

- **Земляные сооружения и строительство фундаментов**

Земляные сооружения

- При строительстве зданий и сооружений выполняются различные виды процессов переработки грунта:
 - планировка площадки,
 - рыхление твердых или мерзлых грунтов,
 - заглубление фундаментов,
 - обратная засыпка,
 - устройство постоянных, временных и вспомогательных земляных сооружений.

- Постоянными называются земляные сооружения, которые после строительства эксплуатируются: каналы, дороги и т.д.

- Временные сооружения после окончания строительных работ ликвидируются: котлованы под фундаменты, траншеи под трубопроводы и т.д.

- Кюветы, водоотводные каналы являются вспомогательными земляными сооружениями.

- Временные выемки шириной до 3 м и длиной, значительно превышающей ширину, называют траншеями.
- Выемку, длина которой не превышает десятикратной ширины, называют котлованом.
- Котлованы и траншеи имеют дно и боковые стенки или откосы.⁶

- Временные выемки под транспортные магистрали, шахты, штольни и другие земляные сооружения, закрытые с поверхности, называются подземными выработками.

- После устройства подземных сооружений и частей зданий грунт укладывают в пространство между боковой поверхностью сооружения и откосом котлована.
- Этот процесс называется обратной засыпкой «пазух».

- По трудоемкости выполнения земляные работы составляют до 20% всей трудоемкости возведения здания, поэтому процессы, связанные с переработкой грунта, всегда стремились механизировать.

- До 97 % объемов земляных работ в строительстве комплексно механизированы, однако при мелких рассредоточенных объемах работ, устройстве фундаментов в стесненных условиях, зачистке дна и откосов котлованов, устройстве дренажных канав в гористой местности еще применяется ручной труд.

- Грунты можно разрабатывать механическим, гидромеханическим и взрывным способами.

- Механический способ разработки заключается в отделении грунта от массива резанием с помощью землеройных или землеройно-транспортных машин.

- Гидромеханический способ основан на размывании твердого грунта водяной струей или всасывании разжиженного грунта.

- Взрывным способом в основном разрабатывают грунты, находящиеся за городом.
- Для этого в земляном массиве бурят скважины, в которые закладываются взрывчатые вещества (ВВ).

- В промышленном и гражданском строительстве основным способом разработки грунтов является механический, а наиболее распространенными машинами:
 - землеройные (экскаваторы);
 - землеройно-транспортные (бульдозеры, скреперы, грейдеры);
 - рыхлительные (бульдозеры-рыхлители, дизель-молоты);
 - транспортирующие (автосамосвалы);
 - грунтоуплотняющие (катки, вибрационные трамбующие плиты и др.);
 - специальные машины (буровые установки, копры и др.).

Классификация и основные строительные свойства грунтов

- По своему строению грунты можно подразделить на сцементированные (или скальные) и несцементированные.

- Скальные грунты состоят из каменных горных пород, с трудом поддающихся разработке взрыванием или дроблением.
- Скелет несцементированных грунтов обычно состоит из песчаных, пылеватых и глинистых частиц, в зависимости от содержания которых грунты называются: песок, супесь (супесок), суглинок, глина.

Параметры и классификация грунтов

Параметр	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Угол естественного откоса при естественной влажности, °	25 ... 30	30 ... 40	40 ... 50	40 ... 45
Содержание частиц, %:				
глинистых	До 5	До 12	12 ... 33	Более 33
песчаных	Более 80	Более 50	—	—
Оптимальная влажность уплотнения, %	8 ... 12	9 ... 15	12 ... 20	19 ... 23

- К основным свойствам грунтов, влияющим на технологию и трудоемкость их разработки, относятся: плотность, влажность, сцепление, разрыхляемость, угол естественного откоса, удельное сопротивление резанию, водоудерживающая способность.

- Плотностью называется масса 1 м³ грунта в естественном состоянии (в плотном теле).
- Плотность несцементированных грунтов 1,2 ... 2,1 т/м³ , скальных - до 3,3 т/м³ .

- Влажность характеризуется степенью насыщения грунта водой и определяется отношением массы воды в грунте к массе твердых частиц грунта, выражается в процентах.
- При влажности более 30% грунты считаются мокрыми, а при влажность до 5 % - сухими.

- Сцепление - сопротивление сдвигу,
для песчаных грунтов составляет
3 ... 50 кПа,
для глинистых - 50 ... 300 кПа.

- Некоторые процессы переработки грунта связаны с пропусканием через него электрического тока (оттаивание, осушение электротоком).
- В этих случаях принимается во внимание такая характеристика, как электропроводность грунта.

- Так как минеральные частицы, входящие в состав грунта, обычно не являются проводниками, электропроводность грунта зависит от степени насыщения его водой.
- От влажности грунта также зависят его теплотехнические характеристики.

- Вододерживающая способность или сопротивляемость грунта проникновению воды очень высока у глинистых грунтов и низка у песчаных.
- По этой причине песчаные грунты называются дренирующими, т. е. хорошо пропускающими воду, а глинистые грунты - недренирующими.

