

Лекция № 6.

- 1. ТИПЫ И КОНСТРУКЦИИ РОСТВЕРКОВ**
- 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СВАЙ ПО ГРУНТУ И МАТЕРИАЛУ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ (ПО ФОРМУЛАМ СП), МЕТОДОМ СТАТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ, ИСПЫТАНИЕ ГРУНТОВ ЭТАЛОННОЙ СВАЕЙ**

План лекции

- 1. Типы и конструкции ростверков**
- 2. Определение несущей способности свай по грунту и материалу расчетным методом по СНиП**
 - 2.1 Расчетно-аналитический способ (по формулам СП)**
 - 2.2 Способ статического зондирования**
 - 2.3 Метод испытания грунтов эталонной сваей**

1. Типы и конструкции ростверков

Ро́стверк (нем. Rostwerk, от Rost — решётка и Werk — строение) — верхняя часть свайного или столбчатого фундамента, распределяющая нагрузку от несущих элементов здания (сооружения). Название «ростверк» возникло в связи с применявшейся ранее конструкцией, имевшей вид решётки из деревянных брусьев, по которой укладывался дощатый настил.

Ростверк— это одна из основных частей фундамента столбчатых и свайных фундаментов.

Внутренний строительный элемент представляет собой горизонтальную бетонную, стальную или деревянную перемычку, связывающую разрозненные элементы столбчатого или свайного фундамента между собой, в результате чего создается ровная площадка для монтажа конструкций надземной части здания или сооружения. Ростверк воспринимает нагрузку от несущих конструкций здания и равномерно распределяет ее на опоры, которые передают нагрузку на грунт.

Такая конструкция по своей жесткости и прочности не уступает традиционному ленточному фундаменту, но цена ростверкового фундамента будет намного ниже, что связано с меньшими трудозатратами и трудоемкостью работ.

Конструкция основания создается с использованием каркасной технологии, где столбы или сваи воедино связываются между собой для образования прочного основания. Фундамент с ростверком сооружается на глинистых, торфяных, лессовидных, суглинистых, пучинистых и илистых грунтах. Строительство дома может быть выполнено на территориях с рельефом или на склонах.

Существует множество видов ростверков. Каждый конкретный зависит от типа грунта, вида здания, которое они должны удерживать и многих других факторов.

Существует несколько различных классификаций видов ростверка.

- По виду используемого материала;
- В зависимости от места расположения ростверка относительно земляного полотна;
- По конструкции.

- По виду используемого материала: металлические, бетонные, деревянные и железобетонные.

Металлический ростверк.



Рис. 1. Металлический ростверк

Металлический ростверк применяется в основном, когда используется надземный вариант устройства ростверка. В этом случае металл находится снаружи, что снижает вероятность его быстрой коррозии.

Металлический ростверк может быть сделан из профильного проката, представленного двутаврами, швеллерами или квадратного профиля. В результате получается прочная и жесткая конструкция.

Применение металлических ростверков иногда оказывается намного выгоднее, чем из других видов материалов.

Металл достаточно прочный материал и способен выдерживать большие внешние нагрузки. Для того, чтобы монтировать ростверки из металлических конструкций, мало просто вкопать сваи. На них необходимо установить стальной оголовок, к которому и будут привариваться швеллера.

При работах, когда температура воздуха до -40°C , используются углеродистые и низколегированные стали. В противном случае исключительно низколегированные.

Недостатки металлических ростверков:

- в связи с большим весом материала для возведения конструкции понадобится привлечение тяжелой грузоподъемной техники.
- большой расход материала, ведь ростверк — это очень ответственный элемент, поэтому он должен выдерживать огромные нагрузки.
- коррозия металла, поэтому перед установкой на металлические элементы необходимо нанести антикоррозионное покрытие.

Железобетонный ростверк.

Железобетонные ростверки сейчас нашли самое широкое применение. Железобетонный ростверк характеризуется повышенной прочностью, надежностью, стабильностью работы, жесткостью, несущей способностью и долговечностью. В составе конструкции присутствует арматура, что увеличивает прочностные характеристики ростверка, забирая на себя часть нагрузок, и увеличивает эксплуатационные свойства, при этом возрастает жесткость всей конструкции. Армирование может выполняться созданием полноценного пространственного каркаса или закладкой отдельных стержней. Этот процесс аналогичен с арматурным способом усиления бетонных конструкций.

При формировании железобетонного ростверка должен быть обеспечен достаточный защитный слой для арматуры

Бетонный ростверк.

Изготовление бетонного ростверка идентично предыдущему варианту. Отличием является отсутствие армирования. Вся нагрузка воспринимается бетонной конструкцией, которая накрывает оголовки свай на высоту не менее 10 см. Данный вариант является менее прочным и долговечным. Бетонный ростверк используют при возведении одноэтажных зданий.

Деревянный ростверк.

В современном строительстве применяются в основном при строительстве легких строений при разных работах, на фундамент которого не накладывается большой нагрузки.

Деревянные брусья можно крепить как к деревянным, так и к железобетонным сваям.

Укладка деревянного бруса осуществляется через гидроизоляционную прокладку на сваи, в качестве которой применяется рубероид или толь. Перед монтажом балки следует обработать специальными составами и антисептиками, что исключит образование плесени и зарождение различных паразитов в толще древесины. Крепление бруса между собой осуществляется при помощи болтов и кронштейнов.



Рис. 2. Деревянный ростверк

Существует несколько вариантов конструкций деревянных ростверков. Первый — это вариант, который применяется издавна при строительстве деревянных домов. Суть в том, что используется для строительства фундамента одиночный или двойной настил из бревен, который укладывается на щебенчатую поверхность. Таким образом, издавна строились небольшие деревянные дома.

Второй вариант более сложный. Здесь уже происходит крепление бревен к сваям, расположенным вертикально. По сути, такая конструкция не является достаточно прочной, так как дерево не является жестким и надежным строительным материалом. Такой вид ростверка используется не при строительстве домов, а в основном для беседок или небольших навесов. Здесь не требуются очень жесткой конструкции, поэтому в качестве ростверка подойдет и дерево.

Основным преимуществом деревянного ростверка является стоимость материала. Дерево является, пожалуй, самым доступным материалом, который применяется для возведения фундамента. При этом нет необходимости использования грузоподъемной техники, аренда которой так же стоит немалых затрат.

Эргономичность, долговечность и эстетичность здания зависит от типа ростверка, который укладывается на столбчатый или свайный фундамент. Он может быть плитный, ленточный и стаканый.

В зависимости от места расположения ростверка относительно земельного полотна различают следующие виды конструкций:

- повышенный;
- высокий;
- заглубленный.

