

Тема 11. Основания и фундаменты

Учебные вопросы:

1. Основания.
2. Типы фундаментов.
3. Фундаментные балки.
4. Гидроизоляция подземной части здания.
5. Силовые воздействия на фундаменты.

1. Основания

Грунты в строительстве называют основаниями. Основания играют большую роль в сохранности зданий, их деформативности и экономичности строительства. Поэтому проектированию и строительству предшествуют инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания. Они заключаются в выявлении типов грунтов, их прочностных и деформативных характеристик, уровня грунтовых вод, их химического состава. По результатам изысканий устанавливается возможность использования основания в его естественном виде (естественное основание) или необходимость его усиления (искусственное основание).

Естественное основание – это основание, сложенное хорошими грунтами, не требующими их улучшения.

Требования к естественным основаниям:

- 1) несущая способность, плотность и равномерность строения должны обеспечивать допустимые относительные деформации основания и нормативную величину его осадки под зданием (в зависимости от назначения здания $S = 80 - 150$ мм);
- 2) устойчивость к воздействию грунтовых вод;
- 3) неподверженность «пучению» – увеличению в объеме при переходе воды, содержащейся в порах грунта, в лед;
- 4) неподверженность грунтов оползням.

Если основание не удовлетворяет хотя бы одному из требований, необходимо его улучшать различными способами:

- 1) закрепление: цементация грунта цементной суспензией, силикатизация жидким стеклом с хлористым кальцием, битуминизация битумным раствором. Эти вещества связывают частицы грунта;
- 2) уплотнение поверхностным трамбованием, предварительным замачиванием, глубинными взрывами;
- 3) замена грунта другим, более плотным. Например, экскавация заторфованного грунта и замена его песчаным или щебеночным.

Полученный в результате грунт называют искусственным основанием.

Классификация грунтов. Все грунты оснований делятся на скальные (естественные основания) и нескальные (естественные и искусственные основания).

Скальные грунты представляют собой изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткими связями между зернами. К ним относятся песчаники, граниты, известняки, базальты. Скальные основания высокопрочные и практически несжимаемы под нагрузкой от здания.

Нескальные грунты представляют собой рыхлые горные породы, состоящие из нецементированных минеральных частиц, прочность которых во много раз превосходит прочность связей между ними. К ним относятся крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты.

Крупнообломочные грунты содержат свыше 50% (по массе) обломков кристаллических или осадочных пород. Крупнообломочные грунты, не содержащие растворяющихся в воде обломков (гипс, глинистые сланцы, ангидриты) обладают высокой несущей способностью $R = 3 - 6 \text{ кгс/см}^2$ и малосжимаемы.

Песчаные грунты характеризуются сыпучестью в сухом виде и состоят из частиц диаметром от 0,05 до 2 мм. Песчаные грунты подразделяются на гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые, а по минеральному составу – на кварцевые, сланцевые и известковые. Они малосжимаемы. Деформации под нагрузкой стабилизируются в первый год эксплуатации здания. Это надежное и прочное основание. Наиболее прочны кварцевые пески. Прочность песков снижается при уменьшении крупности частиц и повышении влажности грунта. Мелкие и пылеватые пески при насыщении водой становятся текучими, приобретают подвижность и их несущая способность уменьшается. Крупные пески при промерзании не вспучиваются.

Глинистые грунты состоят из связанных силами внутреннего сцепления мельчайших минеральных частиц чешуйчатой формы длиной менее 0,05 мм и толщиной менее 0,001 мм. В сухом и маловлажном состоянии глинистые грунты представляют собой прочное основание, которое деформируется незначительно: стабилизация осадки протекает в течение нескольких лет после возведения здания. По мере повышения влажности глинистый грунт переходит из твердого в пластичное или даже в текучее состояние. Грунты вязкие, подвержены пучению при замерзании. Глинистые грунты встречаются в чистом виде и с примесями песка в различных пропорциях (супеси, суглинки). Глина – это грунт, содержащий более 30% глинистых частиц, суглинок – 10 – 30%, супесь – 3 – 10%.

