

KARTSEVA Vera Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Geodesy and Cadastre, Tver State Technical University, Tver. E-mail: vera.v.kartseva@gmail.com

УДК 624.15

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ УСТРОЙСТВА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

Ю.Н. Москвина, М.В. Егорьева

© Москвина Ю.Н., Егорьева М.В., 2025

Аннотация. В статье рассмотрены особенности различных способов производства работ по устройству свайных фундаментов. Проанализированы технологические факторы реализации вдавливания свай. Описано негативное влияние данных факторов на грунты основания и конструкции возведенных и строящихся зданий.

Ключевые слова: фундамент, сваи, вдавливание, деформация грунта, производство, работа, устройство, технология, строительство.

Из-за усложнения возводимых объектов, роста этажности зданий, строительства в сложных природно-климатических условиях все более актуальными становятся проектирование и устройство свайных фундаментов. Выбор способа устройства такого фундамента – один из ключевых факторов при возведении объектов, обеспечивающих долговечность и безопасную эксплуатацию зданий.

Рассматривая технологию устройства свайного фундамента в свете возможных рисков, нужно учитывать все технологические особенности, которые могут негативно повлиять на грунты основания и конструкции окружающей застройки, создать вибрационные нагрузки, ухудшить свойства окружающих земель и пр. [2].

В настоящее время достаточно часто приходится возводить здания на свайных фундаментах в условиях плотной городской застройки, что негативно сказывается на целостности и сохранности существующих строений, находящихся в непосредственной близости от объекта. В описанных условиях оптимальным способом устройства указанного фундамента будет вдавливание свай. В ряде случаев в плотных грунтах перед вдавливанием требуется произвести лидерное бурение скважин небольшого размера [1, 3].

Применять различные режимы при устройстве фундаментов следует на базе технико-экономического обоснования с учетом особенностей конкретной строительной площадки. При этом в ходе разработки организационно-технологической документации также необходимо решать задачи размещения технологического и вспомогательного оборудования с учетом возникновения опасных зон и требуемых траекторий перемещения машин [1].

В статье А.Н. Гайдо «Особенности разработки проектов производства работ по устройству фундаментов в стесненных условиях городской застройки» сделан вывод о том, «что все способы устройства свайных фундаментов в различной степени оказывают влияние на состояние структуры массива грунта и тем самым могут приводить к деформации конструкций зданий и сооружений, прилегающих к участку строительства» [1]. В ней также приведены технологические факторы, характерные для различных способов устройства свайных фундаментов:

Способ производства работ	Технологические факторы	Оказываемое влияние на массив грунта и конструкций соседних зданий	Способы снижения воздействия этих факторов
Погружение свай заводского изготовления			
Забивка	Ударное воздействие свайного молота на оголовки свай	Распространение в грунте динамических воздействий. Подъем (выпор) грунта	Лидерное рыхление и создание экранов в грунте. Ограничение производительности. Настройка параметров режима работы молота. Изменение направления проходок машин. Отказ от ударных режимов
Вибропогружение	То же вибрационное воздействие продольных колебаний	То же вибрационное воздействие в массиве грунта	
Вдавливание	Вертикальные статические усилия	Уплотнение или перемещение грунта. Выпор грунта из-под острия	

Буровые технологии (проходной шнек, обсадные трубы с келли-штангой)			
Проходной шнек	Процесс резания породы и ее извлечения на поверхность шнеком	Возможное извлечение грунта сверх расчетного объема, приводящее к его просадкам и деформациям конструкций	Отказ от применения технологии в зонах, расположенных вблизи существующих конструкций
В обсадных трубах (диаметр больше 600 мм)	Процесс резания породы торцами обсадных труб и ее извлечения на поверхность шнеком или желонкой	При соблюдении технологии возможен выпор грунта в обсадную трубу, вызывающий просадки его поверхности	Строгое соблюдение технологии в части темпа извлечения грунта при ограничении производительности работ
Под глинистым раствором	Обеспечение устойчивости ствола скважины буровым раствором	—	Ограничение производительности в зонах вблизи существующих конструкций
Набивные технологии (вытеснение DDS, «Фундекс», «Атлас», «Омега»)			
Вытеснение	Воздействие вдавливающих и вращающих усилий при погружении буровых труб	Уплотнение или перемещение массива грунта. Подъем (выпор) грунта между сваями	Лидерное рыхление и создание экранов в грунте. Ограничение производительности. Изменение направления проходок буровых установок
С вдавливанием (закручиванием) буровых труб с теряемым башмаком	То же. Срез грунта по боковой поверхности башмака	То же	

Изложенные выше данные дают возможность заключить, что главными факторами, приводящими к деформациям существующих конструкций при погружении свайных элементов, являются подъем

поверхности грунта и динамические воздействия, распространяющиеся в массиве грунта. Забивные технологии вблизи конструкций жилых зданий на практике меняют на режимы вдавливания или буронабивные [1].