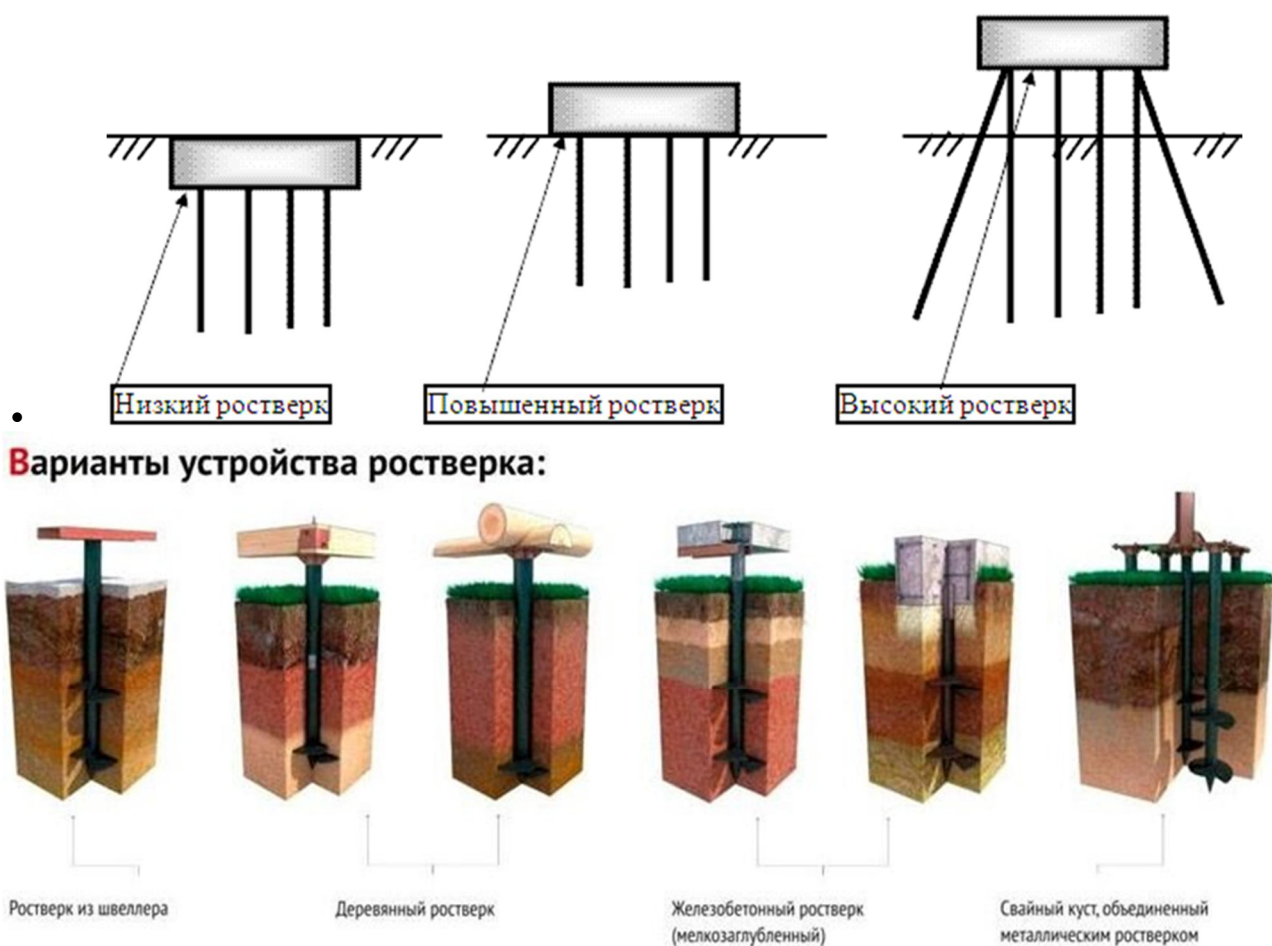


Рис. 3. Варианты устройства ростверков

Наиболее рациональным решением с точки зрения целостности конструкции и стабильности ее работы при возникновении различных деформаций считается устройство **высокого или висячего ростверка** на буронабивных сваях. Он устанавливается над уровнем грунта не менее 10 см. С его помощью решается вопрос стабилизации основания и его целостности при промерзании грунта или при возникновении морозного пучения. Зазор, оставляемый таким видом устройств, не позволяет произойти разрушению ростверка свайного фундамента и деформации забитых деталей. Если расстояние будет меньше, возникнет вероятность повреждения целостности ростверка и узлов соединения его со сваями, что приведет к вырыванию последних.



Рис. 4 Высокий (висячий) ростверк

Главным недостатком такой конструкции является отсутствие герметизации пространства между нижней частью ростверка и грунтом. Благодаря тому, что создается свободный доступ холодного воздуха, увеличиваются теплопотери дома. Решить проблему можно при помощи монтажа щитов или дополнительного утепления пола дома. Эта защита опускается при морозе и поднимается летом. При таком варианте нет возможности оборудовать подвальное помещение.

Подошва **повышенного ростверка** располагается на уровне грунта, на который укладывается гравийная или песчаная подушка толщиной 10-15 см, для чего извлекается слой грунта. Такая прослойка способствует снижению влажности грунта под зданием и свободной фильтрации воды. В таком варианте исключается образование продуваемой области между грунтом и перекрытием.

Низкий или заглубленный ростверк на буронабивных сваях является наиболее популярным вариантом, в то же время и самым нерациональным. Для его создания по периметру будущего здания вырывается неглубокая траншея. Далее устанавливаются сваи таким образом, чтобы из дна траншеи торчали их оголовки. Устраивается песчаная подушка. После этого выполняется желоб-опалубка, дно которого располагается ниже уровня земли. Далее создается бетонный ростверк.

