

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №2, Том 11 / 2019, No 2, Vol 11 <https://esj.today/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/28SAVN219.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Чернильник А.А., Шакая Д.Р., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Доценко Н.А., Максименко Н.А. Актуальность применения полых железобетонных свай и исследование способов повышения их эксплуатационных характеристик // Вестник Евразийской науки, 2019 №2, <https://esj.today/PDF/28SAVN219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Chernil'nik A.A., Shakaya D.R., Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Dotsenko N.A., Maksimenko N.A. (2019). The relevance of the use of hollow reinforced concrete piles and the study of ways to improve their performance. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 2(11). Available at: <https://esj.today/PDF/28SAVN219.pdf> (in Russian)

УДК 691

ГРНТИ 67.09.33

Чернильник Андрей Александрович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: chernila_a@mail.ru

Шакая Давид Рузгенович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: shakadav@mail.ru

Стельмах Сергей Анатольевич

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Доцент кафедры «Инженерной геологии, оснований и фундаментов»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Щербань Евгений Михайлович

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Доцент кафедры «Инженерной геологии, оснований и фундаментов»
Кандидат технических наук
E-mail: au-geen@mail.ru

Доценко Наталья Александровна

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Студент
E-mail: natalya_1998_dotsenko@mail.ru

Максименко Никита Андреевич

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: maxnick@mail.ru

**Актуальность применения полых
железобетонных свай и исследование способов
повышения их эксплуатационных характеристик**

Аннотация. Полые сваи или сваи с грунтовым ядром, изготовленные методом центрифугирования, обладают рядом существенных преимуществ перед сваями, изготовленными из вибрированного железобетона. Применение свай с грунтовым ядром в качестве фундаментов жилых и культурно-бытовых зданий является экономически целесообразным не только в районах с большой толщей сильно сжимаемых грунтов, но во многих случаях и в грунтах нормальной плотности. Железобетонные сваи с грунтовым ядром могут успешно применяться в промышленном строительстве взамен столбовых и ленточных фундаментов. Большой эффект достигается при использовании свай с грунтовым ядром при строительстве водозаборных сооружений (вместо опускных колодцев), для опор линий передачи. Железобетонные сваи с грунтовым ядром получили широкое распространение при строительстве морских причальных сооружений. Рассмотрены некоторые способы повышения несущей способности и эксплуатационных характеристик полых железобетонных свай.

Ключевые слова: полая свая; свая с грунтовым ядром; фундамент; центрифугированный железобетон; вибрированный железобетон; жилые здание; промышленное строительство; гидротехническое строительство; несущая способность

Полые сваи или сваи с грунтовым ядром, изготовленные методом центрифугирования, обладают рядом существенных преимуществ перед сваями, изготовленными из вибрированного железобетона [1; 2].

Сваи с грунтовым ядром конструкции Ленморниипроекта диаметром 50–1000 мм много раз применялись в Ленинграде (Санкт-Петербурге), а сваи диаметром 1200 мм являются самыми распространенными в Прибалтике. Они применяются в разных портах северных и южных морей.

Сваи диаметром 500 мм оказываются по расходу стали экономичнее сплошных. По расходу бетона полые сваи диаметром 400 и 500 мм экономичнее соответствующих свай квадратного сечения.

Эффективными оказываются сваи диаметром 1000–1200–1600 мм, способные заменить целый куст обычных сплошных свай.

При оценке экономичности применения трубчатых свай с грунтовым ядром необходимо иметь в виду следующее.

Главную роль в сопротивлении трубчатых свай, открытых снизу, играет сопротивление по подошве, так как по своей работе в грунте эти сваи приближаются к сваям-стойкам. Поэтому, если при погружении вибратором трубчатой сваи она встретится с грунтом средней плотности и значительной мощности, в особенности с песком, обычно при заглублении в него на 1–2 диаметра развивается высокое сопротивление по подошве, и погружение прекращается.

Сплошные же сваи, сопротивление которых зависит главным образом от трения по боковой поверхности, должны заглубиться в несущий слой грунта значительно больше, поэтому они длиннее трубчатых.

Таким образом, трубчатые сваи, за исключением свай самого малого диаметра (400–500 мм), экономичнее сплошных как по расходу материала, так и по стоимости примерно в два раза, в особенности, если эти сваи опираются на пески или другие плотные грунты и работают как сваи-стойки. Уменьшение количества свай приводит, кроме того, к существенному упрощению конструкции, удешевлению ростверка.

Применение свай с грунтовым ядром в качестве фундаментов жилых и культурно-бытовых зданий является экономически целесообразным не только в районах с большой

толщей сильно сжимаемых грунтов, но во многих случаях и в грунтах нормальной плотности, как показывает опыт жилищного строительства в Москве и Санкт-Петербурге.

