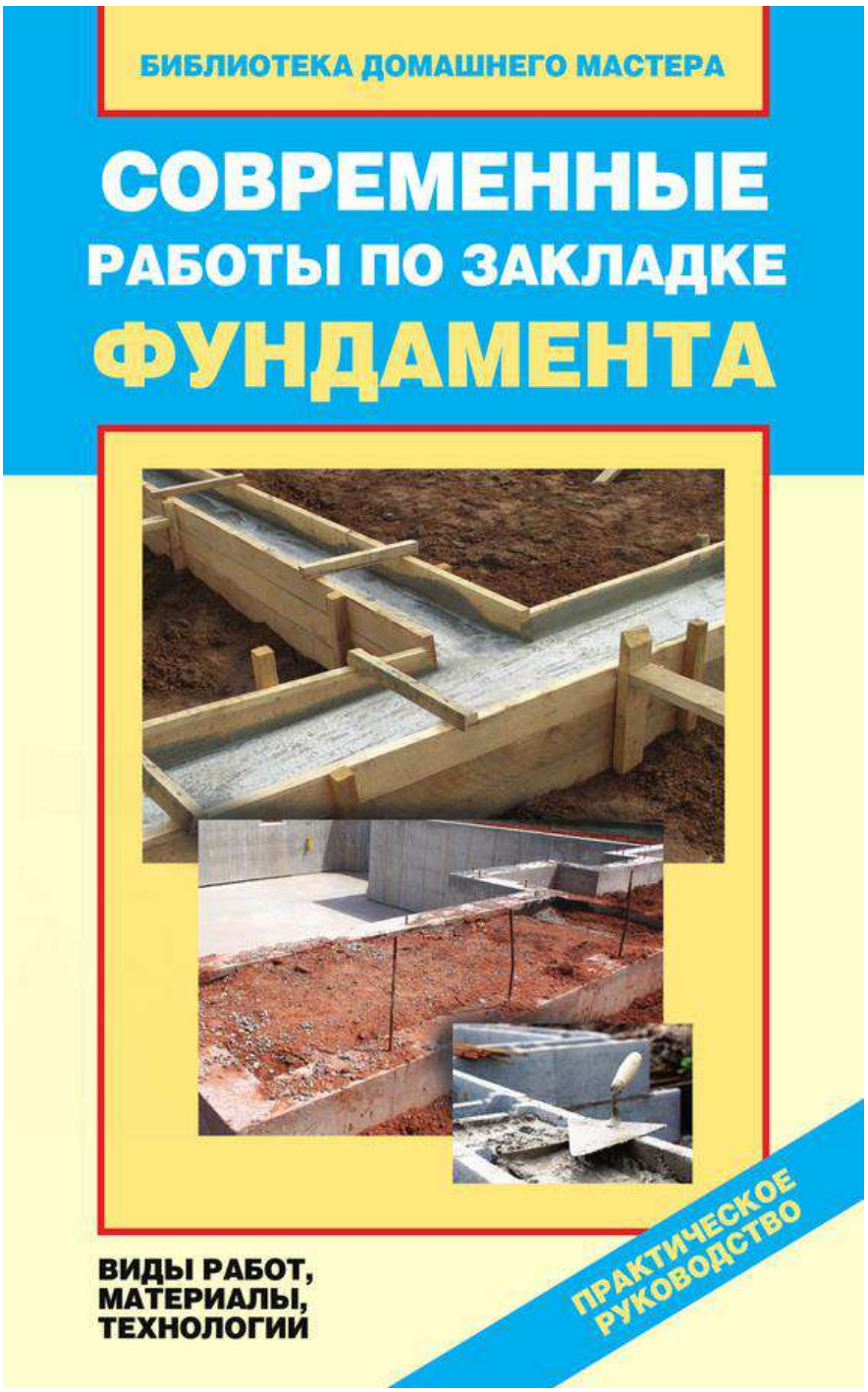


Валентина Ивановна Назарова

Современные работы по закладке фундамента. Виды работ, материалы, технологии

Для того, чтобы правильно оценить, какой тип фундамента нужно заложить при строительстве дома, дачи, необходимо обратить серьезное внимание на изучение грунта, в который будет закладываться фундамент. Если вы не правильно определитесь с грунтом, то неверно определитесь и с выбором фундамента, что в итоге приведет к нарушению всего

строительного цикла. Поэтому мы решили начать наше изложение с информации о видах грунтов, ознакомившись с которой вы сможете принять правильное решение по выбору типа фундамента.

Глинистые грунты

Глинистые грунты – это связанные грунты, для которых число пластичности Jp > 0,01. По содержанию песчаных частиц и числа пластичности глинистые грунты подразделяются на супесь, суглинок, глину (*табл. 1*).

Таблица 1

Вид грунтов		Содержание песчаных частиц размером от 2 до 0,05 мм, % от веса	Число пластичности
Супесь	Легкая крупная	> 50	
	Легкая пышевая	>50	0,1 < Jp <0,07
	Пылеватая	20–50	
	Тяжелая пылевая	< 20	0,07 <Jp <0,12
Суглинок	Легкий	>40	0,07 <Jp <0,12
	Легкий пылеватый	<40	0,12 <Jp <0,17
	Тяжелый	>40	0,12 <Jp <0,17
	Тяжелый пылеватый	>40	
	Песчанистая	>40	0,17 <Jp< 0,27
Глина	Пылеватая	Меньше, чем пылеватых размером 0,05–0,005 мм	0,17 <Jp <0,27
	Жирная	Не нормируется	Jp >0,27

Числом пластичности называют разницу между влажностью на границе текучести и влажностью на границе раскатывания в долях единицы. Глинистые грунты в зависимости от их плотности и влажности могут находиться в различном состоянии, которое характеризуется показателем консистенций J1 (*табл. 2*).

Таблица 2

Наименование глинистых грунтов по показателю консистенции	Показатель консистенции
Супеси:	
твердые	J1 <0
пластичные	0< Л < 1
текучие	J1 > 1
Суглинки и глины:	J1 <0
твердые	
полутвердые	0 < Л < 0,25
тугопластичные	0,25 < J1 < 0,50
мягкопластичные	0,50 <J1 <0,75
текучепластичные	0,75 < Л < 1
текучие	J1 > 1

Среди глинистых грунтов должны быть выделены: • илы;

• просадочные грунты;

• набухающие (пучинистые) грунты.

К илам относятся глинистые грунты в начальной стадии своего формирования, образовавшиеся как структурный осадок в воде при наличии микробиологических процессов и имеющие в природном сложении влажность, превышающую влажность на границе

текучести, и коэффициент пористости, превышающий значения для супесчаного ила е x8805; 0,9, для суглинистого ила е x8805; 1,0, для глинистого ила е x8805; 1,5.

Илы выделяются среди глинистых грунтов в особую группу, так как в строительном отношении они являются неблагоприятными грунтами, т. е. строить на них нецелесообразно.

К просадочным грунтам относятся глинистые грунты, которые под воздействием внешней нагрузки или собственного веса при замачивании водой дают дополнительную осадку (просадку).

При предварительной оценке к просадочным обычно относятся лессы и лессовидные грунты.

В зависимости от просадки и собственного веса при замачивании просадочные грунты подразделяются на два типа:

- *тип 1* – когда просадка грунта от собственного веса не превышает 5 см;
- *тип 2* – когда просадка грунта от собственного веса больше 5 см.

К набухающим (пучинистым) грунтам относятся глинистые грунты, которые при замачивании водой или химическими растворами увеличиваются в объеме.

Набухающие грунты в зависимости от величины относительного набухания без нагрузки в компрессионном приборе подразделяются на:

- слабонабухающие, если 0,04 x8804; x948;H x8804; 0,08;
- средненабухающие, если 0,08 < x948;H J 0,12;
- сильнонабухающие, если x948;H > 0,12.

Песчаные грунты

Песчаные грунты – это сыпучие в сухом состоянии грунты, содержащие менее 50 % по весу частиц крупнее 2 мм и не обладающие свойством пластичности.

В зависимости от крупности частиц они подразделяются на пять групп *табл. 3.*

Таблица 3

Вид песчаных грунтов	Распределение частиц по крупности, % от веса воздушно-сухого грунта
Песок гравелистый	Вес частиц крупнее 2 мм – более 25%
Песок крупный	Вес частиц крупнее 0,5 мм – более 50%
Песок средней крупности	Вес частиц крупнее 0,25 мм – более 50%
Песок мелкий	Вес частиц крупнее 0,1 мм – более 75%
Песок пылеватый	Вес частиц крупнее 0,1 мм – менее 75%

По степени влажности песчаные грунты подразделяются на три группы *табл. 4* .

Таблица 4

Наименование песчаных грунтов по степени влажности	Степень влажности G
Маловлажные	0 < G < 0,5
Влажные	0,5 < G < 0,8
Насыщенные водой	0,8 < G < 1

По степени плотности их сложения песчаные грунты в зависимости от коэффициента пористости подразделяются на три группы *табл. 5.*

Таблица 5

Вид песчаных грунтов	Степень плотности		
	Плотные	Средней плотности	Рыхлые
Пески гравелистые, крупные, средней крупности	e < 0,55	0,55 < e < 0,70	e > 0,70
Пески мелкие	e < 0,60	0,60 < e < 0,75	e > 0,75
Пески пылевые	e < 0,60	0,60 < e < 0,80	e > 0,80

Крупнообломочные грунты

Крупнообломочные грунты – это несцементированные грунты, содержащие более 50 % по весу обломков кристаллических и осадочных пород с размерами частиц более *2* мм. В зависимости от крупности частиц они подразделяются на три группы *табл. 6.*

Таблица 6

Вид крупнообломочных грунтов крупности, % от веса воздушно-сухого грунта	Распределение частиц по крупности, % от веса
Валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц – глыбовый)	Вес частиц крупнее 200 мм – более 50%
Галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц – щебенистый)	Вес частиц крупнее 10 мм – более 50%
Гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц – дресвяный)	Вес частиц крупнее 2 мм – более 50%

По степени влажности крупнообломочные грунты подразделяются на маловлажные, влажные, насыщенные водой *табл. 7.*

Таблица 7

Наименование крупнообломочных грунтов по степени влажности	Степень влажности G
Маловлажные	$0 < G < 0,5$
Влажные	$0,5 < G < 0,8$
Насыщенные водой	$0,8 < G < 1$

Скальные грунты

Скальные грунты – это изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткими связями между зернами (спаенные и сцементированные), залегающие в виде сплошного или трещиноватого массива. Скальные грунты подразделяются на магматические, метаморфические, осадочные *табл. 8.*

Таблица 8

Происхождение скальных грунтов	Наименование скальных грунтов
Магматические (изверженные)	Граниты, диориты, сиениты, габбро, липариты, трахиты, андезиты, порфиты, порфириты, диабазы, базальты, туфы, туфобрекчии и др.
Метаморфические	Грейсы, кварциты, кристаллические сланцы, филлиты, глинистые сланцы, роговики, мраморы, яшмы и др.
Осадочные	А. Сцементированные: конгломераты, брекчии, песчаники, туфиты, алевролиты, аргиллиты. Б. Химические и биохимические: опоки, трепелы, диатомиты, известняки, доломиты, мелы, мергели, гипс, ангидрит, каменная соль и др.

Магматические, метаморфические, а также осадочные сцементированные породы с кремнистым цементом (кремнистые конгломераты, брекчии, песчаники, известняки, опоки) не растворяются в воде. *К растворимым относятся следующие скальные породы:*

• труднорастворимые – известняки, доломиты, известковистные конгломераты и песчаники;

• среднерастворимые – гипс, ангидрит, гипсоносные конгломераты;

• легкорастворимые – каменная соль.

В результате фильтрации воды через трещины в растворимых скальных породах возможно образование карстовых полостей.

Заторфованные грунты

Заторфованные грунты различаются между собой по степени заторфованности *табл. 9.*

Улучшить свойства грунтов можно проведением следующих мероприятий:

• уплотнение грунта методом укатывания катками, машинами;

• уплотнение грунта с помощью различных трамбовок (механических, электрических);

• уплотнение грунта вибрированием;

• уплотнение слабого грунта глубинным дренажом;

• закрепление слабых, в том числе просадочных грунтов, другими доступными способами.

Таблица 9

Наименование песчаных и глинистых грунтов, содержащих растительные остатки	Относительное содержание растительных осадков – «q» (степень заторфованности)
Грунты с примесью растительных остатков	
1. Песчаные	$0,03 < q < 0,1$
2. Глинистые	$0,05 < q < 0,1$
Заторфованные грунты	
3. Слабозаторфованные	$0,1 < q < 0,25$
4. Среднезаторфованные	$0,25 < q < 0,4$
5. Сильнозаторфованые	$0,4 < q < 0,6$
6. Торфы	$q > 0,6$

Возведение фундаментов

Влияние грунтовых вод на выбор фундаментов

Положение уровня грунтовых вод и возможность их изменения в период строительства и эксплуатации возводимых зданий влияют на выбор типа фундаментов, их размеров, глубины заложения, водозащитных мероприятий и др.

При повышении уровня грунтовых вод могут изменяться деформационные и прочностные свойства глинистых грунтов основания, возникать просадка или набухание, увеличиваться степень морозной пучинистости и пр.

