

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Белгородский государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова  
Кафедра городского кадастра и инженерных изысканий

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Методические указания к выполнению курсового проекта по  
дисциплине «Основания и фундаменты» для студентов, обучающихся  
по направлению 653500 – Строительство

Белгород 2009

**УДК 624.15.04 (075.8)**

Составители      Черныш А.С., к.т.н., доцент  
                          Калачук Т.Г., к.т.н., доцент  
                          Сергеев С.В., д.т.н., профессор

Рецензент         Кафтаева М.В., к.т.н., доцент

***Проектирование оснований и фундаментов зданий и сооружений:*** Методические указания к выполнению курсового проекта по основаниям и фундаментам для студентов, обучающихся по направлению 653500 – Строительство/ А.С. Черныш, Т.Г. Калачук, С.В. Сергеев. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. - 95 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Содержание и оформление проекта ..	4
2. Основные буквенные обозначения .....	6
3. Последовательность выполнения пояснительной записки.....	8
3.1. Анализ исходных данных по надфундаментной конструкции .....	8
3.2. Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительства.....	10
3.3. Определение глубины заложения фундаментов (ростверков).....	11
3.4. Выбор типов оснований и фундаментов на базе сравнения вариантов.....	18
3.4.1. Определение предварительных размеров подошвы фундамента мелкого заложения.....	19
3.4.2. Определение предварительных размеров фундаментов глубокого заложения .....	23
3.5. Конструирование фундаментов, защита помещений от грунтовых вод и сырости.....	28
3.6. Расчет оснований по предельным состояниям.....	31
3.6.1. Расчет осадок методом послойного суммирования (вторая группа предельных состояний) .....	31
3.6.1.1. Последовательность расчета осадок свайного фундамента.....	35
3.6.2. Расчет осадок основания методом линейно-деформируемого слоя конечной толщины (вторая группа предельных состояний).....	36
3.6.3. Расчет основания по несущей способности (первая группа предельных состояний).....	37
4. Библиографический список.....	37
Приложение 1. Маркировочная схема фундаментов и фундаментных балок.....	38
Приложение 2. Маркировочная схема ростверка.....	39
Приложение А1. Варианты заданий.....	40
Приложения А2...А11. Варианты объектов.....	41
Приложения А12...А21. Варианты строительных площадок.....	51
Приложения Б1...Б11. Основные понятия и определения. Примеры. Расчетные характеристики грунтов.....	61
Приложение Б12. Условные графические обозначения грунтов по ГОСТ 21.303 – 96.....	81
Приложения В1...В6. Предельные деформации. Характеристики сборных конструкций.....	82
Приложения Г1 и Г2. Данные для расчета глубины заложения фундаментов в зависимости от промерзания.....	87
Приложения Д1...Д4. Данные для расчета осадок фундамента .....	89
Приложения Е1...Е4. Данные для расчета свайных фундаментов.....	92

## 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЕКТА

Проектирование фундаментов обычно состоит из двух этапов. Первый - включает выбор типов оснований и фундаментов, определение глубины заложения и основных габаритных размеров (исходя из расчетов оснований по предельным состояниям). Второй этап - расчет и конструирование фундамента как элемента сооружения (по материалу фундамента). Данное пособие рассматривает выполнение только первого этапа, так как конструирование фундамента и расчет его по материалу рассматривается в курсовых проектах по каменным, бетонным, металлическим и деревянным конструкциям.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Расчетно-пояснительная записка включает следующие разделы.

1. Анализ исходных данных по надфундаментной конструкции.
2. Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства.
3. Определение глубины заложения фундаментов (ростверков).
4. Выбор типов оснований и фундаментов на основании сравнения вариантов.
5. Конструирование фундаментов. Защита помещений от грунтовых вод и сырости.
6. Расчет оснований по предельным состояниям.
7. Заключение по проекту.
8. Используемая литература (библиографический список).

В пояснительной записке приводят все необходимые обоснования принятых решений и расчеты. Текстовые пояснения должны быть минимальными. Расчеты оформляют в основном в табличном виде.

Рисунки выполняют так же, как и в технической литературе с обязательным соблюдением масштаба. Под рисунком пишут слово «Рис.», указывают его номер и название. При оформлении таблиц вверху справа пишут слово «Таблица» и указывают ее номер, ниже - ее название. Примечания помещают ниже таблицы. На все таблицы и рисунки должна быть ссылка в тексте.

Пояснительная записка должна быть написана чернилами (пастой) или компьютером (из других методов) на стандартной бумаге формата 210x297 мм. В начале записки помещают оглавление, в конце - список использованной литературы с обязательными ссылками на нее в тексте. Все страницы, включая рисунки, должны быть пронумерованы.

Объем записки – 25...30 страниц.

Графическая часть проекта включает:

- а) схематический поперечный разрез здания совместно с основанием в пределах границ сжимаемой толщи;

- б) сечения и планы фундаментов, принятых для сравнения вариантов;
- в) маркировочную схему (план фундаментов) с размерами и привязкой к осям (масштаб 1:100). Если в проекте после сравнения вариантов принят свайный фундамент, то вычерчивают план ростверков и свайного поля;
- г) сечения фундаментов, принятые после сравнения вариантов с проработкой на уровне рабочих чертежей с указанием деталей устройства гидроизоляции (масштаб 1:50);
- д) спецификацию фундаментов;
- е) примечания о принятых материалах и их марках, подготовке под фундаменты, особенностях производства работ и др.

Чертеж выполняют в карандаше на одном листе ватмана формата А1 (576x841 мм) с обязательным соблюдением требований «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД). Размеры проставляют в миллиметрах.

Рекомендуется до выполнения чертежа наметить сечения, характерные узлы, выбрать масштабы, обдумать и прикинуть размещение материала на листе. Полезно делать предварительные эскизы, тогда чертеж будет выполнен чище и быстрее. Следует использовать типовые элементы и конструкции (подушки фундаментов, фундаментные блоки, сваи и т.д.).

План фундаментов (ростверков) вычерчивают полностью, без разрывов. Иногда можно выполнять часть фундаментов, используя симметрию плана. Масштаб плана свай может быть уменьшен. Длинная сторона плана должна идти параллельно кромке чертежа

Для выполнения проекта каждый студент получает индивидуальное задание, которое включает:

- 1) название города и области, где намечено строительство;
- 2) схему сооружения или здания с основными размерами и таблицу усилий на уровне верхних обрезов фундаментов;
- 3) данные инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства - план участка (горизонтالي, план скважины), геологические колонки или разрезы, основные показатели физико-механических свойств грунтов, время выполнения инженерных изысканий.

Конечной задачей проектирования является разработка фундаментов (а в необходимых случаях и оснований) для двух несущих элементов здания. Конкретные участки элементов зданий, для которых следует запроектировать фундаменты (например, наружная и внутренняя стены, наружная стена и колонна и т. д.), отмечают на плане первого этажа.

По двум рассчитанным и запроектированным фундаментам принять размеры всех остальных фундаментов здания.

## 2. ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

### Коэффициенты надежности

$\gamma_g$  – по грунту;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы;

$\gamma_{CR}$ ;  $\gamma_{cf}$  – коэффициенты условий работы грунта под нижним концом и по боковой поверхности сваи.

### Характеристики грунтов

$\rho_s$  – плотность частиц,  $г/см^3$ ,  $т/м^3$ ;

$\rho$  – плотность,  $г/см^3$ ,  $т/м^3$ ;

$\rho_d$  – плотность в сухом состоянии,  $г/см^3$ ,  $т/м^3$ ;

$\rho_{bg}$  – плотность обратной засыпки,  $г/см^3$ ,  $т/м^3$ ;

$e$  – коэффициент пористости;

$W$  – влажность природная;

$W_p$  – влажность на границе пластичности (раскатывания);

$W_L$  – влажность на границе текучести;

$S_r$  – степень влажности;

$J_L$  – показатель текучести;

$\gamma$  – удельный вес,  $кН/м^3$ ;

$\gamma_{sb}$  – удельный вес с учетом взвешивающего действия воды,  $кН/м^3$ ;

$c$  – удельное сцепление,  $кПа$ ;

$\varphi$  – угол внутреннего трения, град.;

$E$  – модуль деформации,  $кПа$ .

### Нагрузки, напряжения, сопротивления

$F$  – сила, расчетное значение силы,  $кН$ ;

$F_v$ ;  $F_h$  – вертикальная и горизонтальная составляющие силы, действующей на верхний обрез фундамента,  $кН$ ;

$N$  – сила нормальная к подошве фундамента (действие фундамента на основание);

$F_{sa}$ ;  $F_{sr}$  – силы действующие на плоскости скольжения соответственно сдвигающие и удерживающие (активные и реактивные),  $кН$ ;

$M_x$ ;  $M_y$  – моменты действующие вдоль главных осей подошвы фундамента,  $кН\cdot м$ ;

$G_{\phi}$ ;  $G_{гр}$  – собственный вес фундамента и грунта на обрезах фундамента,  $кН$ ;

$p$  – среднее давление под подошвой фундамента,  $кПа$ ;

$\sigma_z$  – вертикальное нормальное напряжение,  $кПа$ ;

$\sigma_{zg}$  – вертикальное напряжение от собственного веса грунта (природное),  $кПа$ ;

$\sigma_{zp}$  – дополнительное к природному вертикальное напряжение от внешней нагрузки,  $кПа$ ;

$R$  – расчетное сопротивление грунта основания,  $кПа$ ;

$R_o$  – условное расчетное сопротивление грунта (для предварительного назначения размеров фундамента),  $кПа$ ;

$f_i$  – расчетное сопротивление слоя грунта на боковой поверхности сваи, кПа;  
 $F_d$  – несущая способность сваи, кН.

### Деформации оснований и сооружений

$s$  – осадка основания, см;  
 $\bar{s}$  – средняя осадка основания, см;  
 $i$  – крен фундамента (сооружения);  
 $s_u$  – предельное значение деформации основания, см.

### Геометрические характеристики

$b$  – ширина подошвы фундамента, м;  
 $B$  – ширина подвала (ширина подошвы условного свайного фундамента), м;  
 $l$  ( $L$ ) – длина подошвы фундамента (длина подошвы свайного фундамента), м;  
 $A$  – площадь подошвы фундамента (площадь поперечного сечения свайного фундамента), м<sup>2</sup>;  
 $u$  – наружный диаметр поперечного сечения сваи, м;  
 $W_{xi}$ ;  $W_{yi}$  – моменты сопротивления площади подошвы фундамента вдоль главных осей, м<sup>3</sup>;  
 $d$ ;  $d_n$ ;  $d_1$  – глубина заложения фундамента соответственно от уровня планировки, от поверхности природного рельефа и приведенная от пола подвала, м;  
 $d_b$  – глубина подвала от уровня планировки, м;  
 $d_f$ ;  $d_{fn}$  – глубина сезонного промерзания грунта соответственно расчетная и нормативная, м;  
 $d_w$  – глубина расположения уровня подземных вод от отметки планировки, м;  
 $h$  – толщина слоя грунта, м;  
 $h_1$  – толщина слоя грунта контактируемого с боковой поверхностью сваи, м;  
 $H_c$  – глубина сжимаемой толщи, м;  
 $H$  – толщина линейно-деформируемого слоя, м;  
 $z$  – глубина (расстояние) от подошвы фундамента, м;  
 $DL$  – отметка планировки, м;  
 $NL$  – отметка поверхности природного рельефа, м;  
 $FL$  – отметка подошвы фундамента, м;  
 $V.C$  – нижняя граница сжимаемой толщи, м;  
 $WL$  – уровень подземных вод, м;  
 $n$  – количество свай в ростверке, шт.;  
 $x_i$  – расстояние от главной оси ростверка до оси каждой сваи, м;  
 $x$  – расстояние от главной оси до оси рассматриваемой сваи, м;  
 $e_1$  – эксцентриситет приложения равнодействующей к площади подошвы фундамента;  
 $e_\phi$  – фактический эксцентриситет – расстояние в плоскости подошвы фундамента между центрами колонны (стены) и подошвы фундамента, м.

