

КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА АРХИТЕКТУРЫ, ДИЗАЙНА И СТРОИТЕЛЬСТВА

М 54

Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Механика грунтов, основания и фундаменты» / Сост. Б.С. Ордобаев, А.А. Эгембердиева. – Бишкек: Изд-во КРСУ. – 38 с.

Рассмотрена последовательность проектирования оснований и фундаментов, вкратце описаны теоретические предпосылки их расчета. Предназначены для студентов специальностей ПГС, ГТС.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проекту по дисциплине «Механика грунтов, основания и фундаменты»

Составители:

канд. техн. наук, доц. *Б.С. Ордобаев, А.А. Эгембердиева*

Печатается по решению
кафедры «Строительство» и РИСО КРСУ

Издательство Кыргызско-Российского
Славянского университета

Бишкек 2007

© КРСУ, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
РАЗДЕЛ I. Оценка инженерно-геологических условий строительной площадки при проектировании оснований	7
РАЗДЕЛ II. Сбор нагрузок	14
РАЗДЕЛ III. Фундамент мелкого заложения.....	15
РАЗДЕЛ IV. Расчет фундамента по II предельному состоянию.....	25
РАЗДЕЛ V. Конструктивные мероприятия	32

ВВЕДЕНИЕ

Важным этапом в изучении любой дисциплины является закрепление полученных теоретических знаний путем использования их для решения конкретных практических задач. Этой цели и служит работа над курсовым проектом по дисциплине «Механика грунтов, основания и фундаменты», во время которой студент должен научиться пользоваться справочной литературой по указанной дисциплине (а это крайне важно при современном потоке информации) и получить навыки проектирования фундаментов и оснований зданий и сооружений. Кроме этого необходимо на конкретных примерах разобрать вопрос о применимости различных решений к определенным условиям и о выявлении наиболее рационального решения для данной конкретной задачи.

Общие принципы проектирования оснований и фундаментов

При расчете оснований и фундаментов необходимо помнить о том, что они входят в единую систему основание–фундамент–сооружение. Взаимное влияние элементов этой системы очевидно. Инженерно-геологические условия строительной площадки и конструктивные особенности сооружения влияют на выбор типа и конструкции фундамента.

Закономерность распределения давления под подошвой фундамента зависит от соотношения жесткостей фундамента и основания, формы фундамента в плане. Деформационные свойства грунтов основания оказывают определенное влияние на распределение усилий в конструктивных элементах сооружения.

Однако одновременный учет системы основание–фундамент–сооружение связан с определенными трудностями, которые обусловлены взаимной зависимостью обобщенных параметров элементов системы: например, жесткость сооружения зависит от деформируемости основания – сильно деформируемое основание предполагает конструкцию, приспособленную к неравномерным значительным осадкам; в свою очередь распределение осадок обусловлено жесткостью сооружения. Не зная величин осадок, мы не можем соответствующим образом распределить жесткость между различными конструктивными элементами со-

оружения; не зная жесткости сооружения, мы не можем определить осадки системы как единого целого.

Фундаменты проектируют исходя из нагрузки, передаваемой надземными конструкциями в основном (за исключением гибких фундаментов) без непосредственного учета совместной работы элементов системы основание–фундамент–сооружение.

В расчете основание – один из элементов системы – представляется расчетной механической моделью, которая, опуская несущественное, неосновное, отражает основные механические свойства составляющих его грунтов.

Не останавливаясь на рассмотрении особенностей расчетной модели, отметим, что методика выявления напряженного деформированного состояния оснований, предлагаемая СНиП П-15-74, основана на модели линейно-деформированной среды (л.д.с.).

При этом в качестве расчетных механических характеристик грунта используются:

1. Модуль общей деформации E .
2. Коэффициент поперечной деформации μ .

Эта модель учитывает общие, как упругие так и остаточные деформации основания. Сущность расчета л.д.с. заключается в следующем: зависимость осадки S от нагрузки P только при средних напряжениях под подошвой фундамента $P_{cp} \leq R$ принимается линейной, что дает возможность использовать формулы теории упругости и определять применения, где R – расчетное давление под подошвой фундамента, вызывающее зоны сдвигов под углом подошвы фундамента высотой $\frac{1}{4} b$ (где b – меньший размер фундамента).

Отметим, что при подборе площади подошвы фундамента при введении дополнительного упрощения согласно СНиП 2-02-83, СНиП П-15-74, давление под его подошвой допускается распределенным по линейному закону (эпюра прямоугольна при центральном загрузении и трапециевидна при внецентренном), тогда как в действительности форма эпюры контактных давлений зависит от рода грунтов, размеров фундамента в плане и имеет криволинейный характер [1].

Состав и объем проекта

Проект состоит из расчетно-пояснительной записки и 1 листа чертежей.

В расчетно-пояснительной записке должны быть освещены следующие вопросы:

Раздел 1. Оценка инженерно-геологических условий строительной площадки.

- 1.1. Определение наименования грунтов основания.
- 1.2. Привязка здания к строительной площадке.
- 1.3. Построение геологического разреза.
- 1.4. Определение отметки спланированной поверхности и вертикальная привязка здания.
- 1.5. Оценка инженерно-геологических условий строительной площадки.

Раздел 2. Сбор нагрузок.

Раздел 3. Расчет основания и сооружения

- а) Фундаменты мелкого заложения.
 - 3.1. Выбор глубины заложения фундамента.
 - 3.2. Определение размеров подошвы фундамента.
- б) Свайные фундаменты.
 - 3.3. Выбор глубины заложения ростверка.
 - 3.4. Выбор типа свай и определение несущей способности свай.
 - 3.5. Определение количества свай и их размещение в плане.
- в) Выбор типа и конструкции фундамента (на основе экономического сравнения).

Раздел 4. Расчет фундаментов по второму предельному состоянию.

- 4.1. Определение осадки фундамента методом послойного суммирования.
- 4.2. Определение осадки методом эквивалентного слоя (методом Цытовича).

Раздел 5. Определение затухания осадки во времени.

- 5.1. Определение расчетного случая.
- 5.2. Построение графика затухания осадки во времени.

Раздел 6. Конструктивные мероприятия.

- 6.4. Гидроизоляция.
- 6.5. Осадочные швы.
- 6.3. Железобетонные пояса.
- 6.4. Армирование сборных фундаментов сетками и выбор марки раствора для кладки фундаментов.

В заключение необходимо указать список использованной литературы и привести оглавление.

Лист должен содержать: генеральный план М 1:1000; план типового этажа М 1:500; разрез 1:500, геологический разрез горизонт 1:500;

М вертикальный 1:100; план фундаментов М 1:100; монтажную схему - М гор. 1:100; четыре сечения по фундаментам М 1:20.

Оформление курсового проекта

Расчетно-пояснительная записка должна быть оформлена аккуратно. Весь материал должен быть изложен в соответствующих разделах и пунктах.

Особое внимание необходимо обратить на компоновку листа. Чертежи должны быть выполнены в карандаше с учетом всех требований строительного черчения.

В конце каждого раздела необходимо дать вывод.

Раздел I. ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОСНОВАНИЙ

Одним из основных факторов, определяющих тип и размеры фундамента, являются инженерно-геологические условия строительной площадки. Правильность и экономичность принятого решения (конструкции фундамента), а также долговечность сооружения во многом зависят от точности определения физико-механических характеристик, мощности и вида грунтов основания.

Получение данных о грунтовых условиях строительства производится в процессе инженерно-геологических, топографо-геодезических и гидрогеологических изысканий.

В задании на курсовое проектирование приводятся некоторые документы указанных изысканий, необходимые для выполнения проекта, на основании чего определяют наименование грунта.

1.1. Определение наименования грунтов основания

Согласно СНиП П-15-74 полное наименование грунта устанавливается на основании физических характеристик грунта, которые делятся на исходные и производные.

Исходные характеристики определяются в лабораторных или полевых условиях (в задании приводятся). К ним относятся следующие:

- а) гранулометрический состав грунта;
- б) удельный вес, γ [г/см³] [т/м³];
- в) объемный вес, γ_0 [г/см³] [т/м³];

- г) весовая влажность, W_0 [%];
- д) граница раскатывания, W_p [%];
- е) граница текучести, W_L [%];
- ж) сведения о наличии других примесей в грунте.