При понижении уровня грунтовых вод могут возникать дополнительные осадки как глинистых, так и песчаных грунтов.

При заложении фундаментов необходимо учитывать как сезонные и многолетние колебания уровня грунтовых вод и верховодки, так и возможность формирования нового повышенного или пониженного среднего уровня.

При этом следует учитывать возможность образования нового техногенного горизонта, т. е. горизонта, сформировавшегося в результате строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Техногенное повышение уровня грунтовых вод или образование техногенного водоносного горизонта (в том числе и верховодки) определяется действием факторов подтопления:

• активных, т. е. непосредственно вызывающих подтопление (например, утечка из инженерных сетей);

• пассивных, т. е. не вызывающих подтопления непосредственного, но способствующих его возникновению и развитию (например, нарушение поверхностного стока, гидрогеологические условия и т. д.).

Основными факторами подтопления являются:

• при строительстве – изменение условий поверхностного стока при вертикальной планировке, засыпке естественных дрен, производстве земляных работ, длительный разрыв между выполнением земляных работ нулевого цикла и строительными работами (закладкой фундаментов, прокладкой коммуникаций и т. п.);

• при эксплуатации – инфильтрации утечек производственных вод, уменьшение испарения под зданиями и покрытиями, полив зеленых насаждений и т. п.

Грунтовые воды могут быть агрессивны по отношению к материалу фундаментов или другим заглубленным конструкциям.

Требования к инженерно-геологическим и гидрогеологическим разработкам

Все вышеизложенные материалы о грунтах и грунтовых водах показывают, насколько серьезно надо подходить к устройству фундаментов.

Для правильной оценки условий заложения фундаментов на площадке строительства необходимо выполнить инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания, где необходимо:

• на основании взятых геологических проб грунтов лабораторным путем определить прочностные характеристики грунтов основания;

• дать рекомендации по глубине заложения и типу фундаментов, исходя из конкретных грунтовых условий;

• указать уровень грунтовых вод и сезонные его колебания. Дать прогнозы возможных изменений гидрогеологических условий площадки в процессе строительства и эксплуатации зданий;

• определить степень агрессивности грунтовых вод;

• определить степень засоленности грунтов.

Инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания необходимо поручать специализированной организации, способной профессионально решить все перечисленные вопросы.

При усадебной застройке для зданий длиной не более 20 м в пределах пятна застройки должно быть не менее одной выработки (скважина или шурф) и одной точки зондирования. Для протяженных зданий длиной 30–40 м в пределах пятна застройки должно быть не менее двух выработок (шурф и скважина), рекомендуется также назначать две-три точки зондирования.

При строительстве нескольких зданий и сооружений допускается уменьшать объем инженерно-геологических изысканий, располагая равномерно шурфы, скважины и точки зондирования в пределах всего застраиваемого участка.

Глубина разведочных и технических скважин принимается на 2 м ниже глубины заложения фундаментов, но не менее 7 м. Глубина шурфов принимается не менее 5 м. Статическое зондирование производится на глубину 7 м. Глубина выработок может быть уменьшена, если в пределах указанной выше глубины встречены практически не сжимаемые грунты (скальные, полускальные, крупнообломочные, пески гравелистые).

Для просадочных грунтов в случае, если в районе строительства ожидается повышение уровня грунтовых вод, 30 % скважин, но не менее двух, должны проходить посадочную толщу или достигать установившегося уровня грунтовых вод.

При мощности посадочной толщи более 20 м глубина скважин принимается равной 20 м.

Количество технических выработок, предназначенных для отбора монолитов грунтов для лабораторных испытаний, должно составлять 15 % от общего числа выработок, но не

менее 3.

При сложных грунтовых условиях строительной площадки (наличие выклинивающихся слоев ила, торфа и т. п.) число технических выработок увеличивается до 20 %, но не менее 5; для однородных грунтов число технических выработок допускается уменьшать до 10 %, но не менее 2.

Отбор монолитов грунта из технических выработок для лабораторных испытаний в однородных грунтах производится через 0,5 м по глубине.

Для однородных просадочных грунтов большой мощности монолиты в пределах первых 5 м отбираются через 1 м, а ниже через 2–3 м.

Глубина заложения фундаментов

Глубина заложения фундаментов является одним из основных факторов, обеспечивающих необходимую несущую способность основания.

Глубина заложения фундаментов должна определяться с учетом:

• назначения, а также конструктивных особенностей зданий и сооружений (например, наличие подвалов, подземных коммуникаций, фундаментов под оборудование и т. д.);

• величины и характера нагрузок и воздействий, действующих на основание;

• глубины заложения фундаментов примыкающих зданий и сооружений, а также оборудования;

• существующего и проектируемого рельефа застраиваемой территории;

• геологических условий площадки строительства (строительных свойств грунтов, характера напластований отдельных видов грунта, наличия слоев, склонных к скольжению; наличия пустот, образовавшихся вследствие выветривания, растворения солей; наличия пустот, засыпанных строительным мусором или насыпным грунтом и пр.);

• гидрогеологических условий площадки строительства (уровней грунтовых вод и верховодки, а также возможности их изменения в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений, агрессивности грунтовых вод и т. д.);

• принятой конструкции фундаментов и методов производства работ;

• возможности пучения грунтов при промерзании и осадки при их оттаивании.

Глубина заложения фундаментов из условия возможности пучения грунтов при промерзании указана в приведенной ниже *таблице 10.*

Таблица 10

№ п/п	Виды грунтов	Расстояние от поверхности планировки до уровня грунтовых вод в период промерзания грунтов	Глубина заложения фундаментов от поверхности планировки
1.	Скальные и крупнообломочные грунты; пески гравелистые, крупные и средней крупности	Не зависит от глубины залегания грунтовых вод	Не зависит от глубины промерзания
2.	Пески мелкие и пылеватые; супеси твердой консистенции	Превышает расчетную глубину промерзания на 2 м и более	То же
3.	Пески мелкие и пылеватые; супеси независимо от влажности	Менее расчетной глубины промерзания или превышает ее менее чем на 2 м	Не менее расчетной глубины промерзания
4.	Супеси пластичной и текущей консистенции	Не зависит от глубины залегания грунтовых вод	То же
5.	Суглинки и глины с консистенцией B < 0,5	Превышает расчетную глубину промерзания на 2 м и более	Не зависит от глубины промерзания назначается согласно техническим условиям
6.	Суглинки и глины мягкопластичной консистенции	То же	
7.	Суглинки и глины текучепластичной и текучей консистенции	Не зависит от глубины залегания грунтовых вод	Не менее расчетной глубины промерзания
8.	Суглинки и глины независимо от консистенции	Менее расчетной глубины промерзания или превышает ее менее чем на 2 м	То же

Помимо пучения грунтов, залегающих в основании, необходимо считаться с возможностью выпучивания фундаментов вследствие смерзания боковой поверхности фундаментов с окружающим его пучащимся грунтом. Глубина заложения фундаментов исчисляется от поверхности планировки или пола подвала до подошвы фундамента, т. е. нижней его поверхности, опирающейся на несущий слой грунта и передающей на него нагрузки. При наличии бетонной подготовки под фундаментом глубина заложения принимается до низа подготовки.

Минимальная глубина заложения фундаментов – 500 мм от поверхности земли может быть принята:

• для грунтов, где глубина заложения фундаментов (согласно таблице 10, пп. 1, 2, 5) не зависит от глубины промерзания;

• для всех видов грунтов при малоэтажном строительстве без подвалов (одноэтажные жилые дома, хозяйственные постройки и т. п.). В этом случае фундаменты необходимо выполнить в виде непрерывной монолитной железобетонной ленты под всеми стенами с двойным непрерывным армированием в нижней и верхней зоне фундамента арматурой не менее х216; 12AII (5 шт.). Стык арматуры выполнять внахлест не менее 30 диаметров арматуры (360 мм).

Растительный слой земли, который необходимо удалять, должен быть меньше 500 мм, при том под подошвой фундаментов следует устроить песчаную подготовку толщиной 100–150 мм.

При выборе глубины заложения фундаментов в соответствии с инженерно-

геологическими и гидрологическими условиями рекомендуется:

• выбирать несущие слои грунта с учетом его несущей способности, положения в напластовании геологического разреза и способа производства работ;

• предусматривать заглубление фундамента в несущий слой грунта на 10–50 см;

• не оставлять под подошвой фундамента слой грунта малой толщины, если строительные свойства грунта этого слоя значительно хуже свойств подстилающего слоя;

• при заложении фундаментов ниже уровня грунтовых вод (с учетом его колебания) предусматривать методы производства работ, сохраняющих структуру грунта;

• если глубина заложения фундаментов по условиям несущей способности и деформируемости грунтов основания оказывается чрезмерно большой, целесообразно предусматривать специальные мероприятия по подготовке оснований или переходить на свайные фундаменты.

Для фундаментов, которые должны иметь глубину заложения не менее расчетной глубины промерзания, предусматриваются следующие мероприятия:

• глубина заложения фундаментов внутренних стен и колонн отапливаемых зданий и сооружений, считая от поверхности планировки земли, должна назначаться независимо от расчетной глубины промерзания грунтов при условии, если грунты основания в период строительства будут защищены от увлажнения и промерзания.

Глубина заложения фундаментов наружных и внутренних стен и колонн отапливаемых зданий и сооружений должна приниматься:

• при холодных подвалах и технических подпольях (имеющих отрицательную температуру в зимний период времени) – не менее 0,5 Н (половины расчетной глубины промерзания), считая 0,5 Н от пола подвала или технического подполья;

• при теплых подвалах и технических подпольях вне зависимости от расчетной глубины промерзания грунта при условии его защиты в период строительства от увлажнения и промерзания;

Глубина заложения фундаментов наружных и внутренних стен и колонн неотапливаемых зданий и сооружений должна назначаться:

• не менее расчетной глубины промерзания (Н), считая ее от пола подвала или технического подполья, а при отсутствии подвала или технического подполья – от поверхности планировки земли.

Типы фундаментов

Фундаменты под стены делятся на три типа:

• ленточные;

• столбчатые;

• свайные.

Ленточные фундаменты подразделяются на сборные, монолитные и прерывистые.

Сборные ленточные фундаменты выполняются из блоков-подушек и стеновых фундаментных блоков (*рис. 1*).

Блоки-подушки, как правило, имеют прямоугольную или трапецеидальную форму и изготавливаются из железобетона.

Стеновые фундаментные блоки имеют прямоугольное сечение и могут быть сплошными или с пустотами (облегченные), причем пустотелые блоки могут применяться только в сухих грунтах. Стеновые фундаментные блоки изготавливаются из бетона. Элементы сборных ленточных фундаментов изготавливаются, как правило, в заводских условиях или на полигонах.

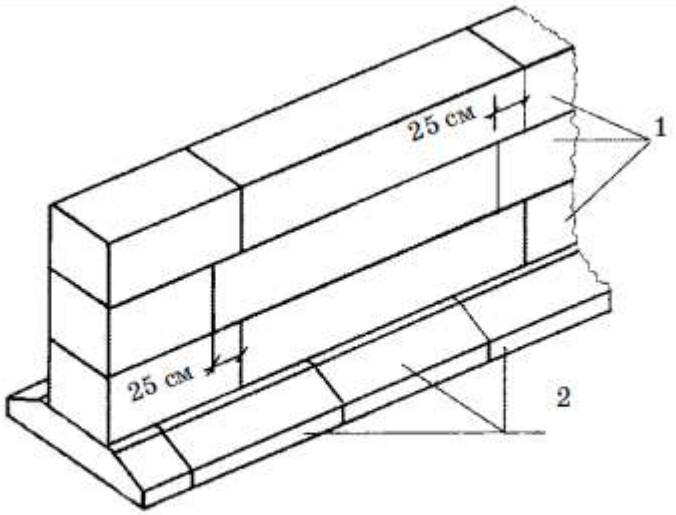


Рис. 1. Ленточный фундамент из сборных элементов: 1 – стеновые фундаментные блоки; 2 – блок-подушки

При возведении сборных ленточных фундаментов на сильносжимаемых грунтах, а также на площадках с неравномерным напластованием грунтов, значительно отличающихся по своей сжимаемости, необходимо предусматривать армированный шов толщиной 3–5 см поверх фундаментных блоков-подушек и армированный пояс высотой 10–15 см поверх последнего ряда фундаментных стеновых блоков по всему периметру здания. Кладку стеновых фундаментных блоков вести на цементном растворе марки 50 с перевязкой вертикальных швов на 25 см.

Ленточные монолитные фундаменты (*рис. 2*) могут быть выполнены из бутовой кладки, бутобетона, бетона и железобетона. Материалы, из которых возводят монолитные фундаменты, должны удовлетворять требованиям по морозостойкости.