Основания

- Прочность и устойчивость любого сооружения прежде всего зависят от надежности основания и фундамента.
- Основанием считают слои грунта, залегающие ниже подошвы фундамента и в стороны от него, воспринимающие нагрузку от сооружения и влияющие на устойчивость фундамента и его перемещения.

- Проектирование оснований зданий и сооружений зависит от большого количества факторов, основными из которых являются: геологическое и гидрогеологическое строение грунта; климатические условия района строительства; конструкция сооружаемого здания и фундамента; характер нагрузок, действующих на грунт основания, и т.д.
- Основания под фундаменты зданий и сооружений бывают естественными и искусственными.

- Естественными основаниями называют грунты, которые в условиях природного залегания обладают достаточной несущей способностью, чтобы выдержать нагрузку от возводимого здания или сооружения.

- Естественные основания не требуют дополнительных инженерных мероприятий по упрочнению грунта; их устройство заключается в разработке котлована на расчетную глубину заложения фундамента здания или сооружения.

- Искусственными основаниями называют грунты, которые по механическим свойствам в своем природном состоянии не могут выдерживать нагрузки от зданий и сооружений.
- Поэтому для упрочнения слабых грунтов необходимо выполнять различные инженерные мероприятия.

- К слабым относятся грунты с органическими примесями и насыпные грунты.
- Грунты с органическими примесями включают: растительный грунт, ил, торф, болотный грунт. Насыпные грунты образуются искусственно при засыпке оврагов, прудов, мест свалки.

- Перечисленные грунты неоднородны по своему составу, рыхлые, обладают значительной и неравномерной сжимаемостью.
- Поэтому в качестве оснований их используют только после укрепления уплотнением, цементацией, силикатизацией, битумизацией или термическим способом.

- Расчет оснований по второй группе предельных состояний (по деформациям) ограничивает деформации надфундаментных конструкций сооружения такими пределами, при которых еще не нарушается нормальная эксплуатация сооружения.

- В связи с расчетом оснований сооружений по указанным выше предельным состояниям оценку грунтов производят по прочности (устойчивости) и по их способности деформироваться под нагрузкой (по сжимаемости).

- Для оценки прочности грунтов и расчета фундаментов по первой группе предельных состояний необходимо уметь определять расчетные сопротивления грунтов основания сжатию. Для оценки способности оснований деформироваться под нагрузками и определения осадок фундаментов необходимо знать характеристики сжимаемости грунтов.

Фундаменты

- Основными требованиями, предъявляемыми к фундаментам, являются:



прочность,



устойчивость,



сопротивляемость влиянию атмосферных условий и отрицательных температур,

-  долговечность, соответствующая эксплуатационному сроку службы надземной части зданий и сооружений,
-  индустриальность устройства конструкций,
-  ЭКОНОМИЧНОСТЬ.

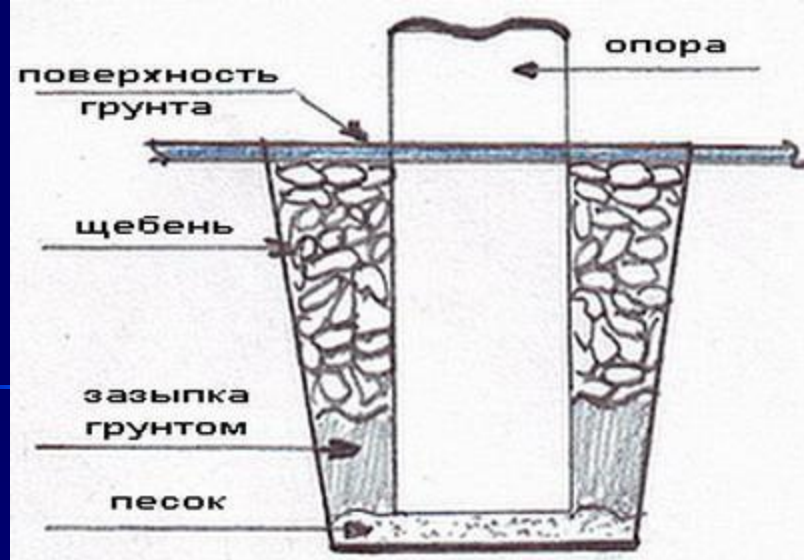
- По форме в плане фундаменты делятся на ленточные, столбчатые, сплошные и свайные.

Столбчатые фундаменты

- Наиболее распространенными и дешевыми являются столбчатые фундаменты.
- Особенно эффективны столбчатые фундаменты в пучинистых грунтах при их глубоком промерзании. Вместе с тем у столбчатых фундаментов есть особенности, мешающие в ряде случаев их успешному применению.







- Так, в горизонтально подвижных грунтах недостаточна их устойчивость к опрокидыванию и для погашения бокового сдвига требуется устройство жесткого железобетонного ростверка. Ограничено их применение на слабонесущих грунтах при строительстве домов с тяжелыми стенами.

