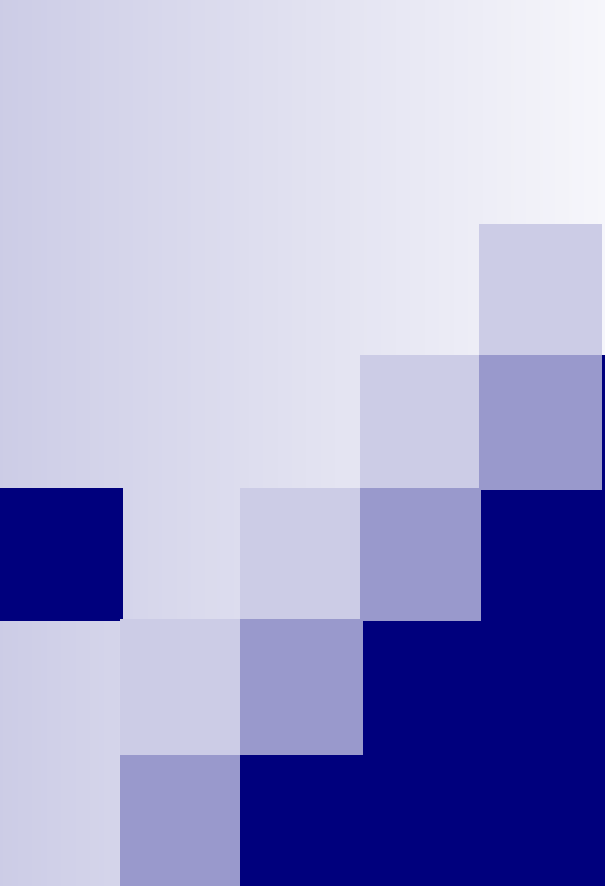




Грунты и основания

Грунт

Грунт - слой земли, на котором закладывается фундамент строения.

Грунты классифицируют по их свойствам, имеющим значение в областях применения.

Грунт является основанием фундаментов и воспринимает на себя все нагрузки от веса строения и природных факторов, воздействующих на него. В зависимости от местности, в которой ведется или предполагается строительство дома, грунты могут существенно отличаться друг от друга. Для правильной привязки проекта к местности нужен целый ряд показателей, среди которых — тип грунта, глубина его промерзания и насыщенность почвенными водами, уровень грунтовых вод, рельеф поверхности и т.д.

Грунт будет иметь более надежное основание под фундамент, когда грунт является однородным. Тогда грунт равномерно дает осадку по всему периметру и дом или здание стоит на нем устойчиво.

Для исследования грунта и для оценки гидрогеологических условий, в которых он находится, необходимо провести пробное бурение на глубину ниже границы промерзания на 0,5...0,7 м, до 5 м для малоэтажного деревянного дома и до 7 — 10 м — для кирпичных или каменных домов.

- **Основная цель такого исследования — оценка, несущей способности грунта, степени его пучинистости и определение уровня грунтовых вод.**

Если строительство начинается с устройства колодца или с бурения скважины, пробы грунта на глубину 1...1,5...2...2,5 м.

Залегание пластов грунта даже на небольшой площадке может быть неравномерным. Плывун или насыпной грунт, выходы скального грунта или остатки старого фундамента могут иметь неравномерный аномальный характер. Если при рытье колодца на глубине 2,5 м попался плывун, то шурфы на исследование структуры грунта обязательно следует выполнить и на самой строительной площадке. Наличие прослойки пльвуна сильно скажется на выборе фундамента.

Виды грунтов

1. Скалистые грунты

— массивные горные породы с жесткими связями между частицами грунта, залегающие в виде сплошного или трещиноватого массива. Такие грунты имеют значительную прочность на сжатие и не промерзают. Фундамент на них можно закладывать по поверхности. небоскребы в Нью-Йорке стоят именно на таких грунтах.





2. Крупнообломочные (хрящеватые) грунты — состоят из валунов, обломков камней, крупных фракций щебня и гравия в объеме более 50%, не сцементированных между собой. Они практически не сжимаются и являются надежными основаниями. Такой вид грунта позволяет независимо от глубины промерзания заложить фундамент глубиной не более 50см. При наличии в крупнообломочном грунте более 40% песчаного заполнителя или более 30% пылевато—глинистого заполнителя от общей массы сухого грунта в наименовании грунта учитывается только мелкая составляющая грунта, т. к. именно она будет определять несущую способность грунта. Подобный грунт будет пучинистым, если мелкая составляющая — глина или мелкий пылеватый песок.