Специальную разновидность глинистых грунтов составляют макропористые (лессы, лессовидные) с пористостью 50% и более. Они являются просадочными: при замачивании водой под действием нагрузки дают быстро протекающую осадку (просадку), которая часто достигает десятков сантиметров и представляет опасность для прочности сооружения. Поэтому строительству на просадочных грунтах предшествуют уплотнение и вертикальная планировка территории, исключая замачивание основания атмосферными водами.

Просадочность свойственна и вечномёрзлым грунтам. Во избежание протаивания под тепловым воздействием эксплуатируемого здания прибегают к утеплению поверхности или предварительному протаиванию и уплотнению.

2. Типы фундаментов

Фундамент – подземная часть здания, предназначенная для передачи нагрузки от вышележащих конструкций на грунт. Они должны быть прочными, устойчивыми, долговечными, экономичными, индустриальными.

Классификация фундаментов:

1. По материалу: железобетонные, бутовые, бутобетонные.
2. По технологии возведения: сборные, монолитные, сборно-монолитные.
3. По конструкции: ленточные, столбчатые, плитные (сплошные) и свайные.
Выбор типа фундамента зависит от конструктивной системы здания, величины действующей нагрузки и несущей способности грунтов.
4. По способу заложения: мелкого (условно до 6 м) и глубокого (более 6 м) заложения.

Важнейшим параметром является глубина заложения фундамента, т.е. расстояние от его подошвы до уровня земли. Глубина заложения фундамента определяется расчетом и зависит от многих факторов: глубины сезонного промерзания грунтов, назначения здания, величины нагрузки, наличия подвала и т.д. В случаях, когда перечисленные факторы не влияют на глубину заложения фундаментов, ее величина принимается минимальной.

Конструктивно глубина заложения фундамента определяется по следующей формуле:

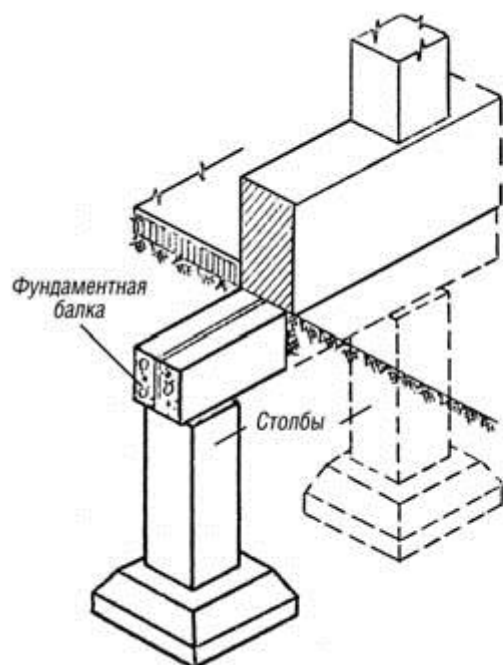
$$H_{\text{залож.}} = H_{\text{пром.}} + (0,1 \dots 0,5 \text{ м}),$$

где $H_{\text{залож.}}$ – глубина заложения фундамента,

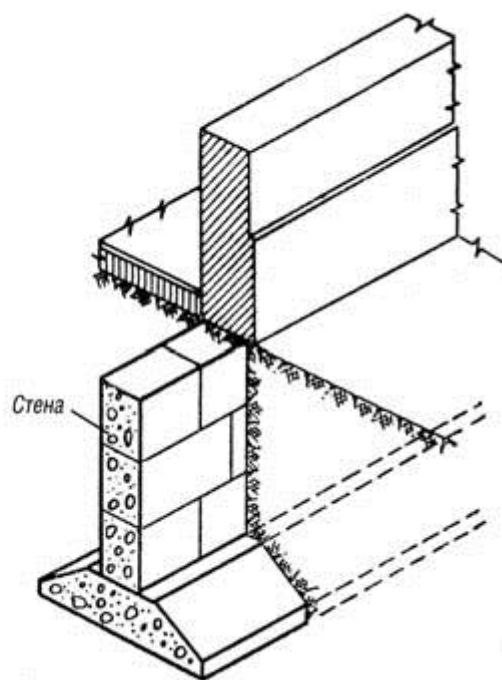
$H_{\text{пром.}}$ – глубина промерзания грунта.