*Примечание.* При выполнении курсового проекта расшифровку этих буквенных обозначений в тексте пояснительной записки можно не делать.

### 3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Прежде, чем приступить к выполнению курсового проекта, студент должен детально изучить задание проекта.

Следует иметь в виду, что проектирование и устройство оснований и фундаментов является сложной комплексной задачей, решение которой требует рассмотрения многих факторов, в частности, инженерно-геологических условий строительной площадки, физических и механических характеристик слоев грунта, данных о возводимом сооружении и предполагаемых способах строительных работ при возведении фундаментов и т.д.

#### 3.1. Анализ исходных данных по надфундаментной конструкции

При анализе исходных данных студент должен знать целевое назначение сооружения, его этажность, форму в плане, глубину подвального помещения, конструктивные особенности стен, промежуточных опор, перекрытий, чувствительность к неравномерным осадкам.

Наименование и конструктивные особенности здания (сооружения) описывают на основании знаний, полученных студентом при изучении соответствующих дисциплин в зависимости от материала надфундаментной конструкции с учетом СНиП 2.02.01-83\*. Предварительно необходимо выполнить в пояснительной записке чертеж конструктивной схемы здания (рис. 1).

При анализе исходных данных должен быть решен вопрос о величинах предельных деформаций  $s_u$ ,  $(\Delta s/L)_u$ ,  $i_u$ ,  $S_u$ ,  $S_{max, u}$  для каждого отсека (блока) здания согласно СНиП 2.02.01-83\* (приложение В1). Эти данные являются основой для расчета оснований и фундаментов, и в заключении по проекту (раздел 7) необходимо сравнить их расчетные значения с предельным.

Расчетные значения усилий в нижних сечениях колонн или стен приводят в исходных данных на проектирование (табл. 1).

Таблица 1

Усилие на верхних обрезах фундаментов (основное сочетание нагрузок)

Номер фундамента	I сочетание			II сочетание		
	$F_{v,II}$ , кН	$F_{h,II}$ , кН	$M_{x,II}$ , кН·м	$F_{v,II}$ , кН	$F_{h,II}$ , кН	$M_{x,II}$ , кН·м
4	2052	16	71	2300	21,6	37



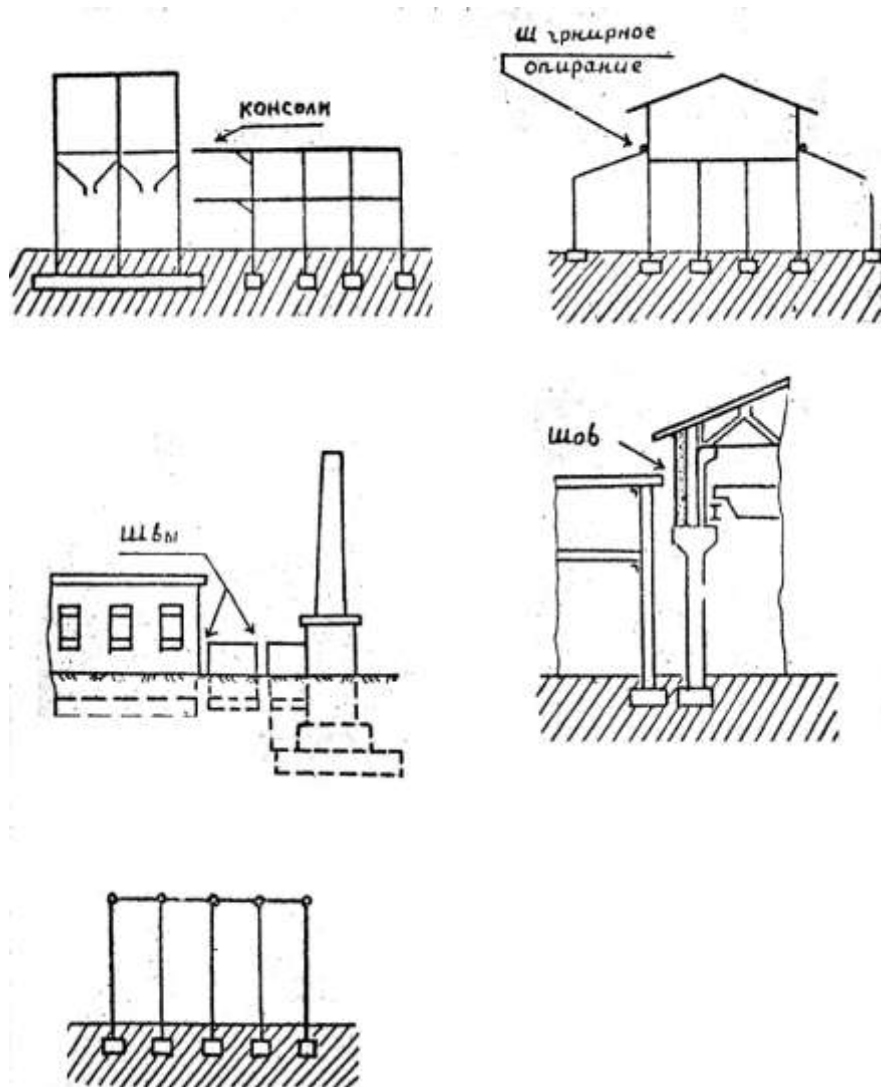


Рис. 1. Конструктивные схемы зданий

Из двух сочетаний в табл. 1 в качестве расчетного выбирают комбинацию усилий с максимальной силой, т. е.

$$F_{v,II} = 2300 \text{ кН}, F_{h,II} = 21,6 \text{ кН}, M_{x,II} = 37 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Расчетные усилия  $F_{v,I}$ ,  $F_{h,I}$ ,  $M_{x,I}$  разрешается получать умножением соответствующих величин  $F_{v,II}$ ,  $F_{h,II}$ ,  $M_{x,II}$  на усредненный коэффициент надежности по нагрузке (коэффициент перегрузки), равный 1,2. Усилия на отметке подошвы фундамента ( $N_{II}$ ) находят позже (после определения предварительных размеров фундамента).

### **3.2. Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства**

Прежде всего, необходимо выполнить привязку здания или сооружения в плане и по высоте (рис. 2) на основании знаний, полученных студентом в курсе архитектуры. На плане показывают направление геологического разреза.

Геологический разрез выполняют в масштабах: вертикальном (1:100), горизонтальном (1:500).

На разрезе приводят следующие данные (рис. 3):

- а) номера слоев (сверху вниз);
- б) возраст и генезис (происхождение грунтов);
- в) относительные отметки подошвы каждого слоя (от устья скважины);
- г) уровень грунтовых вод (пунктирной линией с точкой), абсолютные отметки уровня (справа от скважины);
- д) места отбора образцов грунтов с указанием номера (прямоугольником, справа от оси буровых скважин);
- е) контур подземной части здания с указанием абсолютных отметок чистого пола первого этажа, подвала, подошвы фундаментов мелкого заложения и ростверков, нижних концов свай;
- ж) вертикальные оси рассчитываемых фундаментов;
- и) отметки планировки.

Чтобы наглядно представить особенности каждого слоя грунта, справа от геологического разреза строится эпюра табличных значений  $R_0$  по вертикали вдоль оси одного из заданных фундаментов.

После выполнения привязки здания в плане и по высоте и построения геологического разреза составляют сводную таблицу характеристик грунтов (табл. 2) на основании табл.1 и геологического разреза. Для этого нужно рассортировать образцы грунта по номерам слоев, используя номера скважин, глубину отбора образцов. Из слоев грунта, представленных черноземом или его примесью, культурным слоем, образцы не отбирают, так как они не могут служить основанием. Для этих слоев определяют только величину удельного веса, необходимую для расчетов транспортных расходов.

Далее определяют производные и индексационные характеристики и наименование грунтов по ГОСТ 25100-82. Механические характеристики грунтов определяют по СНиП 2.02.01-83\* (приложения Б1...Б3).

Условное расчетное сопротивление грунтов основания  $R_0$  определяют согласно СНиП 2.02.01-83\* (приложения Б4 и Б5).

При анализе инженерно-геологических условий площадки строительства необходимо в пояснительной записке осветить следующие вопросы:

- 1) характеристика рельефа;
- 2) описание грунтов (послойно сверху вниз), полное наименование, возраст, генезис грунтов, их мощность;
- 3) условия залегания. Отметить согласное и несогласное залегание, уклоны кровли слоев;
- 4) наличие водоносных горизонтов и их описание (наименование, к каким слоям приурочены, глубину залегания и п. т.). Особое внимание обратить на время (сезон) проведения инженерных изысканий и соответственно дать возможный прогноз колебания уровня грунтовых вод и выявление верховодки.
- 5) характеристика важнейших особенностей грунтов в отношении их прочности и деформативности;
- 6) отметить возможное влияние сооружения на активизацию существующих и возникновение новых геологических процессов (оползни, карст, просадки, суффозия, подмыв склонов, оврагообразование и др.).

### **3.3. Определение глубины заложения фундаментов (ростверков)**

Глубина заложения фундаментов исчисляется от отметки планировки до подошвы фундамента. Абсолютную отметку подошвы фундамента определяют, исходя из 6 условий СНиП 2.02.01-83\* в следующей последовательности.

***3.3.1. По назначению и конструктивным особенностям проектируемого сооружения (наличие подвала, прямков, каналов, сопряжение колонны или стены с фундаментом).***

Для определения глубины заложения фундаментов, необходимо выполнить рис. 4.

В случае применения железобетонных колонн верхний обрез фундамента проектируют на 150 мм ниже отметки чистого пола первого этажа или подвала (см. рис. 4, а). Глубину заделки сборных колонн в стакане фундамента  $H_3$  принимают равной:

а) для сборных колонн сплошного сечения

$$H_3 = (1 \dots 1,5)h_k,$$

где  $h_k$  – больший размер сечения колонны\*.

\* Сечение колонн студент принимает самостоятельно в зависимости от усилий в них на уровне верхнего обреза фундамента.