3. Песчаные грунты — сыпучая смесь зерен кварца и других минералов (образовавшихся в результате выветривания горных пород), содержащая глины менее 3%. Песок по своему зерновому составу, по размеру фракций классифицируется на следующие виды:

- — *гравелистые пески* — если преобладают частицы размером 0,25... 5 мм;
- — *крупный песок* — если преобладают частицы размером 0,25...2 мм;
- — *песок средней крупности* — если преобладают частицы размером 0,1...1 мм;
- — *мелкие пески* — если преобладающие размеры частиц меньше 1...0,1 мм
- — *пылеватые пески* — если в основной массе частицы крупностью 0,05...0,005 мм.





Чем крупнее фракции песка, тем большую нагрузку он может воспринимать.

Гравелистые, крупные и средней крупности пески значительно уплотняются под нагрузкой, незначительно промерзают. Фундамент можно закладывать ленточный на глубину 0,4...0,7 м или столбчато–ленточный.

Песок мелкий и пылеватый имеет невысокую прочность, хорошо задерживает влагу, основание из такого песка может испытывать просадку, продолжающуюся многие годы. При высоком уровне грунтовых вод фундамент закладывают на глубину промерзания.

4. **Глинистые грунты** состоят из очень мелких частиц — меньше 0,005 мм, имеющих обычно чешуйчатую форму. В отличие от песчаных грунтов, глины имеют большую поверхность частиц, вбирающих влагу.

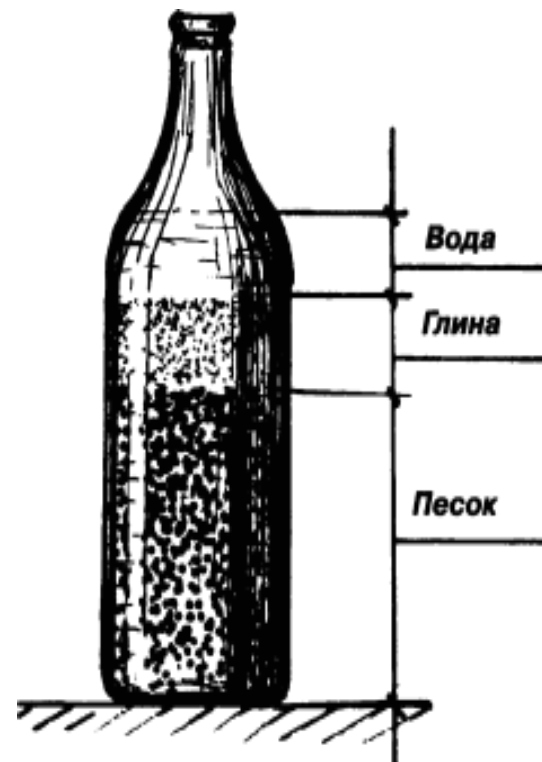
Глинистые грунты способны сжиматься, размываться, а замерзая — вспучиваться, увеличиваясь в объеме. Степень пучения сильно зависит от влажности грунта, а следовательно, от степени её пористости. Толщина слоя неуплотненной влажной глины при промерзании может увеличиваться на 10...15%. Уплотненная глина — слабопучинистая.

В зависимости от количества песка глинистые грунты делятся на глину, суглинок и супесь



Определение процентного соотношения глины и песка в грунте

Взятую пробу грунта поместить в банку с водой и тщательно взболтать до той степени, когда все частицы глины окажутся во взвешенном состоянии. После отстоя взвеси в течение некоторого времени вы увидите её расслоение. Песок окажется внизу, а частицы глины осядут сверху. Процентное соотношение между песком и глиной несложно оценить замером толщины слоев простой линейкой.



Оценка типа глинистого грунта

Оценить тип глинистого грунта можно также на ощупь, растирая в ладони, скатывая шнур или сдавливая пальцами скатанный шарик.

Грунт	Способ определения	
	Растиранием на ладони	По способности скатываться в шнур
Глина	При растирании не чувствуются песчаные частицы	При раскатывании дает прочный длинный шнур диаметром менее 1 мм. Легко скатывается в шарики. При сдавливании в лепешку края не трескаются (рис. 7, а)
Суглинок	При растирании чувствуются песчаные частицы	Может скатываться в шнур диаметром более 1 мм. Скатывается в шарики, которые при сдавливании в лепешку трескаются по краям (рис. 7, б).
Супесь	Преобладают песчаные и пылеватые частицы	Трудно скатывается или не скатывается в шнур (рис. 7, в).



- Кроме состава глинистых грунтов следует оценить их пористость и влажность, оказывающих влияние на несущую способность глины. Пористый увлажненный грунт — пластичный, с низкой несущей способностью. Плотный же грунт, в объеме которого влаги мало, способен воспринимать достаточно большие нагрузки. Этот фактор может быть использован при оценке несущей способности основания под столбчатым фундаментом, под подошвой которого грунт сильно уплотняется.
- Пластичность глинистых грунтов можно оценить при разработке грунта лопатой. Если при сбросе грунт рассыпается на мелкие куски, то он твердый; если липнет к лопате, то он мягко- или текучепластичной консистенции.

