

УДК 624.151.2

**А.И. Полищук**, д-р техн. наук, профессор,  
**С.С. Нуйкин**, аспирант,

Кубанский государственный аграрный университет  
(КубГАУ, г. Краснодар)

### **СПОСОБ УСТРОЙСТВА СВАЙ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВДАВЛИВАНИЕМ В ГЛИНИСТЫЕ ГРУНТЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

Приводится способ устройства 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.

**A.I. Polyschyk**, doctor of technical sciences, professor,  
**S.S. Nuykin**, postgraduate,

Kuban State Agrarian University (KSAU)

### **METHOD OF INSTALLATION FACTORY PRESSING PILES IN CLAY SOILS AND WAYS OF ITS DEVELOPMENT**

The method of pressing installation factory concrete piles. Main advantages and disadvantages of the method are analyze, defined the scope of application. Authors give recommendations of using installation in clay soils for construction-confined projects. In the publication, there are constructive units, elements and components to improve this method.

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

Для погружения готовых свай вдавливанием была разработана сваевдавливающая установка (СВУ), которая эксплуатируется с 2003 г. [1, 2]. Конструкция сваевдавливающей установки запатентована в России; она предназначена для погружения 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), которые также с успехом применяются при устройстве готовых свай в стесненных условиях строительства (рис. 1).

Сваедавливающая 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 °С до +35 °С. 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.

Одним из наиболее важных параметров при погружении готовых свай вдавливанием 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]. Всё вышеперечисленное вызывает необходимость бурения лидерных скважин при устройстве готовых свай в грунте. Для совершенствования способа устройства готовых свай вдавливанием в 2010 - 2012 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.

Методика погружения готовых свай вдавливанием, в этом случае, предполагает устройство лидерных скважин. 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 сваи;
- 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 (табл. 1). 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.

Таблица 1

Результаты вдавливания железобетонных свай в глинистые грунты с устройством лидерных скважин (2011-2013 гг.)

Рассматриваемая строительная площадка	Грунты основания в пределах длины свай (их мощность, м)	Применяемые сваи и их длина, м	Глубина погружения свай, м		Максимальное значение усилия вдавливания $N_{вд}$ , кН*	
			без лидерного бурения	с лидерным бурением на глубину 3-4 м	без лидерного бурения	с лидерным бурением на глубину 3-4 м
Жилой дом по ул. Гоголя, 55 в г. Томске	Суглинок мягкопластичный (4,2-5,5), глина полутвердая (0,8-1,2), прослойки песка пылеватого (0,5-0,7)	С140.30-8св; 14,0	12,2	13,6	620,0	536,0
Восточная трибуна стадиона «Труд» по ул. Белинского, 12 в г. Томске	Супесь текучепластичная (3,8-6,1), суглинок тугопластичный (2,1-2,8), гравий крупный (0,7-0,9)	С120.30-10; 12,0	10,3	11,5	565,0	485,0

Жилой дом по пер. Базарный, 5 (2 очередь) в г. Томске	Суглинок тугопластичный (5,8-7,2), супесь мягкопластичная (3,2-4,2), прослойки супеси тугопластичной (0,4-0,5)	С80.30-8; 8,0	7,2	7,5	497,0	425,0
---	--	---------------	-----	-----	-------	-------

\* - усилие вдавливания  $N_{вд}$  определялось по специальной методике

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. Кроме того, 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).

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.

Таким образом, выполненные конструктивные решения для сваевдавливательной 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.

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 СВУ) и затратами на содержание бригады (4 человека), обеспечивающей работу сваевдавливательной 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.Андрienко, 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. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения. / Под общей редакцией В.А.Ильичева и Р.А.Мангушева. М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с.

1. Patent №2206664 RF, 7E 02D 7/20. Ustanovka dlya pogruzhenia svai vdavlivaniem / S.V.Ushube, A.I.Polychuk, U.B.Andrienko, S.S.Nuikin. – Zayavleno 29.08.2001. Zaregistrirovano 20.06.2003. Bull. №17.
2. Polychuk A.I., Nuikin S.S. Sovershenstvovanie sposoba ustroistva svai vdavlivaniem na ploshadkah gorodskoi zastroiki. Vestnik PNIPU. Stroitelstvo i architectura. – Perm: Izd-vo PNIPU, 2014, №3. S.52-59.
3. Spravochnik geotechnika. Osnovaniya, fundamenti i podzemnie sooruzheniya. / Pod obchei redakciei V.A.Ilicheva i R.A.Mangusheva. M.: Izd-vo ASV, 2014. – 728 s.