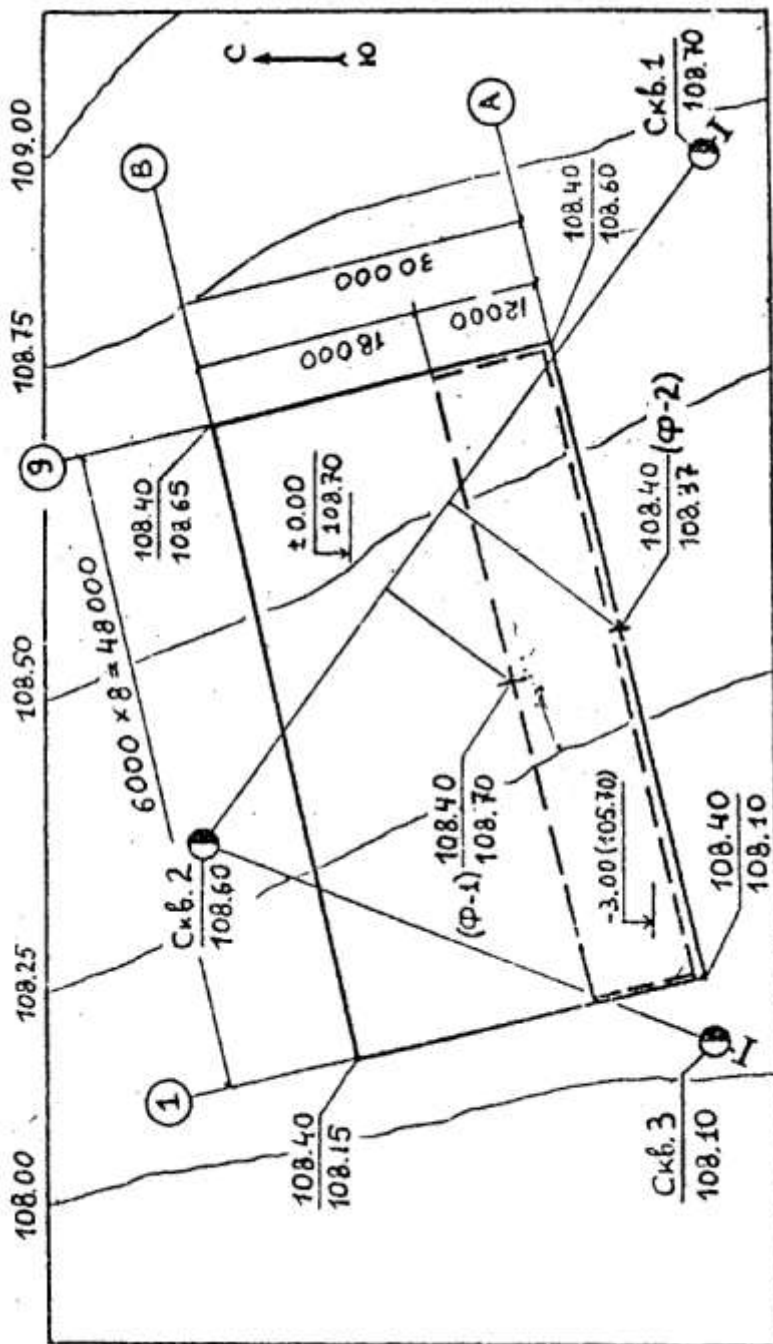


Рис. 2. План строительной площадки с привязкой объекта (здания) М 1:500.

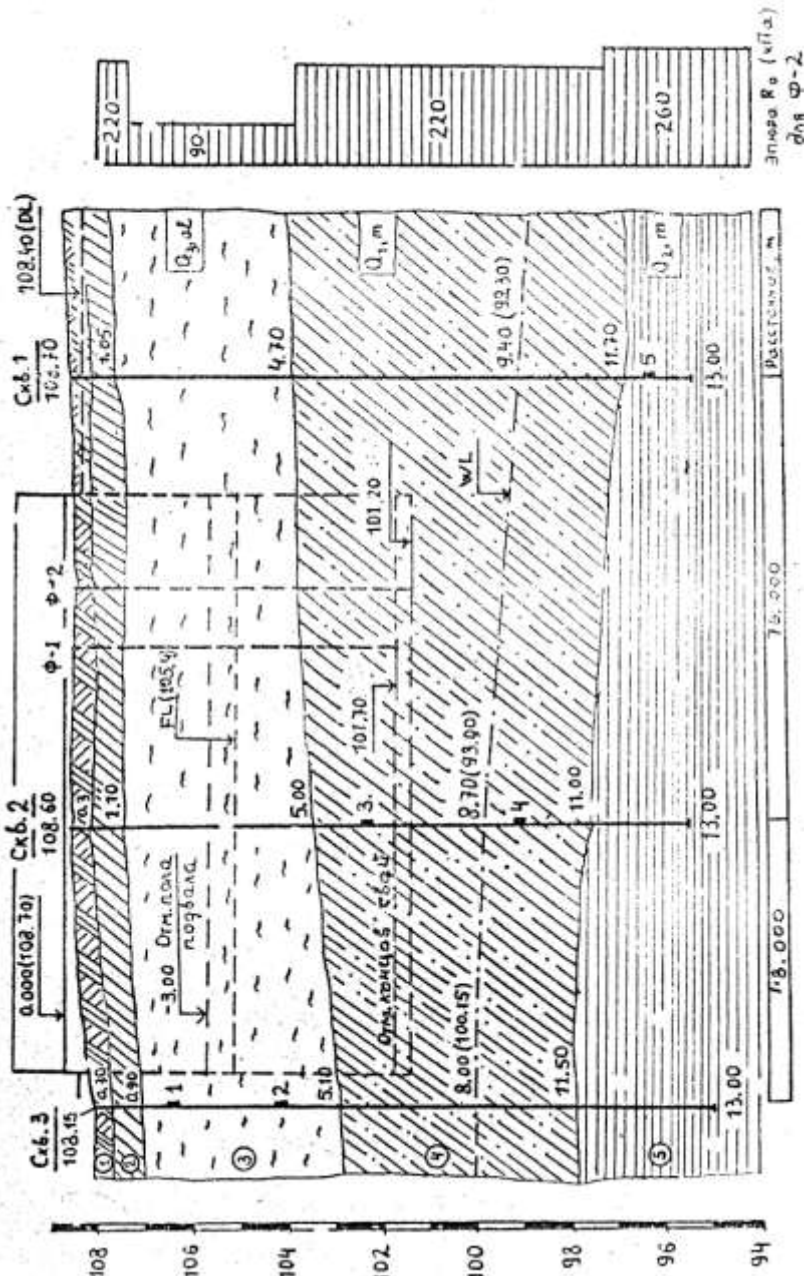


Рис. 3. Геологический разрез: М<sub>в</sub> 1:100; М<sub>г</sub> 1:800.

Таблица 2

Сводная таблица характеристик грунтов (пример)

№ поч.-геол. горизонта	№ образца грунта	№ скважины	Глубина от поверхности земли	Наименование грунта (по ГОСТ 25100-82)	Физические										Механические						
					Основные			Дополнительные		Прочностные			Индексационные				Деформационный модуль	Прочностные			R <sub>с</sub> , кПа
					$\rho_s, \frac{т}{м^3}$	$\gamma_s, \frac{кН}{м^3}$	W	W <sub>l</sub>	W <sub>p</sub>	$\rho_d, \frac{т}{м^3}$	$\epsilon$	$\gamma_{d0}, \frac{кН}{м^3}$	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	S <sub>r</sub>	E, кПа		$\phi_s$ , град	C <sub>u</sub> , кПа		
1	1	1	0,3	Растительный слой	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	2	1	0,8	Ил суглинистый	2,53	17,1	0,48	0,36	0,18	1,16	1,27	7,2	0,18	1,67	1,00	6000	8	10	80	-	
3	3	2	2,2	Суглинок полутвердый	2,68	18,9	0,20	0,31	0,18	1,57	0,71	-	0,13	0,11	0,75	19000	17	50	240	-	
4	4	2	4,6	Песок мелкий средней плотности, влажный	2,65	18,4	0,16	-	-	1,58	0,68	9,8	-	-	0,70	25000	31*	-	200	-	
5	5	3	6,2	Глина твердая	2,74	19,5	0,21	0,49	0,24	1,61	0,87	-	0,25	<0	0,77	17400*	14*	55*	284*	-	
6	6	3	8,1	Сугиесь твердая	2,65	18,8	0,14	0,25	0,21	1,65	0,60	10,3	0,04	<0	0,62	20000*	11*	20*	275*	-	

\* значения приняты ориентировочно.

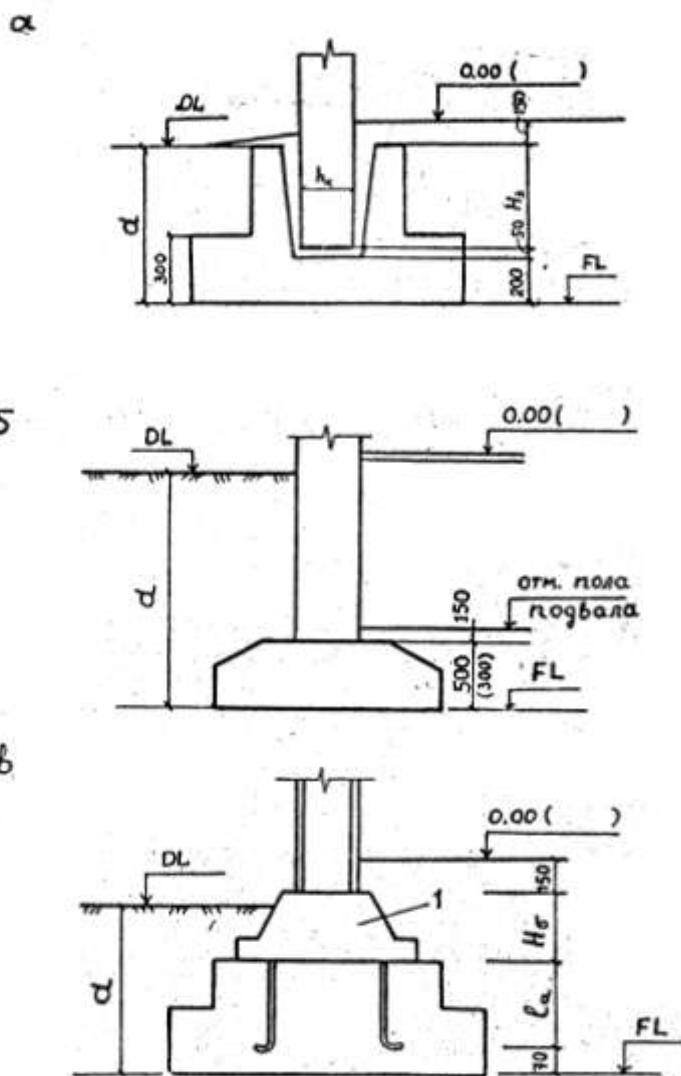


Рис. 4. Определение глубины заложения фундаментов с учетом конструктивных особенностей здания: а – фундамент под железобетонную колонну; б – ленточный фундамент под стену; в – фундамент под металлическую колонну; 1 – база колонны.

б) для двухветвевых колонн

$$H_3 \geq 0,5 + 0,33h_n \text{ или } H_3 \geq 0,5b_k,$$

где  $h_n$  – полная высота сечения двухветвевой колонны на уровне обреза фундамента, м;  $b_k$  – ширина двухветвевой колонны. Толщина дна стакана зависит от усилий в колонне и должна быть не менее 200 мм.