Интересным примером является использование для фундаментов жилых домов железобетонных полых, открытых снизу свай квадратного сечения в г. Рязани. Грунты в Рязани на глубину около 4 м характеризуются как макропористые лессовидные, подстилаемые тугопластичными моренными суглинками. Глубина погружения свай невелика и составляет 4–6 м. Наиболее интересными моментами этого строительства являлись:

- малые осадки (порядка 1–3 мм);
- установленное большим количеством испытаний нарастание несущей способности свай со временем при наблюдении свыше 4 месяцев;
- расход металла на полую сваю такой же, как и на сплошную того же наружного очертания, а расход бетона – ниже на 17–24 %;
- механизированное изготовление полых свай производилось на станке для формирования многопустотных панелей перекрытий без затруднений;
- значительный экономический эффект (40 %), полученный строителями по сравнению со стоимостью ленточных фундаментов.

Использование железобетонных трубчатых свай большой грузоподъемности чрезвычайно упрощает работы по устройству фундаментов и создает возможность составления типовых проектов фундаментов промышленных сооружений.

Интересным примером применения в промышленном строительстве свай большого диаметра с грунтовым ядром является постройка моста через р. Пряжку в Ленинграде. Мост был запроектирован на деревянных сваях с низким ростверком, с двухрядными перемычками для ограждения котлованов. Затем проект переработали. В качестве фундаментов под устои моста было использовано по шесть свай с грунтовым ядром.

Железобетонные сваи с грунтовым ядром могут успешно применяться в промышленном строительстве взамен столбовых и ленточных фундаментов при минимальной глубине погружения порядка 3–4 м, если только под их подошвой находятся пески средней плотности или другие сравнительно плотные грунты. Если же плотные слои грунта залегают на значительной глубине, то сваи большого диаметра по характеру своей работы и по грузоподъемности приближаются к опускным колодцам, выгодно отличаясь от последних простотой производства работ и значительно более низкой стоимостью.

Сборные трубчатые сваи пригодны при переустройстве фундаментов реконструируемых цехов, например, при усилении фундаментов колонн под крановые пути. Обычные способы производства работ, связанные с земляными работами по устройству котлованов, требуют прекращения работ в цехе, в то время как погружение вибратором звеньев полых свай возможно в кратчайшее время без выполнения земляных работ и нарушения работы цеха. Ограниченная высота помещения не мешает производству работ, так как всегда можно подобрать соответствующую длину звеньев сборных трубчатых свай.

Большой эффект достигается при использовании свай с грунтовым ядром при строительстве водозаборных сооружений (вместо опускных колодцев), для опор линий передачи и так далее.

Железобетонные сваи с грунтовым ядром были впервые применены в СССР и получили широкое распространение при строительстве морских причальных сооружений. Первым объектом, на котором они использовались, был причал Лесного мола Ленинградского морского торгового порта (реконструкция осуществлялась в 1955–1956 гг.).

Успешный опыт использования этого типа свай привлек к ним внимание проектного института Ленинградского отделения Ленгипрорыбпрома и строителей Калининградского рыбного порта. Одна полая свая заменила куст из четырех сплошных свай, кроме того, длина полых свай оказалась значительно меньше, чем сплошных. Последнее объясняется тем, что несущая способность трубчатых свай при опирании на пески определяется в основном лобовым сопротивлением при заглублении в пески всего на 1,5–2 м. Грузоподъемность же сплошных свай создается в основном сопротивлением по боковой поверхности, что и потребовало бы значительного заглубления их в песок, так как выше были расположены илы.

Работы по изготовлению и погружению железобетонных трубчатых свай осуществлялись трестом Балтморгидрострой. Опыт, приобретенный этим трестом при работе с железобетонными трубчатыми сваями, дал возможность разработать правильную организацию рабочих процессов и внести ряд усовершенствований в производство работ, что в большой степени содействовало успеху дела. Особенно большое значение имела организация централизованного производства центрифугированных свай в Риге, откуда они развозятся по всем портам Балтийского моря.

По сравнению со старым методом устройства опор, для причалов на сплошных сваях применение трубчатых свай в портах Балтийского моря уже дало несколько миллионов рублей экономии. По данным треста Балтморгидрострой и Ленгипрорыбпрома, по сравнению с конструкцией на сплошных сваях достигается экономия: по металлу на 46 %, по бетону на 62 % и по трудозатратам на 42 %.

Первостепенное значение для успеха внедрения железобетонных свай с грунтовым ядром в морское гидротехническое строительство имеет тот факт, что проектные организации системы Союзморниипроекта приняли этот тип свай в разработанных ими типовых проектах морских причальных сооружениях. Большая длина и большой вес таких свай предопределили целесообразность предварительно-напряженного армирования, хотя часто эти сваи применяются и с обычной арматурой. Расход стали на такие сваи несколько больше, чем в сваях Ленгипрорыбпрома, но при их повышенной несущей способности это не оказывает существенного влияния на экономику [3; 4].