Пылевато–глинистые грунты

Пылевато–глинистые грунты способны испытывать деформации, продолжающиеся многие годы. В этом классе грунтов существуют наносные, осадочные, илистые, просадочные и набухающие.

- ***Наносные и осадочные грунты*** образовались там, где в далеком прошлом были реки, озера или моря. Этот тип грунтов может быть использован в качестве основания.
- **Лессовые (илистые) виды грунтов** - эти грунты по своим физическим свойствам относятся к суглинкам. Лессовые грунты имеют пористую структуру, которая во время дождей впитывает много влаги в результате чего грунт теряет прочность и проседает. Лессовые (илистые) грунты самое слабое основание под фундамент.

- **Просадочные грунты** — под действием внешних нагрузок или собственного веса дают значительную осадку (просадку). Этим свойством обладают *лёссы и лёссовидные грунты*. Такие грунты содержат более 50% пылевидных частиц и незначительное количество глинистых и известковых частиц. В необводненном состоянии имеют высокую пористость (до 40%) и прочность, обусловленную сильными структурными связями. При увлажнении структурные связи ослабевают, происходит значительная просадка с уменьшением пористости и изменением структуры грунта. На лёсс вообще нельзя ставить фундамент, т. к. при попадании влаги он размокает и превращается в жижу, полностью теряя прочность.



Набухающие грунты (пористая глина) впитывают в себя влагу и разбухают, а при замерзании еще более увеличиваются в объеме. При снижении влажности их объем уменьшается. Примерами подобных грунтов могут служить такыры — фрагменты поверхности пустыни, придающие ей изрезанную трещинами структуру. Основания, сложенные такими грунтами, рассчитывают по специальной методике, а сами фундаменты выполняются с определенными конструктивными особенностями.

- **Торфянистые грунты и пылеватые пески** во влажном состоянии превращаются в плавун. Для создания основания под фундамент используют различные приемы. Например, грунт вынимают на глубину пористого слоя и закладывают дренарующие подушки из крупного песка, гравия высотой 0,5....1 м, а на них уже опирают фундамент. Иногда применяют сваи, погружая их в твердый подстилающий слой грунта. Существуют и иные методы создания основания на подобных грунтах.



- **Насыпные грунты** возникают в результате перемещения почвы или на месте бывших построек. Слежавшиеся в течение более 3—х лет грунты, особенно пески, перемешанные со щебнем, гравием и другими включениями (кроме древесных отходов и бытового мусора) могут служить основанием под фундамент без специальной подготовки. Грунты, насыпанные менее чем 3 года назад, следует пролить водой, уплотнить, втрамбовывая в них камень или щебень. Насыпные грунты имеют большую степень неоднородности. Наличие в грунте различных органических и неорганических материалов существенно усложняет использование насыпного грунта в качестве основания. Это следует учитывать и при подготовке основания и при выборе той или иной конструкции фундамента.