Ленточные фундаменты представляют собой непрерывную подземную ленту, устраиваемую под все капитальные стены. Они передают нагрузку от стен грунту через уширенную нижнюю часть – подушку (рис. 2.5.1б).

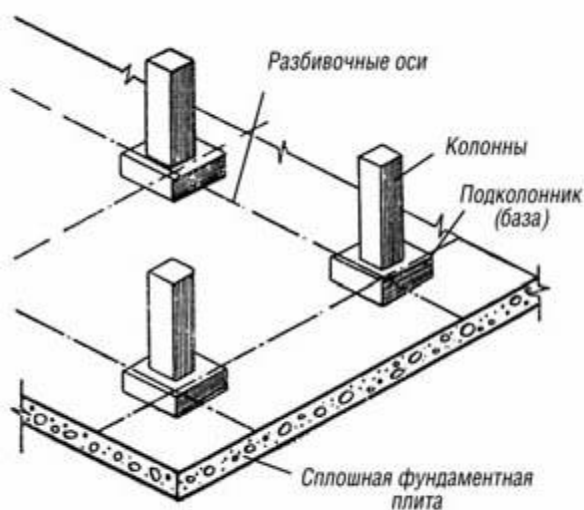
а



б



в



г

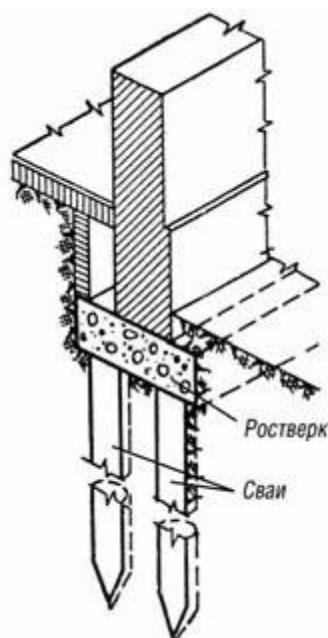


Рис. 2.5.1. Фундаменты
а) столбчатый, б) ленточный, в) сплошной, г) свайный

Фундаментные стеновые блоки могут быть сплошными или пустотелыми.

Фундаментные стеновые блоки укладываются на цементный раствор с перевязкой швов и армированием стальными сварными сетками горизонтальных швов в местах пересечений стен.

При разных проектных отметках заложений фундаментов наружных и внутренних стен переход от пониженных отметок к повышенным должен осуществляться уступами длиной 1-1,2 м и высотой $\leq 0,6$ м.

Монолитные ленточные фундаменты выполняют из каменной кладки, бетона или железобетона (рис. 2.5.2). В современном строительстве бутовые фундаменты применяют в тех районах, где бут является местным строительным материалом. Кладку фундаментов производят вручную с перевязкой вертикальных швов. Бутовые фундаменты трудоемки в изготовлении, неэкономичны для многоэтажных зданий массовой застройки.