Базу (башмак) металлических колонн обычно устанавливают на 150 мм ниже отметки чистого пола первого этажа (рис. 4, б), которую потом обетонируют для защиты от коррозии. Высоту фундамента принимают равной глубине заделки анкерных болтов ( $l_a$ ) плюс толщина защитного слоя бетона (70 мм).

### ***3.3.2. По глубине заложения фундаментов примыкающих (существующих) сооружений.***

Если строительная площадка свободна от застройки, то в пояснительной записке отмечают, что ограничений нет.

Если проектируемый фундамент примыкает к существующему зданию, то подошва фундамента его должна быть на одной отметке с подошвой существующего здания.

### ***3.3.3. По нагрузкам и воздействиям на основания и фундаменты и инженерно-геологическим условиям площадки строительства.***

Прежде всего, нужно выбрать слой (в котором расположена подошва фундамента).

Несущим слоем не могут быть так называемые, слабые грунты (например, илы, торф, заторфованные грунты), растительный слой и некоторые виды культурных отложений.

Следуя вдоль вертикальной оси проектируемого фундамента, на геологическом разрезе (см. рис. 3) определяют абсолютную отметку кровли несущего слоя и, приняв величину заглубления, определяют абсолютную отметку подошвы фундамента.

Выбирая несущий слой, необходимо совместно учитывать величину усилий на верхнем обресе фундамента и физико-механические характеристики каждого слоя грунтов.

Предварительно площадь подошвы фундамента можно определить по формуле:  $A = F_{v,II} / R_0$  и проанализировать полученную величину с учетом аналогичных факторов соседних колонн или стен. Минимальное заглубление фундаментов в несущий слой должно быть 10...50 см; с другой стороны, не следует оставлять под подошвой фундамента слой грунта малой толщины, если строительные свойства несущего слоя значительно хуже свойств подстилающего слоя.

### ***3.3.4. По существующему и проектируемому рельефу застраиваемой территории.***

Если существующий рельеф территории спокойный (небольшое количество отметок, отсутствие оврагов, балок), то он не накладывает ограничений. При резком изменении рельефа (например, наличие крутого



склона) сооружение разделяют осадочными швами на отдельные отсеки (секции).

Тогда, с учетом рельефа, каждый отсек имеет свою отметку подошвы фундамента. В принципе, возможно изменение отметок подошвы и в пределах одного отсека.

### **3.3.5. По глубине сезонного промерзания грунтов.**

Глубину заложения фундаментов по условиям недопущения морозного пучения грунтов под ними назначают согласно СНиП 2.02.01-83\* в зависимости от расчетной глубины сезонного промерзания грунта  $d_f$ , определяемой по формуле:

$$d_f = k_h d_{fn},$$

где  $d_{fn}$  – нормативная глубина промерзания, определяемая в курсовом проекте по схематической карте для суглинков и глин, а для супесей, пылеватых и мелких песков она увеличивается в 1,2 раза;  $k_h$  – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, применяется:

для наружных фундаментов отапливаемых сооружений по СНиП 2.02.83 (приложение Г1 и Г2);

для наружных и внутренних фундаментов не отапливаемых сооружений  $k_h = 1,1$  (кроме районов с отрицательной среднегодовой температурой).

Глубина заложения внутренних фундаментов отапливаемых зданий не зависит от глубины промерзания.

Исключение промерзания грунтов в период строительства обеспечивается не глубиной заложения фундаментов, а теплозащитными мероприятиями.

### **3.3.6. По гидрогеологическим условиям в период строительства и эксплуатации сооружения.**

Грунтовые воды не оказывают непосредственного влияния на глубину заложения фундаментов. Рекомендуется закладывать фундаменты выше уровня грунтовых вод для исключения необходимости применения водоотлива или водопонижения. При заложении фундаментов ниже уровня грунтовых вод предусматривают соответствующую гидроизоляцию и методы производства работ, сохраняющие структуру грунта. При проектировании оснований учитывают возможность изменения гидрогеологических условий площадки в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

Итак, после рассмотрения отдельно каждого условия, определяющего глубину заложения фундамента, в пояснительной записке указывают абсолютную отметку подошвы или отмечают, что ограничений нет.

Окончательно принимают минимальное значение величины абсолютной отметки подошвы фундаментов и вычисляют глубину заложения:

$$d = DL - FL.$$

Отметку подошвы ростверка назначают по этим же условиям (за исключением п. 3.3.3).

По конструктивным условиям высота ростверка равна  $(h_0 + 0,25)$  м, но не менее 30 см, где  $h_0$  – высота заделки в него сваи, которую принимают не менее 5 см.

В заключении раздела необходимо проанализировать параметры будущего котлована. Если абсолютные отметки подошв всех фундаментов сооружения отличаются друг от друга незначительно, то возможно расположить все фундаменты с единой абсолютной отметкой. Это сократит затраты на земляные работы.

В курсовом проекте глубину заложения определяют для каждого заданного для расчета фундамента.

#### **3.4. Выбор типов оснований и фундаментов на базе сравнения вариантов**

Выбор типов оснований и фундаментов производят на основе совместного анализа исходных данных по инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям площадки строительства и надфундаментных конструкций.

Грунты в большинстве случаев используют в естественном состоянии. Но если верхняя относительно небольшая толща сложена слабыми грунтами, не способными в естественном состоянии воспринимать нагрузки от фундаментов, то предусматривают специальные мероприятия (уплотнение, закрепление или замена другими грунтами, обладающими необходимыми свойствами). Если толща слабых грунтов велика, то мероприятия по их искусственному улучшению или их замена могут отказать слишком дорогостоящими. Экономически более целесообразным может оказаться метод фундирования, при котором нагрузку передают на плотные слои, залегающие на значительной глубине под толщей слабых грунтов. Для этой цели устраивают свайные фундаменты (например, сваи, сваи-оболочки, сваи-столбы).

Студенту необходимо принять решение об использовании одного из двух возможных типов основания – естественного или искусственно улучшенного, а также рассмотреть 2 варианта фундаментов (мелкого и глубокого заложения).

К фундаментам мелкого заложения относятся отдельные (столбчатые), ленточные и в виде сплошной железобетонной плиты.

Типы свай различают по материалу, форме поперечного и продольного сечений, способу изготовления и погружения в грунт. При этом проходка сваями глинистых грунтов твердой и полутвердой консистенции допускается в исключительных случаях. Сваи нельзя применять, когда в толще имеются валуны и другие препятствия. В этих случаях делают фундаменты, выполняемые способами стена в грунте или опускной колодец.

При выборе вариантов фундаментов рассматривают только варианты целесообразные и конкурирующие между собой.

Под одним зданием могут быть разные типы оснований или фундаментов. Например, тяжелая часть здания может опираться на свайный фундамент, а более легкая на фундаменты мелкого заложения (рис. 5).

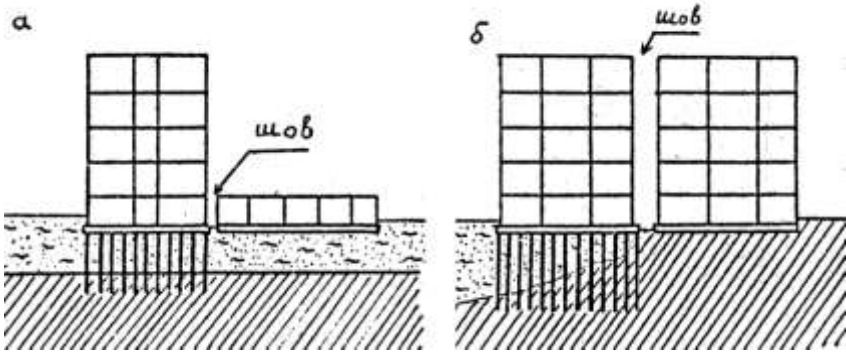


Рис. 5. Тип оснований и фундаментов: а – разные по нагрузкам фундаменты при одинаковом грунтовом основании; б – одинаковые по нагрузкам фундаменты при разных грунтовых основаниях.

### 3.4.1. Определение предварительных размеров подошвы фундаментов мелкого заложения

Размеры подошвы определяют методом последовательного приближения.

1. Вычисляют площадь подошвы  $A$  в первом приближении

$$A_1 = F_{v,II} / (R_0 - 0,85\gamma_{\text{бет}}d).$$

2. Выбирают форму подошвы. Известно, что самая оптимальная с точки зрения ведущих осадок – круглая, но она трудоемка в использовании. Поэтому подошву фундамента принимают квадратной, и только наличие большого по величине момента вынуждает принимать ее прямоугольной ( $b_1/l_1 = 0,65 \dots 0,85$ ).

3. Исходя из  $A_1$ , вычисляют ширину и длину фундамента при принятом отношении  $K = b_1/l_1$ . Например, для квадратной подошвы:  $b_1 = \sqrt{A_1}$ , для прямоугольной:  $A_1 = K \cdot b_1^2$ ;  $l_1 = b_1/K$ ;  $b_1 = \sqrt{A_1/K}$ . Размеры принимают кратными 10 см.

4. Определяют расчетное сопротивление грунта основания (приложения Б10 и Б11)

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{K} \left[ M_{\gamma} K_z b_1 \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}' + (M_q - 1) d_e \gamma_{II}' + M_c C \right].$$

5. Вычисляют площадь подошвы во втором приближении

$$A_2 = F_{v,II} / (R - 0,85\gamma_{\text{бет}}\alpha).$$

6. Уточняют размеры подошвы  $b_2$  и  $l_2$ . На этом приближении можно остановиться, приняв  $b = b_2, l = l_2, A = A_2$ .