К производным физическим характеристикам относятся:

а) коэффициент пористости в естественном состоянии e – отношение объема пор к объему скелета образца, или пористость – e – отношение объема пор к объему образца:

$$e = \frac{V_{nop}}{V_{ск}} = \frac{0,01W_0 + 1}{\gamma_0} - 1; n = \frac{V_{nop}}{V_{ск} + V_{nop}}; n = \frac{e}{1 + e};$$

б) степень влажности G (коэффициент водонасыщенности грунта, J_e) – отношение природной влажности грунта к его полной влажности $W_{н.в.}$, соответствующей полному заполнению грунта водой, где γ_w – удельный вес воды;

в) число пластичности J_p [%] $J_e = 0,01 (W_L - W_p)$;

г) коэффициент консистенции $J_L = (W_0 - W_p) : (W_L - W_p)$;

д) коэффициент пористости на границе текучести $e_L = W_L \cdot \gamma_w : \gamma_s$;

е) коэффициент Π , характеризующий просадочные свойства грунта $\Pi = (e_L - e) / (1 + e)$;

ж) коэффициент неоднородности $U = d_{60} : d_{10}$, где d_{60} – диаметр частиц, меньше которого в исследуемом грунте содержится 60% (по весу) частиц; d_{10} – диаметр частиц, меньше которого в исследуемом грунте содержится 10 % (по весу) частиц;

В курсовом проекте необходимо определить величины e , G , J_p , J_L , Π , U – для грунтов трех-четырех слоев основания, причем e , G , J_p определяются для грунтов всех слоев J_L (кроме сложенных скальными и породами, указанными в задании); Π – только для глинистых грунтов ($J_L \geq 0,01$); U – для песчаных ($J_L = 0$), гравелистых, крупных и средней крупности.

Полученные результаты заносятся в табл. 1.

Таблица 1

№ слоя	e	G	J_p	Вид грунта	J_L	Π	U
1	2	3	4	5	6	7	8

Определение полного наименования грунтов производится согласно СНиП П-15-74. Различаются следующие основные виды грунтов оснований: скальные, полускальные, крупнообломочные, песчаные и глинистые.

В задании на курсовое проектирование преобладают данные, отвечающие песчаным и глинистым грунтам. Поэтому на установлении наименования этих грунтов следует остановиться более подробно.

Полное наименование песчаного и глинистого грунта состоит из трех частей: вид грунта, состояние грунта, дополнительные сведения о грунте. В табл. 2 указаны физические характеристики, которые используются для определения полного наименования песчаного или глинистого грунта.

Таблица 2

№ пп	Грунт	Характеристика грунта	Состояние грунта	Дополнительные сведения о грунте
1	Песчаный	Гранулометрический состав	e, G	К, сведения о содержании растительных остатков
2	Глинистый	Показатель пластичности	J_L	П, сведения о содержании растительных остатков

Наименование грунта по виду и по состоянию следует установить, пользуясь данными п. 2.4 таблиц 2, 4, 5, 6, 7, 10 СНиП П-15-74. Если растительные остатки (р.о.) содержатся в песчаных грунтах более 3% , но менее 10% (по весу), присваивается дополнительно наименование – с примесью растительных остатков. Если в глинистых грунтах растительных остатков от 5 до 10%, то грунт называется «с примесью 5% < Q р.о. ≤ 10%».

При содержании р.о. от 10 до 60% грунты считаются заторфованными; при содержании р.о. более 60% грунты именуется торфами. Глинистые грунты – связанные грунты с числом пластичности $J_p \geq 0,01$.

К просадочным грунтам относятся глинистые с $G < 0,8$ и показателем I_L , не превышающим значение табл. 6 СНиП 2-02-83.

Причем, если $W_0 > W_L$ и $e > 1$, то супеси и суглинки называются илами.

По результатам перечисленных выше определений должно быть установлено полное наименование грунта.

Например: 1 слой сложен песками средней крупности, средней плотности маловлажными неоднородными; 2 слой сложен глинами полутвердыми и т.д.

1.2. Привязка здания к строительной площадке

При привязке здания к строительной площадке определяющими факторами являются: а) рельеф (здание располагается таким образом, чтобы объем земляных работ был наименьшим); б) напластование грунтов (рекомендуется посадить здание по возможности на однородные и плотные грунты); в) уровень грунтовых вод (здание следует располагать таким образом, чтобы грунтовые воды находились как можно глубже от подошвы фундамента); г) требования санитарных норм по ориентации зданий по сторонам света; отметим также, что здание не рекомендуется располагать над скважиной.

1.3. Построение геологического разреза

Привязав здание к строительной площадке, на генеральном плане намечают направление геологического разреза. Его следует выбирать так, чтобы разрез на возможно большем протяжении пересекал контур здания.

При построении геологического разреза следует принимать различные масштабы: горизонтальный М 1:500, вертикальный М 1:100.

Разрез на чертеже строится развернутым на вертикальную плоскость.

На разрезе показываются слои основания, спланированная поверхность, контуры подземной части здания (после определения глубины заложения фундаментов). Пример построения геологического разреза показан на рис. 1.

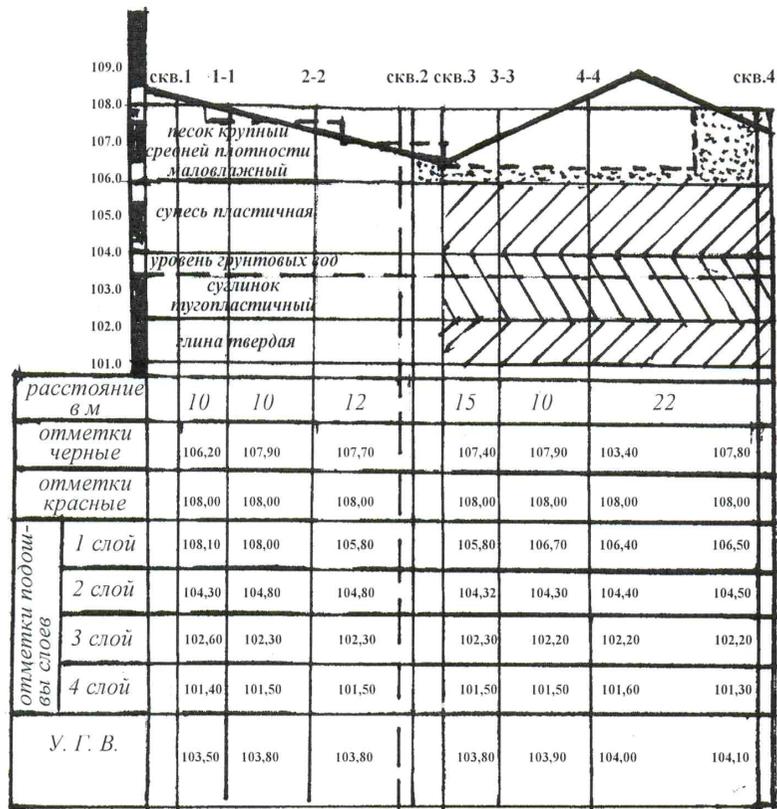


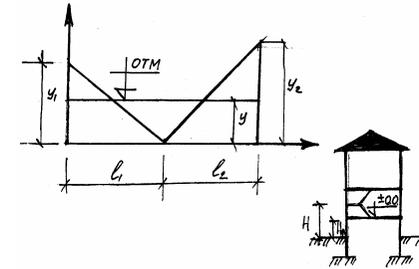
Рис. 1. Пример геологического разреза.

1.4. Определение отметки спланированной поверхности

Вертикальная привязка здания

Отметка спланированной поверхности назначается так, чтобы объем грунта выемки был примерно равен объему грунта насыпи (с учетом коэффициента остаточного разрыхления).

Цель вертикальной привязки здания – поставить в соответствие какой-либо абсолютной отметке какую-либо относительную отметку здания (обычно отметку +0,00, см. рис. 2), например:



$$Y = \frac{1}{2(l_1 + l_2)} (Y_1 l_1 + Y_2 l_2)$$

$$H_1 = h_{\text{овери}} + 0,3[\text{м}]$$

$$h_{\text{овери}} = 2\text{ м}; H_1 = 2,3\text{ м}; x = 2,3 - \frac{h_{\text{этажа}}}{2} [\text{м}]$$

Рис. 2. Примеры вертикальной привязки здания.

Определив x , находим абсолютную отметку 2, соответствующую относительной отметке + 0,00 – отм. 2.

В следующих разделах используются только относительные отметки.

1.5. Оценка инженерно-геологических условий строительной площадки

Опираясь на предыдущие пункты раздела I, можно дать заключение о возможности возведения сооружения (здания) в данных инженерно-геологических условиях.

При анализе геологического разреза следует обратить внимание на напластование грунтов. Различают согласное и несогласное залегание слоев. Первое предполагает отклонение границ смежных слоев от горизонтали не более чем на 1–2 градуса. Различают четыре схемы геологических разрезов (рис. 3).

