

## Применение фибры при изготовлении свай

*Доцент И.А. Войлоков\**

*ГОУ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

Как показывает практика, изготовление фундаментов, особенно в нашей геологической обстановке, редко обходится без применения различного рода свай. В настоящее время в нашем городе со сваями работает несколько крупных строительных организаций, в прямом и переносном смысле подходящих к данному процессу грамотно и инновационно.

На примере других мегаполисов приходится признать, что современное развитие города невозможно без масштабного освоения подземного пространства. Но Петр Великий заложил наш город на болотистых почвах, и условия строительства в Санкт-Петербурге гораздо сложнее, чем в большинстве регионов нашей страны.

Это обусловлено, прежде всего, специфическими геологическими условиями. Значительная часть территории города сложена слабыми водонасыщенными тиксотропными грунтами, которые изменяют свои характеристики при различного рода воздействиях, от природных до техногенных. Кроме этого, большинство зданий постройки XVIII, XIX, начала и середины XX веков находятся в крайне сложном техническом состоянии, имеют многочисленные трещины и повреждения в несущих конструкциях. Для таких зданий любая дополнительная осадка во время производства котлованных работ традиционным способом (устройство шпунтового ограждения, отрывка грунта, понижение грунтовых вод открытым водоотливом и т.д.) может повлечь непредсказуемые последствия [1].

Если оглянуться на историю свайного фундаментостроения, то оно прошло, как и вся строительная отрасль, через множество витков совершенствования технологий. Начало было положено простыми деревянными сваями, их погружали при помощи забивки.

Археологические раскопки на территории нынешней Швейцарии показали, что сваи использовались человеком и в глубокой древности – в эпоху неолита. Первоначально они использовались в качестве стоек, позволявших защитить жилище от грунтовых вод. В древнем Риме инженер Витрувий (I в. до н. э.) подчеркивал необходимость использования деревянных свай при строительстве на наносных или болотистых грунтах для передачи нагрузки от зданий на так называемый «материк». Позднее применение свай позволило возводить на слабых грунтах все более и более массивные сооружения [2].

По понятным соображениям нельзя обойти вниманием опыт Нидерландов, где болотистая почва сделала сваи необходимой составляющей строительства. По свидетельству П. П. Гнедича, только «благодаря сваям нидерландцы защитились от моря и отвоевали у него значительную площадь суши. Амстердам со своим населением в четверть миллиона человек весь стоит на сваях».

Петр I начал усиленно применять передовой опыт голландцев, о чем свидетельствует его письмо к И. Коробову, в котором он дает указание изучить «манер голландской архитектуры, а особливо фундаменты» из-за схожести грунтов. В 1715 г. Петром издается приказ о подготовке к сентябрю, где есть следующая цитата: «...каждый против своего дома саженные сваи для обивки берегов, мерою трехсаженные, числом сколько против каждого двора оных бы столбов могло пойти». И в ноябре этого же года – новый приказ «Об окончании Санкт-Петербургскими жителями к будущей весне бития свай против домов своих, по берегам большой и малой Невы и протокам, под опасением отобрания тех дворов». Согласно ему каждый житель обязан был бить сваи, закладывая за ними связки фашичника и утрамбовывать землю на берегу напротив своего участка [2].

Изначально все сваи изготавливались методом забивки. И долгое время забивка свай осуществлялась вручную. Первое описание примитивного ручного копра относится к 1660 г. Изобретение станины с направляющими для бабы и присоединение для ее подъема различных приспособлений позволило увеличить мощность снаряда. Несомненным достижением технической революции было изобретение Нэсмитом (Великобритания) паровой бабы. В 1889 г. эта конструкция была усовершенствована русским инженером С.А. Арцишем, что позволило значительно увеличить ее производительность.

Вплоть до 1838 г. применялись только забивные сваи. Они также эволюционировали. Сначала было дерево, затем сталь, потом бетон. Со временем модернизировались и деревянные сваи, при забивке свай в гравелистые и твердые грунты для деревянных свай стали использовать железные башмаки. В 1838 г. Митчелл (Mitchall) предложил завинчивать сваи в грунт, для чего их нижняя часть снаряжалась винтом. Наконечники свай имели разный вид в зависимости от свойств грунта. В. Карлович в монографии «Основания и фундаменты» (1869 г.) признает преимущества винтовых свай перед забивными при применении их в некрепких грунтах, так как «концы их передают давление на большую площадь». Именно тогда, двести лет назад, было положено начало использованию буронабивных и винтовых свай.