7. Конструируют фундамент, назначая определенное количество и размеры ступеней (рис. 6), и вычисляют среднее давление под подошвой фундамента

$$P = (F_{V,II} + G_{\phi,II} + G_{ГР,II}) / A$$

8. Проверяют выполнение следующих условий:

а) среднее давление под подошвой фундамента не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания, т.е.  $P \leq R$ ;

б) при действии момента в одном направлении (рис.6,а) давление под наиболее и наименее нагруженной гранью фундамента должно быть соответственно:

$$P_{\max} \leq 1,2R \quad \text{и} \quad P_{\min} \geq 0;$$

$$P_{\max}^{\min} = (F_{V,II} + G_{\phi,II} + G_{ГР,II}) / A \pm (M_{X,II} + F_{h,II} d) / W_X$$

где  $W_x = bl^2 / 6$ ;

в) при действии момента в двух направлениях давление в угловой максимально нагруженной точке (рис. 6, б) не должно превышать  $1,5R$ ,

$P_{\max,c} \leq 1,5R$ , т.е.  $P_{\min} > 0$ ;

$$P_{\max}^{\min} = (F_{V,II} + G_{\phi,II} + G_{ГР,II}) / A \pm (M_{X,II} + F_{h,II} \cdot d) / W_x \pm (M_{y,II} + F_{h,II} d) / W$$

Если вышеприведенные условия не выполняются, то необходимо предпринять следующее:

1) изменить соотношение размеров подошвы, т.е. придать подошве удлинение в плоскости действия наибольшего момента, но не более, чем  $b/l \leq 1/3$ ;

2) увеличить площадь подошвы на 20 % и более;

3) сместить подошву фундамента в направлении действия момента относительно неподвижной колонны, тогда величина эксцентриситета  $e_\phi$  равна расстоянию от центра подошвы до точки пересечения оси колонны с подошвой фундамента (рис. 7). При этом площадь подошвы остается без изменений. Значения  $P_{\max}$  и  $P_{\min}$  для проверки вышеприведенных условий определяют по формуле:

$$P_{\max}^{\min} = (F_{V,II} + G_{\phi,II} + G_{ГР,II}) / A \pm [M_{X,II} + F_{h,II} d - (F_{V,II} + G_{\phi,II} + G_{ГР,II}) e_\phi] / W_x \cdot$$

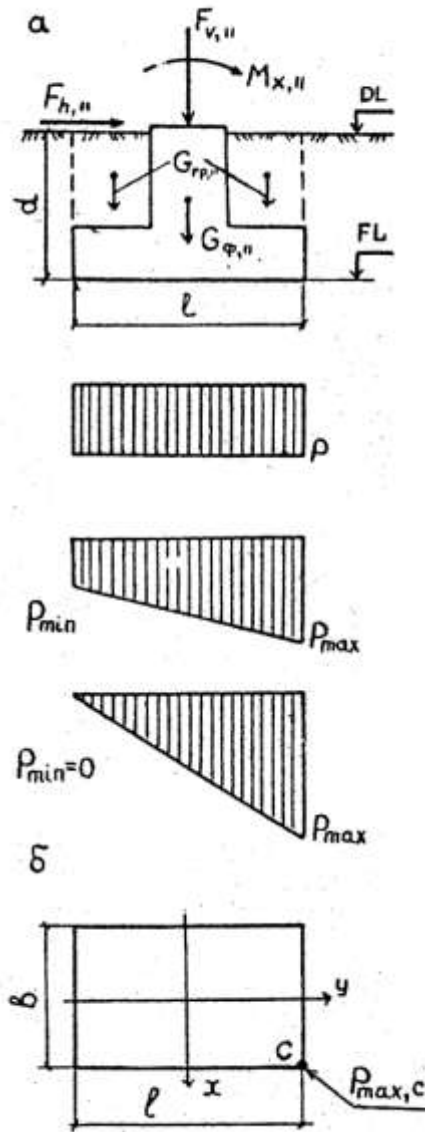


Рис. 6. Схема действия сил, возможные эпюры контактных давлений (а) и план подошвы фундамента (б).

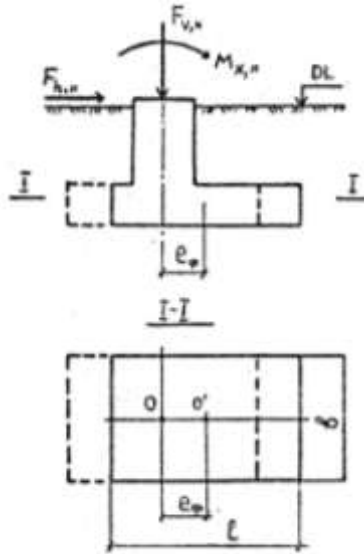


Рис. 7. Схемы размещения подошвы фундамента относительно оси колонны при центральном нагружении (пунктирная линия); при действии значительных по величине моментов (сплошная линия):  $O$  – точка пересечения оси колонны с подошвой фундамента;  $O'$  – геометрический центр подошвы фундамента.

При выполнении всех условий предварительный расчет размеров подошвы фундамента мелкого заложения считается завершенным.

Ширину подошвы ленточного фундамента под стену определяют аналогично, исходя из расчетных условий  $F_{V,л}$ ,  $F_{h,л}$ ,  $M_{X,л}$ , приходящихся на 1 м длины фундамента (при  $l = 1$  м).

Сборные ленточные фундамента проектируют прерывистыми.

При слабых, просадочных и набухающих грунтах, а также при наличии карстовых явлений, в сейсмических районах и на подрабатываемых территориях для снижения неравномерности деформаций здания устраивают монолитные железобетонные перекрестные ленты или плитные фундамента под всем сооружением. Основными конструктивными типами плит являются: безбалочная плита с опиранием колонн на сборные стаканы (рис. 8, а), безбалочная плита с монолитными стаканами (рис. 8, б), ребристая плита, соединяемая с колоннами с помощью монолитных стаканов или выпусков арматуры (рис. 8, в), плита коробчатого сечения (рис. 8, г).

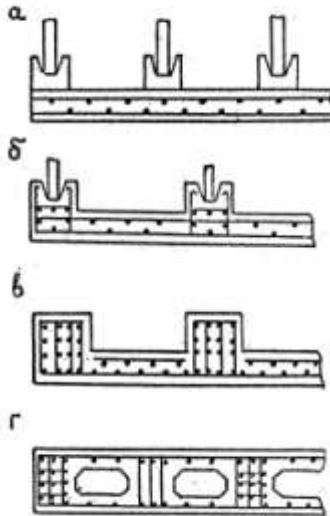


Рис. 8. Плитные фундаменты: а – со сборными стаканами; б – с монолитными стаканами; в - ребристые плиты; г – плита коробчатого сечения.

Размеры плиты в плане равны наружным габаритам каркаса (наружные поверхности стен или колонн), увеличенным на две толщины стенки стакана или отступая на 10...20 см от несущих стен. Толщина плиты определяется расчетом ее как железобетонного элемента, а в курсовом проекте принимают 40...60 см.

### 3.4.2. Определение предварительных размеров фундаментов глубокого заложения

Рассмотрим последовательность проектирования свайного фундамента с низким ростверком при вертикальных сваях.

Отметку подошвы ростверка, которую определили в разделе 3.3, наносят на геологический разрез (см. рис. 3). Анализ инженерно-геологических условий позволяет сделать вывод о типе свай. Если в грунтовом массиве есть практически несжимаемые породы (скальные, полускальные, крупнообломочные и глинистые грунты твердой консистенции), то применяют сваи-стойки, в противном случае - висячие сваи (сваи трения).

Несущая способность висячей сваи складывается из сопротивления грунта под острием и сил трения грунта по боковой поверхности, следовательно, острие сваи нужно располагать в более прочном грунте при заглублении в него на 2...3 м. Прочность грунтов качественно характеризует

величина условного расчетного сопротивления грунта  $R_0$ , (см. рис. 3). Таким образом, получают длину сваи в первом приближении.

Если в пределах длины погруженной части сваи есть слой сильно сжимаемых (слабых) грунтов (торф или ил толщиной более 30 см), то силы трения на этом участке длины сваи считают равными нулю. Силы трения грунта, расположенного выше сильно сжимаемого слоя, считают негативными (отрицательными), и они должны быть потом добавлены к нагрузке от здания, действующей на ростверк.

Выбирают вид висячей сваи: забивные или набивные разных конструкций, сваи-оболочки (диаметром более 800 мм), сваи-столбы. Например, если свая прорезает мощную толщу сильно сжимаемых грунтов, и нижний ее конец находится в плотном (прочном) грунте, то наиболее целесообразно принимать буронабивную сваю с уширением в пределах прочного грунта. В этом случае максимально используется прочность бетона сваи. Забивные и буронабивные сваи без уширения применяют при достаточно однородных по прочности слоях грунтов. Размеры забивных свай и сваи-оболочек принимают по ГОСТам, а набивных - в зависимости от технических параметров оборудования.

Сопряжение свайного ростверка со сваями бывает свободно опирающимся или жестким. Свободное опирание учитывают в расчетах, как шарнирное, и конструктивно выполняют заделкой головы сваи в монолитный ростверк на 5...10 см. Жесткое сопряжение сваи с ростверком осуществляют путем заделки головы сваи в монолитный ростверк на глубину, соответствующую длине анкеровки арматуры, либо заделкой в ростверк выпусков арматуры.

Уточнив размеры выбранной сваи (длину, поперечное сечение) и выполнив рис. 9, определяют ее несущую способность  $F_d$ .

Например, для забивных и набивных висячих свай (приложение E1...E4)

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} RA + U \sum \gamma_{cf} f_i h_i).$$

Вычисляют количество свай  $n$  в первом приближении

$$n = \gamma_k F_{V,I} / F_d.$$

При действии на ростверк большого по величине момента и поперечной силы количество свай увеличивают до 20%.

Располагают забивные сваи в плане с соблюдением условия

$$3d \leq a \leq 6d,$$

где  $d$  - диаметр круглого, сторона квадратного или большая сторона прямоугольного сечения сваи;  $a$  - расстояние в плане между центрами свай, расположенных рядами или в шахматном порядке (рис. 10).



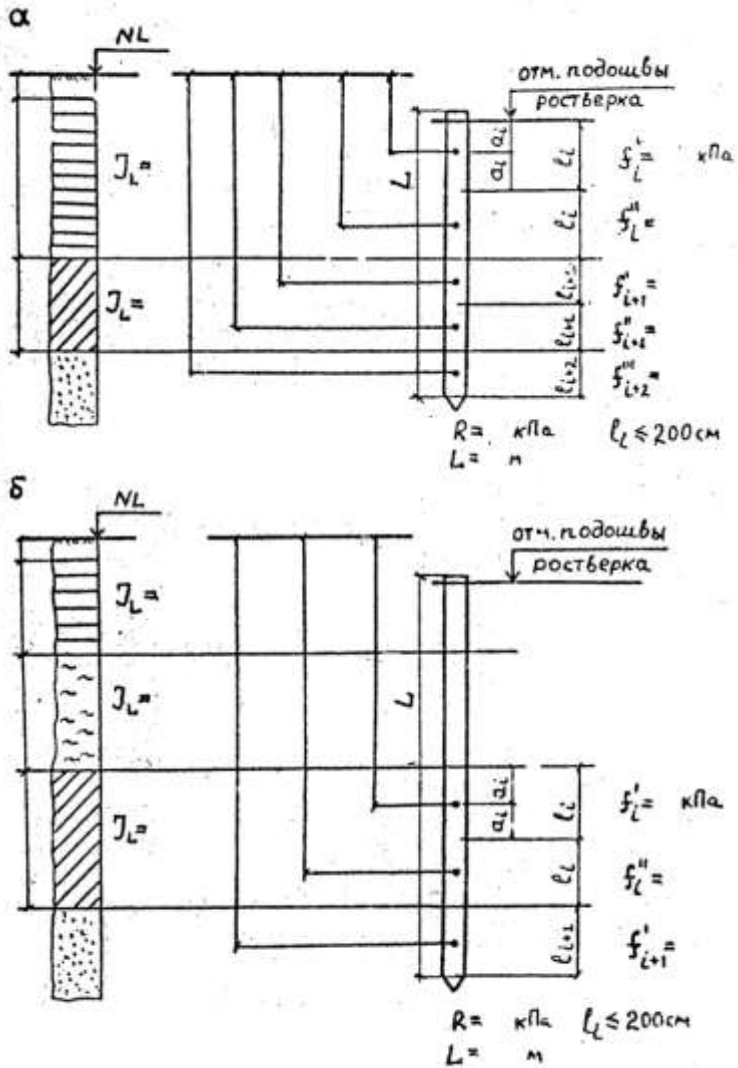


Рис. 9. Схема для определения несущей способности одиночной сваи по грунту для фундамента  $F_3$ : а – без слабого слоя грунта; б – при наличии слабого слоя грунта (торф, ил).