- Кроме того, при столбчатых фундаментах возникают сложности с устройством цоколя: если при ленточных фундаментах цоколь образуется как бы сам собой, являясь их продолжением, то при столбчатых заполнение пространства между столбами, стеной и землей (забирка) - сложное и трудоемкое дело.

- Столбчатые фундаменты подводят под дома с легкими стенами (деревянные рубленые, каркасные, щитовые).
- Этот тип фундаментов по расходу материалов и трудозатратам в 1,5-2 раза экономичнее ленточных.

- Столбы возводятся во всех углах, местах пересечения стен, под простенками, под опорами тяжело нагруженных прогонов и других точках сосредоточения нагрузок. Расстояние между столбами принимается 1,2–2,5 м.

- По верху столбов должны быть уложены обвязочные балки для создания условий совместной их работы.
- При расстояниях между столбчатыми (отдельно стоящими) фундаментами больше 2,5–3 м по верху укладываются более мощные рандбалки (железобетонные, металлические).

- Минимальное сечение фундаментных столбов принимается в зависимости от того, из какого материала они изготовлены (бетон – 400 мм; бутобетон – 400 мм; кладка из натурального камня – 600 мм, из бута-плитняка – 400 мм, из кирпича выше уровня земли – 380 мм, а при перевязке с забиркой – 250 мм).

- ДОСТОИНСТВА:

- экономичны;
- не трудоемки.

- НЕДОСТАТКИ:

- недостаточная устойчивость в горизонтально подвижных грунтах;
- ограниченное применение на слабонесущих грунтах при строительстве зданий с тяжелыми стенами;
- сложность с устройством цоколя.⁴⁹

Ленточные фундаменты

- фундаменты, возводимые непосредственно под стены дома или под ряд отдельных опор. В первом случае они имеют форму непрерывных подземных стен, во втором – состоят из железобетонных перекрестных балок

- Ленточные фундаменты подводят под дома с тяжелыми стенами (бетонными, каменными, кирпичными и т. п.) или с тяжелыми перекрытиями.
- Их закладывают под все наружные и внутренние капитальные стены. Наличие под домом подвалов, теплых подполий, гаража или цокольного этажа делают просто необходимым выбор именно этого типа фундамента.









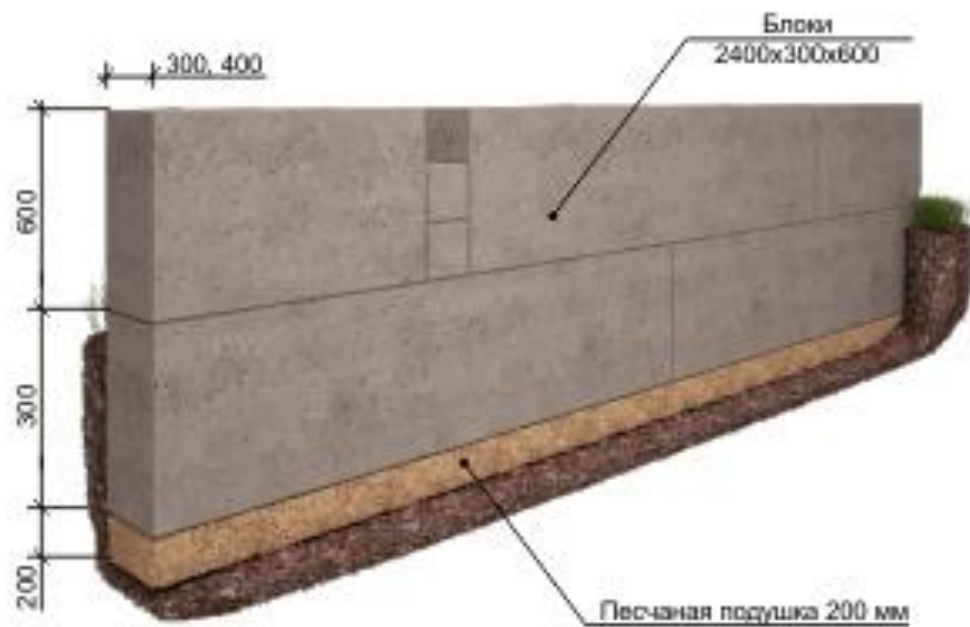
PARTHENON-HOUSE.RU



2007 1 5

- Для этого типа фундамента характерны большие объемы земляных работ и используемых материалов, значительный вес и трудоемкость возведения. Несмотря на это, ленточные фундаменты получили довольно широкое распространение, в основном благодаря простой технологии.

- Ленточные фундаменты бывают монолитными и сборными.



- Для сооружения ленточных монолитных фундаментов на дне котлована выставляется опалубка (деревянная), арматура, листы теплоизоляции и между стенками опалубки заливается бетон. Для снижения потери при обогреве дома в такие фундаменты закладывается утеплитель (керамзит, минераловатные плиты, пенопласт).

- Сборные ленточные фундаменты состоят из крупных фундаментных бетонных или железобетонных блоков.

- ДОСТОИНСТВА ленточных монолитных:
 - прочность;
 - надежность;
 - могут быть использованы для зданий любой формы;
- ДОСТОИНСТВА ленточных из железобетонных блоков:
 - значительное сокращение сроков возведения;
 - простота сооружения.