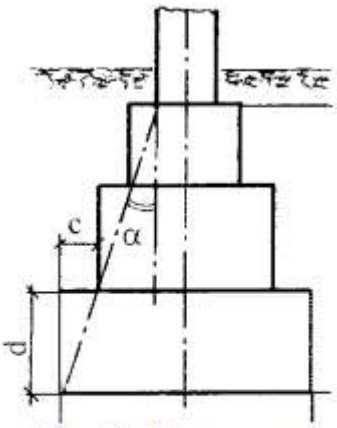


Рис. 2. Поперечное сечение монолитного ленточного фундамента

Наклон боковой грани уступчатого фундамента (а) зависит от материала фундамента, и во избежание откола некоторой его части отношение ширины уступа «с» к его высоте «й» не должно быть более: • для бутовой кладки 1:2;

• для бутобетона 1:1,5;

• для бетона 1:1.

Переход ленточного фундамента от меньшей к большей глубине заложения, например переход ленточного фундамента из бесподвальной части здания к подвальной, осуществляется

ступенями высотой 0,5–0,6 м и шириной 1,0–1,2 м (*рис* . 3).

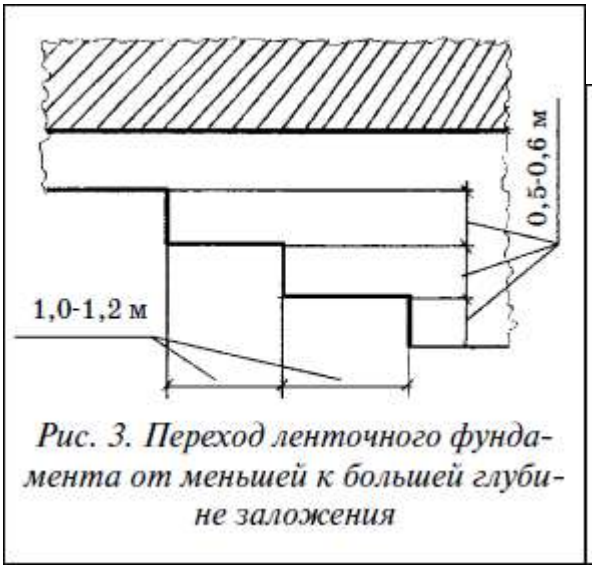


Рис. 3. Переход ленточного фундамента от меньшей к большей глубине заложения

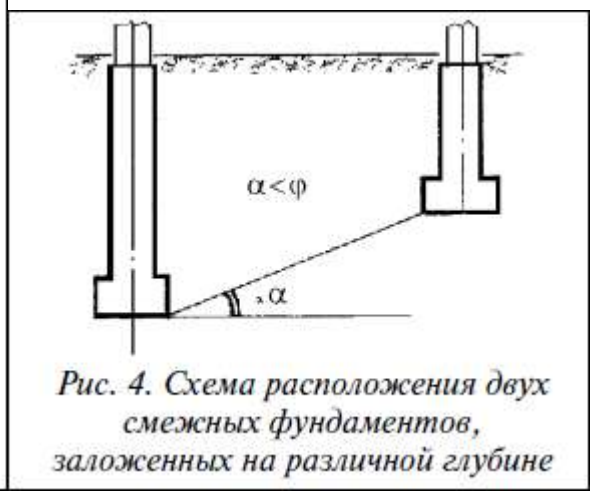


Рис. 4. Схема расположения двух смежных фундаментов, заложенных на различной глубине

Фундаменты проектируемого здания, непосредственно примыкающие к фундаментам существующего, рекомендуется принимать на одной отметке. При расположении смежных фундаментов в разных уровнях линия, соединяющая их края, должна образовывать угол с горизонтальной линией «x945;» менее угла внутреннего трения грунта «x966;» (*рис. 4*). Если рядом с существующим зданием с небольшой глубиной заложения фундаментов надо разместить новое здание с большой глубиной заложения фундаментов (например, при наличии подвала), то во избежание нарушения несущей способности грунта основания под существующим зданием необходимо устроить между существующим и новым фундаментом шпунтовую стенку или другое жесткое ограждение (*рис.* 5). При большой протяженности фундамента или сложной его конфигурации в плане, а также в том случае, когда можно ожидать неравномерные осадки здания, фундаменты, как и стены, разделяются осадочными швами.

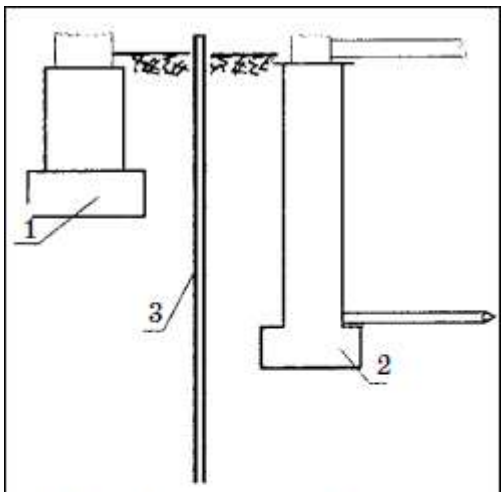


Рис. 5. Схема устройства шпунтовой стенки между близкорасположенными существующим и новым фундаментом:
1 – фундамент существующего здания; 2 – фундамент нового здания; 3 – шпунтовая стенка

Ширина ленточного фундамента подсчитывается по специальной формуле и зависит от нагрузки на фундамент, прочностных характеристик слоя грунта, который является основанием под подошвой фундамента и способом приложения нагрузки (центральной или внецентренной). Ленточные прерывистые фундаменты (*рис. 6*) устраиваются, как правило, из сборных элементов, когда на фундамент передается небольшая нагрузка или когда в номенклатуре блок-подушек нет необходимой ширины. В этом случае берут блок-подушки ближайшего большего размера и устанавливают их с разрывом, который заполняется утрамбованным песком или местным грунтом.

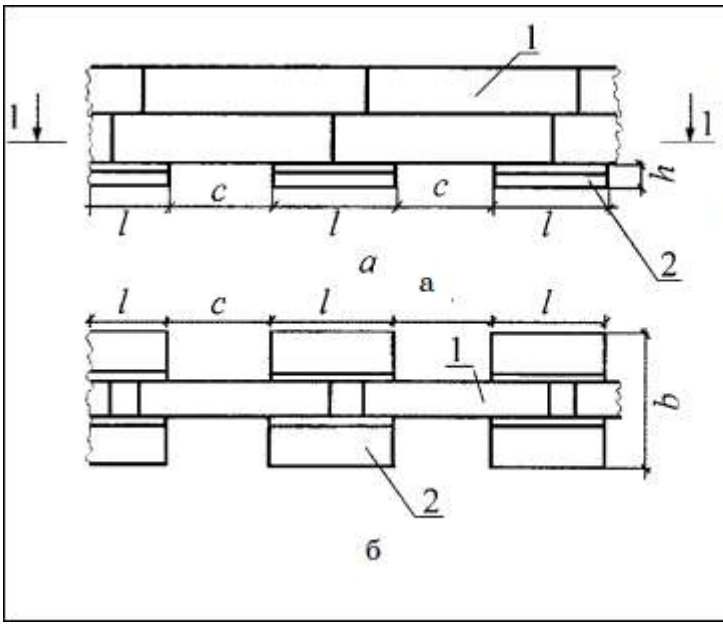


Рис. 6. Ленточный прерывистый сборный фундамент:
а – вид спереди;
б – план фундамента (по 1–1): 1 – стеновые фундаментные блоки; 2 – блок-подушка; b – ширина блок-подушки;
h – высота блок-подушки; l – длина блок-подушки;
с – разрыв между блок-подушками

В прерывистых фундаментах фундаментные стеновые блоки должны укладываться с надежной перевязкой вертикальных швов. Вертикальный шов между фундаментными стеновыми блоками нижнего ряда, как правило, должен находиться над блок-подушкой в районе ее середины. *При устройстве ленточных прерывистых фундаментов необходимо*

учитывать следующее:

• чем больше ширина блок-подушки «b» при одной и той же их длине «1», тем больший просвет «с» можно установить. Величина просвета «с» должна быть не более 1,2 м и 0,7 1, а ширина блок-подушек в прерывистом фундаменте должна быть не более 1,4 от ширины блок-подушек в сплошном ленточном фундаменте для этих условий;

• в прерывистых ленточных фундаментах наиболее оптимальным является использование блок-подушек меньшей длины (например, использовать блок-подушку не полной длины – 2,4 м, а половинной – 1,2 м).

Применение прерывистых ленточных фундаментов не рекомендуется, когда:

• грунтовые условия относятся ко II типу по просадочности;

• грунты под подошвой фундамента являются глинистыми с показателями консистенции J1 x8805; 0,5.

Прерывистые фундаменты запрещается применять, если основание сложено:

• рыхлыми песками;

• просадочными грунтами в районах с сейсмичностью свыше 6 баллов.

Столбчатые фундаменты, как правило, применяются для бесподвальных зданий в случае малой нагрузки на фундаменты или высокой прочности грунтов основания, а также в случае необходимости заглубления фундамента ниже расчетной глубины при малой несущей способности верхних слоев основания (*рис* . 7). В этом случае нагрузка от стены передается на фундаментную балку, а затем через столбы и блок-подушки – на грунты основания. Столбчатые фундаменты могут быть как монолитные, так и сборные из блоков.

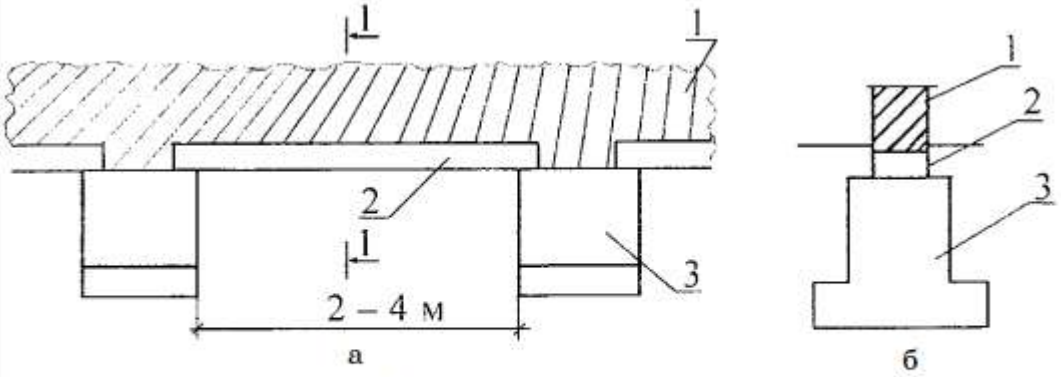


Рис. 7. Столбчатый фундамент:
а – вид спереди; б – разрез 1–1: 1 – кирпичная стенка;
2 – фундаментная балка; 3 – столб фундамента

Расстояние между столбами принимается в зависимости от нагрузки на фундамент, несущей способности грунта основания, типа фундаментной балки и составляет, как правило, 2–4 м. Фундаментные балки бывают железобетонные (сборные и монолитные), а также из стальных профилей (швеллер, двутавр и т. д.), обетонированных на месте. Необходимо отметить, что столбчатые фундаменты имеют меньшую пространственную жесткость, чем ленточные, в связи с чем возведенные на них здания в большей степени испытывают неравномерные осадки.

Фундаменты под колонны выполняются как в сборном, так и в монолитном варианте. В плане фундаменты имеют квадратную или прямоугольную форму. При внецентренном приложении нагрузки фундаменты под колонны могут быть выполнены несимметричными относительной одной из осей.

Свайные фундаменты могут быть выполнены из коротких и длинных свай. Применение коротких свай длиной 5–6 м при прочных грунтах имеет целью уменьшение земляных работ, связанных с устройством фундаментов, придание зданию большей пространственной жесткости, ускорение и удешевление строительства. Этот тип фундамента применяется для бесподвальных зданий или для зданий, у которых площадь подвала не превышает 15 %

площади пола 1-го этажа.

Применение длинных свай вызывается необходимостью передачи нагрузок на более прочные слои грунтов в связи с неблагоприятными инженерно-геологическими условиями строительной площадки.

Раньше для свай использовалось дерево, в настоящее время основным материалом для свай служат бетон и железобетон.

По способу изготовления сваи могут быть индустриальные и буронабивные.

По характеру передачи нагрузки на грунт различают сваи-стойки, опирающиеся на практически несжимаемый грунт и передающие нагрузку на грунт только нижним концом, и висячие сваи, передающие нагрузку на грунт нижним концом и боковой поверхностью.

Свайные фундаменты под колонны выполняются в виде куста свай, объединенных ростверком (*см. рис. 8*), кроме того, свайный фундамент под колонны может быть также в виде одиночной сваи (забивной или буронабивной).

