

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРОНАБИВНЫХ СВАЙ. АКТУАЛЬНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ Г. КРАСНОЯРСКА**

**Рыбина А.С.**

**Научный руководитель - Преснов О.М.**

*Сибирский федеральный университет*

Последние десять лет развития строительной отрасли характеризуются значительным ростом капиталовложений в обновление основных средств производства.

Чтобы лучше понять направления дальнейшего совершенствования технологий и способов геотехнического строительства в области фундаментостроения, полезно оглянуться назад. Эволюция использования свай прошли через множество витков совершенствования технологий. А начиналось все с простых забивных деревянных свай.

До 1838 года применялись только забивные сваи. Со временем они модернизировались – изменялся материал, при забивке свай в гравелистые и твердые грунты для деревянных свай стали использовать железные башмаки. В 1838 году Митчелл (Mitchall) предложил завинчивать сваи в грунт, для чего их нижняя часть снаряжалась винтом. Так, почти два века назад было положено начало использованию буронабивных и винтовых свай.

В настоящее время в Красноярске применяются сваи двух типов - традиционные забивные и более современные буронабивные. Что такое обычная забивная свая, известно не только специалистам, практика применения таких свай уходит корнями в далекое прошлое. Только если в древности сваи были деревянными и забивали их кувалдами, то сейчас их делают из железобетона и вколачивают в землю специальными сваебойными машинами. Возможно, не все видели, как это делается, но уж слышали-то точно все.

Буронабивные сваи - современные конкуренты забивных свай - менее известны населению как в силу своей малочисленности, так и по причине того, что они только начинают свое "победное шествие" по стройкам России и Красноярска в частности. Но будущее, похоже, за ними.

Что же представляют собой буронабивные сваи? В основном в готовом виде это прочная монолитная железобетонная конструкция 320 мм в диаметре, опирающаяся одним своим концом на "коренные", несущие слои грунта, а другим выходящая на поверхность земли, на уровень фундамента, и способная принимать на себя огромные нагрузки. Как же создают эти мощные опоры, да еще и без грохота и микроземлетрясений?

Вначале бурится скважина необходимого диаметра - сквозь всю толщу ненесущих слоев грунта, гарантированно достигая несущего, "коренного" слоя. Затем стенки скважины укрепляются специальным раствором, чтобы грунт не осыпался и не смешивался с бетоном, нарушая его однородность. Далее в скважину опускают армирующую металлическую конструкцию, которая придаст свае прочность, присущую железобетону. К ней прикрепляется специальная трубка, по которой в основание сваи после приемки бетона под давлением подадут цементный раствор для создания надежной "подушки".

После того как скважина заполнена бетоном, который, застывая, образует монолитнобетонное "тело", по погружаемой трубке под основание сваи под давлением

нагнетается цементный раствор: он до отказа заполнит все каверны, трещины и разломы в несущем слое грунта, проникая как вниз, так и в стороны. Застыв, он образует мощное коническое основание сваи, окружностью намного превышающее саму сваю. Таким образом, нагрузка от сваи и опирающегося на нее здания будет равномерно распределяться на довольно большую площадь.

Сроки обустройства свайного поля по буронабивной технологии не больше, чем при применении традиционных забивных. Стоимость выполнения работ тоже примерно равная. При этом буронабивной метод имеет несколько бесспорных преимуществ по сравнению с методом забивным. Рассмотрим эти преимущества поподробнее.

Главное преимущество данных свай - это отсутствие недостатков, свойственных его конкуренту. Пожалуй, в первую очередь это грохот, с которым забивные сваи загоняют в землю. Жители нескольких кварталов, окружающих стройку, вынуждены мириться с ним на протяжении довольно долгого времени. Действительно, применение забивной технологии в условиях плотной городской застройки, особенно при точечном, уплотняющем строительстве - это нонсенс. Буронабивная же технология по сравнению с забивной практически бесшумна.

Впрочем, грохот - это еще не главный недостаток. Каждый удар сваебойной машины - это маленькое землетрясение. Учитывая, что для забивания каждой сваи требуется не один десяток таких "микроземлетрясений", можно представить, какими последствиями для окружающих домов грозит устройство забивных свай для крупного здания. В фундаменте и стенах появляются микротрещины, которые затем "расклиниваются" при замерзании-оттаивании попадающей в них воды и постепенно теряют приставку "микро". Чем ближе стройплощадка к существующим зданиям, тем она для них опаснее. Поэтому, например, пристройки к домам делать на забивных сваях вообще нельзя - это грозит обрушением. Буронабивные же сваи никаких подвижек грунта не вызывают, и их можно сооружать хоть в подвале стоящего дома. Так, кстати, иногда приходится делать - например, для усиления фундамента, стоящего на забивных сваях, которые проседают из-за намокания грунта.