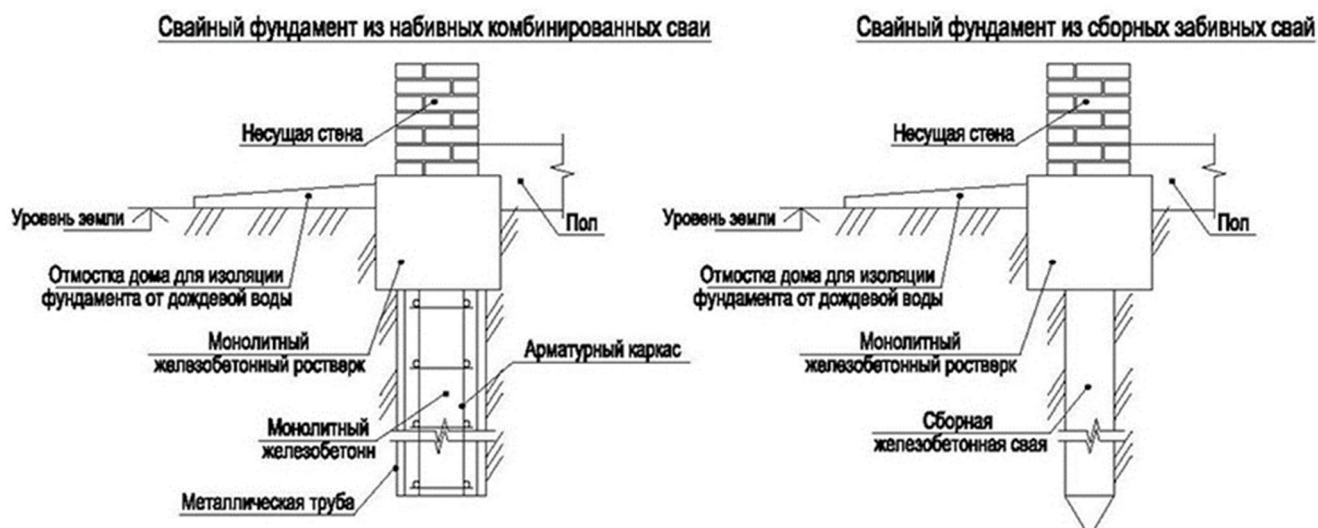


Рис. 5. Схема свайного фундамента из набивных комбинированных свай

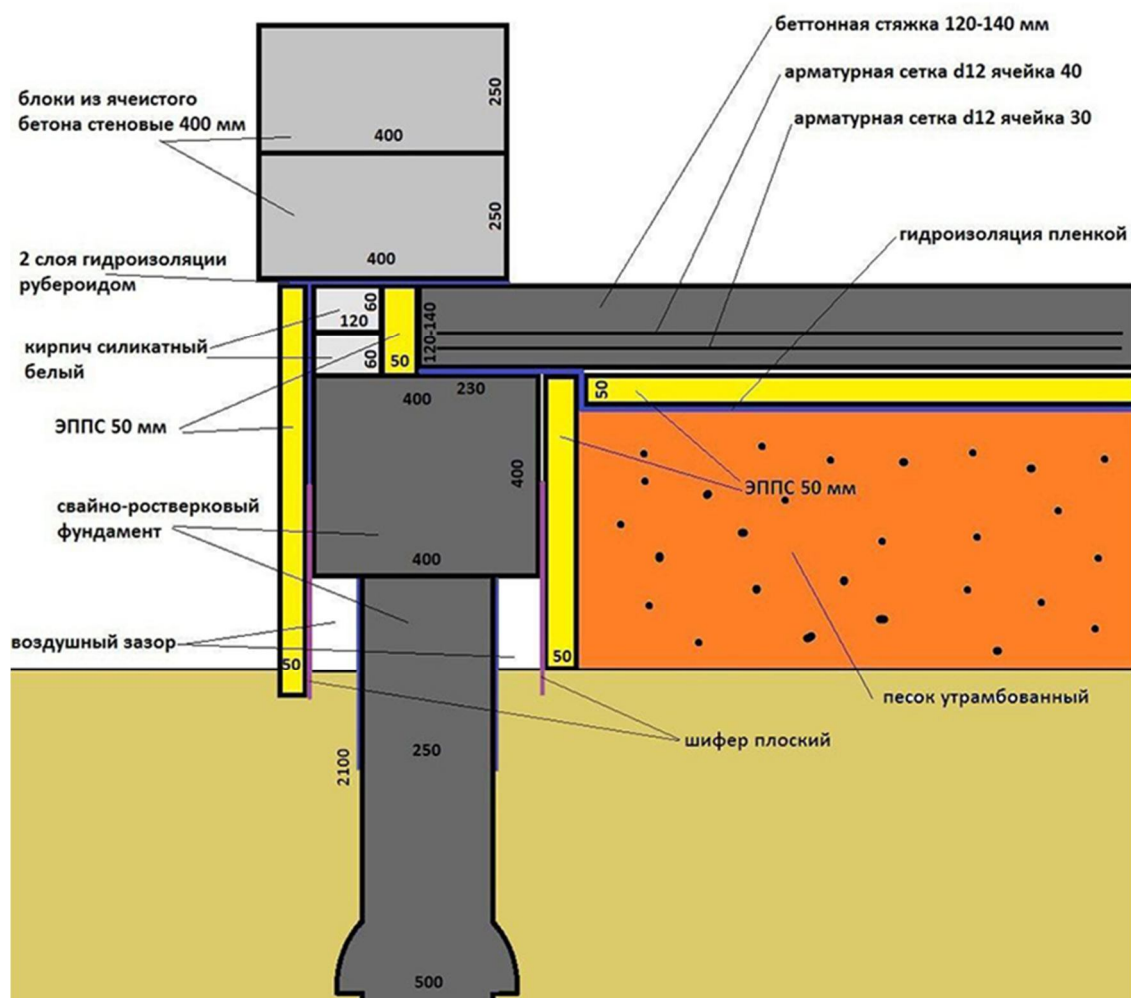


Рис. 6. Ростверк со сваями может стать основанием для здания из любого материала

Конструкция ростверка может быть:

- монолитной;
- сборно-монолитной;
- сборной.

Сборный ростверк

Сборный ростверк представляет собой конструкцию из трех свай, которая изготавливается в виде одного элемента, армированного сварным каркасом. Эта конструкция устанавливается подъемным краном. Это один из главных недостатков сборного ростверка.

Балки сборного ростверка, сделанного из железобетона, устанавливаются на выравнивающую подстилку из песка. Соединение элементов ростверка производится за счет замоноличивания отверстий трапецеидального сечения.

Монолитный ростверк является наиболее удачным решением для строительства. Элемент представлен цельной конструкцией замкнутого типа, выполненной из железобетона или бетона. Он заливается при строительстве, в виде монолитной плиты или балки (ленты). В первом варианте конструкция связывает все сваи в единую систему, которая охватывает всю площадь здания. Ленточный ростверк соединяет сваи последовательно и устанавливается только под несущими элементами строения.