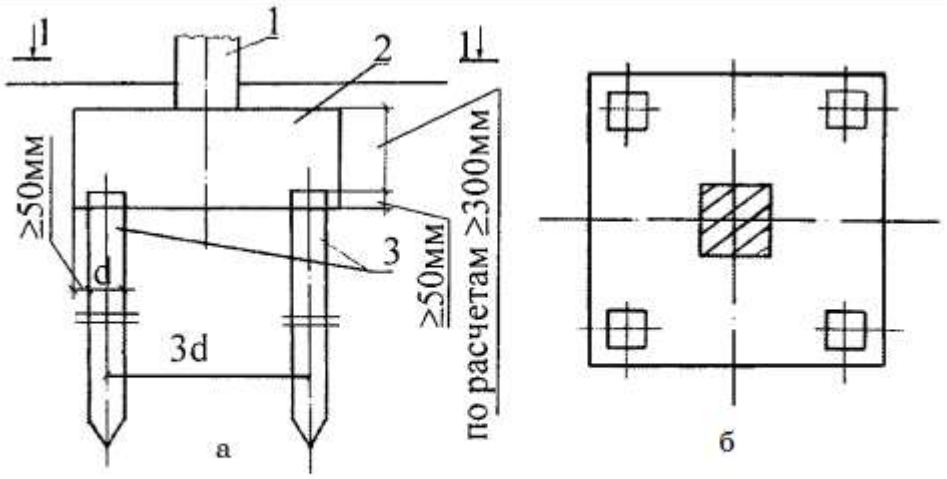


Рис. 8. Свайный фундамент под колонну:
а – вид спереди; б – план ростверка (по 1–1): 1 – колонна;
2 – ростверк; 3 – свая забивания; d – сторона квадратной сваи

Свайные фундаменты под несущие стены из забивных или буронабивных свай выполняются в виде одного ряда свай, объединенных монолитным или сборным ростверком (*рис. 9, 10*).

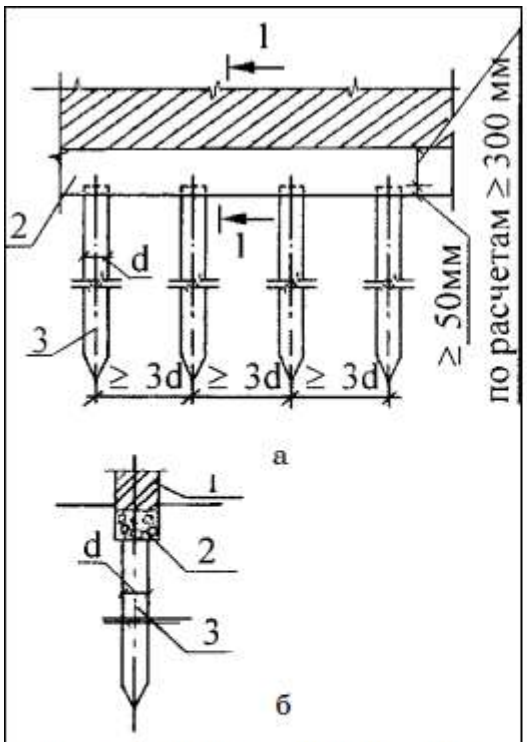


Рис. 9. Свайный ленточный фундамент из забивных свай: а – вид спереди; б – разрез 1–1; d – сторона квадратной сваи: 1 – стена; 2 – ростверк; 3 – свая забивная

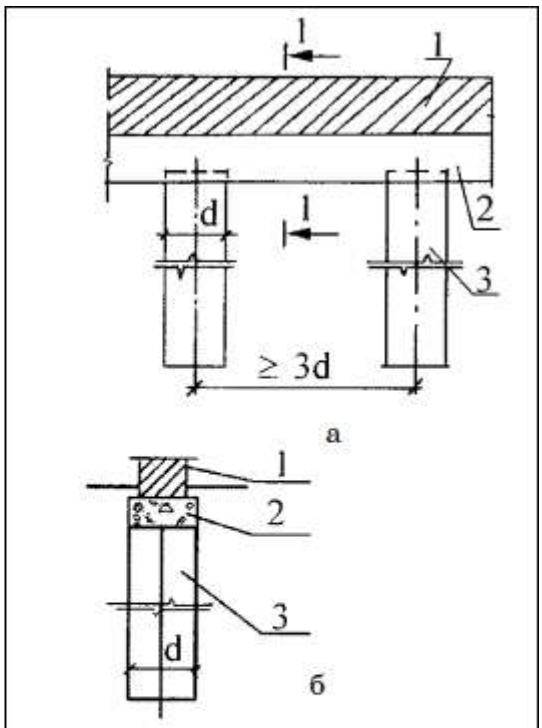


Рис. 10. Свайный ленточный фундамент из буронабивных свай: а – вид спереди; б – разрез 1–1; d – диаметр сваи: 1 – стена; 2 – ростверк; 3 – свая буронабивная

Буронабивные сваи выполняются путем наполнения бетоном пробуренной скважины. Для сопряжения с ростверком ее армируют на глубину 2–3 м арматурным каркасом или отдельными стержнями. Если арматурным каркасом свая армируется на всю глубину, то получается железобетонная буронабивная свая.

В случае необходимости достижения высокой несущей способности буронабивные сваи устраивают с уширенной пятой.

В свайных фундаментах сваи должны быть надежно соединены с ростверком, для чего:

• в забивных сваях голову каждой свои необходимо развить и оголенную арматуру завести в тело ростверка на длину 30d арматуры сваи;

• в буронабивных сваях арматуру необходимо завести в тело ростверка на длину 30d арматуры сваи.

Глубина заложения подошвы ростверка должна назначаться в зависимости от конструктивных решений нулевого цикла и планировки (наличие подвала, технического подполья, планировка срезкой или подсыпкой), а также высоты ростверка. Нижний конец сваи надлежит заглублять в малоснимаемые грунты на 1 м.

При возведении фундаментов очень важно предусмотреть мероприятия от горизонтальных сдвигающих сил грунта, действующих на фундаменты в зданиях с подвалами или цокольными этажами. Для этого после устройства фундаментов до обратной засыпки грунтом пазух котлована необходимо уложить перекрытие на отметке пола 1-го этажа и бетонную подготовку пола в подвале или в цокольном этаже (*рис. 11а*).

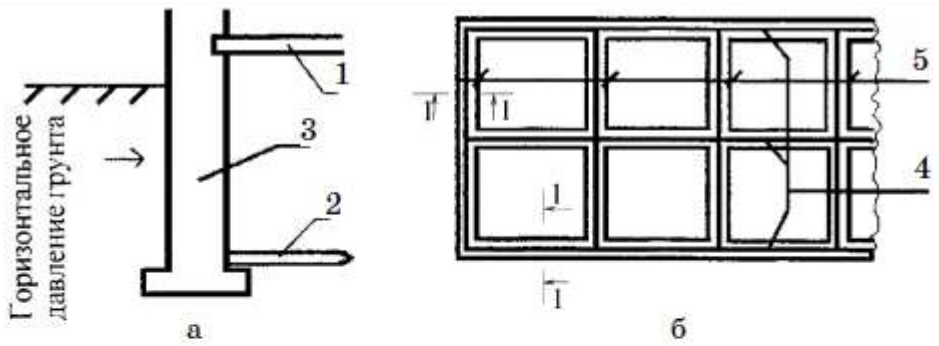


Рис. 11. Конструктивные мероприятия, препятствующие смещению фундаментов:
а – устройство перекрытия и пола подвала (цокольного этажа). Разрез 1–1; б – пространственно-жесткая система фундаментно-подвальной части здания. План: 1 – перекрытие на отм. 0,000; 2 – бетонная подготовка полка; 3 – фундамент; 4 – поперечные стены; 5 – продольные стены

Кроме того, другим конструктивным мероприятием, препятствующим смешению фундаментов, является создание пространственно-жесткой системы фундаментно-подвальной части здания за счет устройства поперечных стен в подвале (цокольном этаже), жестко связанных с продольными стенами (*см. рис. 11б*). При строительстве зданий рядом с подпорной стенкой или откосом есть опасность потери устойчивости здания, если оно находится на призме обрушения. Поэтому, учитывая этот фактор, здание должно располагаться на таком расстоянии от подпорной стенки или откоса, которое исключает возможность его попадания на призму обрушения (*рис. 12, 13*).

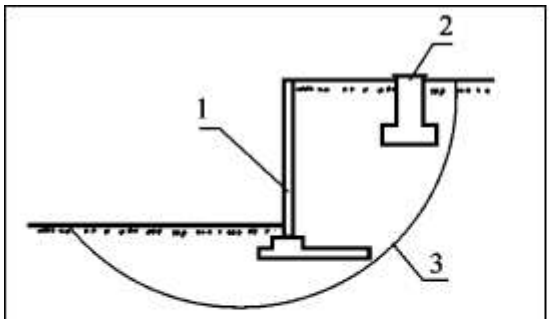


Рис. 12. Потеря устойчивости здания рядом с подпорной стенкой:
1 – подпорная стенка; 2 – фундамент здания; 3 – граница призмы обрушения

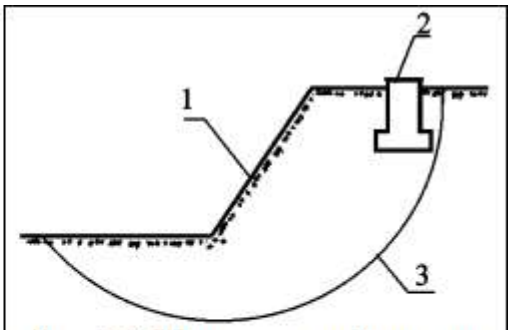


Рис. 13. Потеря устойчивости здания рядом с откосом:
1 – откос; 2 – фундамент здания; 3 – граница призмы обрушения

Границы призмы обрушения целесообразно определять при проведении инженерно-геологических изысканий площадки строительства. Под подошвой фундаментов и ростверков необходимо уложить подготовку из бетона, щебня, песка толщиной 80-100 мм.

Гидроизоляция фундаментов

При возведении фундаментов важно знать местоположение уровня грунтовых вод, а также возможность его повышения или понижения, связанную с застройкой территории.

При высоком стоянии уровня грунтовых или производственных вод, когда последние

омывают фундаменты, устанавливается их агрессивность путем лабораторных исследований. Все данные по уровню грунтовых вод и их агрессивности должны быть показаны в инженерно-геологических изысканиях площадки строительства.

Гидроизоляция фундаментов применяется в тех случаях, когда можно ожидать проникновения влаги в подвальные помещения или помещения цокольного этажа, а также в случае возможного разрушения фундаментов агрессивными грунтовыми водами.

Гидроизоляция вертикальных поверхностей фундаментов может выполняться одним из следующих традиционных способов:

• путем обмазки изолируемых поверхностей холодным и горячим битумами или битумными мастиками двумя-тремя слоями;

• путем оклейки изолируемых поверхностей рулонными или листовыми гидроизоляционными материалами – гидроизол, изол, гидростеклоизол, стеклоткань и др.

Гидроизоляция горизонтальных поверхностей может осуществляться путем наклейки на бетонную подготовку ковра из рулонных гидроизоляционных материалов с последующим нанесением на него асфальта, цементной стяжки и др.

В настоящее время все большее применение в качестве гидроизоляции находят рулонные, листовые и жидкие синтетические материалы: этиленовые краски, эпоксидные смолы, перхлорвиниловые эмали, полихлорвинил, винипласт, полиэтилен и др.

К новым материалам относится гидроизолирующая смесь на базе цемента «Гидро-S».

Цемент «Гидро-S» предназначен для производства водонепроницаемых растворов, бетонов и железобетонных конструкций, применяющихся без дополнительной гидроизоляции. Бетоны и растворы приобретают свойства самозалечивания сквозных и несквозных трещин и незначительных дефектов без участия человека. Бетонные растворы на базе цемента «Гидро-S» являются эффективным средством защиты помещения подвала и цокольного этажа от напорных грунтовых вод.

Горизонтальная гидроизоляция стен на отметке – 0, 030 выполняется из двух слоев толя, наклеиваемых на выровненную цементным раствором поверхность слоем битумной мастики.

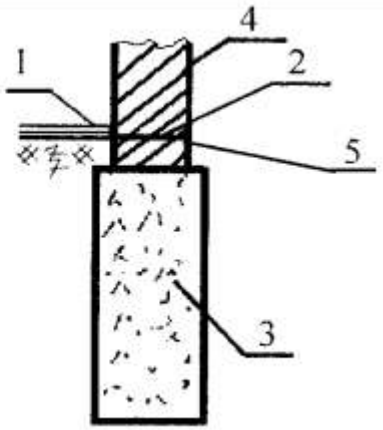
Выбор того или иного типа гидроизоляции зависит:

• от напора грунтовых вод;
• влажностного режима помещений;
• местных климатических условий;
• возможных силовых воздействий на гидроизоляцию;
• агрессивности воды.

Рассмотрим четыре примера устройства гидроизоляции:

1. Устройство гидроизоляции в фундаментах здания без подвала при отсутствии грунтовых вод (*рис. 14*).

Рис. 14. Устройство гидроизоляции в фундаментах здания без подвала при отсутствии грунтовых вод:
1 – уровень чистого пола 1-го этажа на отм. 0,000; 2 – горизонтальная гидроизоляция стен на отм. – 0,030; 3 – фундамент; 4 – стена; 5 – отмостка



В этом случае при отсутствии грунтовых вод достаточно горизонтальной гидроизоляции стен на отметке – 0,030 для защиты стен и помещений 1-го этажа от проникновения снизу капиллярной влаги. Если грунтовые воды встречены в пределах фундаментов, то кроме

гидроизоляции стен на отметке – 0, 030 необходимо еще выполнить оклеечную или обмазочную гидроизоляцию пола 1-го этажа для защиты стен и помещений 1-го этажа от проникновения снизу капиллярной влаги.