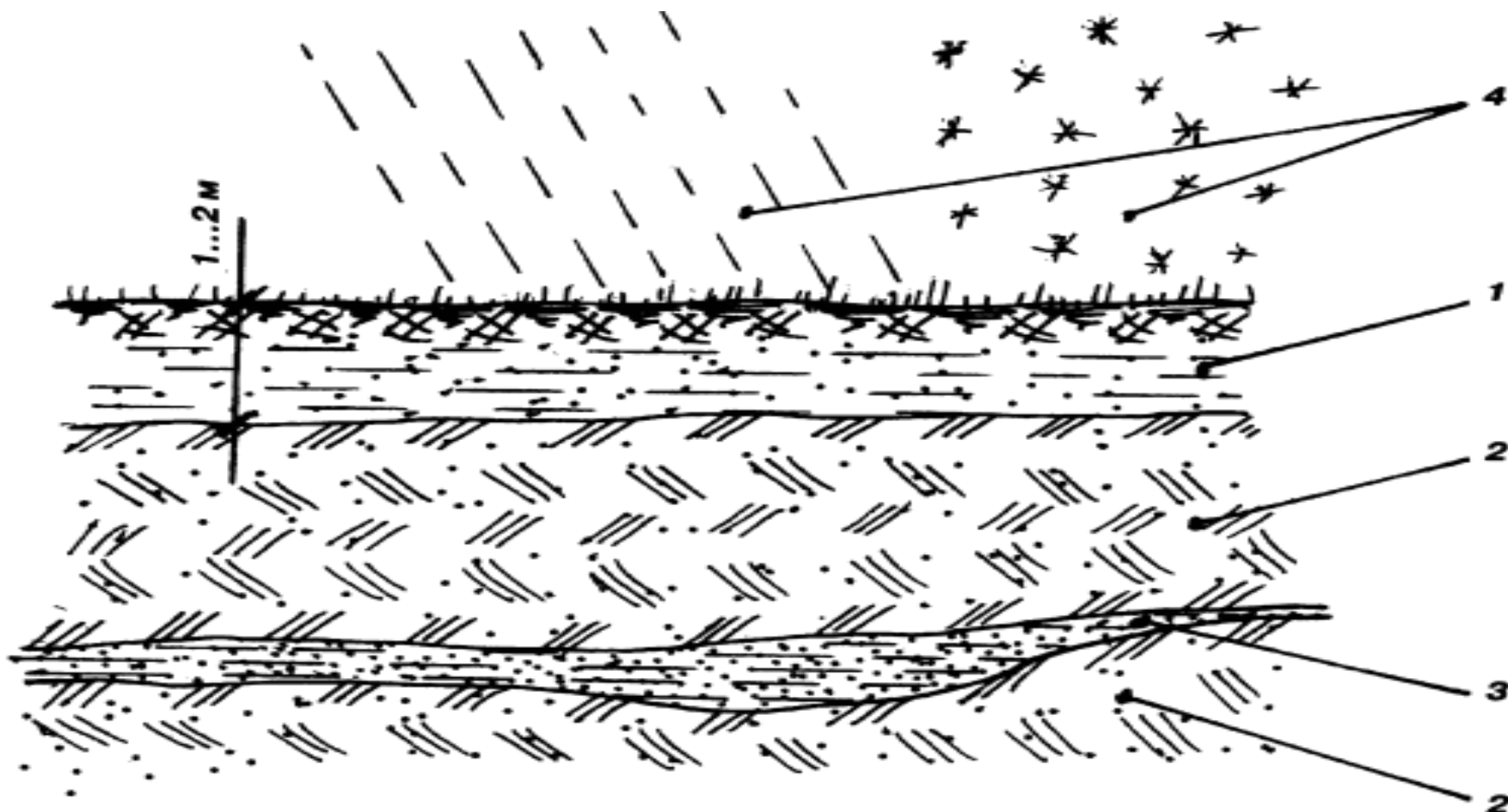
- **Вечномерзлые грунты** занимают большие площади северных территорий России. Вечномерзлые грунты характеризуются наличием в порах воды, которая находится в замерзшем состоянии. Прогрев почвы вызывает его оттаивание, приводящее к разупрочнению и осадке грунта. Фундамент на них сооружают, как на лёссовых и торфяных грунтах, например, в виде набивных свай, с защитой грунта от его прогрева и оттаивания. Подобные сваи, вмороженные в грунт, способны выдерживать большие нагрузки.
- **Засоленные грунты** включают солевые фракции. При длительной фильтрации воды в результате выщелачивания солевые фракции уходят, уменьшая объем грунта и вызывая его просадку. Кроме того, возникшая химически агрессивная среда может оказать вредное влияние на подземные конструкции, сооружения, вызвать химическое разрушение бетонных конструкций.

ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ

Грунтовые воды — это подземные воды первого от поверхности земли постоянного водоносного горизонта. Они образуются за счет насыщения атмосферными осадками, водами рек и озер, притоком поверхностных вод. Из всех видов грунтовых вод особое место занимает так называемая "верховодка" — сезонное скопление вод в верхнем водонасыщенном слое грунта над водоупорными глинистыми или суглинистыми породами.

Уровень грунтовых вод определяется весной, когда он наиболее высокий, когда таяние снега, выпадавшего всю зиму, происходит очень интенсивно. Высокий уровень грунтовых вод может возникнуть и осенью, во время затяжных дождей.

Схема грунтовых вод: 1 — водонасыщенный слой; 2 — водонепроницаемый грунт; 3 — водонесущий слой; 4 — осадки





Главный вопрос такого процесса — пучение грунта.

Верхние увлажненные слои глинистого грунта (выше границы промерзания) в процессе промерзания увеличиваются в объеме до 10%. Весной этот слой оттаивает, становясь пористым. Грунт ниже границы промерзания уплотняется десятки и сотни лет весьма сильно, становясь водонепроницаемым.

Высокий уровень грунтовых вод мешает строительству и эксплуатации сооружений. Если подошва фундамента находится ниже уровня грунтовых вод, то в процессе выемки грунта он начинает размываться, теряя свою несущую способность.

Это ограничивает возможности застройщиков в выборе фундамента, в принятии решения о наличии подвала или цокольного этажа, в назначении сроков начала строительства.