Потеря несущей способности - одна из самых серьезных неприятностей, грозящих забивным сваям. Дело в том, что такие сваи бьют "до отказа" - когда они перестают уходить в землю, а при усилении давления начинают разрушаться. Теоретически это означает, что свая уперлась в несущий, "коренной" слой земной тверди. Но, к сожалению, на практике так бывает не всегда. Иногда свая "не идет" потому, что слой ненесущего, просадочного грунта уплотнился в процессе забивания. Казалось бы, какая разница - если свая "не идет", значит, нагрузку она держать будет. Это действительно так, но проблема вот в чем - в процессе эксплуатации здания уплотнение из просадочного грунта, в которое уперлась свая, может намокнуть из-за скопившейся в подвале воды или поднявшегося уровня грунтовых вод. Размокшее уплотнение оседает, и свая буквально повисает в толще земли, ни на что не опираясь. Нагрузка от фундамента распространяется неравномерно, он начинает разламываться, что чревато обрушением здания. Буронабивным сваям проседание не грозит - при бурении скважины просадочные грунты не уплотняются, а значит, свая гарантированно будет опираться на "коренной" несущий слой.

На стройплощадках Красноярска доля буронабивных свай неуклонно растет. В городе есть профессионалы, которым по плечу бесшумное обустройство свайных полей любых объемов, под объекты любой сложности. Например, компания "Основа", имеющая самый большой парк машин и оборудования для устройства буронабивных свай. Специалисты, работающие в компании, имеют большой опыт работы с буронабивными сваями. В Красноярске фирма известна в первую очередь как дочернее

предприятие и основной партнер строительной компании "Сибиряк" в деле устройства свайных полей.

На буронабивных сваях "Основы" стоят целые микрорайоны на Взлетке. Плодотворное сотрудничество с "Сибиряком" продолжается - так, один из самых масштабных реализуемых в городе проектов, торгово-развлекательный центр "Июнь" площадью 85 тысяч квадратных метров, строится на современных сваях "Основы".

#### 1. Устройство буронабивных свай под защитой глинистого раствора

Выполняется станками вращательного бурения и включает в себя следующие операции:

- бурение скважины с использованием трехшарошечного долота;
- крепление стенок скважины глинистым (бентонитовым) раствором плотностью 1,15 – 1,3 г/см<sup>3</sup>, оказывающим гидростатическое давление на стенки скважины (при этом циркулирующий в скважине глинистый раствор выносит разрушенную породу на поверхность);
- бетонирование – выполняется подачей мелкозернистого бетона через буровой став (при диаметрах скважин до 350 мм) или через бетонолитную трубу, опускаемую до забоя скважины.

#### 2. Технология непрерывного проходного шнека

Технология заключается в погружении непрерывного проходного шнека на проектную глубину, извлечении грунта в объеме разбуриваемой скважины на поверхность, нагнетании бетона по внутренней трубе шнека при одновременном извлечении шнековой колонны и последующем погружении армокаркаса вибропогружателем в заполненную бетоном скважину. Таким образом, формирование свай происходит без дополнительного крепления стенок скважины.

Технология незаменима для грунтов, имеющих слои, существенно отличающиеся по прочности. Особенно она эффективна при проходке большой толщи песков, полутвердых и тугопластичных суглинков, когда изготовление свай уплотнения невозможно.

Серьезным преимуществом является высокая производительность (до 79 свай глубиной 25 м в сутки) и высокое качество заполнения скважины бетоном, так как бетонная смесь подается под давлением при помощи бетононасоса.

#### 3. Технология двойного вращателя Double Rotary

Ее особенность – наличие системы двойного вращателя: верхний вращатель приводит в движение непрерывный проходной шнек, а нижний – поворачивает обсадную трубу в противоположном направлении. Возможны следующие размеры свай: 300, 350, 400, 450, 500, 550 мм. По окончании бурения по внутренней трубе проходного шнека из бетононасоса под давлением подается бетон. Технология двойного вращателя Double Rotary абсолютно безопасна при устройстве буронабивных свай вблизи существующих зданий.

К преимуществам устройства буронабивных свай методом Double Rotary можно отнести:

1. Возможность ее применения для всех видов дисперсных грунтов (несвязные плотные грунты, илы, твердые глины).
2. Отсутствие шума и значимых вибрационных воздействий позволяет устраивать сваи вблизи существующих зданий.
3. Высокая производительность – до 24 свай глубиной до 25 м в смену.
4. Высокое качество заполнения скважины бетоном за счет подачи бетона под давлением.
5. Параметры бурения контролируются высокоточным бортовым компьютером.
6. Возможность выполнять конструкции «стена в грунте» из секущихся свай.