Сложным является устройство фундаментов из забивных свай или свай, погружаемых вибропогружателем в непосредственной близости от водоема, так как на массив грунта передается динамическая нагрузка, что приводит к оплыву грунта. Применению буронабивных и буро-инъекционных свай мешает то обстоятельство, что для полного включения их в работу свайный фундамент должен осесть (величина усадки должна составить порядка 3–7 см), чтобы полностью мобилизовались силы трения и сопротивления по боковой поверхности сваи. Следовательно, в описанных условиях лучше всего погружать сваи статической нагрузкой; в данном случае сваи называют задавливаемыми. Они обладают рядом преимуществ:

1) при производстве работ не создают динамических нагрузок на грунт, расположенные рядом строения и саму погружаемую сваю;

2) в процессе погружения по величине усилия вдавливания можно точно определить несущую способность каждой сваи;

3) поскольку сваи являются предварительно напряженными вдавливающей нагрузкой, такой фундамент будет практически «безосадочным» [2, 3].

Еще к достоинствам метода можно отнести возможность погружения готовых свай в непосредственной близости от существующих зданий (0,6–0,7 м) и «применение упрощенной методики испытаний натурных свай статической вдавливающей нагрузкой (устройство установки в качестве пригруза)» [4].

К недостаткам способа можно отнести:

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

финансовые затраты на перебазировку сваевдавливающей установки, превышающие на 25 % затраты на другие распространенные способы (например, на реализацию забивки свай);

стоимость устройства свай вдавливанием, которая на 15–18 % выше по сравнению со стоимостью их устройства динамическим способом [4];

отсутствие единого подхода к назначению усилия вдавливания свай, особенно при усилении фундаментов [5].

Недостаточность сравнительной информации о работе теоретической модели и реальном поведении системы *свая – грунтовый массив* заставляет проектировщиков закладывать значительные запасы в проектах, что в конечном счете неизбежно приводит к существенным экономическим расходам, увеличению сроков проектирования и строительства. Излишняя осторожность не является оправданной, так как изучение и обобщение опыта строительства зданий на свайных

фундаментах из забивных свай показывают, что эти сваи, как правило, надежнее фундаментов на естественном основании [6].

Для рационального применения технологии вдавливания свай следует контролировать и оперативно передавать в службы технического и авторского надзора различные показатели: значения отклонений от проектного положения, количество и глубину погруженных свай, значение конечных усилий вдавливания. В настоящее время документация ведется преимущественно на бумаге, что, в свою очередь, замедляет принятие решений, касающихся корректировки проектных свидетельств. При этом сегодня уже разработана методика дистанционного контроля и передачи данных, содержащих в себе значения технологических параметров, для их последующего включения в единую информационную модель зданий [3].

Примером сложных, непредсказуемых грунтов служат почвенные слои г. Санкт-Петербурга. Территория, на которой расположен город, считается сложной с точки зрения геологии; на ней наблюдается множественное напластование слабых водонасыщенных и тиксотропных грунтов. Для того чтобы принять проектное решение по поводу строительства в каком-либо районе Санкт-Петербурга, необходимо провести анализ существующих проблем уже построенных зданий и непосредственно инженерно-геологических условий на основании испытаний грунтов [7].

Из-за неустойчивости грунтов возникают проблемы с возведением сооружений, так как данная нестабильность приводит во многих случаях к перекосу свай. У зданий, стоящих на сваях, нередко появляются, несмотря на высокое качество свайного фундамента, нарушения конструкции в виде трещин на бетонном ростверке, перекося стен здания, сложности с закрыванием окон и дверей. Все перечисленное требует дополнительных работ, направленных на усиление фундамента [8].