Причем, необходимо стремиться располагать сваи на расстоянии  $3d$  и к квадратной форме ростверка, тогда ростверк будет иметь минимальные размеры в плане. И только наличие большого по величине момента и поперечной силы вынуждают принимать ростверк прямоугольной формы и увеличение расстояния между центрами свай до  $6d$  в плоскости действия момента.

Расстояние в свету между стволами буровых и набивных свай и свай-оболочек должно быть не менее 1 м, между уширениями буронабивных свай и свай-оболочек при устройстве их в сухих глинистых грунтах твердой и полутвердой консистенции - 0,5 м, а в остальных грунтах - 1 м.

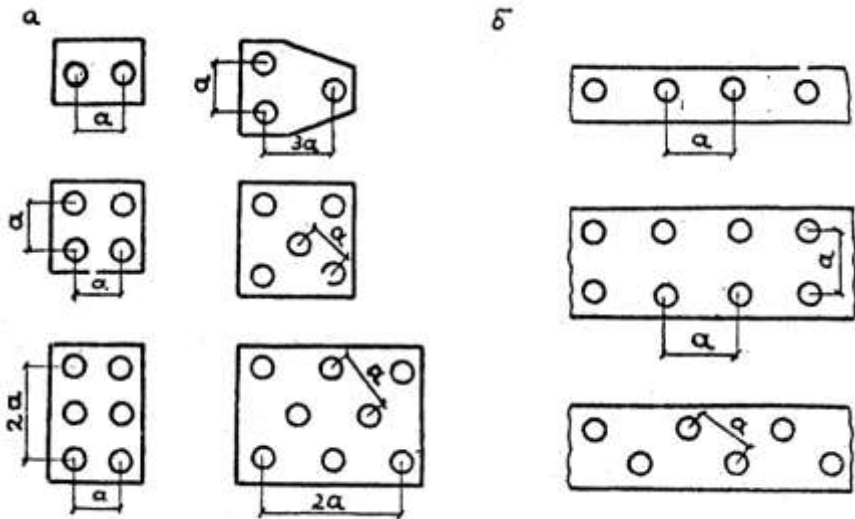


Рис. 10. Пример расположения свай в фундаменте под колонны (а) и стены (б).

При расположении свай в плане могут быть следующие варианты:

1) одной сваи принятых размеров много, тогда нужно уменьшить длину сваи или принять другую ее конструкцию и расчеты повторить;

2) под одну колонну свай много и их невозможно расположить в плане с учетом свай под соседние колонны, тогда необходимо увеличить длину свай или принять другую конструкцию, например, вместо забивных призматических свай принять буронабивные с уширенной пятой и расчеты повторить.

Определяют размеры ростверка, при этом расстояние от края ростверка до первого ряда свай принимают  $5 \dots 10$  см.

Вычисляют усилия, передаваемые ростверком на сваи. Вертикальное усилие на уровне подошвы ростверка  $N_{d,l}$  определяют по формуле

$$N_{d,I} = F_{V,I} + G_{P,I} + G_{ГР,I},$$

где  $G_{P,I}$  - вес ростверка;  $G_{ГР,I}$  - вес грунта на обрезах ростверка.

Определяют расчетную нагрузку на максимально и минимально нагруженные сваи (крайние в кусте)  $N_I$

$$N_I = N_{d,I} / n \pm M_{X,I} y_{\max(\min)} / \sum_{i=1}^n y_i^2,$$

где  $y_i$  - расстояние от центральной оси X ростверка до оси каждой сваи;

$y_{\max(\min)}$  расстояние от оси X до оси крайних свай по обе стороны.

Проверяют условие  $N_I \leq F_d / \gamma_k$ . Невыполнение этого условия может быть только при действии очень большого по величине значения  $M_{X,I}$ . Тогда необходимо сдвинуть ростверк вместе со сваями относительно неподвижной колонны в направлении действия момента  $M_{X,I}$ , т.е. задать фактический эксцентриситет  $e_\phi$  (аналогично случаю с фундаментами мелкого заложения) и вычислить

$$N_{I,\max(\min)} = N_{d,I} / n \pm (M_{X,I} y_{\max(\min)} - N_{d,I} e) / \sum_{i=1}^n y_i^2.$$

Если этот прием не даст должного результата, то предусматривают устройство наклонных свай.

Итак, после того, как определены размеры двух вариантов фундаментов (мелкого и глубокого заложения), вычисляют технические показатели для каждого из них (табл. 3).

Таблица 3

Технические показатели на I фундамент

Показатель	Для фундаментов			
	мелкого заложения		глубокого заложения	
	Ф 1	Ф 4	Ф 1	Ф 4
Общий объем бетона, м <sup>3</sup>				
Масса арматуры, кг				
Объем земляных работ, м <sup>3</sup>				

Массу арматуры принимают по содержанию ее в 1 м<sup>3</sup> конструкции (сваи – 100...150 кг, ростверки под колонны – 70 кг, ленточные ростверки под стены и массивные фундаменты – 30...40 кг).

Объем земляных работ вычисляют для площади здания в плане, приходящейся на одну колонку или 1 пог. м стены.

По этим показателям с учетом особенностей производства работ, выбирают вариант для дальнейшей проработки.

### 3.5. Конструирование фундаментов. Защита помещений от грунтовых вод и сырости

Фундаменты зданий, как правило, бывают бетонными и железобетонными.

Для сборных фундаментов применяют отдельные типовые элементы, например, фундаментные плиты, стеновые блоки, подколонные части фундаментов, рядовые фундаменты под колонны, фундаменты под распорные конструкции.

Размеры верхней ступени фундамента в плане (обрез) для металлической колонны принимают с учетом размещения металлического башмака для заделки анкерных болтов. Расстояние от оси анкерного болта до вертикальной грани верхней ступени фундамента принимают не менее 150 мм при диаметре болтов 50 мм и 200 мм при диаметре болтов более 50 мм.

При применении сборных унифицированных элементов фундаментов конструирование их не выполняется, но нужно указать марку элемента или фундамента и номер ГОСТа или типовую серию.

При применении монолитного фундамента выполняют опалубочный чертеж (рис.11).

Рекомендуемые высоты ступеней ( $h_1, h_2, h_3$ ) монолитного фундамента приведены в табл. 4. Размеры ступеней в плане ( $b_1, l_1$ ) принимают кратным 300 мм.

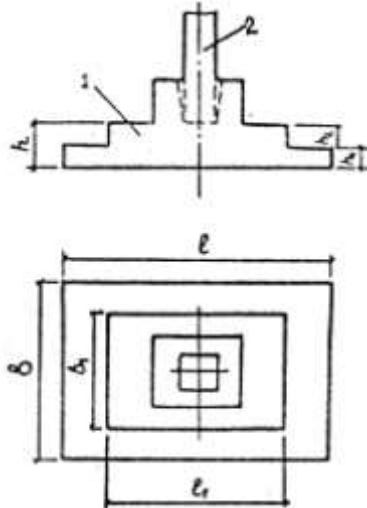


Рис. 11. Фундамент под колонну: 1 – фундамент; 2 – колонна.

Таблица 4

## Рекомендуемая высота ступеней фундамента

Высота плитной части фундамента $h$ , см	Высота ступеней, см			Высота плитной части фундамента $h$ , см	Высота ступеней, см		
	$h_1$	$h_2$	$h_3$		$h_1$	$h_2$	$h_3$
30	30	-	-	90	30	30	30
45	45	-	-	105	30	30	45
60	30	30	-	120	30	45	45
75	30	45	-	150	45	45	60

Для свайных фундаментов необходимо выбрать тип заделки свай в ростверк. Конструкция заделки зависит от вида свай (рис.12). Примеры сопряжения буронабивной сваи и сваи-оболочки с колонной даны на рис.13, 14.

Под монолитными фундаментами независимо от подстилающих грунтов (кроме скальных) предусматривают бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона М50. Под сборные фундаменты вместо подготовки из бетона может применяться песчаная подсыпка толщиной 100 мм.

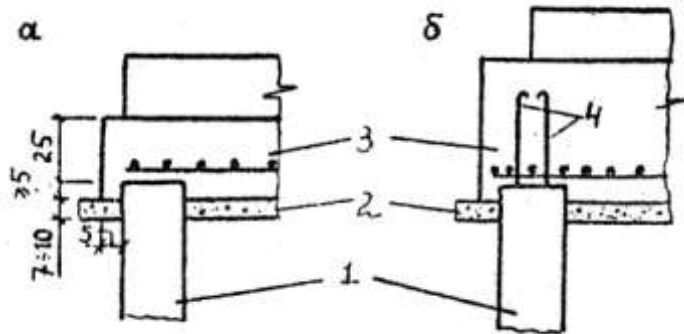


Рис. 12. Свободная (а) и жесткая (б) заделка свай в ростверк: 1 - железобетонные сваи; 2 - бетонная подготовка; 3 - монолитный ростверк; 4 - продольная арматура сваи.

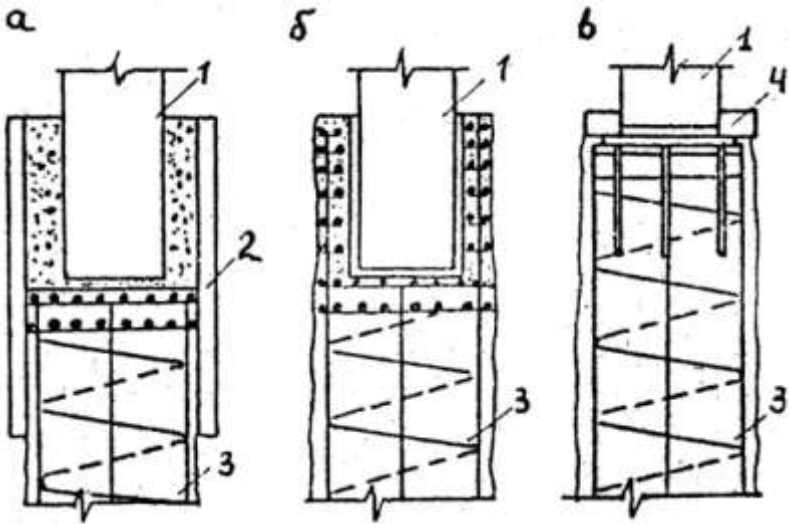


Рис. 13. Сопряжение буронабивной сваи с колонной: а – с помощью кольцевой посадки; б – устройством стакана в свае; в – сварным стыком; 1 – колонна; 2 – насадка; 3 – свая; 4 – сварной стык.