#### 4. Технология изготовления свай Atlas

Технологической особенностью свай Atlas (они относятся к набивным) является погружение обсадной трубы с оставляемым наконечником, что позволяет погружать бетонную смесь в сухой забой. Для устройства свай по данной технологии используются буровые машины ВТ-40, ВТ-60, обеспечивающие одновременное вращение и перемещение обсадной трубы. Данная технология предполагает наличие большого усилия для извлечения винтового наконечника.

Технологический порядок выполнения работ при устройстве свай по данной технологии выглядит следующим образом:

1. Ввинчивание трубы с винтовым режущим наконечником до проектной отметки.
2. Установка армокаркаса в погруженную трубу и начало нагнетания бетонной смеси.
3. Бетонирование с одновременным извлечением обсадной трубы, посредством вращения при помощи вертикальной тяги тросов (наконечник остается в грунте, что позволяет увеличивать несущую способность свай).

Применяются режущие наконечники диаметром: 360, 410, 460, 510 мм. По данным ООО «Геоизол» получаемый при их использовании диаметр винтовой поверхности составляет соответственно 530, 610, 670, 720 мм. Винтообразная поверхность формируется в тугопластичных и полутвердых глинистых грунтах; в мягкопластичных грунтах явно выраженной винтовой формы поверхности не образуется. Производительность – до 15 свай в смену.

#### 5. Технология изготовления набивных свай с использованием винтового теряемого наконечника Fundex и Junttan

Включает в себя погружение инвентарной трубы, на нижнем конце которой закрепляется теряемый винтообразный наконечник. Различие заключается в форме теряемого наконечника и принципе формирования ствола сваи.

Сваи Fundex изготавливаются установками вращательно-вдавливающего (извлекающего) действия (F12, F16, F 3500). Пятой будущей сваи служит «теряемый» чугунный винтовой наконечник, который выставляется на точку поверхности грунтового основания.

Сваи с теряемым наконечником Junttan выполняются с использованием универсальных базовых машин РМ 25, РМ 26 или РМ 30, оснащенных вращателем с вращающим усилием 40 тхм.

К наконечнику с помощью специального соединения через тройную гидроизолирующую мягкую прокладку крепится нижний конец обсадной трубы, ее верхний конец зажимается в силовом рабочем органе бурового стола, перемещающегося по направляющей стреле.

Скважина для будущей сваи создается путем вращательно-вдавливающего погружения до заданной отметки системы «наконечник – буровая труба». В процессе бурения грунт раздвигается в радиальном направлении от оси скважины и одновременно уплотняется. По достижении наконечником проектной отметки труба проверяется на отсутствие воды.

В сухую инвентарную трубу через открытый верхний конец опускается арматурный каркас. Перед бетонной смесью для предотвращения ее расслоения в трубу подается порция праймера, состоящего из одной части цемента, одной части песка и одной части воды. После чего происходит порционное заполнение полости пластичным бетоном на мелком (5...20 мм) заполнителе с осадкой конуса 12...14 см посредством сбрасывания бетонной смеси из установленного на трубу бункера. Извлечение буровой трубы из грунта производится возвратным вращением с одновременным вытягиванием.

Проанализировав геологическую характеристику г.Красноярска, я выявила из перечисленных технологий какие лучше использовать в том или ином районе нашего города.

В районах Академгородка, Ветлужанки, и Северного, где верхние преобладающие слои сложены из суглинков, аргелитов, песчаников, наиболее подходящие технологии: непрерывного прохода шнека, двойного вращателя Double Rotary, буронабивные сваи под защитой глинистого раствора.

Пески и супеси составляют преобладающую часть грунта в центральной и правобережной частях города. Здесь удобнее применение свай под защитой глинистого раствора, технологии непрерывного прохода шнека, технология набивных свай с использованием винтового теряемого наконечника Fundex и Junttan.

Район Покровки и Зеленой рощи, сложенный в основном суглинками, может использовать для строительства свай Atlas, сваи по технологии непрерывного прохода шнека.

Технология производства буронабивных свай позволяет сооружать как отдельно стоящие столбы, так и стены из свай. **Область применения** таких фундаментов **широка** - это и мостостроение, и гражданское (высотное) строительство, и строительство тоннелей, переходов, подземных пространств. Они подходят для установки деревянных домов и бань, а также для домов каркасной и панельной конструкции.