Столбчатые фундаменты

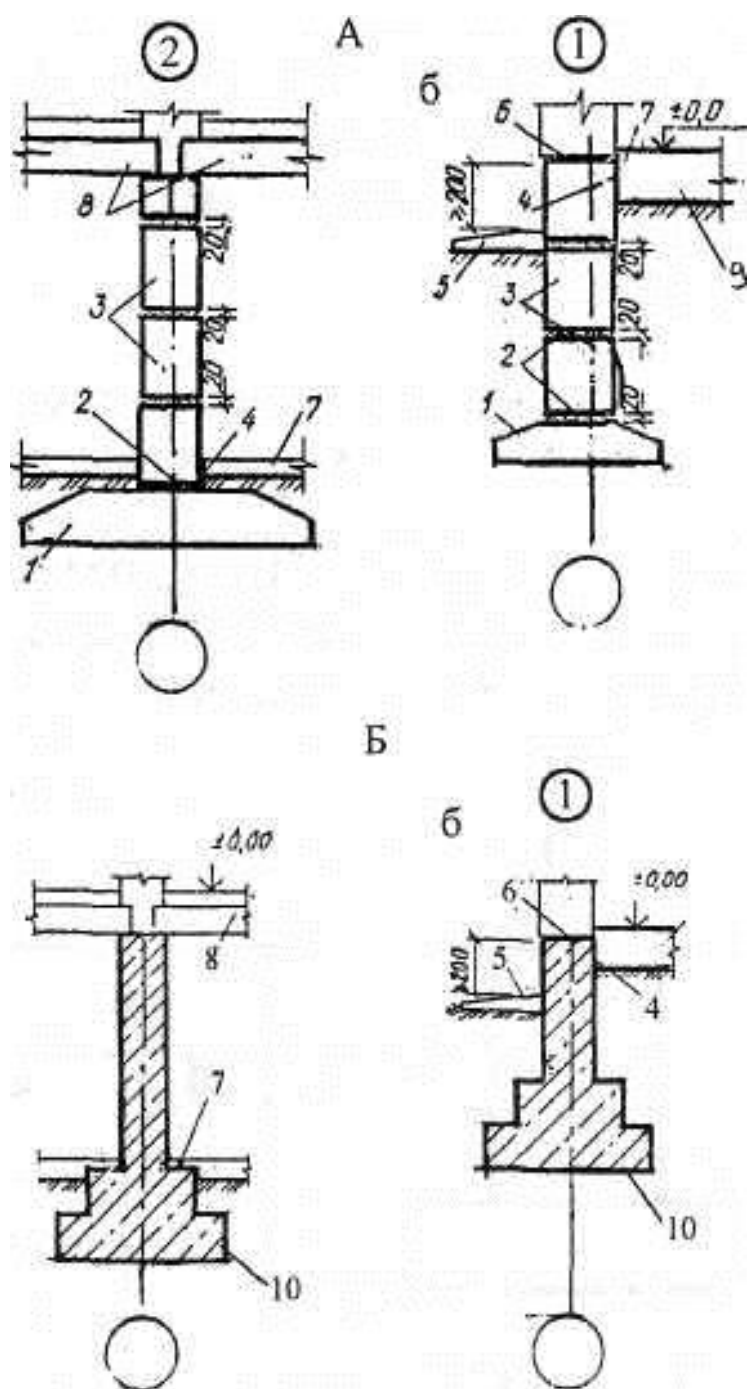
а) под стены. Представляют собой отдельные столбы, перекрытые железобетонными фундаментными балками, на которых возводят стены. Применяются при маленьких нагрузках от здания и когда слой грунта, служащий основанием, залегает на значительной глубине (3...5м) и применение ленточных фундаментов становится нецелесообразным (рис. 2.5.1а).

б) под колонны. Применяются для зданий каркасного типа (рис. 2.5.3).

Сплошные (плитные) фундаменты. Представляют собой железобетонную плиту под все здание. Применяются при больших нагрузках (при строительстве многоэтажных зданий) и слабых грунтах. Плиты могут быть плоскими и ребристыми. Ребристая конструкция обеспечивает снижение расхода материала, но отличается большей трудоемкостью. Плоские плиты распространены больше ребристых из-за простоты возведения и возможности механизации бетонных работ (рис. 2.5.1в).