К надежным относятся грунты со сравнительно высокими значениями механических характеристик, при которых подошва фундаментов рассматриваемого сооружения не требует больших выносов за габариты несущей конструкции. К механическим характеристикам относятся: а) угол внутреннего трения (γ); б) удельное сцепление (C); в) модуль общей деформации E или коэффициент сжимаемости a или относительной коэффициент сжимаемости a_0 .

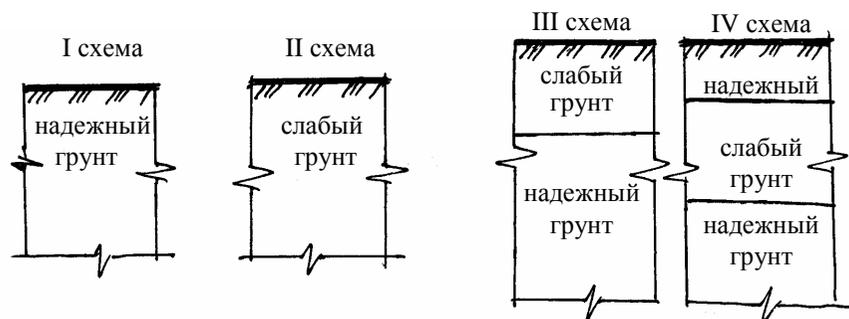


Рис. 3. Схемы геологических разрезов.

Отметим, что хотя по составу и состоянию грунты основания различны, считают основания сложными из однородных грунтов, если их прочностные и деформационные показатели сопоставимы. Причем, если качество подстилающих слоев грунтов одинаковое или лучше, по сравнению с показателями вышележащих, которые в свою очередь являются надежным грунтом, то основания в целом называются надежными. А в случае уменьшения прочности и увеличения деформируемости грунтов по глубине, по сравнению с прочностью и деформируемостью вышележащих слоев, основания считаются слабыми.

К заведомо слабым можно отнести следующие грунты:

а) скальные выветрившиеся или водорастворимые; б) песчаные рыхлые; в) глинистые текучей консистенции ($J_L > 1$) или с $l > 0,7$ для супесей), $l > 1$ (для суглинков), $l > 1,1$ (для глины); г) песчаные и глинистые заторфованные и торфы, д) насыпные и искусственно-намытые; е) просадочные и набухающие, глинистые грунты.

Для приближенной оценки несущей способности грунтов оснований в курсовом проекте определяется условное давление R_0 по табл. 1, 2 Приложения 4 СНиП П-15-74.

В конце настоящего пункта необходимо дать заключение, в котором указывается номер схемы основания, R_0 для грунта каждого слоя, возможность использования грунтов в качестве естественного основания. Пример – схема №1. Грунты основания можно использовать в качестве естественного основания $R_{01} = 2,5 \text{ кг/см}^2$; $R_{02} = 3 \text{ кг/см}^2$ и т.д.

Раздел II. СБОР НАГРУЗОК

Нагрузки на фундамент собираются на уровне спланированной поверхности земли (отм. 1).

Учитывая то, что согласно учебному плану прежде был выполнен курсовой проект по железобетонным и металлическим конструкциям, при выполнении которого производились сборки нагрузок на несущие элементы, подробно останавливаться на методике их сбора не будем. Следует только отметить, что сбор нагрузок на фундамент под стену и под колонну для подвальной и бесподвальной части производится отдельно.

На рис. 4 показаны грузовые площади стены и колонны.

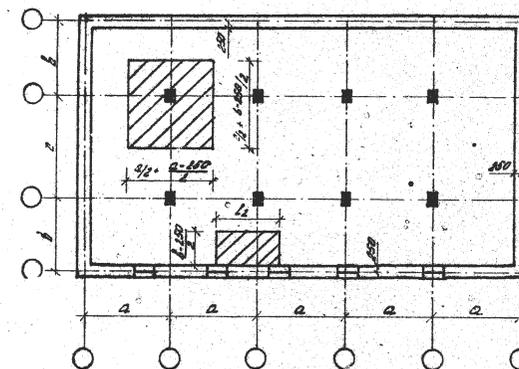


Рис. 4. Определение грузовых площадей фундаментов: 1-я для колонны, 2-я для стены – расстояние между осями смежных оконных проемов.

Расчет основания сооружения

Правильный расчет основания предполагает выбор таких основных размеров фундамента, которые соответствуют нагрузке от сооружения и грунта основания; при наименьших затратах труда, материалов и стоимости обеспечивают долговечность и надежность условий эксплуатации сооружения.

Расчеты основания осуществляются:

По первому предельному состоянию (по несущей способности), когда: на основание передаются регулярно действующие горизонтальные нагрузки; основания ограничены нисходящими откосами; фундаменты работают на выдергивание; основания сложены скальными грунтами.

По второму предельному состоянию (по деформациям) – для всех сооружений, кроме указанных в табл. 15 СНиП 2-02-83, если основание сложено нескальными породами.

Расчет фундамента – второго элемента системы основание–фундамент–сооружение – выполняется по первому предельному состоянию. В курсовом проекте требуется определить основные размеры фундамента (глубина заложения, размеры подошвы фундамента мелкого заложения; марка свай, глубина заложения и размеры подошвы ростверка свайного фундамента и т.п.) из условия работы грунта основания, предполагая при этом прочность тела фундамента достаточной и методику расчета сечений, известную из соответствующих курсов.

Раздел III. ФУНДАМЕНТ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

3.1. Выбор глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента h – расстояние от спланированной поверхности (отм. 1) до подошвы фундамента – зависит:

1. От расчетной глубины промерзания грунтов в зимний период и уровня грунтовых вод.

Причем при строительстве промышленных и гражданских зданий и сооружений, при наличии скальных, крупнообломочных грунтов, а также песков гравелистых, крупных и средней крупности глубина заложения h зависит от глубины промерзания и от положения верхнего горизонта грунтовых вод. Для остальных видов грунтов глубина заложения фундамента зависит от расчетной глубины промерзания (H) и от УГВ в период промерзания грунтов.

$$H = H^* m_t,$$

где m_t – коэффициент влияния теплового режима на промерзание грунтов (см. табл. 14) СНиП П-15-74; H^* – нормативная глубина промерзания – определяется по п. 3.31 СНиПа П-15-74 в зависимости от района строительства.

При известном значении H , характере напластования грунтов и уровне грунтовых вод основания глубина заложения фундамента h назначается в соответствии с положениями СНиП П-15-74 (табл. 15).

Глубину заложения фундаментов под внутренние стены, колонны можно назначить независимо от расчетной глубины промерзания грунтов, если в период строительства грунты основания предохранены от промерзания.

2. От особенностей сооружения.

На глубину заложения фундамента h влияет наличие в здании подвалов, подземных коммуникаций.

В настоящем курсовом проекте необходимо предусмотреть подвал под половиной здания. Следовательно, глубина заложения фундаментов в подвальной и бесподвальной части здания в общем случае будет различной. Переход от глубины заложения ленточных фундаментов в подвальной части здания к глубине заложения ленточных фундаментов в бесподвальной части здания осуществляется уступами.

Отношение высоты уступа к его ширине должно быть 1:2 для мягких грунтов, 1:1 – для плотных грунтов.

Изменение глубины заложения столбчатых фундаментов должно соответствовать следующему соотношению:

$$tga = h_y : l_y \leq 1:2 \text{ (рис. 5)}$$

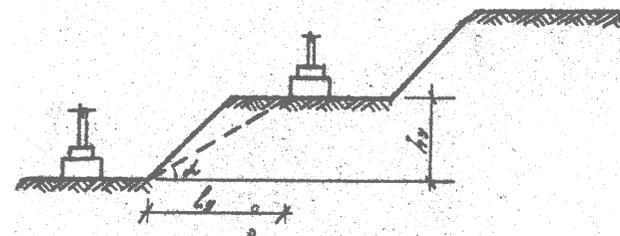


Рис. 5.

3. От материала фундамента.

Глубина заложения гибких фундаментов от материала не зависит, гибкие фундаменты выполняются, как правило, из железобетона. Глубина заложения жестких фундаментов – каменных, бутобетонных, бетонных – зависит от материала. В настоящем курсовом проекте используются только железобетонные фундаменты (как сборные, так и монолитные) мелкого заложения, или свайные.

4. По конструктивным соображениям для обеспечения наименьшего заземления тела фундамента в грунте требуется назначать $\min h = 0,5$ м, причем $h = 0,5$ м в случае, если h не зависит от других факторов.