Рассмотрим также некоторые способы повышения несущей способности и эксплуатационных характеристик полых железобетонных свай.

Существует способ усиления полых свай, включающий образование в полости сваи грунтовой пробки, втрамбовывание ее и заполнение полости сваи твердеющим материалом. В соответствии с ним для ускорения производства работ и повышения несущей способности сваи, образуют грунтовую пробку, а при втрамбовывании создают в грунтовой пробке напряжения, превышающие предел прочности стенки сваи, причем втрамбовывание производят до уровня нижнего торца сваи [5].

Увеличения несущей способности полых свай можно добиться также следующим способом. Сваю забивную следует выполнять из ствола с осевым отверстием, заостренного наконечника с кольцевым основанием и конусоидальной оболочки с острием, полости внутри оболочки, заполненной затвердевающим раствором. В основании наконечника имеется резьбовое отверстие, закрываемое резьбовой пробкой со штоком. Оболочка наконечника является сминаемой силой погружения после удаления резьбовой пробки и дополнительного погружения сваи. Для дополнительного увеличения несущей способности на нижней части ствола имеется эластичная оболочка со средствами закрепления ее верхнего и нижнего концов; полость между эластичной оболочкой и поверхностью ствола; защитный кожух со средствами его закрепления на стволе, раздвижной в радиальном направлении, охватывающий эластичную оболочку. В стволе имеется радиальное отверстие, соединяющее продольное отверстие с

упомянутой полостью, преобразуемой в опорный пояс после погружения сваи на заданную глубину, заполнения полости затвердевающим раствором через отверстия в стволе и затвердевания раствора [6–10].

Таким образом, проанализировав литературные источники, посвященные исследуемому вопросу, можно сделать вывод об актуальности применения в строительстве и дальнейших исследований в области разработки способов повышения несущей способности и эксплуатационных характеристик полых железобетонных свай.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по применению полых конических свай повышенной несущей способности. В развитии требований СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».
2. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями.
3. Прудентов А.И. Железобетонные сваи с грунтовым ядром. Л.: Стройиздат, 1971, – 161 с., ил., 2-е изд., перераб. и доп.
4. Пономарев А.Б. Экспериментально-теоретические основы прогноза осадок и несущей способности фундаментов из свай распорных конструкций: диссертация ... доктора технических наук: 05.23.02. – Пермь, 1999. – 476 с.
5. Способ усиления полый сваи. Авторское свидетельство СССР № 10217 15. Полишко И.П., Еникеев А.Х., Гишинский Х.Д., Мударисов М.К. Научно-исследовательский институт промышленного строительства.
6. Свая забивная. Патент РФ № RU 2386748. Пестряков В.П., Хорычев А.А.
7. Рукавцов А.М., Перлей Е.М. Опыт применения вибропогружателей в промышленном строительстве. М.-Л. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре. 1957 г. 80 с.
8. Канаков Г.В. Исследование несущей способности трубчатых свай с грунтовым ядром. Дисс. ... канд. техн. наук, Горький, 1963, 198 с.
9. Дуракова Л.В., Пономарев А.Б. Исследование работы фундаментов из полых конических свай. // Тезисы докл. науч.-практ. конференции «Ресурсосбережение и экология». Ижевск, 1990, с. 33–34.
10. Денисов О.Л. Экспериментально-теоретические исследования и разработка методов расчета групповых свайных фундаментов. Автореферат дис. докт. техн. наук, Пермь, 1996, 38 с.

Chernil'nik Andrey Aleksandrovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: chernila_a@mail.ru

Shakaya David Ruzgenovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: shakadav@mail.ru

Stel'makh Sergey Anatol'evich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Shcherban' Evgeniy Mikhaylovich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: au-geen@mail.ru

Dotsenko Natal'ya Aleksandrovna

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: natalya_1998_dotsenko@mail.ru

Maksimenko Nikita Andreevich

Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: maxnick@mail.ru

The relevance of the use of hollow reinforced concrete piles and the study of ways to improve their performance

Abstract. Hollow piles or piles with a soil core, made by centrifuging, have a number of significant advantages over piles made of vibrated reinforced concrete. The use of piles with a soil core as the foundations of residential and cultural and residential buildings is economically viable not only in areas with a large thickness of highly compressible soils, but in many cases also in soils of normal density. Reinforced concrete piles with a soil core can be successfully used in industrial construction instead of pillar and strip foundations. A great effect is achieved when using piles with a soil core during the construction of water intake structures (instead of lowering wells), for transmission line supports. Reinforced concrete piles with a soil core are widely used in the construction of marine berthing facilities. Some ways to increase the bearing capacity and operational characteristics of hollow reinforced concrete piles are considered.

Keywords: hollow pile; pile with a soil core; foundation; centrifuged reinforced concrete; vibrated reinforced concrete; residential building; industrial construction; hydraulic engineering; bearing capacity