- НЕДОСТАТКИ всех ленточных:
 - увеличение срока строительства за счет производства земляных работ, заполнения бетоном опалубки;
 - массивны;
 - не экономичны;
 - трудоемки;
- НЕДОСТАТКИ ленточных из железобетонных блоков:
 - менее практичны (пропускают воду в местах своего соединения);
 - пригодны для зданий простых форм (при сложных архитектурных формах блоки, выпускаемые стандартных размеров, приходится обрезать).

Плитные фундаменты

- фундаменты, сооружаемые под всей площадью здания.
- Представляют собой сплошную или решетчатую плиту, выполненную из монолитного железобетона либо из сборных перекрестных железобетонных балок с жесткой заделкой стыковых соединений.

- Фундаменты плитные и из перекрестных лент возводят из монолитного железобетона с целью придания фундаменту пространственной жесткости. Необходимость в этом возникает при строительстве на неравномерно и сильно сжимаемых грунтах, например, на насыпных (песчаных подушках, слежавшихся свалках, сильно пучинистых грунтах и т. п.).
- Иногда к таким фундаментам применяют термин "плавающий".



- Устройство плитного фундамента связано с довольно большим расходом материалов (бетона и металла) и может быть целесообразно при сооружении небольших и компактных в плане домов или других построек, когда не требуется устройство высокого цоколя, и сама плита используется в качестве пола (например, гаражи, бани и т. п.).
- Для домов более высокого класса чаще устраивают фундаменты в виде ребристых плит или армированных перекрестных лент

- Сооружают на тяжелых пучинистых и просадочных грунтах.

- Плитный фундамент наиболее приемлем при слабых неоднородных грунтах с высоким уровнем грунтовых вод, а также в случаях, когда нагрузка, приходящаяся на фундамент, велика, а грунт основания недостаточно прочен.
- Такие конструкции способны выравнивать вертикальные и горизонтальные перемещения грунта (плавающие фундаменты – их второе название).
- Сооружение плитного фундамента оправдано в малоэтажном строительстве при небольшой и простой форме здания.

■ ДОСТОИНСТВА

- простота сооружения;
- ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ В ТЯЖЕЛЫХ пучинистых, подвижных и просадочных грунтах.

■ НЕДОСТАТКИ

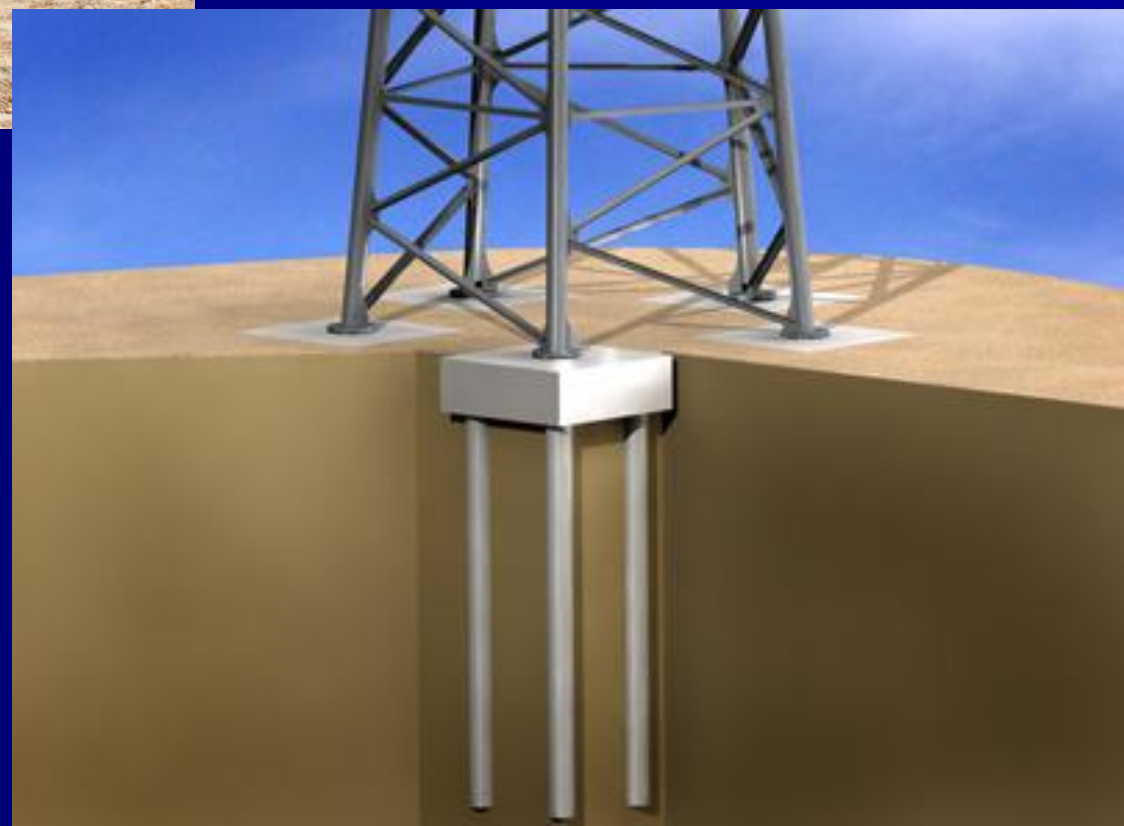
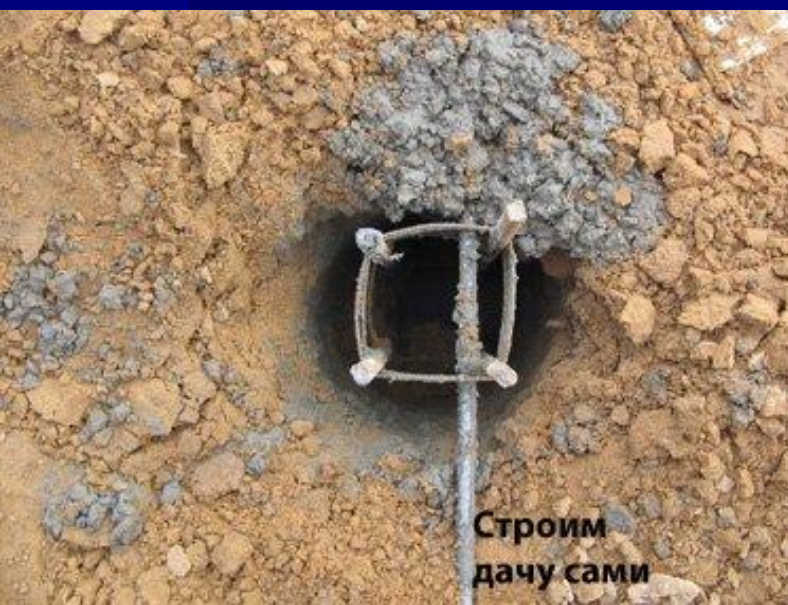
- достаточно дороги (из-за большого расхода бетона и металла на арматуру).