Рис.1. Общий вид сваевдавливача (СВУ) на строительной площадке в г. Томске (2012 г.)

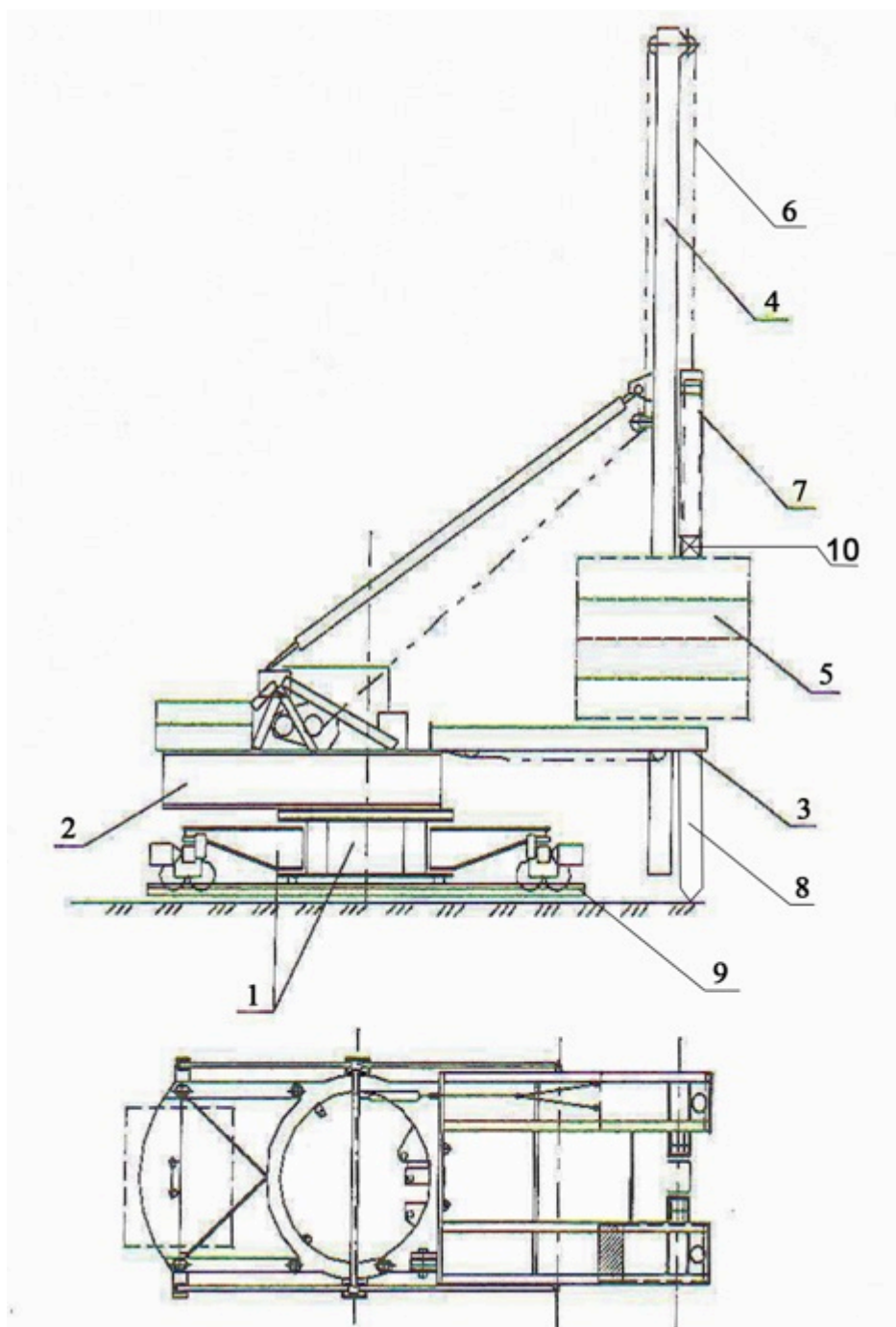


Рис. 2. Основные конструктивные элементы сваедавливающей установки (СВУ) [1]:

- |                           |                          |                                |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 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:     |                                |





Рис. 3. Предварительное бурение лидерной скважины перед погружением готовой сваи на строительной площадке в г. Томске (2012г.)