Фундамент и основания

Фундамент — это подземная часть здания, которая предназначена для передачи нагрузки от здания на грунт, залегающий на определенной глубине и являющийся *основанием* фундамента.

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 фундаменты делятся на:

- ленточные
- столбчатые
- плитные
- свайные

Столбчатые фундаменты

Такие фундаменты подводят под дома с легкими стенами (деревянные рубленые, каркасные, щитовые).

Недостатки:

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

Достоинства:

- экономичны;
- ❏ не трудоемки.



Ленточные фундаменты

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

Ленточные фундаменты бывают монолитными и сборными. Ленточные фундаменты подводят под дома с тяжелыми стенами (бетонными, каменными, кирпичными и т. п.) или с тяжелыми перекрытиями.

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;
- 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.

- 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.).





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).

Достоинства

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

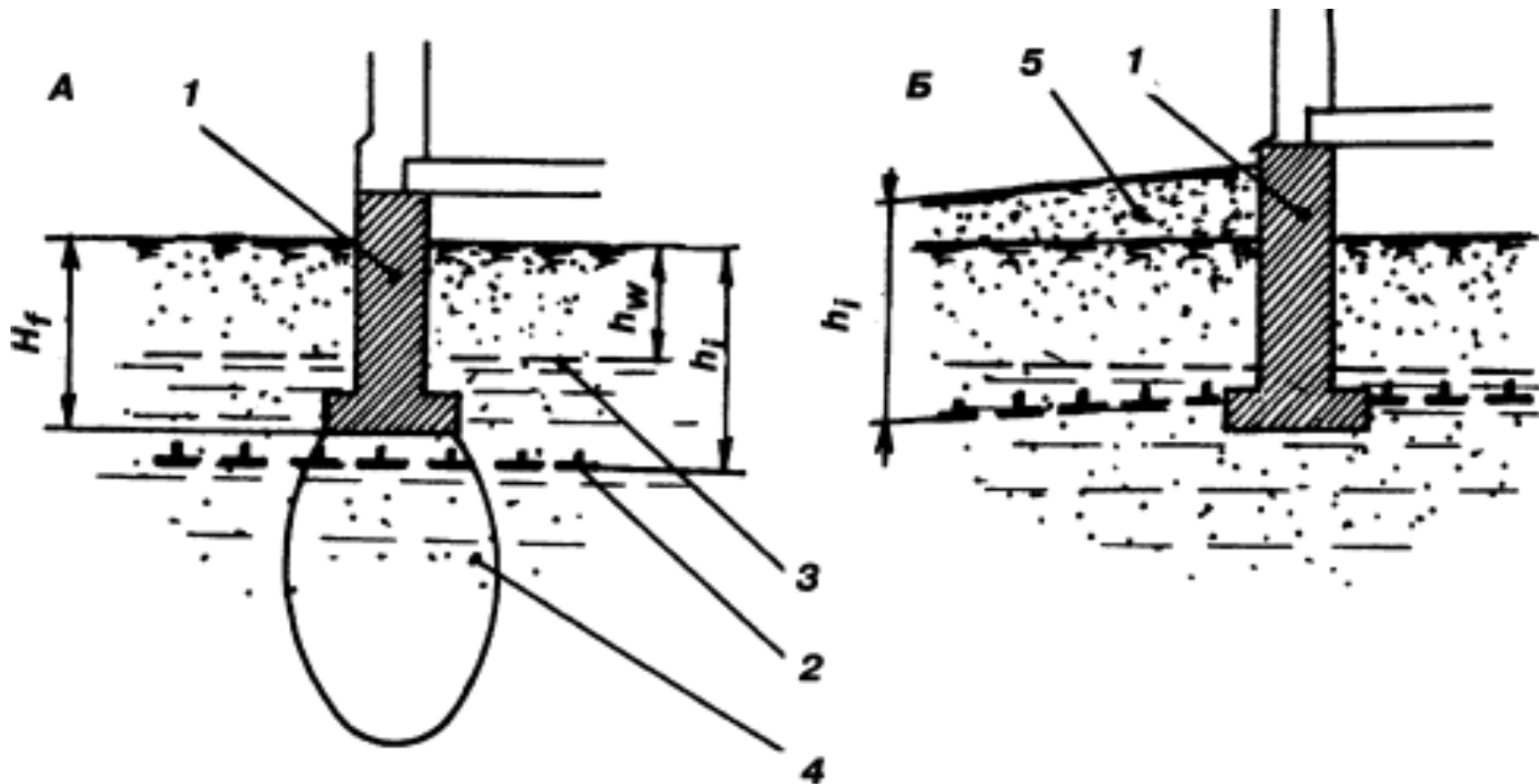
Недостатки

- необходимость использования специальной техники.