Свайные фундаменты

- фундаменты, состоящие из отдельных свай, перекрытых сверху бетонной или железобетонной плитой или балкой (ростверком).

- Свайные фундаменты являются очень дорогими и трудоемкими в выполнении, поэтому в индивидуальном строительстве встречаются крайне редко.





- Свайный фундамент используется в случаях, когда на слабый грунт необходимо передать большие нагрузки. При этом нагрузка от здания передается на более плотные грунты, залегающие на глубине.

- По типу материала сваи могут быть деревянными, бетонными, железобетонными, стальными и комбинированными.

- По методу изготовления и погружения в грунт сваи подразделяются на забивные (опускаемые в грунт в готовом виде) и набивные (изготавливаемые непосредственно в грунте, в пробуренных каналах).

- По типу поведения в грунте выделяют сваи-стойки, имеющие под собой прочный грунт и передающие на него давление, и висячие сваи, используемые в случаях, когда глубина залегания прочного грунта достаточно велика (несущая способность таких свай определяется суммой сопротивления сил трения по боковой поверхности и грунта под острием сваи).

- Деревянные сваи наиболее экономичны, но если они находятся во влажном грунте, они быстро гниют.
- Сваи из железобетона стоят дороже, но они более долговечны и способны выдерживать большие нагрузки.

■ ДОСТОИНСТВА

- дают меньшую усадку;
- экономичны (снижают расход материалов, например, бетона – на 40%25);
- менее трудоемки (при их сооружении значительно уменьшается объем земляных работ);
- возможность сооружения на грунтах, обладающих низкой несущей способностью.

■ НЕДОСТАТКИ

- необходимость использования специальной техники.

Фундаменты на песчаных подушках

- Фундаменты на песчаных подушках могут быть самых разных типов. Чаще всего они применяются для экономии строительных материалов, для полной или частичной замены непригодных грунтов в основании, для подъема отметки пола над уровнем грунтовых вод и т. п.

- При их устройстве в котлованы засыпают средне- или крупнозернистые пески слоями 150–200 мм, тщательно трамбуя их и проливая водой. В обводненных грунтах, особенно пучиноопасных при промерзании, устройство песчаных подушек не рекомендуется без устройства дренажа. В противном случае возможно заиливание подушек и, как следствие, потеря ими первоначальных свойств.