Таким образом, у метода погружения свай путем вдавливания имеются как плюсы, так и минусы, которые требуют инновационных решений. Одним из вариантов более подробного изучения этого вопроса является создание базы объектов с аналогичными геологическими условиями, с фиксацией определенных параметров, касающихся возведения объектов на различных территориях (все это поможет организовать в будущем единую информационную модель объектов). Анализ указанных объектов даст возможность сделать работу над ошибками, допущенными при принятии предыдущих проектных решений, и составить вспомогательную базу данных о геологическом разрезе местности. Отметим также, что нужен другой, дополнительный подход к процессу проектирования, при котором будут соблюдаться нормативные сроки, благодаря чему проект реализуется правильно. Если принимать во внимание концепцию фундаментов, то следует проводить проектные инженерно-геологические испытания грунтов, так как фактические

проектные изыскания на стадии проектирования чаще делают на основании теоретических данных, касающихся этой местности. Информация, приобретенная в ходе таких испытаний, позволит в дальнейшем принять правильное решение по поводу проектирования фундаментов зданий, сэкономить время, а также улучшить технологический процесс строительства.

В статье [9] установлено, что улучшения способа погружения свай методом вдавливания достигают на основе применения лидерного бурения или вибрационного вращения.

Можно сказать однозначно, что метод погружения свай подходит для реализации в стесненных городских условиях, при которых воплощение других методов негативно скажется на существующих зданиях [1, 2, 4]. Однако рассмотренная тема раскрыта не до конца в современной науке. Требуется ее дальнейшее изучение, а кроме того, необходим анализ влияния описанного метода погружения на городские постройки.

Библиографический список

1. Гайдо А.Н. Особенности разработки проектов производства работ по устройству свайных фундаментов в стесненных условиях городской застройки // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2017. Т. 8. № 4. С. 74–85.

2. Макаренкова О.В., Кривцов В.В. Безударные методы погружения готовых свай в условиях плотной городской застройки // The Scientific Heritage. 2021. No 75. С. 5–6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezudarnye-metody-pogruzheniya-gotovyyh-svay-v-usloviyah-plotnoy-gorodskoy-zastroyki/viewer> (дата обращения: 16.03.2025).

3. Дистанционная система контроля технологических параметров вдавливания свай / А.Н. Гайдо, А.Г. Погода, Л.М. Колчеданцев, Д.В. Вершинин // Construction and Geotechnics. 2020. Т. 11. № 3. С. 18–28.

4. Полищук А.И., Нуйкин С.С. Совершенствование способа устройства свай вдавливанием на площадках городской застройки // Construction and Geotechnics. 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-sposoba-ustroystva-svay-vdavlivaniem-na-ploschadkah-gorodskoy-zastroyki/viewer> (дата обращения: 16.03.2025).

5. Ющубе С.В., Сулима В.А., Тарасов А.А. Экспериментальные исследования взаимодействия свай с водонасыщенным глинистым грунтом при их погружении вдавливанием // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2016. № 2. С. 180–185.

6. Кургузов К.В., Фоменко И.К., Сироткина О.Н. Оценка несущей способности свай. Методы расчета и проблематика // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 10. С. 7–25.

7. Кожедуб В.И., Дьяконов И.П. Проектирование свайных фундаментов в сложных грунтовых условиях Санкт-Петербурга // Technical Science. 2019. № 13 (37). С. 37–43.

8. Михайлов А.Н. Технология устройства свайных фундаментов зданий // Sciences of Europe. 2021. № 70. С. 13–15.

9. Гайдо А.Н. Пути совершенствования технологических решений устройства свайных фундаментов жилых зданий // Жилищное строительство. 2015. № 9. С. 12–15.

DEVICE FEATURES AND PROBLEMS PILE FOUNDATIONS

Yu.N. Moskvina, M.V. Egoryeva

Abstract. *The article discusses the features of various methods of work on the installation of pile foundations. The technological factors of pile indentation implementation are analyzed. The negative impact of these factors on the foundation soils and structures of buildings erected and under construction is described.*

Keywords: *foundation, piles, indentation, soil deformation, production, work, device, technology, construction.*

Об авторах:

МОСКВИНА Юлия Николаевна – кандидат философских наук, доцент кафедры конструкций и сооружений, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: julim@yandex.ru

ЕГОРЬЕВА Марина Валентиновна – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: kafedrasp@bk.ru

About the authors:

MOSKVINA Yulia Nikolaevna – Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of the Department of Structures and Buildings, Tver State Technical University, Tver. E-mail: julim@yandex.ru

EGORYEVA Marina Valentinovna – Master's Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: kafedrasp@bk.ru