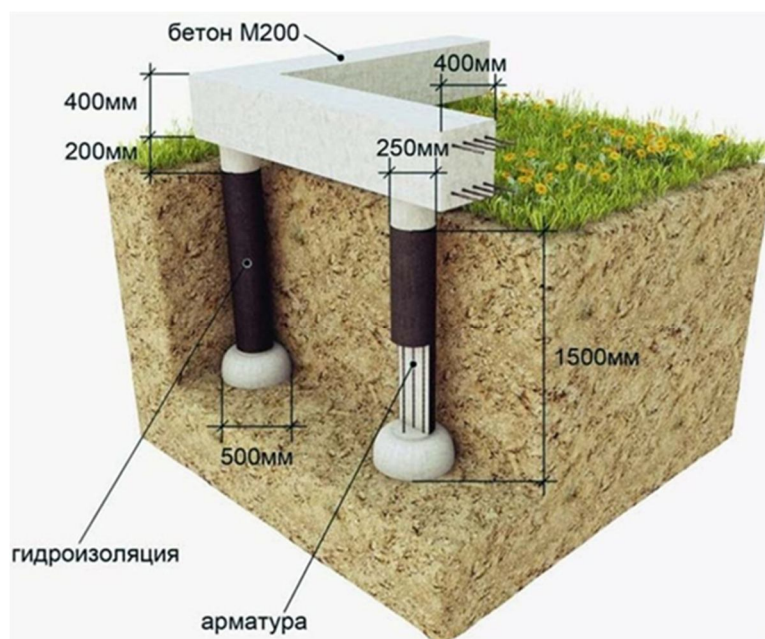


Рис. 7. Монолитный ленточный ростверк

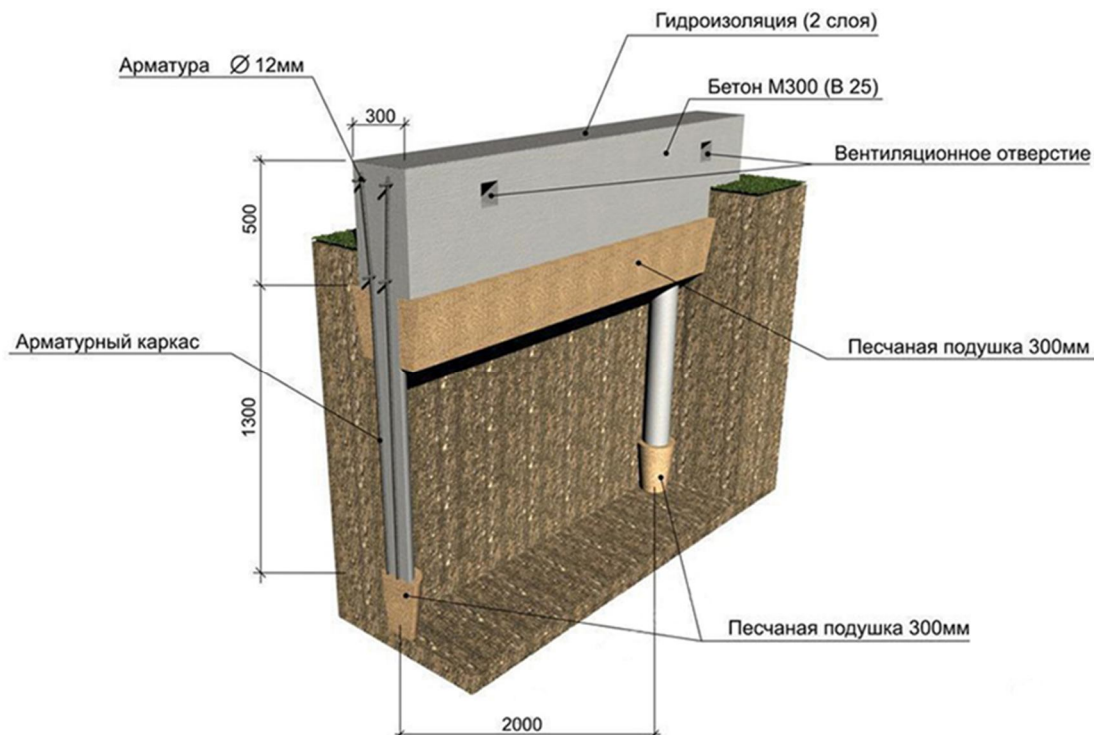


Рис. 8. Рostверк выполняет функцию равномерного распределения нагрузки по всему периметру основания

Промежуточным решением между двумя предыдущими вариантами является монолитно-сборный ростверк. Сборная конструкция состоит из заранее изготовленных деталей, которые укладываются на сваи и связываются друг с другом шпоночным соединением. Осуществляется это во время строительства. Затем вся конструкция омоноличивается.

Виды ростверка по конструкции.

Здесь можно выделить два основных вида, которые встречаются и используются повсеместно, а именно:

- ленточный;
- в виде монолитной плиты.

Ленточный фундамент на сваях может быть монолитным или сборным. Первый вариант используется для буронабивных свай. Это связано с тем, что материалы имеют одинаковое линейное расширение и технические характеристики. Также в теле ростверка легче замуровать оголовки с торчащей арматурой.

Сборный ленточный ростверк используется в технологии деревянного строительства. Деревянные брусья укладываются на оголовки и стыкуются в

полдерева. Это позволяет снизить затраты на строительство и приступать к возведению строения уже на следующий день после устройства основания.

Сборный ленточный ростверк может быть выполнен в виде железобетонных балок, примыкающих к оголовку свай. Такая конструкция используется преимущественно для винтовых свай, обвязанных двутаврами или швеллерами.

При устройстве железобетонных буронабивных свай с ростверком может быть использован стаканый тип конструкции. Ростверк представлен подколеником, установленным на столб, высотой кратной 15 см, шириной – 30 см. Каждый стакан должен опираться на четыре сваи. Такой тип основания используется при монтаже колонн. Чаще всего применяется в с/х и промышленном строительстве.

Ростверк, надежно фиксируясь к сваям и включая их в свою толщу, соединяет элементы основания. Монолитный ленточный ростверк может быть повышенный, высокий или заглубленный. Он устраивается при неблагоприятных геологических условиях грунта. Выполнение такого ростверка отличается высокими техническими и эксплуатационными характеристиками. Однако конструкция имеет повышенную трудоемкость, высокую стоимость работ и требует создания густого армирования.



Рис.9. Ленточный ростверк

Отличительной особенностью **плитного ростверка** является то, что он перекрывает не только головы соседних свай, а сразу все сваи. Получается, как бы пол. Эта конструкция отличается еще более высокими прочностными характеристиками, чем обычные железобетонные столбовые ростверки.

К железобетонным сваям ростверк необходимо крепить специальными анкерами, иначе конструкция получится недостаточно прочной.



Рис. 10. Плитный ростверк

Ростверк на пучинистых грунтах

Назначение ростверка равномерно распределять нагрузку на несущее основание, именно слово «равномерно» является в этом предложении основополагающим. Эта особенность должна в большей степени учитываться, если строительство производится на пучинистых грунтах. Такие грунты достаточно нестабильны, поэтому может возникнуть ситуация, при которой все сваи будут оседать неравномерно. Если ростверка нет, то конструкция вообще может рухнуть из-за резкого изменения угла наклона. Чтобы этого избежать устанавливаются ростверки. Если говорить конкретно, то всякого типа. Они никак не взаимодействуют с грунтом, поэтому равномерно распределяют нагрузку на несущую часть достаточно стабильно по всей поверхности. Это предотвращает разбалансированность в конструкции.

Применяются для таких целей именно всяческие ростверки. Они по своей сути никак не взаимодействуют с почвой или грунтом, поэтому лишь

переносят равномерное напряжение на сваи. В связи с этим они не «пляшут», а фундамент и здание остаются на своем законном месте.

Пучинистые грунты очень опасны, поэтому использование ростверка при строительстве столбчатого фундамента просто необходимо. Совсем не важно, из какого материала он будет сделан, самое главное, чтобы он обвязывал все сваи, на которых стоит дом.