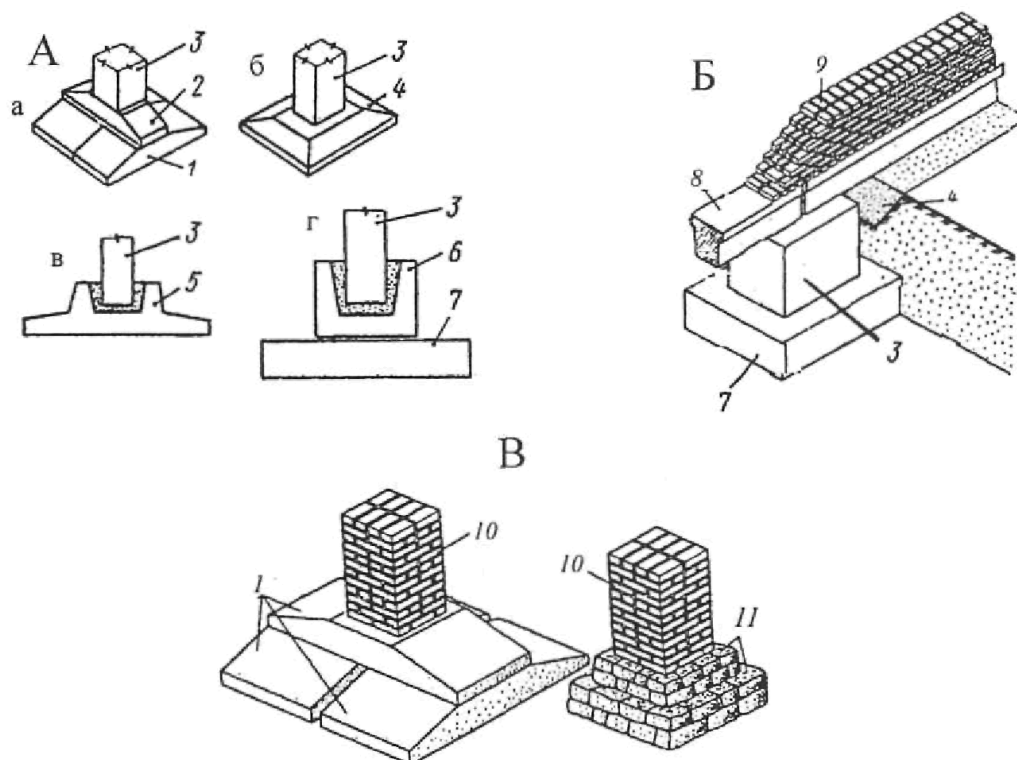
Свайные фундаменты. Применяются при слабых грунтах. Свайные фундаменты позволяют сократить объем земляных работ, расход бетона, снизить стоимость фундаментов по сравнению с ленточными. Но они менее экономичны по расходу стали (рис. 2.5.1г).

Сваи по способу изготовления и погружения бывают забивные, набивные, винтовые.



- 1 - фундаментная плита;
- 2 - цементно - песчаный раствор;
- 3 - бетонные стеновые блоки;
- 4 - обмазка горячим битумом за два раза;
- 5 - отмостка;
- 6 - два слоя толя или гидроизола на битумной мастике;
- 7 - конструкция пола подвала;
- 8 - цокольное перекрытие;
- 9 - конструкция перекрытия первого этажа по грунту;
- 10 - монолитная фундаментная подушка

Рис. 2.5.2. Ленточные фундаменты:
 А - из сборных бетонных блоков;
 Б - монолитные фундаменты



1 - блок подушка; 2 - распределительный блок; 3 - столб; 4 - фундаментная плита;
 5 - железобетонный блок стаканного типа; 6 - блок "стакан"; 7 - железобетонная опорная плита; 8 - фундаментная балка; 9 - кирпичная стена; 10 - кирпичный столб; 11 - кладка из бутового камня

Рис. 2.5.3. Столбчатые фундаменты малоэтажных зданий:

А - сборные фундаменты под отдельные опоры;

Б - под несущие стены;

В - установка кирпичного столба;

а - фундамент из ленточных железобетонных блоков;

б - специальные железобетонные плиты;

в - железобетонный блок стаканного типа;