Кроме того, если в соответствии с инженерно-геологическими изысканиями грунтовые воды являются агрессивными по отношению к бетону, то необходимо для защиты фундаментов выполнить следующие защитные мероприятия:

• ввести в бетон для фундаментов специальные добавки, нейтрализующие агрессивность воды (для монолитных фундаментов);

• выполнить обмазочную или оклеечную гидроизоляцию вертикальной поверхности фундаментов;

• под фундаментом устроить щебеночную подготовку толщиной 80 мм и пропитать ее битумом или битумной мастикой до полного насыщения.

2. Устройство гидроизоляции в зданиях с подвалом при отсутствии грунтовых вод (*рис. 15*).

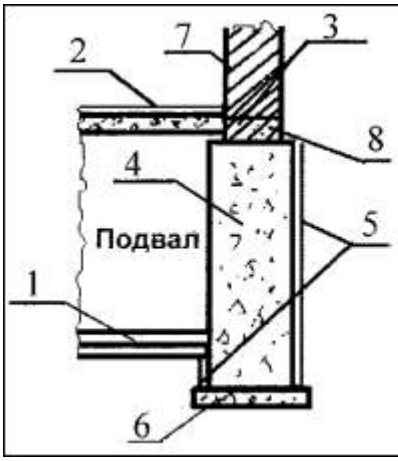


Рис. 15. Устройство гидроизоляции в здании с подвалом при отсутствии грунтовых вод: 1 – гидроизоляция пола подвала; 2 – уровень чистого пола 1-го этажа на отм. 0,000; 3 – гидроизоляция стен на отм. – 0,030; 4 – фундамент; 5 – боковые поверхности окрашенные горячим битумом за 2 раза; 6 – щебеночная подготовка толщиной 80 мм, пропитанная битумом до полного насыщения; 7 – стена; 8 – отмостка

В этом случае для защиты стен здания и помещений подвала от проникновения капиллярной влаги необходимо предусмотреть следующие мероприятия: • выполнить горизонтальную гидроизоляцию стен на отметке – 0,30;

• выполнить оклеечную или обмазочную гидроизоляцию пола подвала;

• под фундаментом устроить щебеночную подготовку толщиной 80 мм и пропитать ее битумом или битумной мастикой до полного насыщения;

• боковые поверхности фундаментов окрасить горячим битумом или битумной мастикой за 2 раза.

3. Устройство гидроизоляции в зданиях с подвалом при наличии грунтовых вод.

В этом случае необходимо предусмотреть следующие мероприятия:

• выполнить горизонтальную гидроизоляцию стен на отметке 0,030 для защиты стен и помещений здания от проникновения капиллярной влаги;

• выполнить гидроизоляцию стен и пола подвала.

От проникновения напорных грунтовых вод предлагается два варианта.

Вариант 1 с оклеечной гидроизоляцией показан на *рис. 16.*

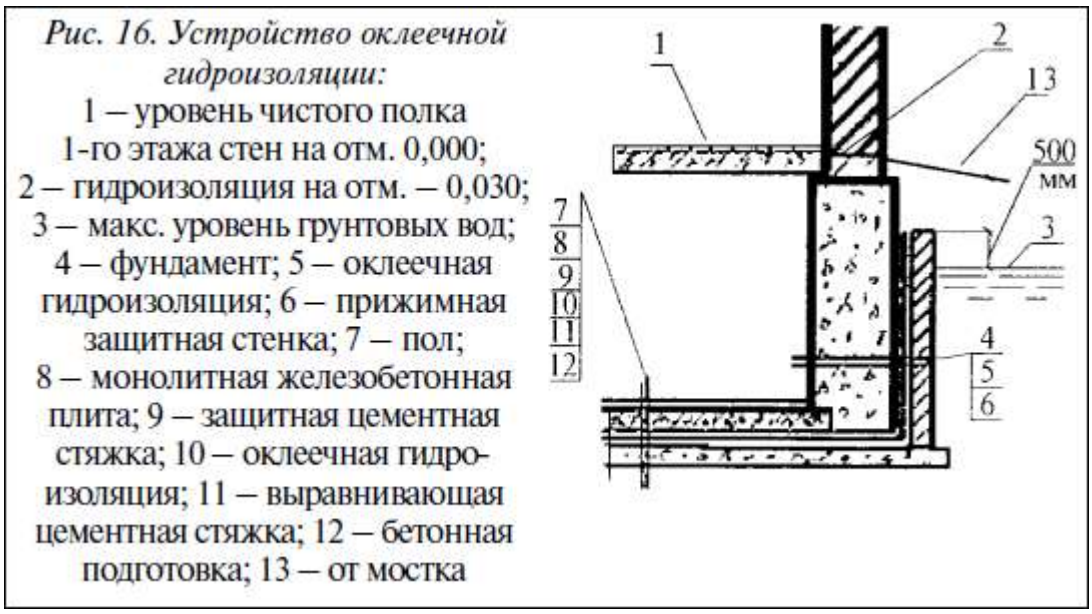


Рис. 16. Устройство оклеечной гидроизоляции: 1 – уровень чистого полка 1-го этажа стен на отм. 0,000; 2 – гидроизоляция на отм. – 0,030; 3 – макс. уровень грунтовых вод; 4 – фундамент; 5 – оклеечная гидроизоляция; 6 – прижимная защитная стенка; 7 – пол; 8 – монолитная железобетонная плита; 9 – защитная цементная стяжка; 10 – оклеечная гидроизоляция; 11 – выравнивающая цементная стяжка; 12 – бетонная подготовка; 13 – от мостка

Выполнить оклеечную гидроизоляцию боковой поверхности фундаментов и пола подвала из двух слоев гидроизола, гидростеклоизола и др. при высоте уровня грунтовых вод от пола подвала до 1,0 м. При более высоком уровне грунтовых вод на каждый метр высоты грунтовых вод необходимо добавлять один слой оклеечной гидроизоляции. На боковую поверхность фундамента оклеечная гидроизоляция наклеивается по выровненной поверхности и защищается от повреждений прижимной стенкой (например, кирпичной толщиной 1/2 кирпича).

В полу подвала оклеечная гидроизоляция укладывается на бетонной подготовке из бетона марки не ниже 100 толщиной 100 мм и выравнивающей стяжке из цементного раствора толщиной 25 мм.

Поверх гидроизоляции укладывается защитная стяжка из цементного раствора толщиной 25 мм для предотвращения повреждения гидроизоляции, далее монолитная железобетонная плита для восприятия нагрузки от напора грунтовых вод и, наконец, конструкции пола.

Вариант 2 (с использованием цемента «Гидро-S») приведен на *рис. 1* 7.

Рис. 17. Устройство гидроизоляции с использованием цемента «Гидро-S»: 1 – уровень чистого пола 1-го этажа на отм. 0,000; 2 – гидроизоляции на отм. -0,030; 3 – макс. уровень грунтовых вод; 4 – пол; 5 – стяжка на базе цемента «Гидро-S»; 6 – монолитная железобетонная плита на базе цемента «Гидро-S»; 7 – бетонная подготовка; 8 – штукатурка на базе цемента «Гидро-S»; 9 – отмостка

В полу подвала уложить бетонную подготовку из бетона марки не ниже 100 толщиной 100 мм. Выше уложить монолитную железобетонную плиту с использованием цемента «Гидро-S». Далее по стенам и полу подвала уложить слой цементного раствора на базе цемента «Гидро-S» толщиной 30 мм. 4. Гидроизоляцию необходимо выводить на 500 мм выше максимального уровня грунтовых вод.

При выполнении оклеечной работы или обмазочной гидроизоляции необходимо выполнить следующие требования:

• перед наклейкой или обмазкой изолируемые поверхности должны быть тщательно

выровнены штукатуркой и огрунтованы разжиженным гидроизоляционным материалом;

• все гидроизоляционные слои обмазочной или оклеечной гидроизоляции должны наноситься со стороны гидростатического давления;

• в оклеечной гидроизоляции необходимо тщательное перекрытие продольных и поперечных стыков.

Для крепления слоев оклеечной гидроизоляции к конструкциям и между собой используется горячий битум.

Приведенные выше примеры устройства гидроизоляции подвала при наличии грунтовых вод выше пола подвала показывают, насколько это трудоемкое и дорогостоящее дело. Поэтому подвал целесообразно устраивать только в том случае, если грунтовые воды залегают на глубине 0,5–1,0 м от пола подвала, в противном случае от устройства подвала лучше отказаться.

Деформация оснований

При строительстве зданий и сооружений деформация оснований, фундаментов и надфундаментных конструкций должна быть в пределах, при которых осуществляется нормальная эксплуатация объектов и отсутствуют недопустимые перемещения (садки, крены, трещины, расстройство соединений и т. д.).

Вертикальные деформации основания подразделяются на:

• осадки – деформации, происходящие в результате уплотнения грунта под воздействием внешних нагрузок и в отдельных случаях собственного веса грунта, не сопровождающиеся коренными изменениями его структуры;

• просадки – деформации, происходящие в результате уплотнения и, как правило, коренного изменения структуры грунта под воздействием как внешних нагрузок и собственного веса грунта, так и дополнительно с ним действующих факторов, таких, как например, замачивание просадочного грунта, оттаивание ледовых прослоек в замершем грунте ит. п.;

• набухание и усадки – деформации, связанные с изменением объема некоторых видов глинистых грунтов при изменении их влажности, температуры (морозное пучение) или воздействий химических веществ;

• оседания – деформации земной поверхности, вызываемые разработкой полезных ископаемых, изменением гидрогеологических условий и т. п.

Деформации основания в зависимости от причин возникновения подразделяются на два основных вида.

1-й вид – деформации грунтов от нагрузок, передаваемых на основание зданием или сооружением (осадки и просадки);

2-й вид – деформации, не связанные с нагрузкой от здания или сооружения и проявляющиеся в виде вертикальных и горизонтальных перемещений поверхности основания (оседания, просадки грунтов от собственного веса, набухания и усадки).

Наиболее опасными для зданий и сооружений являются неравномерные деформации основания.

Основными причинами неравномерных деформаций основания являются следующие:

1. Для деформаций основания 1-го вида:

• изменение снижаемости обычных грунтов I типа по просадочности из-за неоднородности, выклинивания и непараллельности залегания отдельных слоев, наличия линз, прослоек и других включений, неравномерного уплотнения грунтов, в том числе искусственных подушек, и т. д.;

• особенность деформирования основания как сплошной среды, которая проявляется, например, в том, что осадки основания происходят не только в пределах площадки загружения, но и за ее пределами;

• неравномерное увлажнение грунтов, в том числе просадочных, набухающих и

засоленных в пределах деформируемой зоны основания;

• различие величин нагрузок на отдельные фундаменты, их размеров в плане и глубины заложения;

• неравномерное распределение нагрузок на территории в непосредственной близости от сооружения;

• нарушения правил производства строительных работ, приводящие к ухудшению свойств грунтов, ошибки, допущенные при инженерно-геологических изысканиях и проектировании оснований и фундаментов, также нарушение предусмотренных проектом условий эксплуатации здания и сооружения.

2. Для деформации основания 2-го вида:

• замачивание или существенное повышение влажности грунтов на площадках II типа по просадочности;

• подземные горные выработки;

• изменение температурно-влажностного режима некоторых видов грунтов (например, набухающих), изменение гидрогеологических условий площадки;

• влияние динамических воздействий (например, от проходящего по рядом расположенной дороге тяжелого транспорта).

Таким образом, среди перечисленных причин неравномерных деформаций основания, которые необходимо учитывать, имеются не только инженерно-геологические и гидрогеологические факторы, но также конструктивные и технологические особенности строящихся зданий и сооружений, способы производства работ по устройству оснований и фундаментов, особенности эксплуатации зданий и сооружений.

Исходя из изложенного, очень важно, чтобы инженерно-геологические изыскания и расчеты строительной части (фундаменты, стены и т. д.) были выполнены специалистами, имеющими профессиональную подготовку, ведь те большие средства, которые вкладываются в капитальное строительство, могут быть потеряны, если здание или сооружение начнет деформироваться (трещины, осадки и др.) из-за некачественно проведенных изысканий и расчетов (или их отсутствия).

Особенно это касается строительства коттеджей ввиду их большой стоимости.

Проектные решения фундаментов

Мероприятия, направленные на снижение влияния деформаций оснований, можно квалифицировать следующим образом – проектные решения фундаментов; специальная подготовка и уплотнение грунтов основания; предохранение грунтов от изменения строительных свойств, а также конструктивные и строительные.

Если в процессе проектирования оснований и фундаментов зданий и сооружений окажется, что определенные расчетом деформации основания недопустимы или что несущая способность основания недостаточна, должны быть рассмотрены возможность и целесообразность увеличения размеров фундаментов и их глубины заложения либо перехода на иные типы фундаментов, обладающих большей способностью к выравниванию неравномерных деформаций (*например, ленточных фундаментов взамен столбчатых и пр.*) *или применения:*

• мероприятий по уменьшению возможных деформаций основания либо увеличению его несущей способности;

• конструктивных мероприятий, уменьшающих чувствительность зданий и сооружений к повышенным деформациям оснований;

• строительных мероприятий, снижающих влияние деформаций основания на здание или сооружение.