3.2. Определение размеров подошвы фундамента

Размеры подошвы фундаментов определяются по формулам:

$$b = \frac{P_{cm}}{R - \gamma_{II} h} \quad (\text{для стен}); \quad b = \sqrt{\frac{P_H}{R - \gamma_{II} h_0}} \quad (\text{для колонн}).$$

Расчетное давление на основание определяется по формуле:

$$R = \frac{m_1 m_2}{k_H} (Ab\gamma_{II} + Bh\gamma_{II}' + Dc_{II} - \gamma_{II}' h_0).$$

Обозначения приводятся в п. 3.50 СНиП П-15-74.

Отметим, что расчет необходимо выполнять методом последовательных приближений, так как $b = f(R)$, а $R = f(b)$.

Учитывая п. 3.49 СНиП П-15-74, необходимо обеспечить условие $P_{cp} \leq R$, где P_{cp} – среднее давление под подошвой фундамента (фактическое).

$$\text{Для стены } P_{cp} = \frac{P_{cm} + Q_1}{b};$$

$$\text{для колонны } P_{cp} = \frac{P_k + Q_2}{b^2},$$

где Q_1 и Q_2 – вес грунта на обрезах фундамента и вес тела фундамента; P_{cm} и P_k – нагрузка на 1 м длины стены и колонны.

СВАЙНЫЙ ФУНДАМЕНТ

3.3. Выбор глубины заложения ростверков

Глубина заложения ростверка h_p назначается так же, как для фундаментов мелкого заложения.

При наличии песчаных непучинистых грунтов $h_p = 100+150$ мм назначается согласно рис. 6.

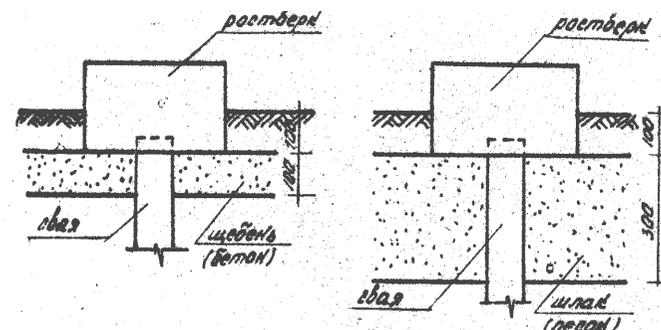


Рис. 6.

3.4. Выбор типа свай. Определение несущей способности свай

Применение свайных фундаментов возможно при наличии схем основания II-IV. Свайный фундамент состоит из свай и ростверка.

Номенклатура железобетонных свай приводится в табл. 3.

При проектировании необходимо, используя указанную таблицу, выбрать марку сваи и определить глубину её забивки.

Глубина забивки сваи h_c – расстояние от уровня, соответствующего нижнему концу сваи, до спланированной поверхности земли (зависит от глубины залегания надежных грунтов).

Определив глубину забивки сваи h_c , определяют требуемую длину сваи $L_{св} = h_c - h_p + 300$ мм. $L_{св}$ округляется в большую сторону до величины $L_{св}$, соответствующей номенклатуре железобетонных свай.

При выборе глубины забивки сваи h_c рекомендуется придерживаться следующих основных положений: насыпные грунты, торфы и заторфованные грунты, илы, глинистые грунты при $J_L > 0,75$; рыхлые пески должны быть прорезаны сваями, которые должны быть заглублены, как правило, в более плотные грунты; если в качестве несущего слоя для сваи может быть использован слой, сложенный скальными, плотными крупнообломочными и некоторыми другими грунтами, то сваи могут считаться стойкими; свая-стойка передает нагрузку только своим нижним концом.

Для свай-стоек решающее значение имеет расчет по прочности материала, а для висячих – расчет по сопротивлению грунта. Рассмотрим висячие сваи как основной тип свай, встречающихся в курсовом проекте.

Расчет висячих свай по материалу, как правило, не требуется. Несущая способность висячих свай по грунту определяется по формуле:

$$\Phi = m(m_R RF + U \sum m_f f_i l_i),$$

где для забивных свай: m – коэффициент условий работы $m=1$, R – расчетное сопротивление грунта основания в плоскости острия свай т/м^2 , принимаемое по табл. 4; f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта по боковой поверхности свай, принимаемое по табл. 5; F – площадь поперечного сечения свай, м^2 ; U – периметр поперечного сечения свай, м; m_R – коэффициент условий работы грунта соответственно под нижним концом и боковой поверхностью свай; l_i – мощность i -го слоя разбивки (по длине свай).

Сумма $\sum f_i l_i$ подсчитывается по форме табл. 6.

Таблица 6

№ слоя	№ слоя разбивки	l_i	l_i'	f_i''	$f_i'' l_i$

3.5. Определение количества свай и их размещение в плане

При определении количества свай используются расчетные нагрузки. Расчет производится в следующей последовательности:

а) определяется количество свай по формуле $n = N_\phi / \Phi$, где N_ϕ – расчетная нагрузка; Φ – несущая способность свай; б) n округляется в большую сторону до величины $n^{\text{факт}}$; в) назначают размещение свай в плане; сваи размещаются на расстоянии $(3+6d)$ друг от друга (здесь d – диаметр свай) как в виде ряда, так и в шахматном порядке. При размещении свай необходимо учитывать, что количество свай, полученное при расчете фундаментов под стены, приходится на 1 пог. м длины.

Таблица 3

Марка свай	Длина свай, м	Сечение, см	Марка бетона	Вес, т	Арматура
1	2	3	4	5	6
СУ 3-20	3	20×20	200	0,31	4 12
СУ 3-25		25×25	200	0,48	
СУ 3-50		30×30	200	0,72	

Продолжение таблицы 3

Марка свай	Длина свай, м	Сечение, см	Марка бетона	Вес, т	Арматура
СУ 3,5-20	3,5	20×20	200	0,36	4 12
СУ 3,5-25		25×25	200	0,56	
СУ 3,5-30		30×30	200	0,83	
СУ 4-20	4	20×20	200	0,41	4 12
СУ 4-25		25×25	200	0,65	
СУ 4-30		30×30	200	0,94	
СУ 4,5-20	4,5	20×20	200	0,46	4 12
СУ 4,5-25		25×25	200	0,72	
СУ 4,5-30		30×30	200	1,05	
СУ 5-20	5	20×20	200	0,51	4 12
СУ 5-25		25×25	200	0,80	
СУ 5-30		30×30	200	1,16	
СУ 5,5-20	5,5	20×20	200	0,56	4 12
СУ 5,5-25		25×25	200	0,88	
СУ 5,5-30		30×30	200	1,28	
СУ 6-20	6	20×20	200	0,61	4 12
СУ 6-25		25×25	200	0,95	
СУ 6-30		30×30	200	1,39	
С 7-20	7	20×20	200	0,71	4 12
С 7-25		25×25	200	0,71	
С 7-30		30×30	200	1,62	
С 8-25	8	25×25	300	1,27	4 12
СУ 8-30		30×30	300	1,84	
СУ 8-35		35×35	300	2,50	
С 9-30	9	30×30	300	2,06	4 12
С 9-35		35×35	300	2,80	
С 10-30	10	30×30	300	2,29	4 12
С 10-35		35×35	300	3,12	
С 11-30	11	30×30	300	2,5	4 16
С 11-35		35×35	300	3,42	
С 12-30	12	30×30	300	2,74	4 16
С 12-35		35×35	300	3,71	
С 13-35	13	35×35	300	4,03	8 16
С 13-40		40×40	300	5,28	
С 14-35	14	35×35	300	4,34	8 16
С 14-40		40×40	300	5,62	
С 15-35	15	35×35	300	4,64	8 16
С 15-40		40×40	300	6,05	
С 16-35	16	35×35	300	4,95	8 16
С 16-40		40×40	300	6,45	

Таблица 4

Глубина	Расчетные сопротивления под нижним концом забивных свай и свай-оболочек, не заполняемых бетоном, R тс/с ³						
	песчаных грунтов средней плотности						
	гравелистых	крупных	-	средней крупности	мелких	пылеватых	-
	глинистых грунтов при показателе консистенции J_L , равной						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	750	$\frac{660}{400}$	300	$\frac{310}{200}$	$\frac{200}{120}$	110	60
4	830	$\frac{680}{510}$	380	$\frac{320}{250}$	$\frac{210}{160}$	125	70
5	880	$\frac{700}{620}$	400	$\frac{340}{280}$	$\frac{220}{200}$	130	80
7	970	$\frac{730}{690}$	430	$\frac{370}{330}$	$\frac{240}{220}$	140	85
10	1050	$\frac{770}{730}$	500	$\frac{400}{350}$	$\frac{260}{240}$	150	90
15	1170	$\frac{820}{750}$	560	$\frac{440}{400}$	290	165	100
20	1260	850	620	$\frac{480}{450}$	320	180	110
25	1340	900	680	520	350	195	120
30	1420	950	740	560	380	210	130
35	1500	1000	800	600	410	225	140

Примечания:

1. В случаях, когда в табл. 4 значения R указаны дробью, числитель относится к пескам, а знаменатель – к глинам.