## Классификация свай

Данная классификация производится по способу заглубления и приводится согласно Своду правил СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов»:

- забивные (вдавливаемые) – железобетонные, деревянные и стальные, погружаемые в грунт без его выемки или в лидерные скважины с помощью молотов, вибропогружателей, виброудавливающих, виброударных и вдавливающих устройств;
- сваи-оболочки – железобетонные, заглубляемые вибропогружателями с выемкой грунта и заполняемые частично или полностью бетонной смесью;
- набивные – бетонные и железобетонные, устраиваемые в грунте путем укладки бетонной смеси в скважины, образованные в результате принудительного отжатия (вытеснения) грунта;
- буровые – железобетонные, устраиваемые в грунте путем заполнения пробуренных скважин бетонной смесью или установки в них железобетонных элементов;
- винтовые;
- бурозавинчиваемые.

В свою очередь, набивные сваи по способу устройства подразделяются на:

- набивные, устраиваемые путем погружения инвентарных труб, нижний конец которых закрыт оставляемым в грунте башмаком или бетонной пробкой, с последующим извлечением этих труб по мере заполнения скважин бетонной смесью;
- набивные виброштампованные, устраиваемые в пробитых скважинах путем заполнения скважин жесткой бетонной смесью, уплотняемой виброштампом;
- набивные в выштампованном ложе, устраиваемые путем выштамповки в грунте скважин с последующим заполнением их бетонной смесью.

Буронабивные сваи по способу устройства подразделяются на:

- буронабивные сплошного сечения с уширениями и без них, бетонируемые в скважинах, пробуренных в глинистых грунтах выше уровня подземных вод без крепления стенок скважин, а в любых грунтах ниже уровня подземных вод – с закреплением стенок скважин глинистым раствором или инвентарными извлекаемыми обсадными трубами;
- буронабивные полые круглого сечения, устраиваемые с применением многосекционного вибросердечника;
- буронабивные сваи с уплотненным забоем, устраиваемые путем втрамбовывания в забой скважины щебня;
- буронабивные с камуфлетной пятой, устраиваемые путем бурения скважин с последующим образованием уширения взрывом и заполнением скважин бетонной смесью;
- буроинъекционные диаметром 0,15–0,25 м, устраиваемые в пробуренных скважинах путем нагнетания (инъекции) в них мелкозернистой бетонной смеси или цементно-песчаного раствора, или буроинъекционные с уплотнением окружающего грунта путем обработки скважин по разрядно-импульсной технологии;
- буроинъекционные, устраиваемые полым шнеком;
- сваи-столбы, устраиваемые путем бурения скважин с уширением или без него, укладки в них омоноличивающего цементно-песчаного раствора и опускания в скважины цилиндрических или призматических элементов сплошного сечения со сторонами или диаметром 0,8 м и более;
- буроопускные сваи с камуфлетной пятой.

## Возможность применения фибры в изготовлении свай

Применение и использование различного рода свай в строительстве невозможно без использования армирования. В нашей практике в основном используется классическое стержневое армирование. Но, как показало время и практика, применение дисперсного армирования не только возможно, но и нужно. Первооткрывателями в данной области были наши исследователи из ЛИСИ, ныне СПбГАСУ.

Как уже писалось ранее, применение свайных фундаментов взамен ленточных позволяет, по некоторым данным, уменьшить объем земляных работ на 50–70%, расход железобетона – на 30 % и более, трудоемкость – на 25 % и сметную стоимость – на 30%. В современных условиях устройство свайных фундаментов и, следовательно, изготовление свай можно вести круглогодично без снижения темпов работ в зимних условиях.

К сожалению, отмеченный экономический эффект часто не достигается из-за многочисленных случаев преждевременного разрушения оголовков, а иногда и стволов железобетонных свай, в результате чего они не могут быть погружены до проектных отметок, что приводит к снижению расчетных сопротивлений и надежности свайных фундаментов. Результаты обследования свайных полей в Санкт-Петербурге показали, что при погружении забивных свай в тяжелые и средние грунты около 30% железобетонных свай не достигают Войлоков И.А. Применение фибры при изготовлении свай

проектных отметок и более чем у 80% свай приходится срезать головы и стволы перед устройством ростверка. Поэтому одна из важных проблем – это забивка свай до проектной отметки.