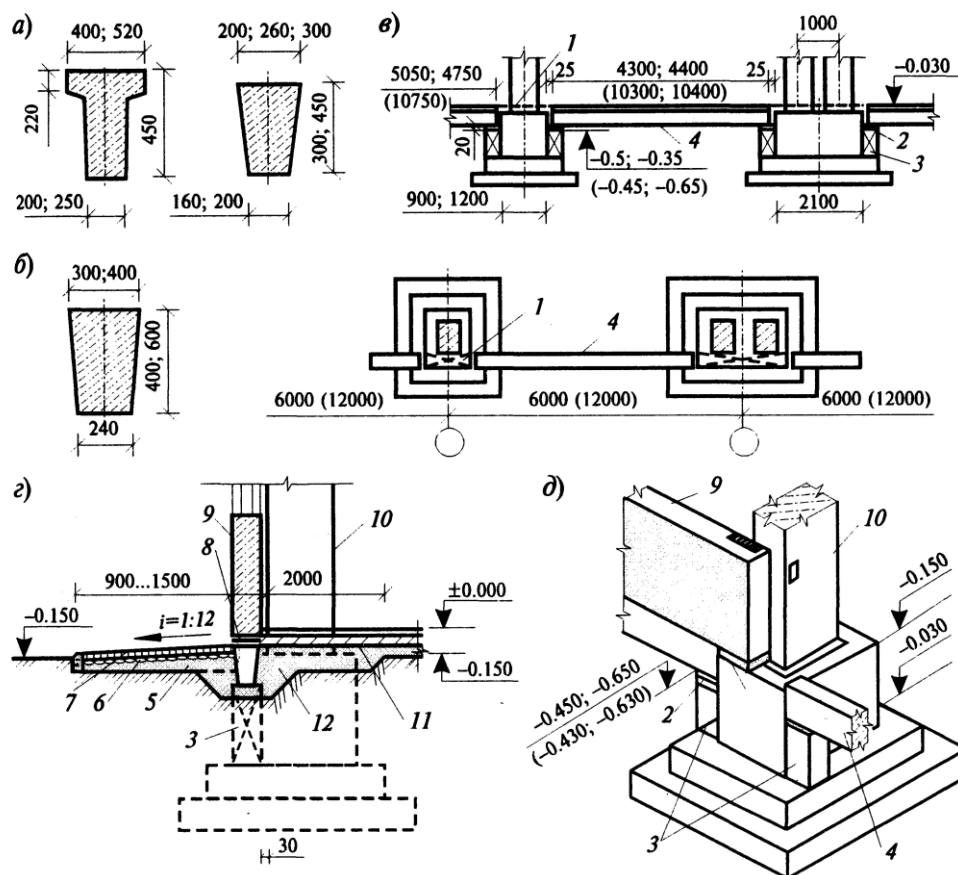
г - комбинированный вариант из блока - стакана и опорной плиты

3. Фундаментные балки

Фундаментные балки из сборного железобетона разработаны под кирпичные, блочные, панельные самонесущие и панельные навесные варианты исполнения наружных стен.

В зависимости от веса наружных стен и шага колонн фундаментные балки имеют тавровое и трапециевидное сечение. Балки таврового сечения (рис. 2.5.4 а) применяют при кирпичных стенах толщиной 380 и 510 мм, также при блочных толщиной до 500 мм и панельных самонесущих стенах толщиной до 300 мм при шаге колонн 6 м. Балки трапециевидного сечения (рис. 2.5.4 б), применяют при шаге колонн 6 и 12 м. Их

выполняют при кирпичных стенах толщиной 250 мм, панельных самонесущих стенах - 200 и 240 мм и панельных навесных - 160, 200, 240 и 300 мм.



1 - набетонка толщиной 12 см; 2 - слой раствора толщиной 20 мм; 3 - опорный столбик; 4 - фундаментная балка; 5 - песок; 6 - щебеночная подготовка (13...15 см); 7 - асфальт (1,5...2 см); 8 - гидроизоляция; 9 - стеновая панель; 10 - колонна; 11 - подстилающий слой; 12 - шлак

Рис. 2.5.4. Фундаментные балки:

- а - таврового сечения при шаге колонн 6 м;
- б - трапециевидного сечения при шаге колонн 6 м;
- в - фундаментные балки (вид сбоку);
- г - опирание балок;
- д - детали фундамента наружного ряда колонн

Фундаментные балки опирают на бетонные столбики (приливы), устраиваемые сечением 300×600 мм (рис. 2.5.4 г, д) в пределах подколонников. Отметка верха столбиков зависит от высоты фундаментных балок и может составлять -0.350; -0.450 и -0.650 мм. Длина фундаментных балок согласуется с шагом колонн, размерами подколонника и местом укладки. Так, при шаге колонн 6 м длина балок может быть 5950, 5050, 4750, 4400 и 4300 мм, а при шаге 12 м - 11950, 10750, 10400 и 10300 мм. Верх фундаментных балок располагают на 30 мм ниже уровня чистого пола (отметка -

0.030). На этом уровне устраивают гидроизоляцию из одного-двух слоев рулонного материала на мастике. Допускается выполнять гидроизоляцию из цементно-песчаного раствора (1:2) толщиной 30 мм. Для предохранения балок от деформации при пучении фунтов снизу или с их боков делают подсыпку из шлака, крупнозернистого песка или кирпичного щебня (рис. 2.5.4 д). В отапливаемых зданиях в целях утепления пристенной рабочей зоны ширина подсыпки из утеплителя может составлять 1...2 м.