2. В табл. 4, 5 глубину погружения нижнего конца сваи или свай-оболочки и среднюю глубину расположения слоя грунта при планировке территории срезкой, подсыпкой, намывом до 3 м следует принимать от уровня природного рельефа, а при срезке, подсыпке, намыве – до 10 м от условной отметки, расположенной соответственно на 3 м выше уровня срезки или на 3 м ниже уровня подсыпки.

3. Для промежуточных глубин погружения свай и свай-оболочек и промежуточных значений консистенции J_v , глинистых грунтов значения R и f определяются интерполяцией соответственно по табл. 4, 5.

4. Значениями расчетных сопротивлений R по табл. 4 допускается пользоваться при условии, если заглубление свай и свай-оболочек в не-

размываемый и неразрезаемый грунт составляет не менее: для мостов и гидротехнических сооружений – 4,0 м; для зданий и прочных сооружений – 3,0 м.

Таблица 5

Средняя глубина расположения слоя грунта, м	Расчетные сопротивления на боковой поверхности свай-оболочек, f тс/с ³									
	песчаных грунтов средней плотности									
	крупных и средней крупности	мелких	пылеватых							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
1	3,5	2,3	1,5	1,2	0,8	0,4	0,4	0,3	0,2	
2	4,2	3,0	2,0	1,7	1,2	0,7	0,5	0,4	0,4	
3	4,8	3,5	2,5	2,0	1,4	0,8	0,7	0,6	0,5	
4	5,3	3,8	2,7	2,2	1,6	0,9	0,8	0,7	0,5	
5	5,6	4,0	2,9	2,4	1,7	1,0	0,8	0,7	0,6	
6	5,8	4,2	3,1	2,5	1,8	1,0	0,8	0,7	0,6	
7	6,2	4,4	3,3	2,6	1,9	1,0	0,8	0,7	0,6	
10	6,5	4,6	3,4	2,7	1,9	1,0	0,8	0,7	0,6	
15	7,2	5,1	3,8	2,8	2,0	1,1	0,8	0,7	0,6	
20	7,9	5,6	4,1	3,0	2,0	1,2	0,8	0,7	0,6	
25	8,6	6,1	4,4	3,2	2,0	1,2	0,8	0,7	0,6	
30	9,3	6,6	4,7	3,4	2,1	1,2	0,9	0,8	0,7	
35	10,0	7,0	5,0	3,6	2,2	1,3	0,9	0,8	0,7	

Примечания:

1. При определении расчетного сопротивления грунта на боковой поверхности свай и свай-оболочек f по табл. 5 надлежит обязательно учитывать требования, изложенные в примечаниях 2 и 3 к табл. 4.

2. При определении по табл. 5 расчетных сопротивлений грунтов на боковой поверхности свай и свай-оболочек f пласты грунтов следует расчленять на однородные слои толщиной не более 2 м.

3. Величины расчетного сопротивления плотных песчаных грунтов на боковой поверхности свай и свай-оболочек f следует увеличивать на 30% против значений, приведенных в табл. 5.

г) определяются фактические размеры подошвы ростверка (рис. 7). Ширина подошвы ростверка фундамента под стену:

$$b_p^{\text{ФАКТ}} = (n' - 1) d_1 + d + 100 \text{ мм}$$

где n' – количество рядов свай в поперечном направлении.

Ширина подошвы квадратного ростверка под колонну:

$$b_p^{\text{факт}} = (\sqrt{n^{\text{факт}}} - 1)d_1 + d + 100 \text{ мм},$$

д) определяют фактическую нагрузку на сваю.

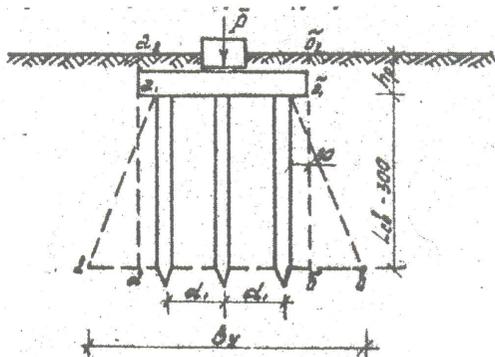


Рис. 7.

Фактическая нагрузка на сваю фундамента под стену в бесподвальной части здания:

$$N^{\text{факт}} = \frac{\overline{N_{ст}^{\delta}} + 1,1b_p^{\text{факт}}h_p\gamma_{cp}}{n_c^{\text{факт}}}.$$

Фактическая нагрузка на сваю фундамента под колонну в бесподвальной части здания:

$$N^{\text{факт}} = \frac{\overline{N_{К}^{\delta}} + 1,1(b_p^{\text{факт}})^2h_p\gamma_{cp}}{n_c^{\text{факт}}}.$$

Фактическая нагрузка на сваю фундамента под колонну в подвальной части здания:

$$N^{\text{факт}} = \frac{\overline{N_{К}^{\Pi}} + 1,1(b_p^{\text{факт}})^2h_p\gamma_{cp}(n)}{n_c^{\text{факт}}},$$

где $\overline{N_{ст}^{\delta}}, \overline{N_{К}^{\delta}}, \overline{N_{К}^{\Pi}}$ – соответственно расчетная нагрузка на уровне подошвы стены, колонны бесподвальной и подвальной части здания;

е) проверить условие $\Phi = N_{\text{факт}}$. Величины Φ и $N_{\text{факт}}$ не должны отличаться более чем на 10%.

При выполнении условия (е) проверяется выполнение условия 1-го предельного состояния для свайного фундамента по формуле:

$$N \leq R_H F_{\text{роств}} + U_{\text{роств}} \sum_{i=1}^n f_i^n l_i,$$

где P_{cp} – среднее давление под подошвой условного фундамента aa_2b_2b (рис. 7); R_H – расчетное давление под подошвой условного фундамента по п. 3.5 СНиПа П-15-74; N – нормативная нагрузка на уровне концов свай, включающая также вес свайно-грунтового массива.

Выбор типа и конструкции фундамента

От правильного выбора типа фундамента зависит экономичность решения, условия эксплуатации и долговечность сооружения.

Выбор типа фундамента производится с учетом:

а) характера инженерно-геологических условий строительной площадки. При расположении грунтов основания в виде схемы I возможно применение фундаментов мелкого заложения, а также коротких свай. Схеме II соответствуют свайные фундаменты или искусственное основание. Схема III предполагает устройство фундаментов мелкого заложения, прорезающих всю толщину слабых грунтов (при малой мощности толщ слабых грунтов), устройство свайных фундаментов или искусственного основания (при значительной мощности толщи слабых грунтов).

Варианты решений при наличии схемы IV аналогичны рассмотренным выше для схемы III и зависят от соотношения мощностей отдельных прослоек грунтов:

б) оптимальности технико-экономических показателей (ТЭП) фундаментов при возможности устройства в данных инженерно-геологических условиях фундаментов различных типов (табл. 7).

Конструкция фундамента принимается в зависимости от:

а) конструктивных особенностей сооружения. Например, под стены устраиваются ленточные фундаменты, под колонны – столбчатые. Иногда (в особых случаях) под колонны устраиваются ленточные фундаменты;

б) назначения сооружения и характера воспринимаемых нагрузок. Например, в случае устройства фундаментов, воспринимающих динамические нагрузки, рекомендуется применять симметричные массивные фундаменты;

в) технико-экономических показателей варианта по конструкции (табл. 7).

Таблица 7

Сравнения рекомендуемых типов и конструкций фундаментов

Тип и конструкция фундамента	Расход материала	Объем земляных работ	Стоимость фундамента	
			на 1 пог. м длины или 1 м ² площади несущей конструкции	

Раздел IV. РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТА ПО II ПРЕДЕЛЬНОМУ СОСТОЯНИЮ

В процессе возведения или эксплуатации сооружения вследствие недопустимых деформаций или местных повреждений основания часто возникает такое состояние сооружения, при котором оно теряет несущую способность или перестает удовлетворять своему назначению.

Расчет оснований промышленно-гражданских сооружений по II предельному состоянию – расчет по деформациям – сводится к выполнению условия $S \leq S_{np}$ и определяется по табл. 18 (СНиП П-15-74).

S определяется одним из методов, разработанных в механике грунтов.

Следует различать абсолютную и среднюю осадку сооружения или конструкции. Абсолютная осадка $S_{абс}$ характеризуется полной величиной осадки какой-либо точки подошвы сооружения или отдельных фундаментов.