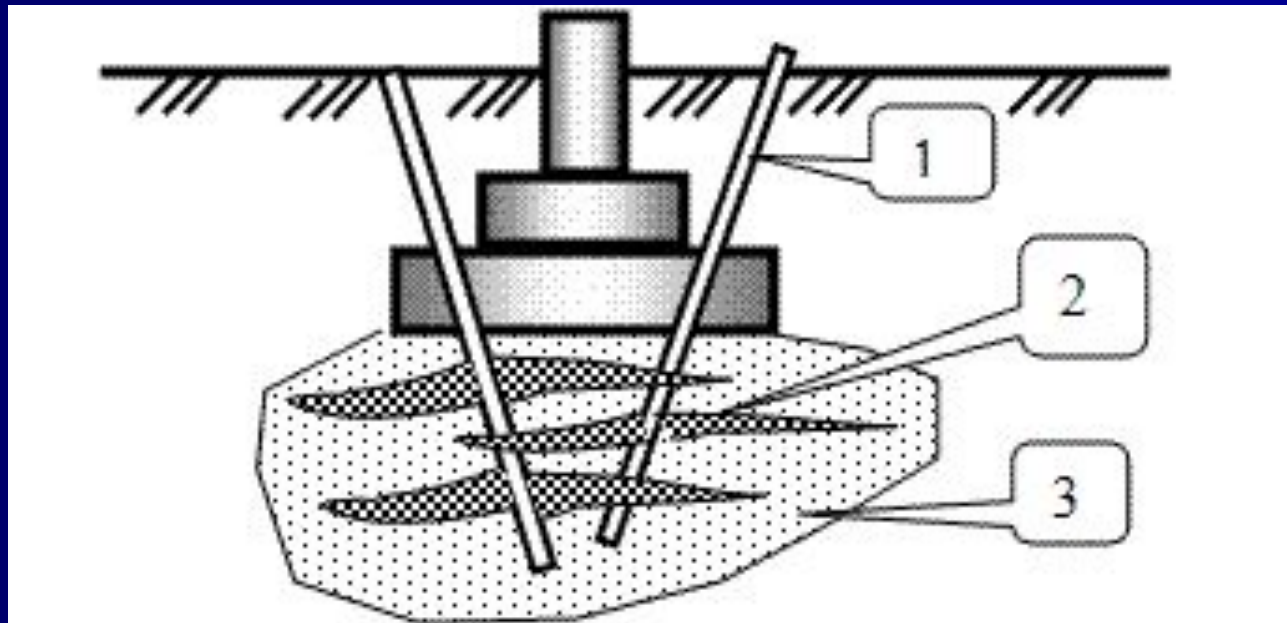
- Важное значение имеет предполагаемое время, на которое возводится строение. Например, срок службы различных фундаментов составляет:
 - ленточных бетонных и бутовых на цементном растворе – 150 лет;
 - бутовых или бетонных столбов – 30–50 лет;
 - деревянных ступьев – 10 лет.

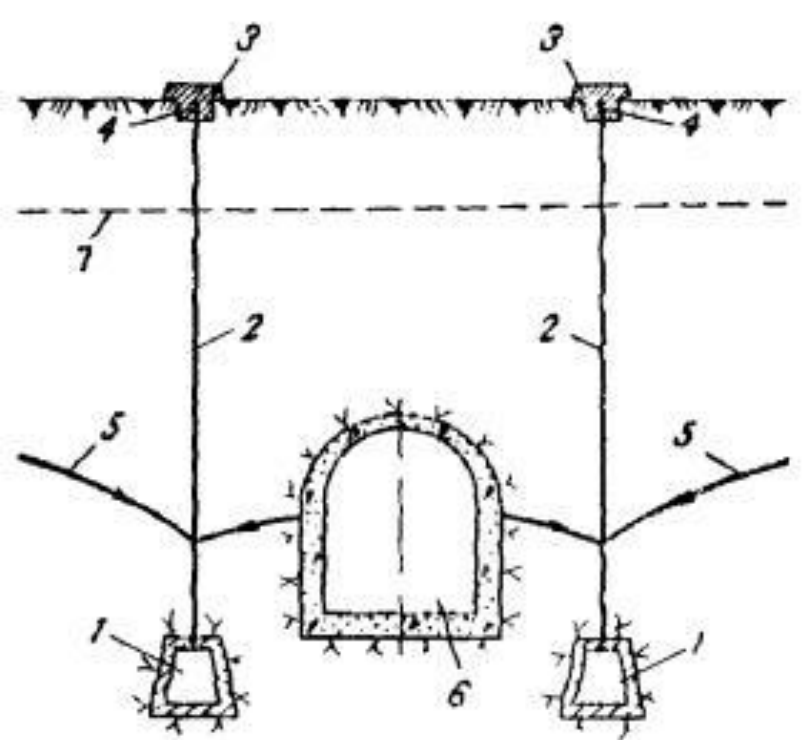
- В зависимости от применяемых материалов фундаменты бывают:
- бутовые, бутобетонные, бетонные и кирпичные.

УКРЕПЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

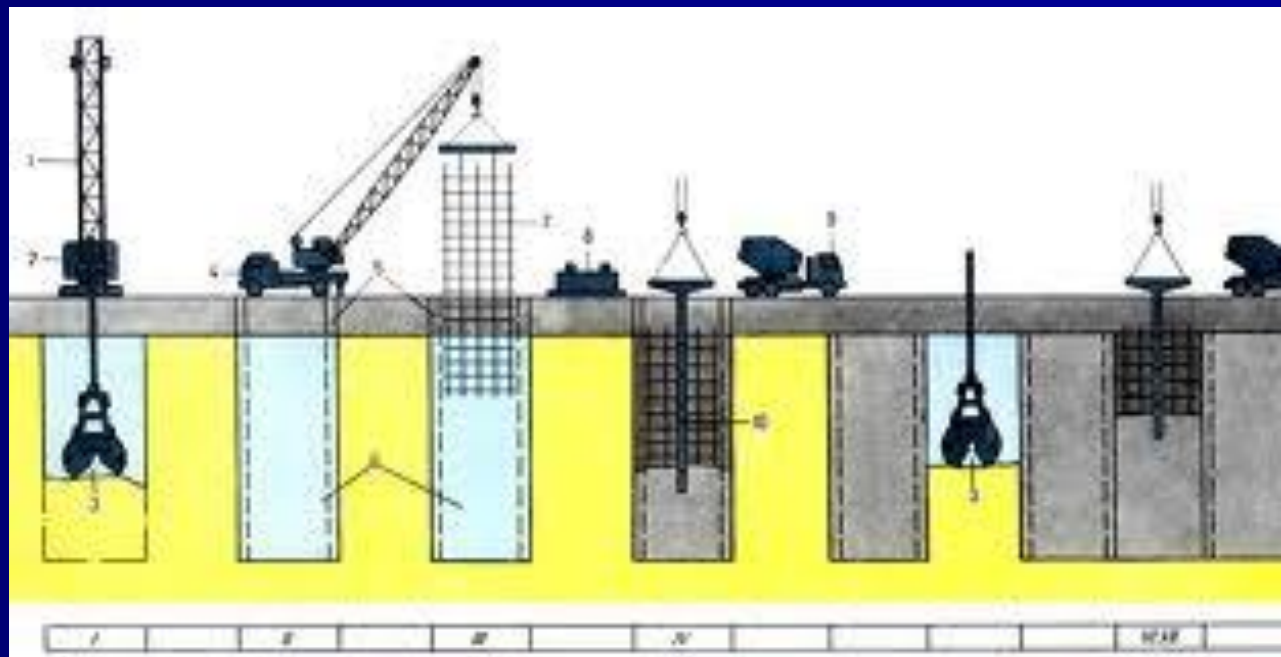
- 1) Цементация
- 2) Дренаж и
противофильтрационные завесы
- 3) Повышение несущей способности
(устойчивости) оснований
- 4) Защита оснований от влияния
строящихся рядом зданий и
сооружений.

- Схема цементации основания:
- 1 – инъектор: 2 – гидравлический разрыв, заполненный цементным раствором; 3 – закрепленный массив основания.



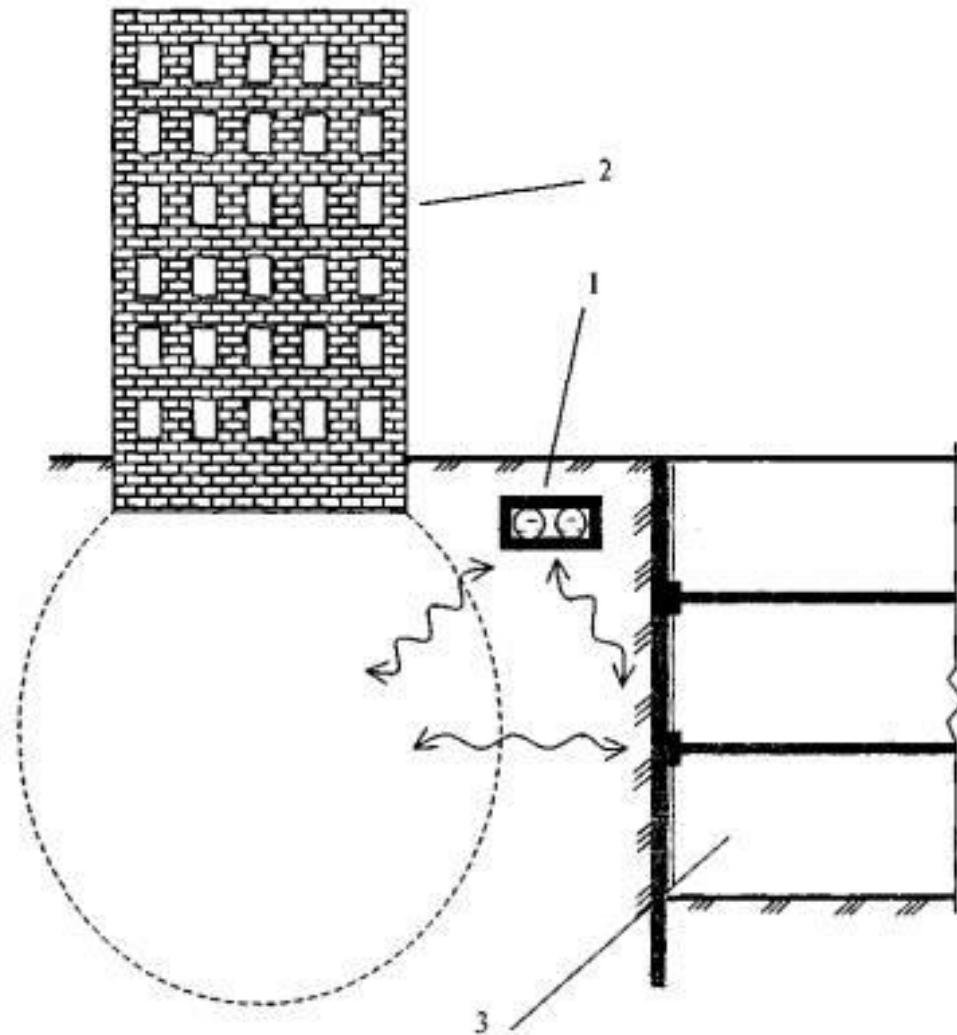
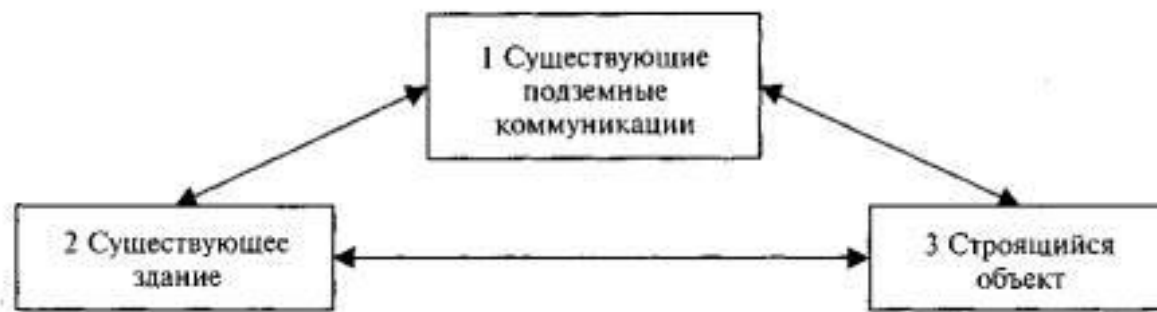