Вопросы для самоконтроля

1. Какая конструкция называется ростверком?
2. Дайте классификацию ростверков
3. На каких грунтах сооружается фундамент с ростверком
4. Определите назначение ростверка
5. Какие материалы используются для ростверков? Укажите преимущества и недостатки каждого материала
6. Что является основным преимуществом деревянного ростверка?
7. Как располагается подошва повышенного ростверка по отношению к уровню грунта?
8. Что из себя представляет конструкция сборного ростверка?
9. Что является отличительной особенностью плитного ростверка?
10. Какой вид ростверков является самым нерациональным?

2 Определение несущей способности свай по грунту и материалу

2.1 Расчетным методом (по формулам СП)

Несущая способность одиночных свай зависит от прочности материала сваи и от прочности грунта основания. Поэтому расчет несущей способности одиночной сваи делают дважды: по прочности материала сваи и по прочности грунта основания. За расчетную несущую способность одиночной сваи (или, как говорят, расчетное сопротивление) принимают меньшую из определенных расчетами несущих способностей по грунту и материалу сваи.

Несущую способность одиночных свай по материалу определяют расчетом по первому предельному состоянию, как указано выше при описании различных конструкций свай. Для железобетонных свай в высоких ростверках дополнительно проводится расчет на образование трещин.

Величина несущей способности одиночной сваи по грунту зависит от механических свойств грунта и от метода устройства или по-гружения сваи. В практике проектирования и устройства свайных фундаментов используют три метода определения несущей способности одиночной сваи:

- теоретически-статический метод, основанный на применении таблиц и формул СП 24.13330.2011;
- динамический метод, использующий результаты пробной забивки свай;
- метод пробных статических нагрузок, основанный на данных, полученных при нагружении свай статическими нагрузками.

Несущая способность свайного фундамента из свай-стоек равна сумме несущих способностей отдельных свай. Однако при этом необходимо, чтобы мощность практически несжимаемого слоя грунта, на который оперты свай-стойки, была достаточной. В противном случае может произойти продавливание свайного фундамента в подстилающий слабый грунт.

Для иллюстрации этого положения рассмотрим такой пример. Допустим, что в практически несжимаемый слой оперта свая-стойка сечением 30х30 см, которая передает давление $P=50\text{ Т}$ (рис. 11.). На глубине 2 м ниже острия сваи в грунте возникает

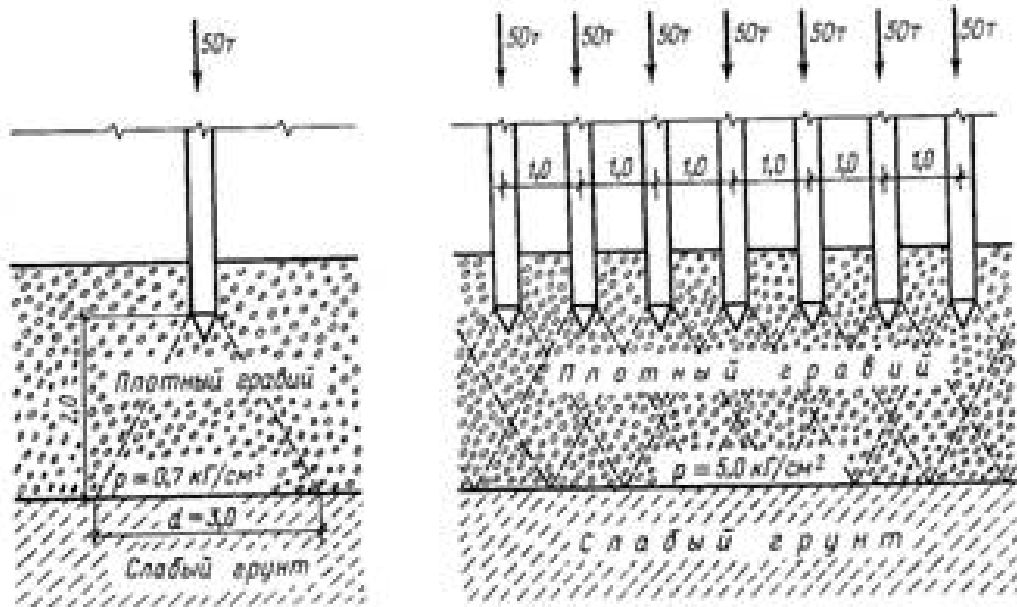


Рис. 11. Схемы передачи давления через плотный гравий на слабый грунт: а - передача давления от одиночной сваи; б - передача давления от большого количества свай, забитых частаколом

добавочное давление. Полагая угол распределения давления в грунте около 30° , получим, что это давление передается на площадь основания конуса радиусом $r = 1,5$ м, а величина добавочного давления будет равна

$$p = \frac{50000}{\pi \cdot 150^2} = 0,7 \text{ кг/см}^2$$

Полученная величина настолько мала, что на такой глубине может быть безопасно передана на любой грунт.

Допустим теперь, что свайный фундамент состоит из большого количества свай-стоек, забитых по квадратной сетке, с взаимным расстоянием между осями свай равным 1,0 м. В таком случае, не будет происходить рассеивания давлений и на глубине 2 м ниже свай будет действовать добавочное давление, равное

$$p = 50000 : 1002 = 5,0 \text{ кг/см}^2$$

Величина этого давления настолько велика, что если на данном уровне будет залегать уже слабый грунт, то вполне возможно продавливание свайного фунда-мента и общая авария сооружения.

Отсюда следует вывод, что глубина разведки должна быть такой, чтобы можно было проверить давление в грунте на достаточно большой глубине ниже острия свай.

При устройстве свайных фундаментов из висячих свай несущая способность такого фундамента почти во всех случаях будет меньше суммы несущих способностей одиночных свай.

Уменьшение несущей способности свайного фундамента по сравнению с суммой несущих способностей отдельных висячих свай называют кустовым эффектом, который зависит от особенности работы фундамента из висячих свай.

Рассмотрим висячую сваю, погруженную в грунт и нагруженную силой P . Возьмем точку M на поверхности сваи. Через частицу грунта, прилегающую к точке M , передается на сваю некоторая часть силы трения. По условию равновесия на эту частицу грунта будет передаваться некоторое давление от сваи. Сумма вертикальных давлений создает вокруг сваи напряженную зону, ограниченную конической поверхностью. В любой горизонтальной плоскости ниже острия сваи давление на грунт неравномерно и выражается эпюрой давлений, представленной на рис. 12.