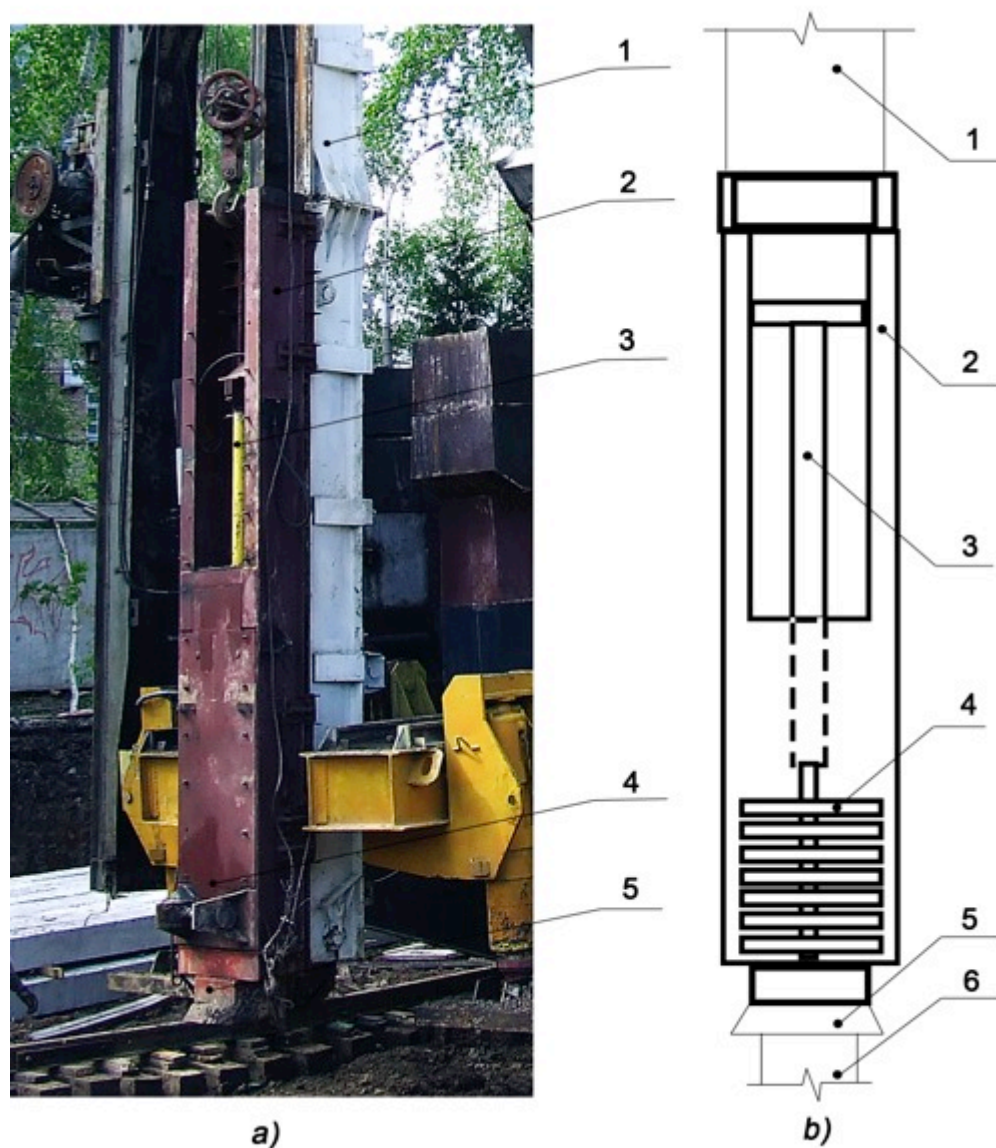


Рис. 4. Динамический погружатель, установленный на основную мачту сваевдавливачей установки:

*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 свай;

3 - гидравлический цилиндр;

6 – железобетонная свая.