4. Гидроизоляция подземной части здания

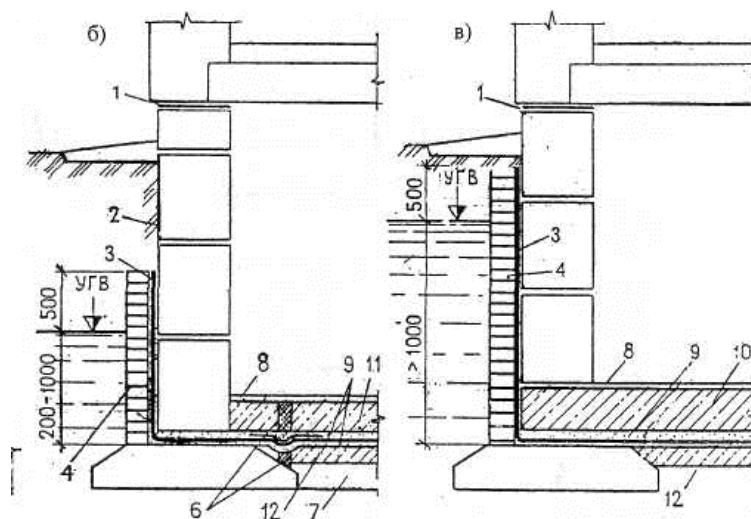
Цель гидроизоляции – защитить подземные фундаментные конструкции и подвальные помещения от грунтовой влаги и атмосферной, просачивающейся в грунт. Увлажнение фундаментов может снизить их долговечность, вызвать отсыревание стен подвала и повысить влажность стен наземной части здания вследствие капиллярного подсоса влаги. В зависимости от материала гидроизоляция бывает битумная, рубероидная, цементная, асфальтовая, асфальтобетонная (отмостка).

Существует три типа подземной части здания:

1. с подвалом $h_{\text{подв}} \geq 1,9$ м.
2. с техподпольем $h_{\text{тп}} = 1,6 - 1,9$ м.
3. без подвала (полы по грунтам).

Для зданий с подвалом и техподпольем от капиллярной влаги предусматривают гидроизоляцию горизонтальную, устраиваемую выше тротуара, но ниже подвального перекрытия и ниже пола подвала и вертикальную со стороны грунта. Для зданий без подвала предусматривается только горизонтальная гидроизоляция (рис. 2.5.5).

Цоколь – нижняя часть стены, расположенная непосредственно над фундаментом между уровнем пола первого этажа и уровнем земли. Цоколи выполняют из водо- и морозостойких природных камней (или облицовывают ими), керамического кирпича, бетона, бутобетона или бетонных блоков. Конструкция цоколя определяется его материалом и назначением здания.



1 – рулонная гидроизоляция; 2 – окрасочная гидроизоляция (промазка горячим битумом за два раза); 3 – оклеечная гидроизоляция; 4 – защитная стенка из кирпича; 5 – стеклоткань; 6 – деформационный шов; 7 – глина; 8 – пол подвала; 9 – стяжка; 10 – железобетонная плита; 11 – пригрузочный слой бетона; 12 – бетонная подготовка