- Дренаж и противофильтрационные завесы



- **Повышение несущей способности (устойчивости) оснований**
- **(геотекстиль)**





Выработки, устраиваемые открытым способом
(котлованы, шахты, траншеи)

Уменьшение перебора грунта при устройстве ограждения:

Применение бурозавинчиваемых или вдавливаемых свай, забуриваемых металлических труб с коронкой или перьевым наконечником.
Замена грунтовых анкеров на распорки, раскосы и подкосы.

Уменьшение горизонтальных перемещений ограждения:

Увеличение изгибной жесткости элементов ограждения.
Увеличение количества и сечения распорок, раскосов, подкосов.

Предотвращение разуплотнения грунта за забиркой:

Откопка котлована с опережающим погружением забирки.
Своевременное заполнение пазух при устройстве забирки.
Замена деревянной забирки на металлическую.

Уменьшение и контроль вибродинамических воздействий:

Недопущение использования гидромолота, клин-бабы и ударных методов при вскрытии дорожных покрытий и разработке насыпных грунтов.
Недопущение использования сваебойного и вибропогружающего оборудования при погружении элементов шпунта.
Контроль параметров колебаний грунта и подземных коммуникаций.

Компенсация изменения напряженно-деформированного состояния грунта:

Применение ограждений «активного типа», позволяющих выполнять закрепление грунта и компенсационное нагнетание с использованием ограждающих конструкций.

Увеличение расстояния между выработкой и подземными коммуникациями:

Перенос положения котлована (шахты, траншеи) в плане.

Выработки, устраиваемые закрытым способом
(тоннели, штольни, микротоннели)

Уменьшение перебора грунта при проходке:

Уменьшение диаметра тоннеля.
Замена одного тоннеля на два тоннеля (микротоннеля) меньшего диаметра.
Замена щитового комплекса с открытым забоем на комплекс с закрытым забоем.
Увеличение скорости проходки тоннеля.
Недопущение остановки или замедления проходки щита при сохранении режима грунтоотбора.
Пригруз забойной части щита.
Уменьшение скорости забора грунта при проходке тоннеля.

Увеличение расстояния между выработкой и подземными коммуникациями:

Перенос трассы тоннеля в плане.
Увеличение глубины заложения тоннеля.

Компенсация изменения напряженно-деформированного состояния грунта:

Нагнетание цементного или бентонитового раствора в заобделочное пространство.
Применение монолитной пресс-бетонной обделки.

Предотвращение необходимости водопонижения за пределами выработки:

Применение сплошных противодиффузионных ограждающих конструкций (бурозекущиеся сваи, «стена в грунте» и др.) с заглублением их в водоупор или устройством под дном котлована противодиффузионных пробок.

Методика искусственного улучшения грунтов оснований

1. Механическое закрепление грунтов:

-  Уплотнение;
-  Замена грунта;
-  Замораживание;

2. Химическое закрепление грунтов:

-  Цементация;
-  Глинизация;
-  Битумизация;
-  Силикатизация;
-  Смолизация;
-  Электрохимическое закрепление;

3. Метод вертикального дренирования.