

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

**Чистякова Е.А., Данилина Е.Е.,  
научный руководитель мл. науч. сотр. Арусланова В. Н.  
Сибирский федеральный университет**

В настоящее время повсеместно ведется полномасштабное строительство, которое характеризуется значительным увеличением числа этажей в зданиях и сооружениях. Также не малую роль играют их уникальность, сложность геологических условий и необходимость разрешения различных вопросов, связанных с соблюдением действующих норм и стандартов. Вследствие этого происходит существенный рост полезных нагрузок, которые необходимо передавать на несущие слои грунта.

Таким образом, предельно актуальной задачей является разрешение проблемы использования фундаментных оснований, которые, с одной стороны, имеют предельно высокую удельную несущую способность, а с другой, обеспечивают конструктивную безопасность зданий и сооружений на протяжении всего нормативного срока эксплуатации. Сваи уже на протяжении многих лет являются необходимым элементом при устройстве фундаментов с высокой нагрузкой – как вертикальной, так и горизонтальной.

Важно знать, что сваи бывают нескольких типов. Рассмотрим основные из них.

**Буронабивные сваи.** Данный вид свай устанавливается в грунт методом бурения с применением обсадных труб. После того как бурение завершено, в обсадные трубы устанавливается каркас из арматуры и заливается бетон. Одновременно с заливкой удаляются обсадные трубы.

**Забивные сваи.** Забивные сваи обычно выполнены из железобетона и различаются диаметром и сечением. Забивка свай осуществляется с помощью строительной спецтехники. Забивные сваи – популярное решение на современных стройках, так как обладают «побочным эффектом» в виде уплотнения грунта. Цена сваи данного типа – средняя.

**Винтовые сваи.** Винтовая свая представляет собой стальную трубу, нижняя часть которой оснащена режущими лопастями определенной формы. Лопасть служит для распределения усилия от строения на большую площадь грунта и препятствует вырыванию сваи силами морозного пучения. Лопасть позволяет преобразовать вращательный момент в поступательное усилие во время погружения сваи, благодаря чему она как шуруп вкручивается в грунт на необходимую глубину.

Так какой же из типов свайных фундаментов является наиболее предпочтительным для применения в тех или иных условиях?

Чтобы ответить на этот вопрос, был проведен сравнительный анализ трех вышеуказанных типов свай по наиболее важным критериям и занесен в таблицу.

Однако, учитывая, что в настоящее время возросло внимание к строительству зданий и сооружений с небольшим количеством этажей, а так же, что основными проблемами, которые возникают во время выполнения нулевого цикла являются: - не простые инженерно-геологические условия; - затраты на выполнения работ нулевого цикла.

Рассмотрим более подробное сравнение для сложных геологических условий. В качестве исходного материала для осуществления технико-экономического сопоставления вариантов было выбрано фундаментное основание для последующего строительства на ней кирпичной стены, жилого частного дома в два этажа.

Таблица 1 – Сравнительный анализ трех типов свай

Тип фундамента	Возможность применения	Прочность	Экономичность	Недостатки
Бутонабивные сваи	<p>Строительство крупных и ответственных объектов, многоэтажных жилых и промышленных зданий, опор мостов, дорожных развязок и эстакад, а также для индивидуального строительства.</p> <p>В сложных грунтовых условиях (обводненный, малоустойчивый грунт) и практически при любых климатических условиях.</p> <p>При прочных грунтах, залегающих на большой глубине.</p> <p>Возможность возведения фундамента как на крутых склонах, так и в центре города (отсутствие вибраций и сотрясений при производстве работ).</p>	<p>Воспринимают большой диапазон нагрузок (как вертикальные, так и горизонтальные и боковые).</p> <p>Обладают высокой несущей способностью (до 400 т).</p> <p>Срок службы - более 100 лет.</p> <p>Не подвержены гниению и коррозии.</p>	<p>Относительная экономичность при высоких прочностных характеристиках.</p> <p>Стоимость одной сваи в зависимости от диаметра колеблется в интервале от двух до семи тыс. руб.</p> <p>Немалые затраты, учитывая сложность земляных работ.</p>	<p>Подвергаются действию агрессивных вод.</p> <p>Порционность подачи бетонной смеси при уплотнении.</p> <p>Технологическая сложность производства работ и повышенное применение ручного труда.</p> <p>Сложность контроля за изготовлением свай.</p> <p>Большой разброс значений несущей способности (20-30%) одинаковых по размерам свай в идентичных грунтовых условиях.</p>
Забивные сваи	<p>Строительство объектов любых типов.</p> <p>Применяются на любых видах грунта (в том числе на слабых, ползущих) с возможностью его укрепления, а также в наиболее разных климатических условиях.</p> <p>При забивании практически исключаются</p>	<p>Большая несущая способность.</p> <p>Увеличивается прочность сборки возводимого объекта;</p>	<p>Стоимость одной сваи – от двух тыс. руб. и выше;</p> <p>В некоторых случаях</p>	<p>Риск нарушения целостности близлежащих построек при устройстве на плотно застроенных</p>