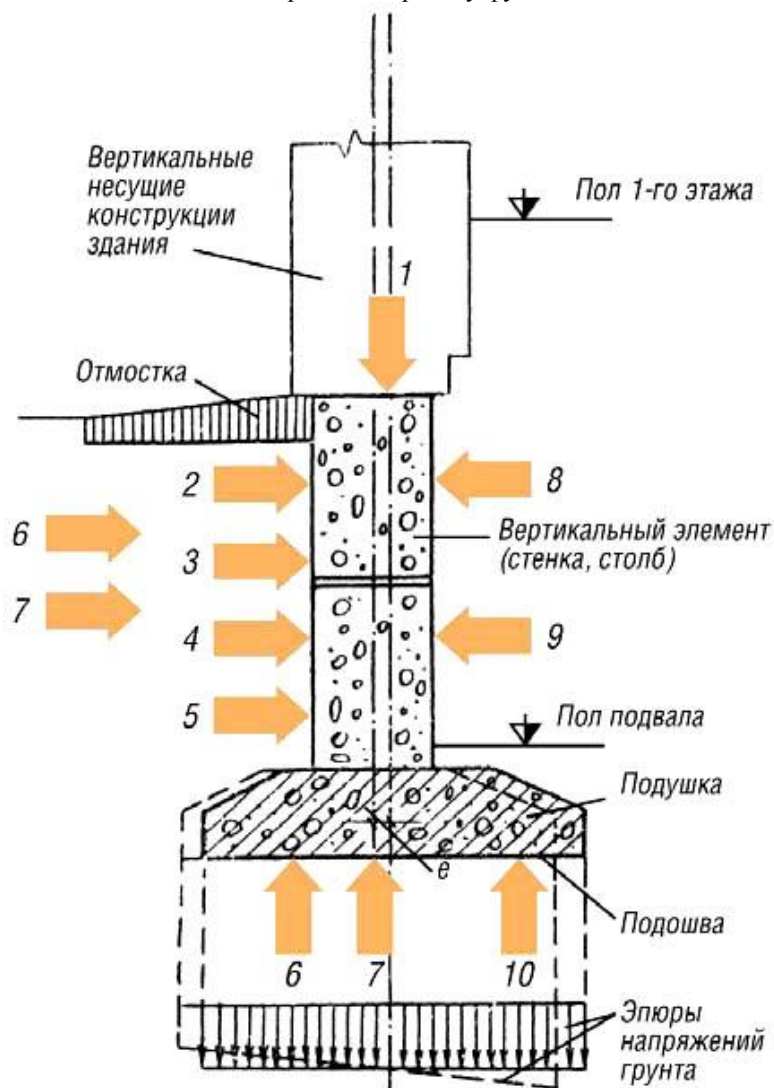
Рис. 2.5.5. Гидроизоляция фундаментов

5. Силовые воздействия на фундаменты

Фундаменты не только передают силовые воздействия от здания на основание, но и сами подвергаются статическим и динамическим силовым и несиловым воздействиям. Статические силовые: собственный вес конструкций с приходящимися на них вертикальными нагрузками, боковое давление грунта, упругий отпор грунта, неравномерные деформации основания; динамические: ветровые, сейсмические, вибрационные воздействия. При высоком уровне грунтовых вод фундамент подвергается гидростатическому давлению по боковой поверхности и подошве, при пучинистых грунтах – воздействию сил пучения. Несиловые: воздействие грунтовых вод, растворенных в них химически агрессивных примесей, переменных температур по высоте фундамента и его толщине (при наличии теплого подвала).

Меры для уменьшения силовых воздействий: пучение устраняют выбором глубины заложения фундамента, миграция влаги – гидроизоляцией, неравномерные осадки заторфованного грунта – их заменой.

Неустраняемые силовые воздействия определяют работу фундамента на сжатие и изгиб (рис. 2.5.6).



Внешние воздействия на фундамент.

- 1 - нагрузка от вышележащих элементов здания;
- 2 - температура грунта;
- 3 - боковое давление грунта;
- 4 - грунтовая влага;
- 5 - агрессивные химические вещества;
- 6 - силы пучения грунта;
- 7 - вибрации;
- 8 и 9 - температура и влажность воздуха помещения подвала;
- 10 - упругий отпор грунта

Рис. 2.5.6. Силовые воздействия на фундаменты

Вопросы для самоконтроля:

1. **Что такое «основания» и как они классифицируются?**
2. **Что такое «фундаменты» и как они классифицируются?**
3. **Для чего нужна гидроизоляция? Как определяется тип гидроизоляции для подземной части здания?**

4. ***Что такое «отмостка»?***
5. ***Что такое «цоколь» здания?***