Специальная подготовка основания

Специальная подготовка основания применяется для изменения физико-механических свойств грунтов природного залегания или замены грунтов с неудовлетворительными строительными свойствами на грунты с лучшими прочностными и деформационными характеристиками.

Подготовка основания осуществляется:

• уплотнением части или всего грунта основания с неудовлетворительными строительными свойствами;

• полной или частичной (в плане и по глубине) заменой грунтов основания с неудовлетворительными строительными свойствами путем устройства подушки из песка, гравия, щебня или других аналогичных грунтов;

• устройством насыпей, служащих распределительными подушками под фундаментами зданий и сооружений;

• искусственным закреплением грунтов химическим, электрохимическим, термическим и другими способами.

Уплотнение грунтов основания

Уплотнение грунтов основания выполняется:

• трамбованием тяжелыми трамбовками для ликвидации просадочных свойств в верхней зоне просадочной толщи или дополнительного уплотнения недостаточно плотных, например, насыпных грунтов (поверхностное уплотнение);

• грунтовыми сваями, применяемыми преимущественно для ликвидации просадочных свойств грунтов на большую глубину (глубинное уплотнение до 15 м);

• предварительным замачиванием грунтов основания, применяемым преимущественно для уплотнения просадочных грунтов и ликвидации просадочных или набухающих свойств грунтов;

• постоянным или временным водопонижением;

• поверхностным уплотнением песчаных грунтов с использованием вибрационных машин, виброкатков и др.

Способы предохранения грунтов, связанные с изменением их свойств

Мероприятия, предохраняющие грунты от изменения их строительных свойств в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений, а также от изменения нагрузок, против принятых в проекте включат в себя:

• водозащитные мероприятия, обеспечиваемые соответствующей компоновкой генеральных планов, планировкой территории, устройством отмосток вокруг зданий и сооружений, размещением на безопасных расстояниях водоводов и емкостей для воды, не допускающих утечки, устройством в основании зданий и сооружений маловодопроницаемых экранов из уплотненного грунта, организацией контроля за утечкой воды и других жидкостей и т. п.;

• мероприятия, направленные на сохранение природной структуры и состояния грунтов основания под влиянием атмосферных воздействий и грунтовых вод, динамических воздействий от работы землеройных и транспортных машин и т. д.;

• мероприятия, исключающие возможность изменения (против принятых в проекте) нагрузок на фундаменты вследствие односторонней пригрузки или обнажения фундаментов, перегрузки основания, а также бровок откосов отвалами грунта, строительными материалами, конструкциями и изделиями и т. п.

Конструктивные мероприятия

Конструктивные мероприятия, снижающие чувствительность зданий и сооружений к повышенным деформациям оснований, включают в себя:

• повышение прочности и общей пространственной жесткости зданий и сооружений, достигаемое устройством поэтажных железобетонных или армокаменных поясов, разрезкой зданий и сооружений на отдельные отсеки ограниченной длины, назначением вида и степени армирования конструкций в соответствии с результатами расчета зданий и сооружений на возможные деформации основания, усиленной анкеровкой и замоноличиванием сборных и сборно-монолитных элементов, усилением фундаментно-подвальной части зданий и сооружений с применением монолитных и сборномонолитных ленточных фундаментов, перекрестных лент или плитных фундаментов, устройством подвалов и подполий под всей площадью зданий и сооружений или отдельных отсеков и др.;

• увеличение податливости зданий и сооружений за счет применения гибких или разрезных конструкций, если это позволяют технологические требования; при этом необходимо предусматривать меры по обеспечению устойчивости отдельных элементов конструкций при повышенных деформациях оснований, увеличения площадей опирания отдельных конструктивных элементов (балок, плит перекрытия и т. д.), влаго– и водонепроницаемости стыков между взаимно перемещающимися элементами конструкций;

• устройство приспособлений для выравнивания конструкций зданий и сооружений при повышенных деформациях основания;

• мероприятия, обеспечивающие нормальную работу оборудования при деформациях основания (например, принятие соответствующих габаритов приближения котельного оборудования к строительным конструкциям).

Выбор одной из групп мероприятий или их сочетания производится в зависимости от конструктивных особенностей зданий и сооружений, а также их технологического назначения и условий эксплуатации.

В зависимости от конструктивных особенностей и чувствительности к неравномерным деформациям грунтов основания здания и сооружения подразделяются на:

• жесткие – малочувствительные к неравномерным деформациям грунтов, которые оседают как одно пространственное целое, равномерно или с креном и в которых возникающие дополнительные усилия от неравномерных деформаций полностью воспринимаются конструкцией (например, дымовые трубы, водонапорные башни и т. п.);

• относительно жесткие – чувствительные к неравномерным деформациям грунтов, состоящие из жестко связанных между собой элементов, взаимное смещение которых приводит к значительным дополнительным усилиям в конструкциях (например, жилые дома, хозяйственные постройки и т. п.);

• податливые и гибкие – элементы которых шарнирно связаны между собой и взаимные смещения которых вследствие неравномерных деформаций грунтов оснований не приводят к существенным дополнительным усилиям в конструкциях (например, одноэтажные хозяйственные постройки каркасного типа).

Мероприятия по повышению прочности и общей пространственной жесткости зданий и сооружений включают:

• разрезку зданий и сооружений осадочными швами на отдельные отсеки;

• устройство армированных поясов;

• изменение вида и степени армирования отдельных железобетонных элементов;

• усиление прочности стыков между отдельными элементами конструкций;

• устройство жестких горизонтальных диафрагм из сборных железобетонных элементов;

• усиление фундаментно-подвальной части зданий и сооружений путем применения монолитных или сборно-монолитных фундаментов.

Здания и сооружения в плане проектируются такой конфигурации, при которой обеспечивается возможность их разрезки осадочными швами на отдельные достаточно жесткие и прочные отсеки прямоугольной формы в плане.

Осадочные швы, как правило, должны располагаться в местах резкого изменения высоты

зданий и нагрузок на фундаменты, изменения толщины слоя просадочных грунтов и конструкции фундаментов, у поперечных стен и т. п.

Расстояние между осадочными швами назначается по расчету и ориентировочно принимается равным 20,0–40,0 м.

Конструкция осадочных швов принимается такой, при которой обеспечивается возможность вертикальных и горизонтальных перемещений отдельных отсеков.

В местах устройства осадочных швов обычно делаются парные стены или колонны.

Осадочные швы должны, как правило, разделять смежные отсеки зданий по всей высоте, включая кровлю и в отдельных случаях фундаменты. При одинаковых нагрузках на фундаменты смежные стены допускается ставить на общую фундаментную подушку.

Армированные пояса устраиваются с целью повышения прочности стен и увеличения общей жесткости зданий.

В кирпичных зданиях поэтажные пояса обычно располагаются:

• в одноэтажных домах – над оконными и дверными проемами;

• в многоэтажных домах – под перекрытиями.

Пояса должны быть непрерывными по всем несущим стенам в пределах здания или отсека.

Поскольку замачивание просадочных грунтов и, следовательно, искривление здания могут происходить в любом месте с прогибом и выгибом, то и пояса следует располагать как в верхней, так и в нижней части стен.

Изменение вида и степени армирования отдельных железобетонных элементов осуществляется как путем увеличения диаметра арматуры, ее количества, так и характера армирования. При этом, как правило, должны сохраняться опалубка железобетонных элементов, порядок их монтажа и способ замоноличивания стыков.

Жесткие горизонтальные диафрагмы из сборных железобетонных плит выполняются с целью повышения общей жесткости зданий или их отсеков путем устройства прочных стыков между отдельными плитами перекрытий и покрытий. Стыки выполняются на сварке через закладные детали по углам и через 2,0–3,0 м по длине плит. Стыки между плитами целесообразно соединять с помощью накладок между подъемными петлями плит и анкеровкой их в кладке стен.

Ленточные фундаменты, как правило, должны иметь два армированных пояса, расположенных в нижней и верхней части фундамента.

Строительные мероприятия

Строительные мероприятия, снижающие влияние воздействия деформаций основания на конструкции зданий и сооружений, включают в себя:

• регулирование величины и сроков загружения медленно консолидирующихся грунтов основания;

• возможно более позднее замоноличивание стыков сборных и сборно-монолитных конструкций, не препятствующее своевременному и безопасному их монтажу, для увеличения сроков деформирования основания при пониженной жесткости здания или сооружения и соответствующего уменьшения усилий в конструкциях от неравномерных осадок;

• установление обоснованной последовательности возведения отдельных частей зданий и сооружений, различающихся между собой высотой или нагрузками на грунты основания;

• уменьшение горизонтальных воздействий на конструкции фундаментно-подвальной части зданий и сооружений, возводимых на площадках, подверженных деформациям второго вида путем отрывки компенсационных траншей; уменьшения поверхности контакта конструкций с грунтом; искусственного снижения сил трения грунта о заглубленные части зданий и сооружений (например, путем устройства экрана между боковой поверхностью фундамента и грунтом) ит. д., если это допустимо по несущей способности оснований и условиям морозного пучения грунтов.

Особенности устройства оснований зданий, возводимых на пучинистых грунтах

К пучинистым грунтам относятся мелкие и пылеватые пески, а также глинистые и крупнообломочные грунты с глинистым заполнением, если уровень грунтовых вод расположен на глубине, незначительно превышающей расчетную глубину промерзания этих грунтов.

По классификации пучинистые грунты делятся на:

• сильнопучинистые;

• среднепучинистые;

• слабопучинистые;

• практически непучинистые.

Степень пучинистости грунтов необходимо определить в инженерно-геологических изысканиях, которые надо провести на площадке строительства.

Глубина заложения фундаментов должна исключать возможность промерзания пучинистого грунта под подошвой фундамента, т. е. глубина заложения фундамента должна быть больше расчетной глубины промерзания грунтов.

Глубину заложения фундаментов по условиям морозного мучения можно существенно уменьшить за счет применения:

• теплозащиты грунта (например, керамзитом, пенопластом и пр.);

• водозащитных мероприятий, уменьшающих степень пучинистости грунта;

• замены пучинистого грунта на непучинистый под подошвой фундаментов и по боковой поверхности;

• защиты боковой поверхности фундаментов от смерзания с грунтом путем применения специальных конструктивных мероприятий;

• конструктивных мероприятий, обеспечивающих восприятие неравномерных деформаций основания при замерзании и оттаивании пучинистого грунта без нарушения прочности верхних конструкций и ухудшения эксплуатации зданий и сооружений.

В процессе строительства в зимний период необходимо исключить возможность морозного пучения грунтов под подошвой фундаментов за счет:

• защиты основания от увлажнения поверхностными водами и верховодкой;

• своевременной засыпкой грунтом пазух фундаментов;

• утепления фундаментов теплоизоляционными материалами или грунтом.

Следует отметить, что морозное пучение грунтов является очень серьезной силой, которая может вызвать значительные деформации конструкций зданий и сооружений (появление трещин, обрушение конструкций и др.).

Например, промерзание на каждые 10 см под подошвой фундамента может вызвать нормальное давление морозного пучения к подошве фундамента (снизу вверх) порядка 0,6–1,0 кгс/см2 (меньшее значение от промерзания слабопучинистого грунта и большее – сильнопучинистого).

Укладка фундаментов на промороженный грунт (без его отогрева) не допускается.

Необходимо отметить, что деформации конструкций от морозного пучения грунта особенно неблагоприятны вследствие их знакопеременности и ежегодного повторения.

Водозащитные мероприятия должны предотвратить локальное замачивание грунтов основания атмосферными или производственными водами, для этого необходимо:

• предусмотреть планировку территории, обеспечивающую надежный отток атмосферных вод от здания;

• выполнить организованный отвод вод с кровли здания;

• предусмотреть отмостку такой ширины, чтобы она перекрывала не менее чем на 0,4 м пазухи засыпанных котлованов. Отмостки должны иметь уклон не менее 3°. Вода с отмостки должна отводиться от здания за счет планировки территории;

• вводы и выпуски водонесущих трубопроводов (канализация, водопровод и т. д.) должны обеспечить надежность соединений, исключающих возможность замачивания грунта.