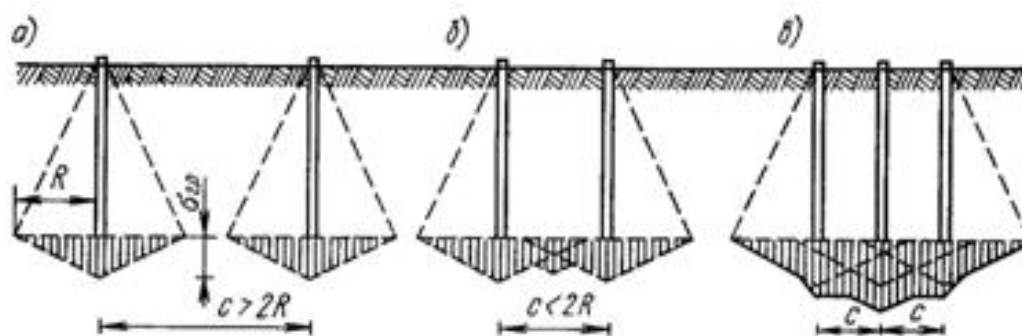


Рис. 2.2. Напряженное состояние грунта под сваями в зависимости от расстояния между ними

По данным А. А. Луга, радиус круга, в котором возникают напряжения в грунте от нагрузки сваи, равен

$$R = \sqrt{(l \cdot d \cdot \operatorname{tg} \alpha : 2}$$

где: l - глубина погружения сваи; d - диаметр (сторона сечения) сваи;
 α - угол распределения напряжений в грунте, принимаемый в среднем около 30° к вертикали.

Если отдельные сваи, составляющие свайный фундамент, расположены достаточно далеко одна от другой, то эпюры давлений в грунте не пересекаются (см. рис. 12, а) и несущая способность каждой сваи используется полностью. Если же сваи расставлены достаточно часто, то эпюры давлений на грунт будут пересекаться (рис. 12, б, в). Такое пересечение эпюр до известной степени условно, потому что при частой расстановке свай силы трения вокруг каждой сваи возникнут не полностью.

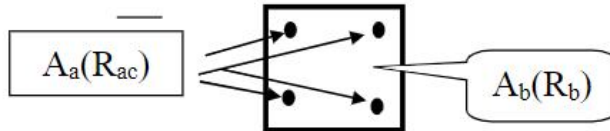
Следовательно, при частом расположении сваи уменьшают свою несущую способность, и при проектировании свайных фундаментов с достаточно частым расположением свай необходимы дополнительные расчеты, учитывающие действие кустового эффекта.

Практически при расчете свайных фундаментов из висячих свай кустовой эффект не определяют, но ведут расчет свайного фундамента в целом по второму предельному состоянию (по деформациям) грунта основания

Определение несущей способности свай по материалу и грунту

$$P = \gamma_c \varphi (\gamma_{nb} R_b \dot{A}_b + \gamma_{ca} R_{ac} \dot{A}_a)$$

где γ_c – коэффициент условия работы свай = 1; φ – коэффициент продольного изгиба = 1; $\varphi < 1$ для свайных фундаментов с высоким ростверком.



Прочность ствола свай должна быть обеспечена на всех этапах выполнения работ:

- складирования;
- транспортировки;
- забивки.

на транспортно-складских операциях теряется до 10% свай

Прочность при забивке свай, прежде всего, обеспечивается правильным выбором сваебойного оборудования:

$$Q = (1,0 \dots 1,5) q$$

$$15p \leq \dot{Y} \leq 25p$$

Где Q – вес ударной части молота; q – вес свай; Э – энергия удара; p – несущая способность свай.

1. Несущая способность свай по грунту основания

Грунт, окружающий ствол свай может воспринимать, как правило, значительно меньшую нагрузку. Необходима проверка несущей способности.

Для свай – стоек и висячих свай несущая способность по грунту определяется по разному.

1). Несущая способность свай – стоек.

$$\Phi = \frac{\gamma_c}{\gamma_q} RA$$

Где R – расчетное сопротивление грунта под острием свай;
A – площадь поперечного сечения свай; γ_c – коэффициент условия работы свай; γ_q – коэффициент надежности.

2). Несущая способность висячих свай (свай трения).

A) По таблицам норм

$$\Phi = N_0 + N_\delta$$

$$P \leq \frac{\Phi}{\gamma_q}$$

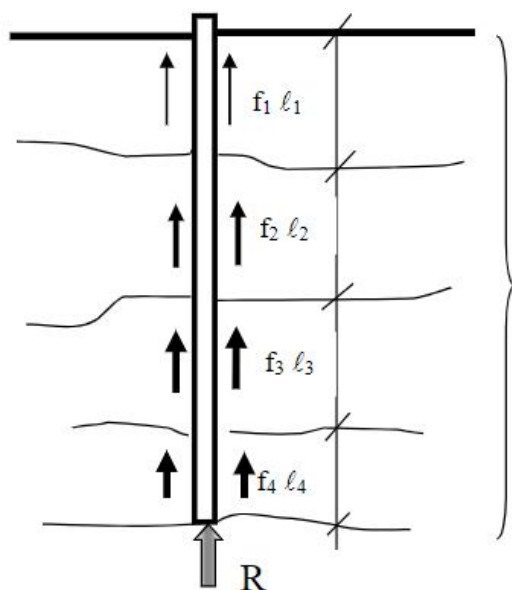
Расчет по I предельному состоянию

N_0, N_6 – сопротивление свай, соответственно под острием и по боковой поверхности.

P – расчетная нагрузка, допускаемая на сваю.

$$P = \frac{\gamma_c}{\gamma_q} (\gamma_{CR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i \ell_i)$$

где R – расчетное сопротивление грунта сваи под острием; u – периметр сваи; f_i – расчетное удельное сопротивление грунта по боковой поверхности сваи; ℓ_i – мощность i слоя грунта, где действует f_i



Слой разнородного грунта

Для однородного грунта вся толща также разбивается по глубине на отдельные слои $\ell_i \leq 2$ м, т.к. f_i – меняется с глубиной.

Несущая способность свай, полученная расчетом, часто оказывается ниже фактической, найденной по испытаниям. Данное обстоятельство объясняется тем, что в расчетах используются осредненные табличные значения величин f_i , что является приближенным.

Для определения истинной (фактической) несущей способности свай рекомендуется проводить испытания свай непосредственно на площадке строительства. Обычно под пятном застройки здания (сооружения) перед производством работ проводятся испытания 1 или 2 свай.

2.2 Способ статического зондирования

Несущая способность свай на строительной площадке может быть определена методом зондирования. По данному методу в основание погружается инвентарная труба (зонд) с закрытым наконечником (см. схему).

Зондирование может осуществляться:

- Вдавливанием (статическое зондирование).
- Забивкой (динамическое зондирование).

По величине сопротивления погружению ($P_{\text{общ}} = P_{\text{ост}} + P_{\text{бок}}$) судят о несущей способности свай. Зонд может иметь уширенное относительно трубы остриё и в этом случае определяется только сопротивление под остриём ($P_{\text{ост}}$). Зная $P_{\text{общ}}$ и $P_{\text{ост}}$ можно определить сопротивление грунта по боковой поверхности зонда $P_{\text{бок}}$.

