территориальными единичными расценками для г. Томска в расчетах учитывалась стоимость изготовления свай, а также эксплуатационные, производственные и другие затраты.

Рис. 3. Динамический погружатель, установленный на основную мачту сваевдавливающей установки: *а* – общий вид динамического погружателя; *б* – схема динамического погружателя свай: 1 – основная мачта установки; 4 – пригруз динамического погружателя (250–300 кг); 2 – рабочий элемент СВУ; 5 – оголовок для захвата свай; 3 – гидравлический цилиндр; 6 – железобетонная свая

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 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.

Таким образом, в целом можно считать, что стоимость устройства свай вдавливанием на 15–18 % дороже по сравнению с их устройством динамическим способом. Однако, учитывая то, что вдавливание свай с успехом используется в стесненных условиях строительства вблизи существующих зданий, этот способ их устройства довольно часто является эффективным.

Библиографический список

1. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. Современные свайные технологии. – М.: АСВ, 2010. – 235 с.
2. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. В.А. Ильичева, Р.А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.
3. Патент №2206664 РФ, 7Е 02Д 7/20. Установка для погружения свай вдавливанием / С.В. Ющубе, А.И. Полищук, Ю.Б. Андриенко, С.С. Нуйкин: заявлено 29.08.2001; зарегистрировано 20.06.2003. Бюл. № 17.
4. Савинов А.В. Повышение эффективности применения свай, погружаемых вдавливанием, в условиях плотной городской застройки // Вестник СГТУ. Архитектура и строительство. – 2006. – № 3(15). – С. 94–100.

References

1. Mangushev R.A., Ershov A.V., Osokin A.I. Sovremennyye svajnye tehnologii [Modern technology pile]. Moscow: ASV, 2010. 235 s.

2. Spravochnik geotekhnika. Osnovaniya, fundamenty i podzemnye sooruzheniya [Directory geotechnics. Bases, foundations and underground structures]. Moscow: ASV, 2014. 728 s.

3. Jushhube S.V., Polishhuk A.I., Andrienko Ju.B., Nujkin S.S. Ustanovka dlja pogruzheniya svaj v davlivaniem. *Patent №2206664 RF*, 2003.

4. Savinov A.V. Povyshenie effektivnosti primeneniya svaj, pogruzhayemykh v davlivaniem, v usloviyakh plotnoj gorodskoj zastroyki [Improving the effectiveness of piles immersed indentation in dense urban areas]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. (Arkhitektura i stroitelstvo)*, 2006, no. 3 (15), Saratov. pp. 94-100.

Об авторах

Полищук Анатолий Иванович (Краснодар, Россия) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Основания и фундаменты» Кубанского государственного аграрного университета; e-mail: ofpai@mail.ru

Нуйкин Сергей Сергеевич (Краснодар, Россия) – аспирант кафедры «Основания и фундаменты» Кубанского государственного аграрного университета; e-mail: nuikins@rambler.ru

About the authors

Polyschuk Anatoliy Ivanovich (Krasnodar, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department “Bases and foundations”, Kuban State Agrarian University (KSAU); e-mail: ofpai@mail.ru

Nuykin Sergey Sergeevich (Krasnodar, Russian Federation) – Doctoral Student of Department “Bases and foundations”, Kuban State Agrarian University (KSAU); e-mail: nuikins@rambler.ru

Получено 24.03.2014