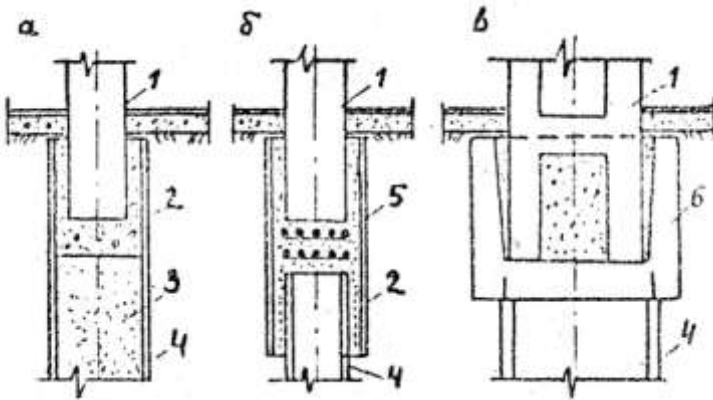


Рис. 14. Сопряжение полых круглой сваи и сваи-оболочки с колонной: а – бесстаканное; б – с помощью кольцевой посадки; в – с устройством монолитного стакана; 1 – колонна; 2 – монолитный бетон; 3 – песок; 4 – свая; 5 – насадка; 6 – монолитный стакан.

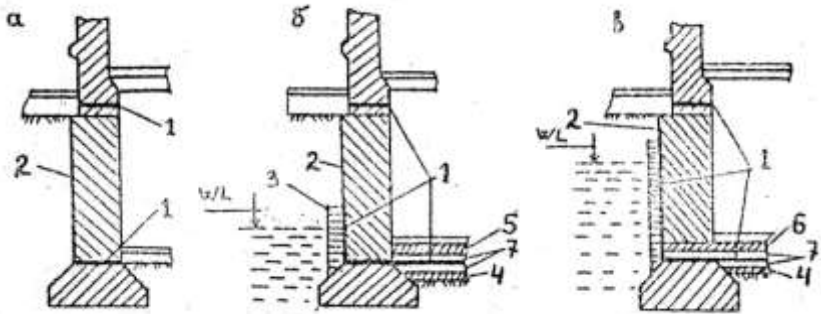


Рис. 15. Гидроизоляция подвальных помещений: а – при уровне подземных вод ниже пола подвала; б – при уровне подземных вод выше пола подвала; в – в то же, при высоком стоянии; 1 – рулонная гидроизоляция; 2 – обмазка битумом за два раза; 3 – прижимная стенка; 4 – бетонная подготовка; 5 – пригрузочный бетон; 6 – железобетонная плита; 7 – цементная стяжка.

Мероприятия по защите помещений от грунтовых вод и сырости направлены на предохранение заглубленных частей здания от сырости и затопления грунтовыми водами, от коррозии и разрушения материалов конструкций. Выбор этих мероприятий зависит от гидрогеологических условий, особенностей конструкции и назначения помещений. Некоторые примеры приведены на рис. 15.

Детальную проработку конструкций фундаментов выполняют на чертежном листе.

### 3.6. Расчет оснований по предельным состояниям

Согласно СНиП 2.02.01-83\* основания должны рассчитываться по двум группам предельных состояний: первой - по несущей способности и второй - по деформациям. Студент должен обосновать необходимые расчеты оснований по предельным состояниям, а также метод расчета осадок основания.

#### 3.6.1. Расчет осадок методом послойного суммирования (вторая группа предельных состояний).

Последовательность расчета осадки основания фундамента мелкого заложения.

1. Вычерчивают расчетную схему (рис.16).
2. Вычисляют вертикальные нормальные напряжения от собственного веса грунта

$$\bar{\sigma}_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_{II,i} h_i$$

и строят эпюру  $\bar{\sigma}_{zg}$  слева от оси  $z$  и эпюру  $0,2\bar{\sigma}_{zg}$  справа. Ниже уровня грунтовых вод необходимо учитывать взвешивающее действие воды на скелет песчаного грунта и супеси.

3. Определяют величину дополнительного (осадочного) давления на грунт под подошвой фундамента

$$P_0 = P - \bar{\sigma}_{zg,0},$$

где  $P = (F_{V,II} + G_{ф,II} + G_{ГР,II}) / A$ .

4. Разбивают толщу основания на элементарные слои толщиной  $h_i$  (не обязательно равные), исходя из условия  $h_i \leq 0,2b$ .

Границы элементарных слоев должны совпадать с границами естественных напластований. Определяют координату подошвы элементарных слоев, причем  $z = 0$  соответствует подошве фундамента, и начинают заполнение табл. 5.

5. Вычисляют дополнительные вертикальные нормальные напряжения на границах слоев грунта

$$\bar{\sigma}_{zp} = \alpha P_0,$$

где  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий уменьшение по глубине дополнительного давления (приложение Д1).

Строят эпюру  $\bar{\sigma}_{zp}$ . Точка пересечения эпюр  $\bar{\sigma}_{zp}$  и  $\bar{\sigma}_{zq}$  соответствует нижней границе сжимаемой толщи (ВС).

6. Определяют величину средних дополнительных давлений в каждом из элементарных слоев

$$\bar{\sigma}_{zp,i}^{cp} = (\bar{\sigma}_{zp,i-1} + \bar{\sigma}_{zp,i}) / 2.$$

7. Определяют величины осадок каждого элементарного слоя

$$S_i = \bar{\sigma}_{zp,i}^{cp} h_i \beta / E_i,$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий отсутствие поперечного расширения при деформировании грунтов в условиях компрессии. Назначается в зависимости от коэффициента Пуассона  $\nu$  (табл. 6).

Таблица 6

Среднее значение коэффициента Пуассона  $\nu$  и коэффициента  $\beta$

Грунт	$\nu (\mu)$	$\beta = 1 - 2\nu^2 / (1 - \nu)$
Песок и супесь	0,30	0,74
Суглинок	0,35	0,62
Глина	0,42	0,40



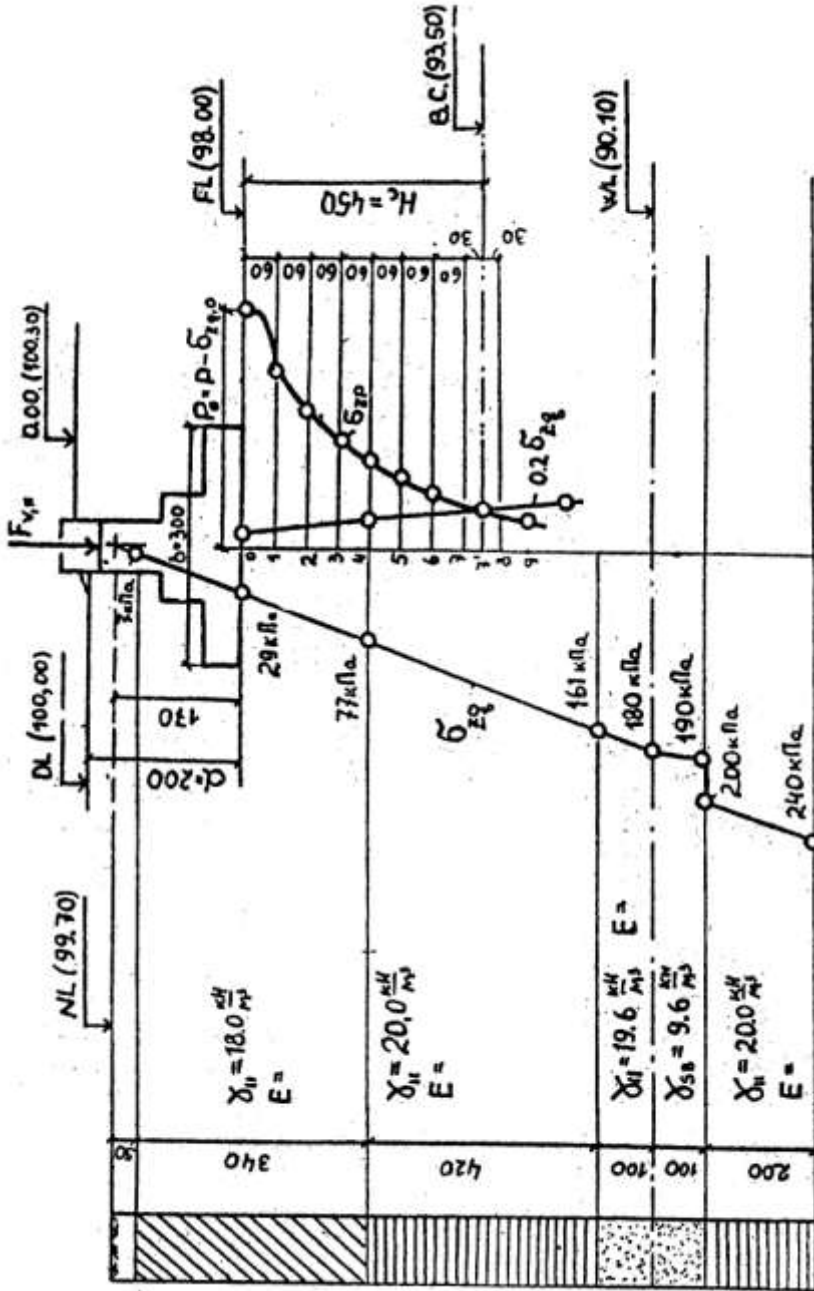


Рис. 16. Схема для расчета осадки фундамента мелкого заложения методом последовательного суммирования (линейные размеры приведены в см).

Таблица расчета осадки фундамента Ф3 методом последыного суммирования (пример)

№ точек	Z, м	2Z/b	$\alpha$	$\sigma_{sp} = \alpha P_0$ , кПа	№ слоя	$\sigma_{sp}^*$ , кПа	$h_s$ , м	$\beta_s$	$E_s$ , кПа	$S_s = \sigma_{sp}^{*2} \cdot h_s \cdot \beta_s / E_s$ , м
0	0	0	1,00	200	1	196	0,60	0,74	18000	0,0048
1	0,60	0,40	0,96	192	2	176	0,60	0,74	18000	0,0043
2	1,20	0,80	0,80	160	3	141	0,60	0,74	18000	0,0035
3	1,80	1,20	0,61	122	4	106	0,60	0,62	12000	0,0033
4	2,40	1,60	0,45	90	5	79	0,60	0,62	12000	0,0024
5	3,00	2,00	0,34	68	6	60	0,60	0,40	13000	0,0011
6	3,60	2,40	0,26	52	7	46	0,60	0,40	13000	0,0008
7	4,20	2,80	0,20	40	8	38	0,30	0,40	13000	0,0004
7*	4,50	3,00	0,18	36						
8	4,80	3,20	0,16	32						
										S=0,0216 м =2,16 см

8. Суммарная осадка всех элементарных слоев составляет расчетную величину осадки основания  $s$ .

Если в проекте необходимо учитывать влияние соседних фундаментов, то к эпюре дополнительных напряжений  $\bar{\sigma}_{zp}$ , построенной для проектируемого фундамента, достраивают добавочную часть, отражающую влияние соседнего фундамента. Величина добавочного дополнительного давления определяется методом угловых точек

### 3.6.1.1. Последовательность расчета осадок свайного фундамента.

Определяют размеры условного фундамента (рис. 17).