На основании проведенных исследований ОАО «Фундаментпроект», ОАО «ЦНИИПромзданий», ООО НИИЖБ и ОАО «СПбЗНИИПИ» (бывший ЛенЗНИИЭП) разработали рабочие чертежи для широкой номенклатуры свай с применением сталефибробетона, а на «Экспериментальном заводе» (Санкт-Петербург) разработана промышленная технология и организовано первое в России производство сталефибробетонных свай [4]. Изготавливаемые на «Экспериментальном заводе» сваи с применением сталефибробетона прошли проверку в условиях реального строительства, в результате которой установлено, что они обладают высокой ударостойкостью, обеспечивающей бездефектное погружение до проектных отметок и возможность отказа от применения свай-дублеров. Новые сваи можно забивать на одинаковую глубину, что позволяет избежать срезки стволов перед устройством ростверка. Способность к восприятию значительной энергии удара сокращает время погружения свай на 50%, повышает возможности сваебойного оборудования и производительность сваебойных работ. Таким образом, открывается возможность решения механической системы «молот–свая–грунт» с наилучшими технико-экономическими показателями

Применение сталефибробетона в сваях снижает трудоемкость и стоимость изготовления свай, существенно повышает их ударостойкость, что позволяет бездефектно погружать сваи в грунт до проектных отметок. Применяются также призматические и пирамидальные сваи сплошного квадратного сечения со сталефибробетонным оголовком и железобетонным стволом, а также сваи, целиком изготовленные из сталефибробетона. Призматические сваи имеют длину 8-14 м и сечение 35х35 см, пирамидальные – длину 6 м, сечение оголовка 40х40 см и тупого конца 20х20 см.

Испытания показали высокую эффективность свай с применением сталефибробетона. Ударная вязкость сталефибробетона в два и более раз выше, чем железобетона при равном расходе стали. Для снижения стоимости сталефибробетонных свай в некоторых случаях советские первоткрыватели применяли не только фибру из проволоки диаметром 1,5-2 мм, но и фибру из отработанных канатов.

В качестве примера успешного использования сталефибробетона в сваях можно привести данные, согласно которым на объектах строительства Санкт-Петербурга и Ленинградской области забито более 30 000 свай различной конструкции с применением этого материала, что обеспечило 30%-ую экономию средств [5].

Если рассматривать дальнейшее развитие применения фибры в сваях, то несомненный интерес представляет ее применение как в буронабивных сваях всех типов, так и в буроинъекционных и винтовых сваях. Несколько экспериментов были с успехом проведены специалистами ООО «Геоизол» совместно со специалистами ГОУ ВИТУ. В качестве дисперсной арматуры применялось базальтовое волокно. Благодаря усилиям В.Ю. Смоленкова и Б.И. Петракова было изготовлено несколько буронабивных свай, при этом получены неплохие результаты.

Ведь технология проста: заливка фибробетона, а затем арматурный каркас и привязка к нему плиты или фундамента. Но увы, для таких экспериментов нужна обширная, даже государственная программа. Как тут не вспомнить программу, принятую еще в 80-х годах прошлого века в Советском Союзе. Ведь благодаря ей и был заложен фундамент нынешнего развития российского фибробетона.

За границей также доказана целесообразность применения данной технологии. Французы в 1989 г. провели успешные испытания буронабивных свай, изготовленных с применением сталефибробетона [6]. Данные отчета убедительно показывают, что применение фибры в качестве арматуры положительно сказывается на многих свойствах свай. В частности, свая из фибробетона может деформироваться, но не ломается и в 3 раза надежнее, чем свая из железобетона такого же диаметра.

В заключение хочется сказать, что тема применения фибры в сваях еще далеке исчерпана, и надеемся, в ближайшем будущем будет освещена нами более подробно.

### Литература

1. Мангушев Р.А. Технологические методы устройства подземных пространств на примере Санкт-Петербурга.
2. Осокин А.И., Серебрякова А.Б. Современные технологии свайного фундаментостроения // <http://library.stroit.ru/articles/sovsvai/index.html>.
3. СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов».
4. Пухаренко Ю.В., Стерин В. С., Леголов И. Н. Опыт проектирования и производства эффективных строительных конструкций из фиброармированных бетонов // Популярное бетоноведение, №4 (24). 2008.
5. Пухаренко Ю.В. Эффективные фиброармированные материалы и изделия для строительства и реставрации // Материалы научно-практической конференции «Реставрация в храме-памятнике» № 2, 2006. СПб, 2006.
6. Jean Hurtado, Wolfgang Jalil, Xavier Destree «Developpements recents des pieux a la tariere creuse». Analises №472 fevrier 1989.

*\*Илья Анатольевич Войлоков, Санкт-Петербург  
Тел. моб.: +7(921)944-52-99; эл. почта: [ilya@voilokov.ru](mailto:ilya@voilokov.ru)*