- **Глубина заложения фундамента (H_f)** — расстояние от подошвы фундамента до поверхности земли.
- **Подстилающий слой грунта (основание)** — слой грунта, на который опирается подошва фундамента.
- **Расчетная глубина промерзания (h_i)** — положение границы промерзания относительно уровня грунта, принятое в качестве расчетной величины, узаконенной нормативными документами (нормами СНиП).
- **Уровень грунтовых вод (h_w)** — положение зеркала грунтовых вод относительно уровня грунта в условно отрытом котловане (скважине).
- **Сжимаемая толща грунта** — деформируемая часть грунта, воспринимающая нагрузку от фундамента.

Схема фундамента и основания: А — без подсыпки грунта; Б — с подсыпкой грунта; 1 — фундамент; 2 — граница промерзания грунта; 3 — уровень грунтовых вод; 4 — сжимаемая толща грунта; 5 — насыпной грунт



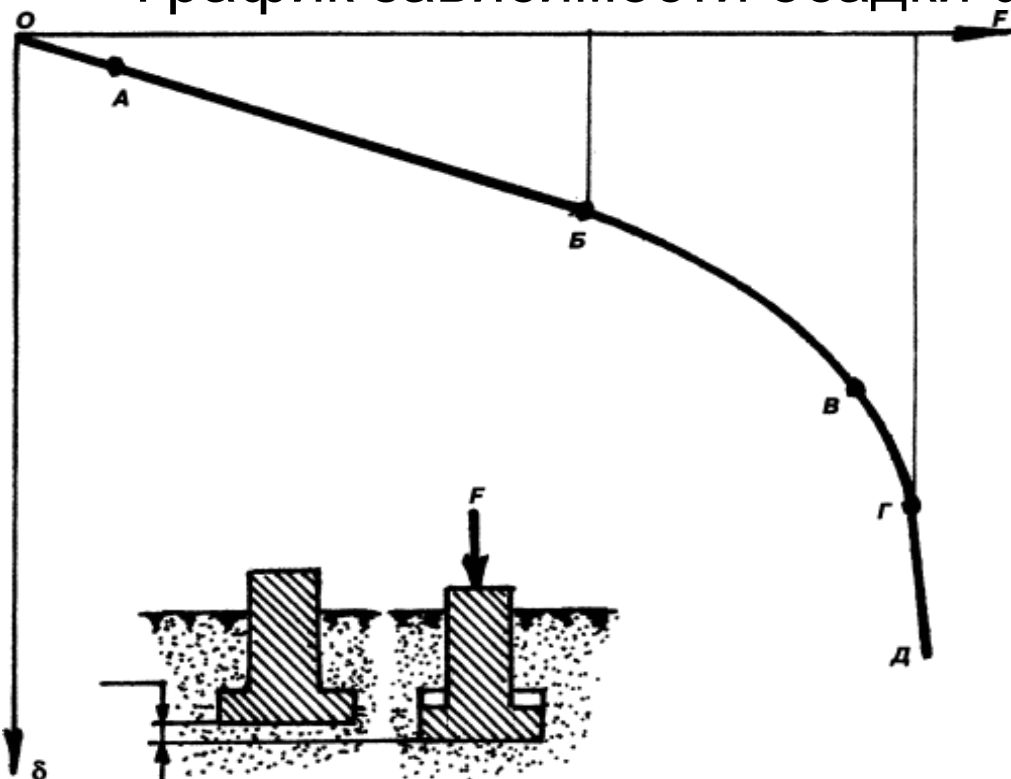


В строительстве предусмотрено выполнение расчетов фундамента по двум группам предельных состояний: по несущей способности основания и по допустимым деформациям сооружений. Если первый расчет позволяет определить площадь подошвы фундамента, то второй даст возможность избежать разрушения самого дома от неравномерности в осадке фундамента.

- Целью расчета оснований по несущей способности является оценка прочности и устойчивости грунта— основания под подошвой фундамента от воздействия эксплуатационных нагрузок.

Восприятие нагрузки фундаментом сопровождается его осадкой, которая обусловлена уплотнением грунта и потерей его устойчивости, характеризуемой деформационными сдвигами слоев.