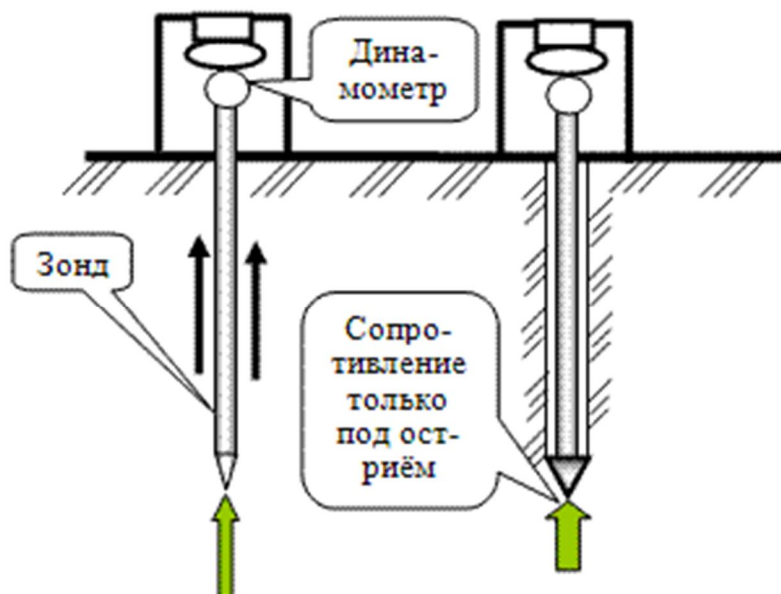


Рис. 13 Принципиальная схема проведения испытаний грунтов (свай) методом зондирования.

К примеру, если по результатам зондирования получили:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{ост}} + P_{\text{бок}} = 120 \text{ кг/см}^2$$

$$P_{\text{ост}} = 40 \text{ кг/см}^2$$

$$\text{Тогда: } P_{\text{бок}} = P_{\text{общ}} - P_{\text{ост}} = 120 - 40 = 80 \text{ кг/см}^2$$

Таким образом, по данному методу зондирования можно судить о несущей способности свай, а также с использованием эмпирических формул определять модуль общей деформации грунта E_0 .

Преимущество данного метода – малая стоимость, возможность проведения большого количества испытаний на строительной площадке.

Пример графического представления результатов зондирования, в виде величины сопротивления зонда от глубины погружения, представлен на схеме.

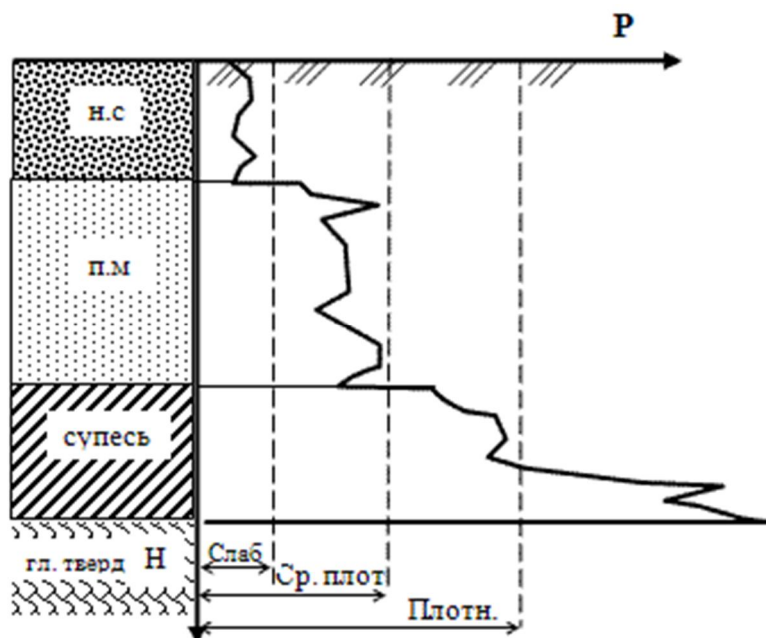


Рис. 14. Схема обработки результатов зондирования основания по глубине с выделением зон слабого, средней плотности и плотного сложения грунтов

Представленная зависимость $P = f(H)$ позволяет выделить в глубине основания зоны слабого, средней плотности и плотного грунта, которые, как правило, соответствуют разным слоям грунта (см. схему). Такая интерпретация результатов исследований достаточно наглядна, позволяет выбрать надёжные слои грунта и, следовательно, обоснованно определиться с глубиной заглубления свай.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время существуют современные автоматизированные установки по статическому испытанию грунтов на строительной площадке. Такие установки, перемещаясь по строительной площадке, позволяют провести статическое зондирование большого количества точек, т.е. более подробно изучить грунты основания для будущего сооружения.

Для мостов за нормативное (предельное) сопротивление свай принимают:

– нагрузку на одну ступень, меньшую соответствующей нагрузки, при которой приращение осадки за одну ступень загрузки (при общей величине

осадки более 40 мм) превышает в 5 раз и более приращение осадки, полученное за предыдущую ступень загрузки;

– нагрузку, вызывающую осадки общей величиной более 40 мм, которые не затухают в течение одних суток и более.

Технология проведения динамических испытаний свай

Как правило, динамические испытания свай проводятся трижды. Первоначально проводят динамические испытания имеющихся свай перед началом основных свайных работ и даже до начала работы над проектом свайного фундамента. Это делается с целью определить уровень неоднородности грунта в месте будущего строительства.

Следующий этап динамических испытаний проводят в момент забивки основных свай в грунт — чтобы оценить их несущие качества и возможности, а также для определения несущих слоев в грунте и слабых участков в зоне, где забиваются сваи. По завершению свайных работ сваи проходят еще одно динамическое испытание для более достоверного определения несущих способностей свай после того как они «отдохнули». Длительность «отдыха» свай в связных глинистых грунтах приближается к шести суткам, а в песчаных грунтах составляет не менее трех суток со времени окончания забивки. При забивке рабочих свай наблюдения за изменениями отказов позволяют выявить несущие слои грунта, дать относительную оценку несущей способности забитых свай и выявить слабые участки свайного поля. Контрольная добивка свай выявляет изменения несущей способности свай после «отдыха». Она должна выполняться тем же молотом, которым велась забивка свай. В глинистых грунтах ее следует производить короткими сериями ударов, чтобы вновь не нарушить структуру грунта.

Динамические испытания свай проводят с помощью того же оборудования, которое применяется для проведения основных свайных работ. После всех испытаний получают величину отказа свай, равную степени погружения сваи в грунт после одного удара. Далее производятся необходимые расчеты для определения несущей способности забитой сваи. При этом точность полученных данных отказов полностью зависит от точности вычисления высоты молота и веса его ударной части, а также веса самой сваи и наголовника. Не следует также забывать и о точности замеров упругих перемещений сваи и грунтов после удара.