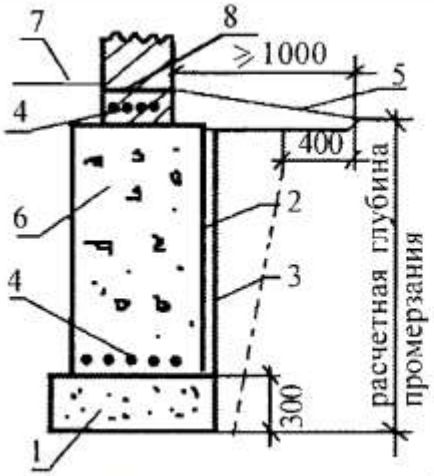


Рис. 18. Защита боковой поверхности фундамента плоским асбестоцементным листом: 1 – песчаная подушка из средне- или крупнозернистого песка; 2 – боковая поверхность; 3 – плоский асбестоцементный лист; 4 – армированный пояс из арматуры ∅ AII (5 шт.); 5 – отмостка; 6 – фундамент; 7 – ур. пола 1-го этажа; 8 – гидроизоляция

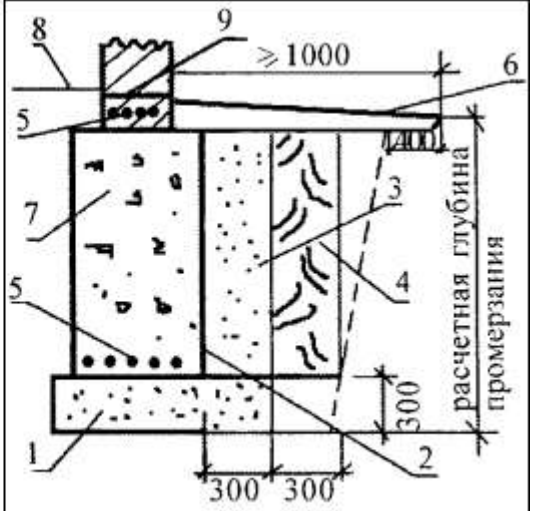


Рис. 19. Защита боковой поверхности фундамента экраном из грунта: 1 – песчаная подушка из средне- или крупнозернистого песка; 2 – боковая поверхность; 3 – средне- или крупнозернистый песок; 4 – экран из уплотненного глинистого грунта; 5 – армированный пояс из арматуры ∅ AII (5 шт.); 6 – отмостка; 7 – фундамент; 8 – ур. пола 1-го этажа; 9 – гидроизоляция

Конструктивные мероприятия, обеспечивающие восприятие неравномерных деформаций основания, включают в себя: • разбивку здания на отдельные отсеки осадочными швами. Отсек должен иметь правильную геометрическую форму в плане и одинаковую высоту;

• устройство непрерывных армированных поясов на уровне низа фундаментов и покрытий. Пояса должны быть высотой не менее 15 см и перекрывать полностью наружные и внутренние стены. Армирование поясов выполнить из арматуры 5 х216; All (5 шт.), укладываемых без перерыва с нахлестом не менее 300 мм.

Ниже приведены примеры устройства антипучинистых мероприятий для фундаментов, возводимых в грунтах, обладающих свойствами морозного пучения (грунтовые воды в расчетной зоне отсутствуют).

Пример 1. Устроить песчаную подушку из средне– или крупнозернистого песка; окрасить боковую поверхность горячим битумом 2 раза; установить плоский асбестоцементный лист для предотвращения бокового смерзания фундамента с грунтом; устроить армированные пояса из арматуры х216; 10 AII (5 шт.); выполнить отмостку шириной, перекрывающей не менее чем на 400 мм пазухи котлована, но не менее – 1000 мм.

Пример 2 . Устроить песчаную подушку из средне– или крупнозернистого песка; окрасить боковую поверхность горячим битумом 2 раза; засыпать пазухи средне– или крупнозернистым песком; устроить экран из уплотненного глинистого грунта; устроить армированные пояса из арматуры х216; AII (5 шт.); выполнить отмостку шириной, перекрывающей не менее чем на 400 мм пазухи котлована, но не менее – 1000 мм.

MySamostroy.ru – все о строительстве и ремонте!

Пример 3. Для одноэтажных деревянных зданий и сооружений можно предложить упрощенный вариант устройства фундаментов.

Устроить песчаную подушку из средне– или крупнозернистого песка; окрасить боковую поверхность горячим битумом *2* раза; сделать армированные пояса из арматуры х216; AII (5 шт.) и выполнить отмостку шириной 700 мм.

Отмостка выполняется по периметру наружных стен и имеет состав:

• подстилающий слой – щебень толщиной 100 мм по уплотненному основанию;

• покрытие – бетон В17,5, толщиной 100 мм, армированный сеткой. Через 3 м по длине необходимо устроить деформационные швы путем установки на ребро доски толщиной 20–25 мм.

Вместо бетона в качестве покрытия можно уложить асфальтобетон толщиной 70 мм.

Устройство основания здания, возводимого на просадочных грунтах

К просадочным грунтам относятся лёссы и лёссовидные грунты, которые дают просадку при их замачивании под воздействием внешней нагрузки или собственного веса.

Грунтовые условия строительных площадок, сложенных присадочными грунтами, в зависимости от величины проявления просадки грунтов при замачивании от собственного веса подразделяются на два типа:

• I тип по просадочности, когда просадка грунта происходит в основном в пределах деформируемой зоны основания от нагрузки фундаментов, а просадка от собственного веса грунта практически отсутствует или не превышает 5 см;

• II тип по просадочности, когда просадка грунта от его собственного веса происходит преимущественно в нижней части просадочной толщи, а при наличии внешней нагрузки (например, от фундаментов) помимо этого и в верхней части просадочной толщи в пределах деформируемой зоны. При этом просадка от собственного веса грунта превышает 5 см.

Тип грунтовых условий по просадочности устанавливается при проведении инженерно-геологических изысканий по результатам лабораторных исследований.

В основаниях, сложенных просадочными грунтами, нужно учитывать возможность замачивания и повышения влажности этих грунтов вследствие:

• местного замачивания грунта основания, приводящего к просадке его на ограниченной территории в пределах части или реже всей просадочной толщи;

• интенсивного замачивания грунта оснований сверху с промачиванием всей просадочной толщи на площади значительных размеров и полным проявлением просадки грунта как от нагрузки, передаваемой фундаментами, так и от собственного веса грунта;

• подъема уровня грунтовых вод, вызывающего просадку нижних слоев грунта основания под воздействием собственного веса вышележащих слоев или суммарной нагрузки от фундаментов здания или сооружения и собственного веса грунта;

• медленного повышения влажности просадочного грунта основания, вызываемого нарушением природных условий испарения грунтовой влаги вследствие застройки и асфальтирования территории и постепенного накопления влаги при инфильтрации в грунт поверхностных вод.

При возможности замачивания просадочных грунтов должны предусматриваться мероприятия, исключающие вредное влияние возможных просадок на эксплуатационную пригодность зданий и сооружений:

1. Устранение просадочных свойств грунтов путем их уплотнения или закрепления, которое достигается:

а) в пределах деформируемой зоны или ее части – уплотнением тяжелыми трамбовками, устройством грунтовых подушек, вытрамбовыванием котлованов;

б) в пределах всей просадочной толщи – глубинным уплотнением грунтовыми сваями, предварительным замачиванием нижних слоев просадочных грунтов.

2. Прорезка фундаментами просадочной толщи грунта, которая осуществляется одним из следующих способов:

а) устройством свайных фундаментов из забивных, набивных, буронабивных и тому подобных свай;

б) заглублением фундаментов.

3. Комплекс мероприятий, включающий частичное устранение просадочных свойств грунтов, конструктивные и водозащитные мероприятия.

Комплекс таких мероприятий осуществляется, как правило, на площадках со II типом грунтовых условий по просадочности. На площадках с I типом грунтовых условий по просадочности водозащитные и конструктивные мероприятия должны предусматриваться только в тех случаях, когда по каким-либо причинам не могут быть устранены просадочные свойства грунтов в пределах деформируемой зоны или применена прорезка ее глубокими фундаментами.

Устройство грунтовых подушек

Устройство грунтовых подушек (*рис. 21*) под фундаментами состоит в замене просадочного грунта в пределах всей или части деформируемой зоны уплотненным местным глинистым грунтом.

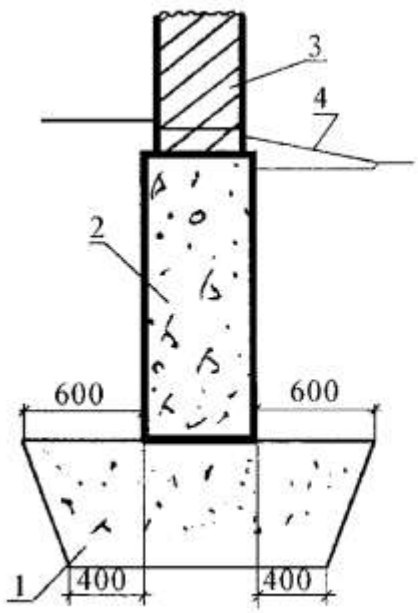


Рис. 21. Устройство грунтовой подушки под фундаментом здания до двух этажей:
1 – грунтовая подушка; 2 – фундамент; 3 – стена; 4 – отмостка

Грунтовые подушки применяются, как правило, в тех случаях, когда не может быть применено уплотнение тяжелыми трамбовками, а именно: • при степени влажности просадочных грунтов в основании фундаментов G > 0,7;

• необходимости получения в основании фундаментов уплотненного слоя толщиной более 3,03,5 м;

• отсутствии механизмов для уплотнения тяжелыми трамбовками;

• наличии рядом с площадкой строительства существующих зданий, сооружений и инженерных коммуникаций на расстоянии не менее 10,0–15,0 м.

• необходимая толщина грунтовой подушки определяется, как правило, из условия полного устранения просадочных свойств грунтов в пределах деформируемой зоны.

Для малоэтажных зданий (до двух этажей) грунтовую подушку можно принимать, как правило, толщиной 50 см.

Размеры грунтовых подушек под фундаментами зависят от размеров фундаментов, их

конфигурации и т. д.

Ширина грунтовых подушек поверху в этих случаях должна быть не менее чем на 0,6 м больше ширины фундамента, а понизу не менее чем на 0,4 м.

При необходимости создания сплошного маловодопроницаемого экрана грунтовые подушки устраиваются в пределах всего здания или сооружения. Размеры грунтовых подушек в этом случае назначаются исходя из условия отвода аварийных вод за пределы деформируемой зоны в основании фундаментов и должны выступать в стороны от наружной грани фундаментов на ширину не менее 1,0 м.

Выбор грунта для устройства грунтовых подушек производится в основном в зависимости от местных грунтовых условий и целевого назначения применения подушек.

При возведении грунтовых подушек с целью создания сплошного маловодопроницаемого экрана необходимо применять лессовидные глины и суглинки, так как в этом случае достигается наибольшая их водонепроницаемость.

Дренирующие материалы (песок, шлак и др.) для устройства грунтовых подушек допускается применять только на площадках с I типом грунтовых условий по просадочности.

Грунтовые подушки должны устраиваться из однородных грунтов оптимальной влажности. Уплотнение грунта в грунтовых подушках производится трамбованием или укаткой.

При устройстве грунтовых подушек с целью ликвидации просадочных свойств основания под фундаментами плотность грунта (объемный вес скелета) должна быть не менее 1,6 тс/м3 и не менее величины, при которой просадка грунта исключается, а при устройстве подушек с целью создания сплошного водонепроницаемого экрана – не менее 1,7 тс/м3.

Устройство фундаментов в вытрамбованных котлованах

Особенность метода возведения столбчатых фундаментов в вытрамбованных котлованах (*рис. 22*) состоит в том, что котлованы под отдельные фундаменты не отрываются, а вытрамбовываются на необходимую глубину трамбовкой весом 1,7–7,0 т, падающей с высоты 6,0–8,0 м по направляющей штанге. После этого в вытрамбованный котлован заливается монолитный бетон (без опалубки) или устанавливается сборный фундамент, имеющий форму и размеры котлована.

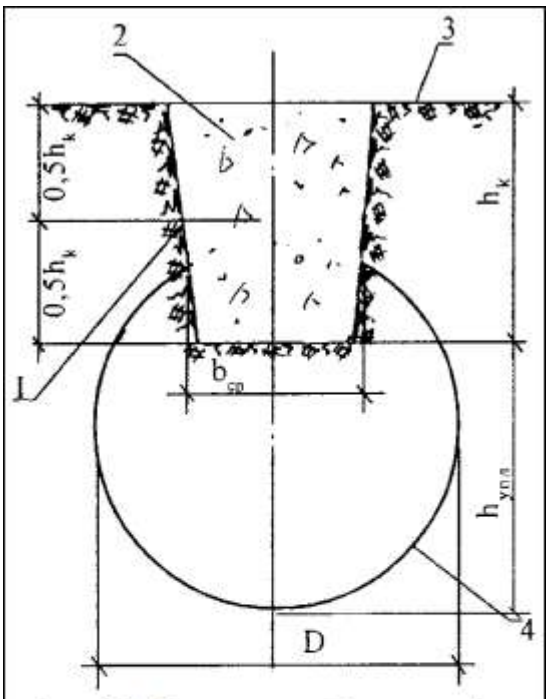


Рис. 22. Схема столбчатого фундамента в вытрамбованном котловане:
1 – вытрамбованный котлован; 2 – фундамент; 3 – отметка планировки; 4 – граница уплотненной зоны

Вытрамбовывание котлованов выполняется тяжелыми трамбовками, с помощью которых образуется котлован заданной формы и глубины, с уплотненным грунтом под котлованом и его наклонными стенками. *Фундаменты в вытрамбованных котлованах применяются на площадках с I типом грунтовых условий по просадочности при:*

• наличии рядом с площадкой строительства существующих зданий, сооружений и инженерных коммуникаций на расстоянии не менее 10,0–15,0 м;

• малоэтажном (до двух этажей) строительстве;

• степени влажности грунта G x8804; 0,7 и плотности скелета грунта x947;ск < 1,6 тс/м3.

Отметки планировки котлованов под здания и сооружения для вытрамбовывания отдельных котлованов под столбчатые фундаменты принимаются исходя из необходимости срезки насыпного и растительного слоя грунта, содержащего органических включений более 5 %.