Относительная осадка $S_{отн}$ вычисляется по величинам абсолютных осадок $S_{iабс}$ нескольких фундаментов (не менее 3-х).

$$S_{отн} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{абс} F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

Необходимые данные для определения S фундамента:

- 1) глубина заложения и размеры подошвы фундамента (ростверка);
- 2) сведения о грунтах и их напластования (сечения I+III и геологический разрез);
- 3) среднее давление под подошвой фундамента P_{cp} ;
- 4) данные компрессионных испытаний грунтов.

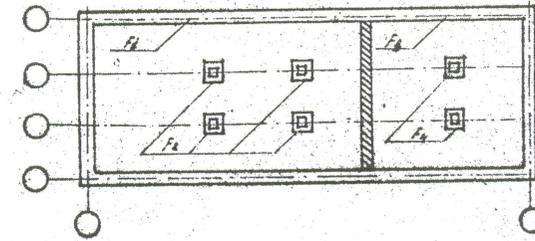


Рис. 8.

4.1. Определение осадки методом послойного суммирования (методом СНиП)

Согласно СНиПу П-15-74 осадка определяется методом послойного суммирования, основные предпосылки которого следующие:

1) принимается, что осадка происходит за счет дополнительного давления $P_0 = P_{cp} - P_{np}^{I-I}$;

2) выполняется условие $P_{cp} \leq R$;

3) осадка происходит за счет деформации грунта в пределах некоторой толщи ограниченной мощности, расположенной под подошвой фундамента. Этот слой называется сжимаемой толщиной. Нижняя граница сжимаемой толщи соответствует уровню, на котором выполняется условие $P_z \geq 0,2P_{cp}$;

4) осадка происходит только за счет осевых напряжений P_z ;

5) боковое расширение грунта отсутствует, следовательно, при определении осадки фундамента можно пользоваться решением задачи об уплотнении грунтов под действием сплошной равномерно распределенной нагрузки. Значит,

$$S_{абс} = \sum_{i=1}^n p_i h_i a_{0i}$$

Последовательность определения осадки отдельного фундамента:

- 1) показать сечение (I+III) с указанием мощности и значения объемных весов, показателей деформационных свойств слоев, УГВ;
- 2) толщу основания ниже подошвы фундамента разбить на элементарные слои мощностью $h_i \leq 0,2b$;
- 3) определить m_i и n для каждого элементарного слоя $m_i = 2Z_i/b$; $n = a/b$, где Z_i – расстояние от подошвы фундамента до подошвы элементарного слоя, $a > b$ – размеры подошвы фундамента;

4) по табл. 3 Приложения 3 СНиП П-15-74 определяется коэффициент для каждого элементарного слоя;

5) построить эпюру P_{np} слева от оси, проходящей через ц.т. подошвы фундамента от спланированной поверхности, где n – количество слоев основания до нижних концов свай; γ_{oi}^H – нормативный объемный вес грунта i -го слоя основания.

Для всех грунтов (кроме водоупоров), залегающих ниже уровня грунтовых вод, γ_{oi}^H определяется с учетом взвешивающего действия воды:

$$\gamma_{oi\text{взв}}^H = \frac{\gamma_{ui}^H - 1}{1 + l_i} \quad \text{или} \quad \gamma_{oi\text{взв}}^H = \gamma_{oi} - \gamma_w$$

где γ_{ui}^H – нормативный удельный вес грунта i -ого слоя основания; l_i – коэффициент пористости грунта i -го слоя основания; γ_{oi}^H – объемный вес грунта i -го слоя основания, определенный в естественном состоянии с заполнением всех пор водой;

б) определить значение дополнительного напряжения по выражению:

$$P_0 = P_{cp} - \sum_{i=1}^n \gamma_{oi}^H h_i,$$

где n – количество слоев основания до подошвы фундамента;

7) построить эпюру осевого сжимающего напряжения P_{oc} по элементарным слоям справа от оси фундамента (см. рис. 8).

Величина φ_{ncp} , которую необходимо знать для определения ширины подошвы b_H условного фундамента в случае свайных фундаментов, находится по формуле:

$$\varphi_{ncp} = \sum_{i=1}^k \varphi_{ni} l_i / l.$$

Здесь k – количество слоев основания, которые прорежет свая; l – глубина погружения свай в грунт; φ_{ni} – угол внутреннего трения грунта i -го слоя основания; l_i – мощность i -го слоя основания.

Размеры подошвы условного фундамента:

ширина: $b_y = (n_1 - 1)d_1 + d + 2l_{cp} \operatorname{tg}(\varphi_{cp}/4)$;

длина: $a_y = (n_1 - 1)d_2 + d + 2l_{cp} \operatorname{tg}(\varphi_{cp}/4)$,

а в случае фундамента под стены $a_y = 1$ м.

При определении среднего давления под подошвой условного фундамента P_{cp} используются нормативные нагрузки (см. рис. 9б):

$$N_H = V_{ABCD}\gamma_{cp} + V_{св.ф}(\gamma_{ф} - \gamma_{cp}) + N_{ф},$$

где V_{ABCD} – объем условного массива; $V_{св.ф}$ – объем свайного фундамента; $\gamma_{ф}$, γ_{cp} – средний объемный вес грунта и фундамента;

8) справа от оси построить эпюру $0,2 P_{cp}$ и определить мощность сжимаемой толщи $H_{сжмт}$ (см. рис. 9);

9) найти a_{oi} – коэффициент относительной сжимаемости грунта по данным компрессионных испытаний.

Значения показателей деформируемости грунтов (a_i ; a_{oi} ; E_i) определяют по формулам:

$$e_i = (e_{i1} - e_{i2})/P_{i1}; \quad a_{oi} = a_i/(1 + c_{i1}); \quad E_i = \beta/a_{oi},$$

где e_{i1} и e_{i2} – коэффициенты пористости, соответствующие природному и сжимаемому давлениям, возникающим на уровне середины i -го слоя.

Средние ординаты эпюр природного и дополнительного давления i -го элементарного слоя определяются по формулам:

$$P_{npi} = (P_{npi} + P_{np(i-1)})/2 \quad \text{и} \quad P_{i0} = (P_i + P_{i-1})/2.$$

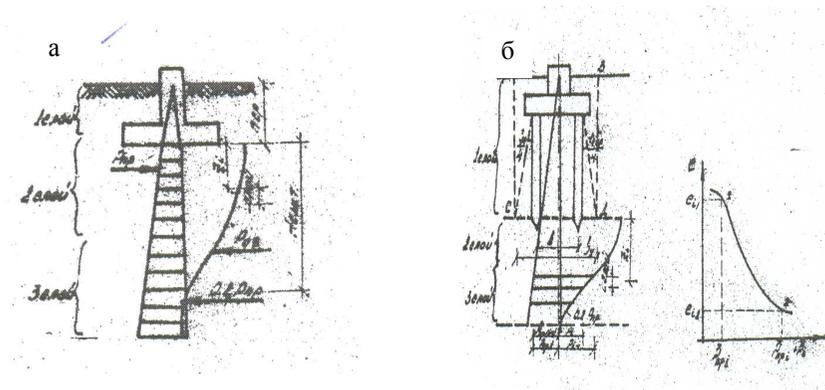


Рис. 9. Схема для определения глубины сжимаемой толщи:

а – для фундамента мелкого заложения;

б – для свайного фундамента.

Полученные результаты свести в табл. 8.

Таблица 8

№ слоя основания	№ элементарного слоя	m_i	n	d_i	$P_{li} = P_i$	P_i	P_{npi}	e_{o1}	e_{o2}	a_i	a_{oi}	S_i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

10) определить осадку для 3-х сечений

$$S_{abc} = \sum_{i=1}^n \bar{P}_i h_i a_{0i}$$

11) определить S_{omn} ;

12) определить разность осадок $\Delta S = S_k - S_{k-1}$;

13) проверить условия II предельного состояния.

4.2. Определение осадки методом эквивалентного слоя (методом Цытовича)

Метод эквивалентного слоя состоит в том, что осадка фундамента заданных размеров вычисляется как равновеликая осадка эквивалентного слоя грунта высотой h_s . Эквивалентным слоем называется такая толщина грунта h_s , которая в условиях невозможности бокового расширения (при загрузении всей поверхности равномерно распределенной нагрузкой P_0) дает осадку, равную по величине осадке фундамента, имеющего конечные размеры.

Прежде чем определить осадку фундамента, необходимо определить его жесткости.

Определение жесткости фундамента в поперечном направлении.