	<p>подвижки и выпираания грунтов. Используются как основание для новых зданий, так и для усиления уже существующих фундаментов.</p>	<p>Срок службы 70-150 лет в зависимости от материала сваи.</p>	<p>сравнительно экономичны.</p>	<p>территориях. Шум от оборудования, используемого при устройстве.</p>
<p>Винтовые сваи</p>	<p>Используется в основном в частном строительстве при возведении рекламных конструкций, дорожных знаков, флажтоков, террас, загородных домов, специальных малоэтажных строений, а также для промышленных зданий, антенно-мачтовых сооружений, высоковольтных линий, а также опор для мостов. Возможно устройства на неровных участках, на торфяных и обводненных грунтах, в лесных массивах, а также в непосредственной близости к подземным коммуникациям и в условиях плотной городской застройки. При необходимости сохранения природного ландшафта, т.к. позволяет полностью отказаться от земляных работ. Позволяет обойтись без строительной техники и произвести работы вручную. Ремонтопригодность и мобильность, возможность повторного использования. Закладка фундамента на винтовых сваях допускается в любое время года; особенно актуально это для северных широт, где применение других фундаментов ограничено из-за большой глубины промерзания грунта.</p>	<p>Высокая несущая способность как на сжимающие, так и на выдергивающие нагрузки и противостояние силам морозного пучения, в следствие уплотнения грунта при ввинчивании сваи. Срок службы – около 150 лет.</p>	<p>Стоимость одной сваи – от 800 руб.. Экономия на проведении земляных работ.</p>	<p>Подвержены воздействию коррозии, как следствие меньший срок службы, чем у железобетонных свай. Возможные ошибки в установке. Большие затраты на утепление подвала (приблизительно равна стоимости самого фундамента).</p>

Толщина стены  $d = 510$  мм, длина стены  $L = 13$  м, погонная нагрузка на стену  $q = 49$  кН/м.

Инженерно-геологические условия:

Слой 1: Песок имеет мощность слоя 2,1-2,3 м, очень сильно водопроницаемый, влажный, средней плотности, пылеватый.

Слой 2: Глина имеет мощность слоя 1,9-2,7 м, водонепроницаемая, тугопластичная, насыщенная водой. Модуль деформации  $E = 21$  МПа, удельное сцепление грунта  $c_1 = 70$  кПа, угол внутреннего трения  $\varphi = 23^\circ$ .

Рассмотрим четыре разных вида фундамента, конструкции, которых имеют:

- стальные винтовые сваи общей длиной 2,5 м и диаметром лопасти 30 см;
- железобетонные сваи, выполненные на заводе в соответствии со всеми стандартами, общей длиной 2,5 м и сечением 30х30 см;
- буровые железобетонные сваи общей длиной 2,5 м и сечением 30х30 см;
- монолитный ленточный железобетонный фундамент.

Результаты экономического сравнения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Экономическое сравнение

Тип фундамента	Стоимость погонного метра, руб.
Стальные винтовые сваи	3871
Железобетонные сваи заводского изготовления	2724
Буровые железобетонные сваи	8961
Монолитный ленточный фундамент	9176

Исходя из полученных результатов экономического сравнения, наиболее рентабельными получились железобетонные сваи, выполненные на заводе, и стальные винтовые сваи. Однако стоит отметить, что устройство для забивания свай нуждается в использовании тяжелой техники, применяемой при строительных работах, и не во всех отдельно взятых ситуациях возможно в условиях довольно плотной городской застройки.

Использование буровых свай при невысокой ценовой разнице от монолитного ленточного фундамента, также экономически нерентабельно. Исходя из вышеперечисленного, стоит отметить, что использование винтовых свай в данном случае не только даёт возможность строить сооружения и здания с непростыми грунтовыми условиями, но и экономически выгодно для зданий и сооружений, имеющих небольшое количество этажей.

Каждый из исследованных типов свай может использоваться в широком диапазоне случаев. Выбор той или иной конструкции фундамента зависит от множества факторов. Главное здесь – умело взвесить все «за» и «против» для конкретных выбранных условий и каждого вида конструктивных решений. Будь то сложные в устройстве буронабивные и забивные сваи, или, вовсе, устраиваемые вручную винтовые фундаменты, которые могут стать неплохой альтернативой классическим свайным фундаментам и, зачастую являются наиболее удачным вариантом, например, для малоэтажного строительства, получившего столь широкое распространение в наши дни.