Столбчатые фундаменты в вытрамбованных котлованах выполняются, как правило, монолитными.

Размеры и глубина вытрамбованных котлованов назначаются в соответствии с размерами и глубиной заложения фундаментов, определяемых расчетом.

hk – глубина котлована;

bср – среднее значение ширины котлована;

hупл – 1,5bср,

где hупл – толщина уплотненной зоны в основании фундамента в вытрамбованном котловане;

D = 2bср,

где D – ширина уплотненной зоны.

Минимальное расстояние в осях между вытрамбованными котлованами должна быть не менее 2bср.

Уплотнение оснований грунтовыми сваями

Глубинное уплотнение просадочных грунтов грунтовыми сваями осуществляется путем устройства скважин с созданием вокруг них уплотненных зон и последующим заполнением скважин грунтом с уплотнением.

Глубинное уплотнение просадочных грунтов грунтовыми сваями выполняется с целью:

• устранения просадочных свойств грунтов в пределах просадочной толщи;

• создания в основании зданий и сооружений сплошного маловодопроницаемого экрана из уплотненного грунта;

• устройства противофильтрационных завес из уплотненного грунта.

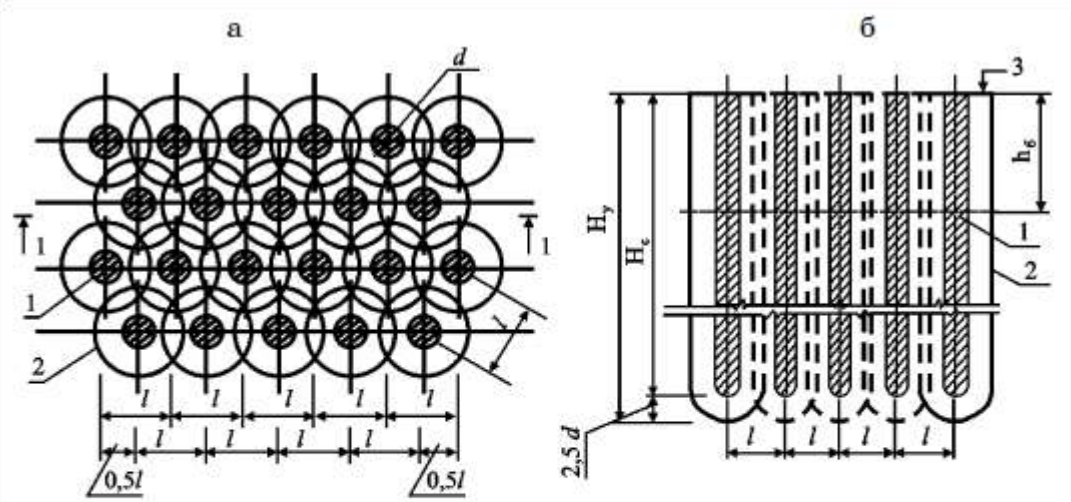


Рис. 23. Схема расположения грунтовых свай:
а – план; б – разрез 1–1: 1 – расстояние между осями свай;
d – диаметр грунтовых свай; $h_б$ – толщина буфетного слоя;
$H_с$ – глубина грунтовой сваи; $H_у$ – глубина зоны уплотнения;
1 – грунтовые сваи; 2 – уплотненные зоны вокруг грунтовых свай;
3 – отметка планировки котлована

Уплотнение грунтовыми сваями целесообразно применять при влажности просадочных грунтов, близкой к оптимальной, и степени влажности не более G x8804; 0,75, отсутствии слоев и прослоек плотных грунтов, песков, маловлажных супесей, линз переувлажненных грунтов со степенью влажности более G > 0,75, а также верховодки, при толщине просадочного слоя грунта от 10 до 24 м. Параметры глубинного уплотнения просадочных грунтов грунтовыми сваями (количество, шаг, размеры свай и т. п.) должны назначаться из условия достижения требуемой плотности грунтов основания, при которой полностью устраняется просадка грунта от его собственного веса и от нагрузки, передаваемой фундаментами, а размеры уплотняемой площадки в плане – исходя из условия обеспечения несущей способности уплотненного массива и подстилающего его грунта при возможной просадке окружающего грунта природной структуры.

Диаметры скважин для грунтовых свай принимаются равными:

• при пробивке станками ударно-канатного бурения d = 0,5 м;

• при использовании энергии взрыва d = 0,4 м.

Скважины располагаются на расстоянии «l» (в осях), при котором уплотненные зоны смыкаются, образуя массив уплотненного грунта толщиной, превышающей на 2,5d глубину проходки скважин.

За счет частичного выпирания грунта верхняя часть уплотненного массива, называемого буферным слоем «hб», разуплотняется, поэтому перед закладкой фундаментов этот слой снимается или доуплотняется. Доуплотнение буферного слоя осуществляется тяжелыми трамбовками на глубину не менее 1,5 м.

Толщина буферного слоя принимается равной hб = Кб х215; d, где Кб – коэффициент пропорциональности, принимаемый равным по опытным данным:

• для супесей Кб = 4;

• для суглинков Кб = 5;

• для глин Кб = 6.

Уплотнение грунтовыми сваями выполняется в котлованах размерами на 3,0 м большими в каждую сторону размеров уплотняемой площади. Отметка дна котлованов назначается с учетом последующей частичной срезки буферного слоя из расчета, чтобы оставшаяся толщина его не превышала 1,5 м. Частичная срезка буферного слоя производится с недобором на 20 см до отметки заложения фундаментов.

Площадь уплотняемого основания должна превышать площадь подошвы фундамента за счет полосы, выступающей за его пределы по периметру, на величину, равную:

• *при I типе* грунтовых условий по просадочности – 0,2b, но не менее 0,8 м, а для отдельно стоящих сооружений с высоким расположением центра тяжести (дымовые трубы, водонапорные башни и т. п.) – не менее 0,3b (где b – меньшая сторона прямоугольного или диаметр круглого фундамента);

• *при II типе* грунтовых условий по просадочности – не менее 0,2 Нпр (где Нпр – просадочная толща грунта).

Ширина уплотнения целых площадок принимается:

• *при I типе* грунтовых условий по просадочности – 0,2Ну (где Ну – глубина уплотнения);

• *при II типе* грунтовых условий по просадочности – не менее 0,5Нпр.

Грунтовые сваи в уплотняемом основании следует размещать в шахматном порядке – по вершинам равностороннего треугольника (*рис. 24*).

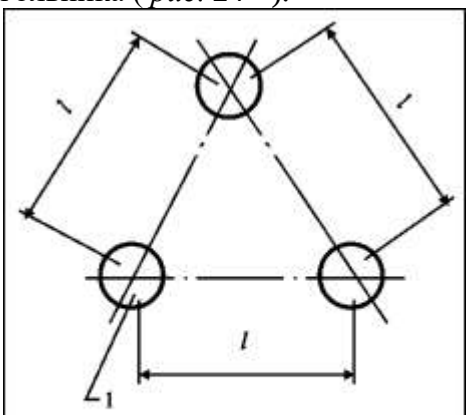


Рис. 24. Схема разбивки грунтовых свай:
1 — грунтовые сваи

Независимо от полученного по расчету числа грунтовых свай число рядов их по длине и ширине фундамента должно быть не менее трех. Первый ряд грунтовых свай располагается от границы уплотняемой площадки основания на расстоянии, равном 0,5l (где l – расстояние между осями грунтовых свай, определенное расчетом). Во всех случаях число грунтовых свай непосредственно под фундаментами колонн здания или сооружения должно быть не менее восьми.

При уплотнении просадочных грунтов грунтовыми сваями средняя плотность грунта в уплотненном массиве, соответствующая объемному весу скелета грунта, должна составлять:

• на площадках с I типом грунтовых условий по просадочности – 1,65 тс/м3;

• на площадках со II типом грунтовых условий по просадочности в пределах верхнего слоя на глубину Ну/2—1,65 тс/м3, нижнего на глубину Ну/2—1,7 тс/м3.

При применении грунтовых свай в целях устройства противофильтрационной завесы средний объемный вес скелета грунта должен быть не менее 1,75 тс/м3.

Уплотнение грунтовыми сваями осуществляется:

• на площадках с I типом грунтовых условий по просадочности – в пределах всей глубины деформируемой зоны Идеф, а при Идеф > Нпр – в пределах всей величины просадочной толщи (Нпр);

• на площадках со II типом грунтовых условий по просадочности – на всю величину просадочной толщи (Нпр).

Отметка низа грунтовых свай принимается на 2,5d (где d – диаметр грунтовой сваи) выше глубины уплотнения.

Уплотнение оснований предварительным замачиванием

Уплотнение просадочных грунтов предварительным замачиванием происходит под действием их собственного веса в результате снижения прочности грунтов при их увлажнении.

В процессе предварительного замачивания уплотняются нижние слои грунтовой толщи, начиная с глубины, на которой давление от собственного веса грунта превышает начальное просадочное давление. Верхние слои грунта вследствие недостаточной нагрузки на них остаются в недоуплотненном состоянии, и, таким образом, предварительное замачивание обеспечивает перевод толщи лёссовидных грунтов из I в II тип грунтовых условий по просадочности.

Предварительное замачивание грунтов основания должно предусматриваться для уплотнения (устранения просадочных свойств) только нижних слоев грунта в пределах зоны просадки грунта от собственного веса. Размеры уплотняемой площади и методы замачивания назначаются с таким расчетом, чтобы в пределах застраиваемой площади просадка грунта от собственного веса была полностью устранена.

Для устранения просадки грунтов в деформируемой зоне от нагрузки, передаваемой фундаментами, предварительное замачивание в необходимых случаях должно дополняться:

• уплотнением грунта тяжелыми трамбовками:

• устройством грунтовых подушек;

• прорезкой верхнего слоя грунта глубокими фундаментами, в том числе свайными.

Замачивание просадочных грунтов осуществляется в котлованах, отрываемых за счет снятия растительного слоя на глубину 0,4–0,1 м. При толщине растительного слоя менее 0,4 м, котлован обваловывается местным суглинком с уплотнением. Высота обвалования назначается из условия, чтобы поверхность воды в котловане была на уровне не менее 0,3–0,4 м от дна котлована. Для удобства производства работ большие котлованы разбиваются с помощью перемычек на отдельные карты длиной 50–100 м и шириной 40–50 м.

Замачивание продолжают до полного промачивания всей толщи просадочных грунтов и условной стабилизации просадок от собственного веса грунта, на что требуется обычно около 1–3 месяцев. Для ускорения фильтрации воды в грунт в отдельных случаях на дне котлована отсыпается дренирующий слой песка толщиной 6–8 см.

Область применения метода уплотнения просадочных грунтов предварительным замачиванием определяется инженерно-геологическими особенностями участка строительства, расположением их по отношению к существующим зданиям и сооружениям, конструктивной особенностью строящихся зданий и сооружений, возможной величиной просадки грунта от собственного веса, наличием воды для замачивания, сроком подготовки оснований и т. п.

В зависимости от конструкции строящихся зданий и сооружений уплотнение просадочных грунтов методом предварительного замачивания рекомендуется применять для сравнительно нетяжелых зданий (этажностью до двух этажей), когда имеется возможность доуплотнить грунт в пределах большей части деформируемой зоны от нагрузки фундаментов

тяжелыми трамбовками, грунтовыми подушками, устройством глубоких фундаментов.

Способы экономии средств и материалов при возведении фундаментов

В малоэтажном индивидуальном жилищном строительстве используются, как правило, ленточные фундаменты – сборные и монолитные.

Ленточные фундаменты из сборных бетонных блоков нашли широкое применение в предыдущие годы при массовом жилищно-гражданском строительстве, когда основным приоритетом было ускорение сроков строительства за счет массового применения готовых элементов заводского изготовления. При этом, то положение, что ленточные фундаменты из сборных бетонных блоков дороже, чем монолитные в расчет не принималось, из-за того, что возведение ленточных монолитных фундаментов требует большего времени, что удлинило бы сроки строительства. А главным в те годы был фактор времени, все остальное было подчинено главному – сокращению сроков строительства.

Рассмотрим преимущества и недостатки устройства ленточных фундаментов из сборных бетонных блоков (*вариант 1*) и ленточных монолитных фундаментов (*вариант 2*).

Вариант 1. При устройстве ленточных фундаментов из сборных бетонных блоков производственный цикл состоит из следующих этапов:

• изготовление блоков на заводе или полигоне;

• погрузка их на автотранспорт;

• доставка блоков автомашинами на строительную площадку;

• выгрузка их из автомашины автокраном, который в этом время должен находиться на строительной площадке;

• устройство ленточного фундамента из сборных бетонных блоков (монтаж автокраном) в подготовленном котловане (траншее).

Вариант 2. При устройстве ленточных монолитных фундаментов производственный цикл состоит из следующих этапов:

• устройство траншеи точно по ширине фундамента;

• заливка в траншею бетона марки 100 (без устройства опалубки). Бетон, как правило, готовится в бетономешалке непосредственно на стройплощадке.

Сравнение этих двух вариантов устройства фундаментов показывает:

Для устройства фундаментов в малоэтажном строительстве наиболее оптимальным (с точки зрения экономии средств и материалов) является вариант *2* (ленточные монолитные фундаменты).