Для определения жесткости необходимо найти показатель гибкости балок (ленточный фундамент мелкого заложения) и плит (столбчатый фундамент мелкого заложения):

$$t = \frac{PEI^3 b(1 - \mu_1)^2}{4(1 - \mu)^2 E_1 J_1}$$

где h – высота; μ_1 – коэффициент Пуансона для материала балки (плиты). Для бетона $\mu_1 = 0,16 + 0,18$; E_1 – модуль упругости материала балки (плиты). Для бетона М 150 $E_1 = 230000$ кг/см²; μ_{cp} – средний коэффициент поперечной деформации грунта:

$$\mu_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m \mu_i h_i}{\sum_{i=1}^m h_i}$$

где m – количество слоев основания в пределах активной зоны высотой $2n_s$; μ – коэффициент поперечной деформации грунта i -го слоя основания (табл. 9).

Грунт	μ_i	Грунт	μ_i
Глины и суглинки В 0,25	0,1+0,2	Супесь твердая	0,25
Глины и суглинки 0,25 В 0,5	0,2+0,3	Супесь пластичная	0,3
Глины и суглинки 0,5 В 0,75	0,4	Супесь текучая	0,35
Глины и суглинки 0,75 В 1	0,45+0,5	Пески	0,2+0,25

Средний модуль общих деформаций грунта:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^m E_i h_i}{\sum_{i=1}^m h_i}$$

E_i определяется по данным компрессионных испытаний образцов грунта; a, b – ширина подошвы фундамента; F – площадь подошвы фундамента.

Если $t \leq 0,5$, то балка является практически жесткой, если $t \geq 0,5$, то балку можно отнести к гибким.

При $t \leq 1$ плита относится к практическим жестким, при $t > 1$ – к гибким.

При расчете свайного фундамента условный фундамент относится к абсолютно жестким конструкциям.

Последовательность определения осадки методом Цытовича такова:

- 1) строится сечение (см. п. 1);
- 2) строится эпюра P_{np} (см. п. 1);
- 3) определяется дополнительное давление на уровне подошвы фундамента $P_0 = P_{cp} - P_{np}^{-1}$ (см. п. 1);
- 4) строится треугольная эпюра P_{Oz} , которая заменяет криволинейную эпюру сжимающих напряжений (рис. 10):

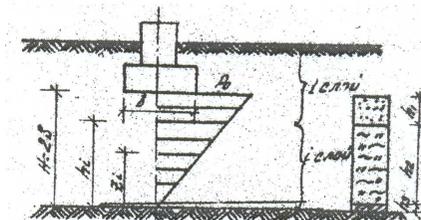


Рис. 10.

Эпюра строится по методу последовательных приближений:

а) задаются ориентировочно высотой сжимаемой толщи $H^{(0)}$;

б) определяются величины μ_{cp} и $E^{(0)}$;

в) определяется жесткость фундамента в поперечном направлении;

г) определяется произведение коэффициента Aw () по табл. 10 в зависимости от жесткости фундамента (индекс в круглых скобках), абсолютно жестким конструкциям соответствует индекс (*const*), практически жестким – (*m*), гибким – (*0*);

д) определяется высота эквивалентного слоя первого приближения $h_S^{(1)} = Aw$ () $\cdot b$, либо $h_S = Aw$ () $\cdot Bm$;

е) определяется мощность активной зоны $H^{(1)} \cdot h_S^{(1)}$;

ж) определяется $\mu_{cp}^{(1)}$ и сравнивается с $\mu_{cp}^{(0)}$;

если $\mu_{cp}^{(1)} \approx \mu_{cp}^{(0)}$, то переходят к пункту 5;

если $\mu_{cp}^{(1)} \neq \mu_{cp}^{(0)}$, то расчет повторяется, начиная с (в) до тех пор, пока $\mu_{cp}^{(i-1)}$ не будет примерно равно $\mu_{cp}^{(i)}$;

5) определяется коэффициент сжимаемости для каждого слоя основания:

$$a_i = l_{i1} - l_{i2} / P_i;$$

б) определяется относительный коэффициент сжимаемости:

$$a_{0i} = a_i / (1 + l_{i1});$$

7) находится средний коэффициент относительной сжимаемости грунта:

$$a_{OT} = \left(\sum_{i=1}^m h_i a_{0i} Z_i \right) / 2h_S^2,$$

где Z_i – расстояние от подошвы активной зоны до середины i -го слоя основания; 8) определяется осадка $S = h_S a_{OT} P_0$;

9) сопоставить для каждого сечения величины полученных осадков с величиной, полученной методом элементарного суммирования, заполнив табл. 11

Таблица 11

Сравнение расчетных величин осадок

Сечение фундамента	Расчетная величина осадки фундамента	
	по методу элементарного суммирования	по методу эквивалентного слоя
I		
II		
III		

Раздел V. КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

5.1. Устройство гидроизоляции

Для предотвращения проникновения влаги внутрь здания, а также для обеспечения нормальной эксплуатации конструкций здания, соприкасающихся с водонасыщенным грунтом, устраивается гидроизоляция. Различают проникновение воды за счет капиллярного поднятия (КП) и за счет гидростатического напора (ГН).

Гидроизоляция может быть жесткой и пластичной.

Для устройства жесткой гидроизоляции применяется цементно-песчаный раствор, который наносится на изолируемую поверхность в виде слоя толщиной 20–30 мм. Жесткая гидроизоляция не наносится до окончания возведения здания или сооружения (рис. 11).

Пластичная гидроизоляция бывает обмазочная и оклеечная.

При устройстве обмазочной гидроизоляции битум, разогретый до температуры свыше 100°C или растворенный в бензоле, наносится на изолируемую поверхность слоем в два приема (по 1,5–2 мм каждый).

Оклеечная гидроизоляция выполняется из гибких рулонных кровельных материалов – рубероида, толя, и т.п., приклеиваемых горячими мастиками.

На рис. 12 показаны варианты устройства гидроизоляции.

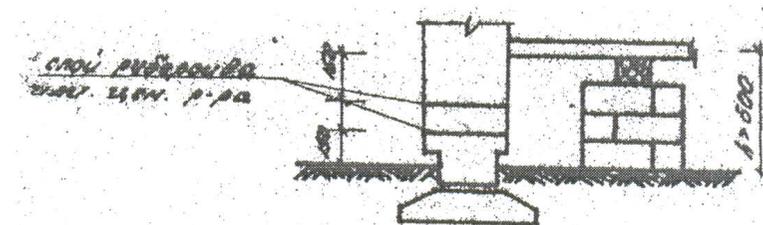


Рис. 11. Бесподвальная часть здания.

Для борьбы с грунтовой сыростью и водопроницаемостью фундаментов принимаются, кроме того, следующие меры:

1. Отвод поверхностных вод путем устройства отмостки.

Отмостка выполняется шириной не менее 1 м и с уклоном 0,02 + 0,05 от здания (рис. 13).

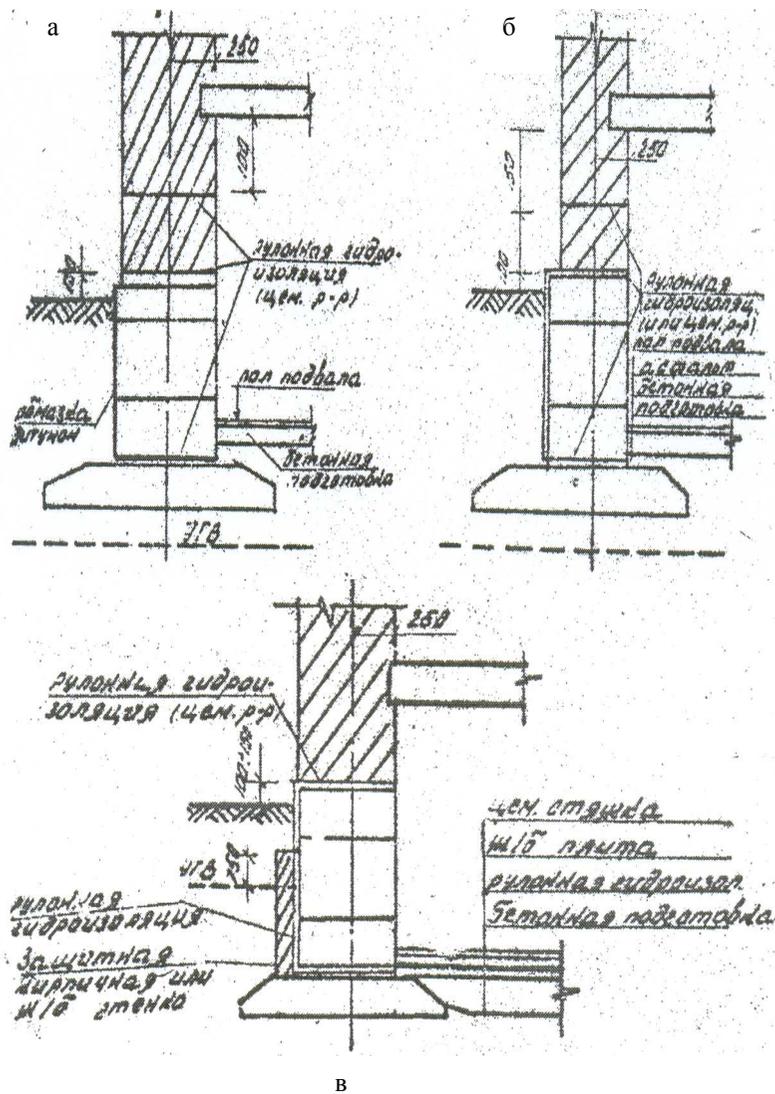


Рис. 12: а – для случая расположенного УГВ на глубине более 1 м от уровня подвала ($h_b > 1$); б – для случая $h_b < 1$; в – для случая высокого расположения УГВ по сравнению с уровнем пола подвала.