Для измерения отказа при динамических испытаниях свай в основном применяется нивелир. Точность фиксируемых упругих перемещений сваи и грунта нивелиром равна 1 мм. Во время забивки пробных свай и при контрольных испытаниях (приемка забитых свай) динамические испытания свай принято проводить лишь после «отдыха» свай.

Для правильного определения несущей способности сваи динамическим методом важное значение имеет достаточно точное измерение высоты падения молота. Для этого обычно пользуются рейкой с четкими делениями через 5 см, прикрепляемой к молоту или наголовнику сваи. Таким способом визуально можно определить высоту падения молота с требуемой точностью до 2 см.

2.4 Метод испытания грунтов эталонной сваей

Эталонная свая – это забивная инвентарная металлическая составная свая. Испытания грунтов эталонной сваей производится методом динамической нагрузки или статической вдавливающей, выдергивающей или горизонтальной нагрузки. Полевые испытания грунтов эталонными сваями производятся для получения данных, которые позволяют сделать обоснованный выбор типа фундамента, его параметров и способов устройства. Также они позволяют определить размеры и вид свай, их несущие способности, проверить возможности погружения свай на нужную глубину, дать относительную оценку однородности грунтов в зависимости от их сопротивления погружению свай, определить взаимосвязь перемещения свай в грунте и возникающих нагрузок.

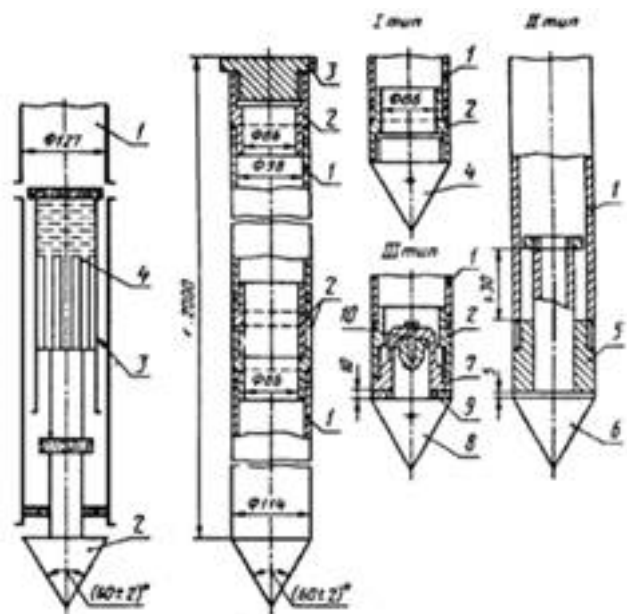


Рис. 15. Схема к испытанию грунтов эталонной сваей

Установка для испытания грунтов свай методом статических вдавливающих, выдергивающих или горизонтальных нагрузок состоит из устройства для нагружения сваи (домкраты или тарированный груз), опорной конструкции для восприятия реактивных сил и устройства, которое позволяет измерить перемещение свай в процессе испытаний (реперная система с измерительными приборами).

Использование **эталонной сваи** предполагает наличие дополнительно сваи-зонда или эталонной сваи, механизма для забивки их в грунт, а также устройства для их из грунта после проведения испытаний.

Инженерно-геологические изыскания проводятся как в полевых, так и в лабораторных условиях. К полевым исследованиям грунтов относится и испытание эталонной свай. Обязательным нюансом этого испытания является его полное соответствие ГОСТ 5686-2012. Точный вид и параметры эталонной сваи также определяет Госстандарт – диаметр сваи должен быть равен 114 мм.

Методы полевых испытаний грунта сваями

В полевых условиях с помощью эталонной сваи проводят испытания грунтов следующими методами:

- статические испытания свай;
- динамические

Статическое испытание эталонной свай считается достаточно трудоемким и более затратным (проводится в основном на участках под

строительство сложных и крупных объектов с достаточно большим количеством свай в фундаменте). Динамическое испытание в свою очередь является более мобильным и экономичным. Его используют при любых видах свай, несмотря на их несущую способность. Динамические испытания считаются более точными для определения несущей способности свай.

Цель этих испытаний – получить точные данные о реальной возможности погружения свай в грунт, а также установить показатель сопротивления исследуемого грунта основаниями свай. Правильно и вовремя исследуемая геология участка позволит точно рассчитать фундамент: его параметры и способы устройства.

Оборудование для выполнения данного испытания

Испытание эталонной сваей грунтов в полевых условиях проводится следующим комплектом оборудования:

- эталонная свая;
- специальный механизм для осуществления забивки эталонной сваи в почву (используется также при динамическом методе испытания свай);
- специальное устройство, с помощью которого можно извлечь эталонную сваю из грунта по окончании проведения испытания.

Эталонная свая представляет собой точную конструкцию, описанную в приложении к ГОСТу. Она состоит из отдельных звеньев металлических труб длиной не меньше 1 метра. Общая длина данной сваи достигает 12 метров. Каждое из звеньев эталонной сваи имеет определенное деление через каждые 10 см. Это позволяет определять точную глубину погружения сваи в грунт. Перед началом испытания эталонная свая проверяется на прямолинейность, а также степень износа стыков звеньев. Допустимыми отклонениями от вертикальной плоскости считаются 10 мм на 6 метров проверяемого отрезка сваи.

Особенности испытания

Инженерные изыскания в полевых условиях с помощью описываемого метода исследований позволяет с точностью определять свойства грунтов, их несущую способность. Испытание эталонной сваей обязательно следует проводить на крупнообломочных грунтах, песчаных и глинистых, т.к. именно эти грунты обладают слабыми характеристиками и неустойчивым характером поведения в различных условиях (при дополнительной нагрузке, при морозной погоде и т.д.).

Точный вид испытания эталонной сваей, а также их количество перед проектированием здания (сооружения) устанавливается в программе работы.

Если испытание эталонной сваей проводится в зимних условиях, тогда грунт необходимо оттаять в месте исследования на глубину промерзания в пределах 1 метра от грани сваи. Такое талое состояние следует поддерживать вплоть до окончания испытания.

Необходимость проведения данного испытания устанавливают инженеры-геологи в процессе геологических исследований.

Вопросы для самоконтроля

1. От чего зависит величина несущей способности одиночной сваи по грунту?
2. От чего зависит несущая способность одиночных свай?
3. Как определяется несущая способность свайного фундамента из свай-стоек?
4. Какие существуют методы определения несущей способности одиночной сваи?
5. Как может осуществляться зондирование? Назовите виды зондирований.
6. На каких этапах строительных работ должна быть обеспечена прочность свай?
7. Опишите метод полевых испытаний грунта сваями
8. Опишите технологию проведения динамических испытаний свай.
9. Что такое эталонная свая?
10. Как происходит испытание эталонной сваей в зимних условиях?