График зависимости осадки фундамента от нагрузки



- ОА — фаза упругих деформаций;
- АБ — фаза уплотнения и местных сдвигов;
- БВ — фаза сдвигов и начало бокового уплотнения;
- ВГ — фаза выпора;
- ГД — фаза преобладающего бокового уплотнения

Каждому типу фундамента соответствует своя фаза деформаций:

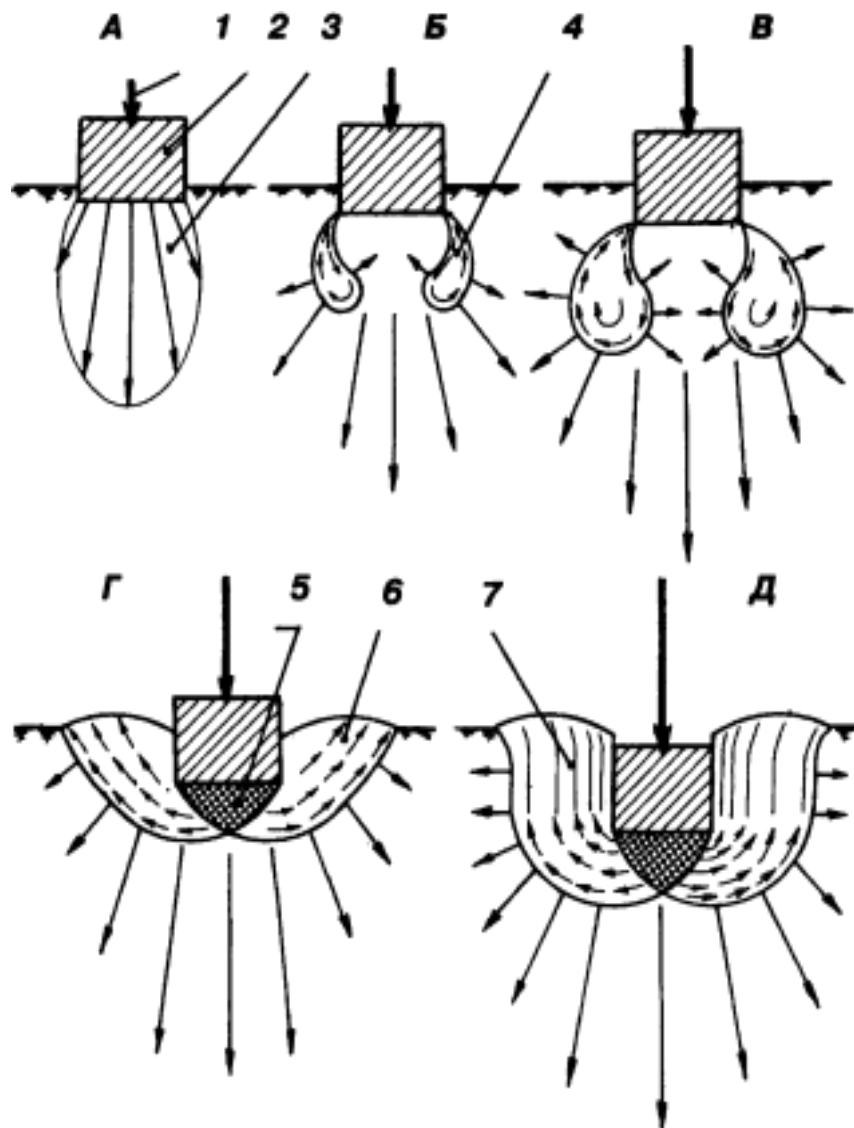
ОА — для фундамента в виде плит, где давление на грунт невелико;

АБ — ленточный мелкозаглубленный фундамент;

АБ (конец) и БВ — столбчатый фундамент.

Остальные фазы работы основания (ГД) реализуются в основном при создании свайных фундаментов, применяемых в индустриальном строительстве (забивные сваи).

Схема развития деформаций и перемещений грунта



А — фаза упругих деформаций;

Б — фаза уплотнения и местных сдвигов;

В — фаза развития сдвигов и начало бокового уплотнения;

Г — фаза выпора;

Д — фаза преобладающего бокового уплотнения;

1 — нагрузка; 2 — фундамент;

3 — зона упругих деформаций; 4 — зона сдвиговых деформаций; 5 — выпор грунта; 6 — ядро уплотненного грунта; 7 — зона бокового уплотнения

Расчет оснований по несущей способности (для фаз ОА, АБ, начало БВ) выполняют через определение требуемой площади подошвы фундамента по следующей формуле:

$$S > K_n F / K_c R_o,$$

где S — площадь подошвы фундамента (см²);

F — расчетная нагрузка на основание (общий вес дома, в том числе фундамент, полезная нагрузка, снеговой покров...) (кг);

$K_n = 1,2$ — коэффициент надежности;

K_c — коэффициент условий работы (зависит от типа грунта и сооружения);