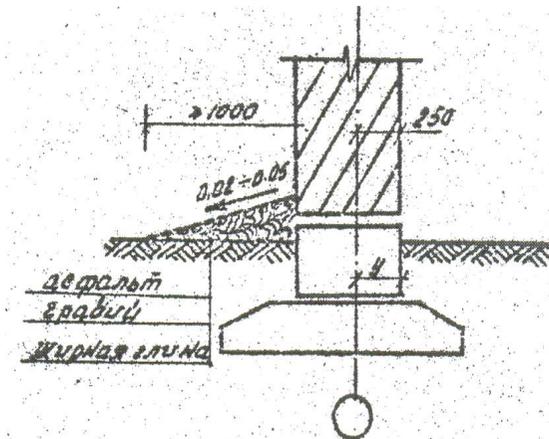


Рис. 13.

2) устройство дренажа, т.е. системы закрытых каналов - дренажосборителей, укладываемых около здания для перехвата грунтовой воды и понижения её уровня (дрены прокладываются на 0,5 м ниже уровня пола подвала и применяются при уровне грунтовых вод выше пола подвала; в качестве дрен применяются гончарные трубы 10–20 см с отверстиями, деревянные трубы из трех досок, фашины – связки хвороста, крупный булыжник и т.д.).

5.2. Осадочные швы

Осадочные швы предусматриваются в следующих случаях:

- а) при значительном различии несущей способности и деформируемости грунтов основания в пределах длины здания (применение различных типов фундаментов);
- б) при различной этажности отдельных частей здания;
- в) при различной глубине заложения фундаментов отдельных частей здания.

5.3. Железобетонные пояса

Для обеспечения совместной работы сборных элементов ленточных фундаментов на сильнодеформируемых грунтах устраиваются обвязочные железобетонные пояса и армированные пояса и армированные швы, показанные на рис. 14.

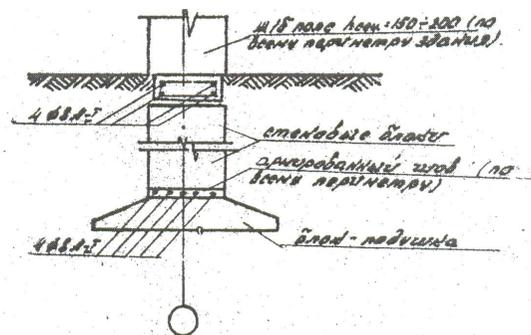


Рис. 14.

5.4. Армирование сборных ленточных фундаментов сетками и выбор марки раствора для кладки фундаментов

Места примыкания ленточных фундаментов различных направлений армируются сетками с ячейками размерами не более 100 мм согласно рис. 15 через ряд кладки.

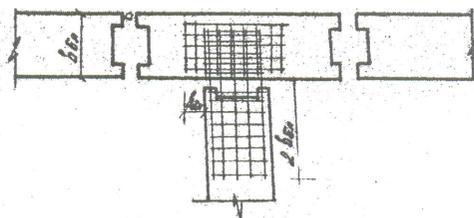


Рис. 15.

Марка раствора для кладки сборных фундаментов назначается в зависимости от степени долговечности сооружения, характеризующейся сроком службы и в зависимости от влажности грунта.

В частности, для зданий II степени долговечности (срок службы 50 лет) в несейсмических районах применяются следующие растворы:

- а) при маловлажном грунте – цементно-глиняный раствор М 10;
- б) при влажном грунте – цементно-глиняный раствор М 25;
- в) при грунтах, насыщенных водой – цементный раствор М 50.

В сейсмических районах во всех указанных случаях применяется цементный раствор М 50.

Значения коэффициента эквивалентного слоя
(Цытович Н.А. Механика грунтов, 1968)

Таблица 10

Соотношение сторон	Гравий и галька			Пески			Суглинки пластичные									Глины и суглинки мягкопластичные		
	глины и суглинки			твердые и полутвердые			супеси твердые и пластичные						глины пластичные			$\mu = 0,40$		
	$\mu = 0,10$			$\mu = 0,20$			$\mu = 0,25$			$\mu = 0,30$			$\mu = 0,35$					
1,0	1.13	0.96	0.89	1.20	1.01	0.94	1.26	1.07	0.99	1.37	1.17	1.08	1.58	1.34	1.24	2.02	1.71	1.58
1,5	1.37	1.16	0.99	1.45	1.23	1.15	1.53	1.30	1.21	1.66	1.40	1.32	1.91	1.62	1.52	1.44	2.07	1.94
2,0	1.55	1.31	1.23	1.63	1.39	1.30	1.72	1.47	1.37	1.88	1.60	1.40	2.16	1.83	1.72	2.76	1.34	2.20
3,0	1.81	1.55	1.46	1.99	1.63	1.54	2.02	1.73	1.62	2.18	1.89	1.76	2.51	2.15	2.01	3.21	2.75	2.59
4,0	1.99	1.72	1.63	2.05	1.81	1.72	2.21	1.92	1.81	2.41	2.09	1.97	2.77	2.39	2.26	3.53	3.06	2.90
5,0	2.13	1.85	1.79	2.24	1.95	1.84	2.37	2.07	1.94	2.58	2.25	2.11	2.96	2.58	2.42	3.79	3.29	3.10
6,0	2.25	1.98	-	2.37	2.09	-	2.50	2.21	-	2.72	2.41	-	3.14	2.76	-	4.0	3.53	-
7,0	2.35	2.06	-	2.47	2.18	-	2.61	2.31	-	2.84	2.51	-	3.26	2.87	-	4.18	2.67	-
8,0	2.45	2.14	-	2.56	2.26	-	2.70	2.40	-	2.94	2.61	-	3.38	2.98	-	4.32	3.82	-
9,0	2.51	2.21	-	2.64	2.34	-	2.79	2.47	-	3.03	2.69	-	3.49	3.08	-	4.46	3.92	-
10,0 и более	2.58	2.27	2.15	3.71	2.40	2.26	2.86	2.54	2.38	3.12	2.77	2.60	3.58	3.12	2.98	4.58	4.05	3.82
Коэффициенты	(1) Aw_0	(2) Aw_m	(3) Aw_{const}	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2-02-83. (СНиП II-15-74). Основания зданий и сооружений. Нормы проектирования. – М., 1983.
2. СН II-17-77. Свайные фундаменты. Нормы проектирования. – М., 1978.
3. *Цытович Н.А.* Основания и фундаменты. – М., 1970.
4. *Веселов В.А.* Проектирование основания и фундаментов. – М., 1978.
5. *Цытович Н.А.* Механика грунтов. – М., 1973.
6. *Долматов Б.И. и др.* Проектирование фундаментов зданий и промышленных сооружений. – М., 1969.
7. *Березанцев В.Г.* Расчет оснований сооружений. – Л., 1970.
8. *Денисов О.Г.* Основания и фундаменты. – М., 1978.
9. *Пешковский Л.М.* Расчеты оснований и фундаментов гражданских и промышленных зданий. – М., 1968.

Составители:

Б.С. Ордобаев, А.А. Эгембердиева

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проекту
по дисциплине «Механика грунтов,
основания и фундаменты»

Редактор И.С. Волоскова
Технический редактор О.А. Матвеева
Корректор Е.И. Полихова
Компьютерная верстка Э.Ю. Вислевской

Подписано в печать 28.10.2005. Формат 60×84^{1/16}
Офсетная печать. Объем 2,5 п.л.
Тираж 50 экз. Заказ 262.

Издательство Кыргызско-Российского
Славянского университета
720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44

Отпечатано в типографии КРСУ
720000, г. Бишкек, ул. Шопокова, 68