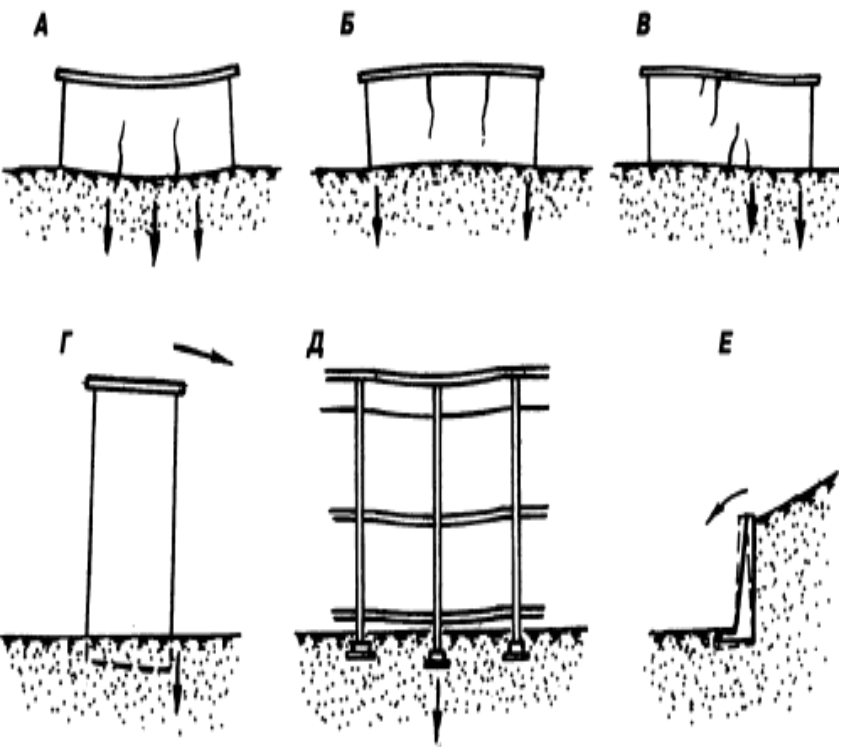
R_o — условное расчетное сопротивление грунта основания для фундаментов с глубиной заложения 1,5...2 м

Расчет фундамента по допустимым деформациям сооружения

- Целью расчета фундамента по этой методике является оценка соответствия действующего и допустимого уровней деформаций сооружения от воздействия эксплуатационных нагрузок. В гибких и жестких конструкциях неравномерность осадки вызывает деформации строений или ведет к изменению их положения.

Правильно спроектированный фундамент предполагает осадки и деформации строения, но величина их не должна превышать строительные нормы, гарантирующие полноценную эксплуатацию здания.

Виды деформаций сооружений.



Прогиб и выгиб (а, б) зданий возникает из-за неравномерной осадки основания. Наиболее опасная растянутая зона строений при прогибе находится у фундамента, при выгибе — у кровли.

Сдвиг (в) зданий возникает при увеличенной просадке основания с одной из сторон. Наиболее опасная зона строения — стена в средней зоне, где возникает большой сдвиг.

Крен (г) здания возникает при относительно большой его высоте (многоэтажный дом, башня, дымовая труба...), при высокой изгибной жесткости строения. Опасен дальнейший рост крена и последующее разрушение здания.

Перекос (д) возникает при неравномерных осадках, приходящихся на небольшой участок длинного сооружения.

Горизонтальное смещение (е) возникает в фундаментах, в стенах подвалов или в подпорных стенках, нагруженных горизонтальными усилиями.

Причины неравномерных осадок:

- неоднородность основания, сложенного из пластов различной толщины или плотности;
- переувлажнение какой-либо части основания или сложение части основания из насыпного грунта;
- неравномерное давление на основание, вызванное несоответствием площади подошвы с действующей вертикальной нагрузкой (давление на фундамент в средней части здания больше, чем под внешними стенами, т. к. на внутреннюю стену опираются перекрытия с двух сторон);
- неодновременное возведение отдельных частей здания;
- механическая суффозия — перемещение водяными потоками частиц грунта — ведет к увеличению пористости и к уменьшению прочности грунта;

- 
- наличие в толще грунта материалов, подверженных гниению (корни деревьев, отходы древесины...);
 - воздействие механизмов — удаление лишнего грунта при рытье котлованов и траншей под фундамент — наиболее распространенная ошибка строителей, т. к. уложенная выравнивающая подсыпка под фундаментом не обладает прочностью нетронутого грунта;
 - уплотнение грунта в процессе эксплуатации сооружения, связанное со значительным увеличением веса (складские помещения, элеваторы....);
 - изменение уровня подземных вод (грунтовых или производственных);
 - подземные выработки (рытье туннелей метро, канализационных коллекторов и др.);
 - разрушение подземных магистралей систем водоснабжения, отопления, канализации и отвода дождевой воды часто приводит к вымыванию большого объема грунта из под строений.