Границы условного фундамента определяют следующим образом: снизу - плоскостью КБ, проходящей через нижние концы свай; с боков - вертикальными плоскостями КГ и БД, отстоящими от граней крайних рядов вертикальных свай на расстояния  $htg\varphi_{II,mt}/4$ , где  $\varphi_{II,mt}$  - осредненное (средневзвешенное) значение угла внутреннего трения грунта, определяемое по формуле

$$\varphi_{II,mt} = (\varphi_{II,1}h_1 + \varphi_{II,2}h_2 + \dots + \varphi_{II,n}h_n)/(h_1 + h_2 + \dots + h_n),$$

где  $\varphi_{II,1}; \varphi_{II,2}; \dots; \varphi_{II,n}$  - расчетные значения углов внутреннего трения для отдельных, пройденных сваями слоев грунта толщиной соответственно  $h_1, h_2, \dots, h_n; h$ ; - глубина погружения сваи в грунт, считая от подошвы ростверка (см. рис. 16, а) или подошвы слабого слоя (см. рис. 17, б) и равная  $h = h_1 + h_2 + \dots + h_n$ .

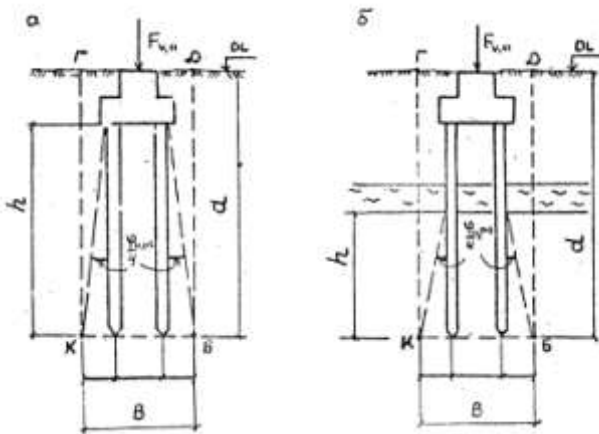


Рис. 17. Схема определения условного фундамента: а – при отсутствии слабых грунтов; б – при наличии слабых грунтов толщиной более 30 см.

Дальнейший расчет ведут в той же последовательности, как фундамента мелкого заложения с размерами подошвы  $B \times L$  и глубиной заложения фундамента  $d$ . При этом на рис.16 не чертят ростверк и сваи, а наносят только границы условного фундамента (КГДБ на рис.17), и величину среднего фактического давления под подошвой условного фундамента вычисляют по формуле

$$P = (F_{V,II} + G_{P,II} + G_{св,II} + G_{ГР,II}) / BL,$$

где  $G_{P,II}$ ;  $G_{св,II}$ ;  $G_{ГР,II}$  - соответственно вес ростверка, свай и грунта в пределах границ условного фундамента.

### **3.6.2. Расчет осадок основания методом линейно-деформируемого слоя конечной толщины (вторая группа предельных состояний).**

Этот метод применяется, если:

а) в пределах сжимаемой толщи основания расположен слой грунта с модулем деформации  $E \geq 100000$  кПа;

б) подошва фундамента имеет большие размеры (ширина или диаметр более 10 м) и модуль деформации  $E \geq 10000$  кПа независимо от глубины залегания мало сжимаемого грунта.

Принимают, что осадка фундамента вызвана полным средним давлением, действующим по подошве фундамента (без вычета давления от собственного веса грунта на уровне подошвы), т.е.  $P_0 = P$ .

Расчетную толщину линейно-деформируемого слоя  $H$  принимают или до кровли грунта с модулем деформации  $E \geq 100000$  кПа, или при ширине фундамента  $b \geq 10$  м и среднем значении модуля деформации основания  $E \geq 10000$  кПа вычисляют по формуле:

$$H = (H_0 + \psi b) K_p,$$

где  $H_0$  и  $\psi$  - принимают соответственно равными для оснований, сложенных пылевато-глинистыми грунтами 9 м и 0,15; песчаными грунтами 6 м и 0,1;  $K_p$  - коэффициент, принимаемый равным 0,8 при среднем давлении под подошвой фундамента  $P = 100$  кПа; 1,2 при  $P = 500$  кПа, а при промежуточных значениях  $P$  - по интерполяции.

Средняя осадка основания

$$s = pbk_c \left[ \sum_{i=1}^n (k_i - k_{i-1}) / E_i \right] / k_m,$$

где  $n$  – количество слоев грунта,  $k_c$ ,  $k_m$ ,  $k_i$  – коэффициенты, определяемые в зависимости от глубины границ слоев, считая от подошвы фундамента (приложения Д 2, Д 3, и Д 4).

Расчет по деформациям считается выполненным, если удовлетворены требования СНиП 2.02.01-83\*, в противном случае необходимо изменить площадь или глубину его заложения и повторить расчет осадок.

Если определенные расчетом величины осадок основания (при  $P = R$ ) не превышают 40% предельно допустимых величин, то расчетное сопротивление  $R$  может быть повышено в 1,2 раза (т.е. площадь подошвы фундамента уменьшено на 20%). Изменение размера подошвы фундамента производят без повторного расчета осадок основания.

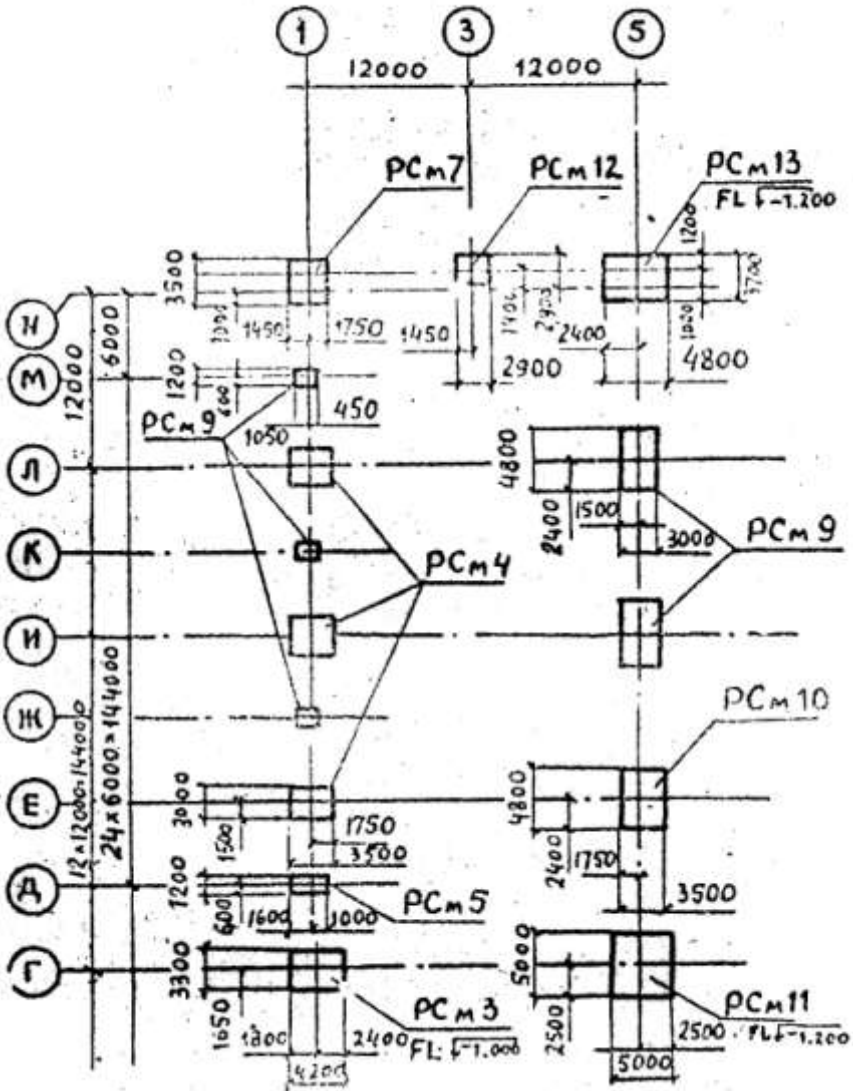
### ***3.6.3. Расчет основания по несущей способности (первая группа предельных состояний).***

Если устойчивость фундамента против сдвига по подошве не обеспечена, целесообразно устройство фундаментов с наклонной подошвой, так как увеличение размеров подошвы не дает должного эффекта в связи с небольшим удельным сцеплением у основных видов грунтов.

## **4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Основания и фундаменты. Часть 2. Основы геотехники: Учебник/ Под ред. Б. К. Долматова - М.: Изд – во АВС; СПбГАСУ, 2002.
2. Механика грунтов, основания и фундаменты: Учеб. пособие для строит. спец. вузов/ Под ред. С.Б. Ухова - М.: Высшая школа, 2002.
3. Малышев М.В., Болдырев Г.Г. Механика грунтов. Основания и фундаменты (в вопросах и ответах): Уч. пособие – м.: Изд – во АВС, 2001.
4. Берлинов М.В., Ягупов Б.А. Расчет оснований и фундаментов: Учебн. для строит. спец. учебн. заведений – М.: Стройиздат, 2004.
5. СНиП 2.02.01 - 83\*. Оснеования зданий и сооружений / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996.
6. Механика грунтов, основания и фундаменты: Методические указания к выполнению курсового проекта и раздела дипломного проекта/ А.З. Попов, С.В. Сергеев – Белгород: БТИСМ, 1988.
7. Инженерная геология: Учеб. для строит. спец. вузов/ В.П. Ананьев, А.Д. Потапов. – М.: Высшая школа, 2002.





Маркировочная схема ростверка

## Варианты заданий

Варианты	Объект	Площадка	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
			<b>31</b>	6-1	2	<b>66</b>	3-2	8
			<b>32</b>	6-2	3	<b>67</b>	4-1	9
			<b>33</b>	7-1	4	<b>68</b>	4-2	10
			<b>34</b>	7-2	5	<b>69</b>	5-1	10
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<b>35</b>	8-1	6	<b>70</b>	5-2	9
<b>1</b>	1-1	1	<b>36</b>	8-2	7	<b>71</b>	6-1	8
<b>2</b>	1-2	2	<b>37</b>	9-1	8	<b>72</b>	6-2	7
<b>3</b>	2-1	3	<b>38</b>	9-2	9	<b>73</b>	7-1	6
<b>4</b>	2-2	4	<b>39</b>	10-1	10	<b>74</b>	7-2	5
<b>5</b>	3-1	5	<b>40</b>	10-2	9	<b>75</b>	8-1	4
<b>6</b>	3-2	6	<b>41</b>	1-1	8	<b>76</b>	8-2	3
<b>7</b>	4-1	7	<b>42</b>	1-2	7	<b>77</b>	9-1	2
<b>8</b>	4-2	8	<b>43</b>	2-1	6	<b>78</b>	9-2	1
<b>9</b>	5-1	9	<b>44</b>	2-2	5	<b>79</b>	10-1	2
<b>10</b>	5-2	10	<b>45</b>	3-1	4	<b>80</b>	10-2	3
<b>11</b>	6-1	1	<b>46</b>	3-2	3			
<b>12</b>	6-2	2	<b>47</b>	4-1	2			
<b>13</b>	7-1	3	<b>48</b>	4-2	1			
<b>14</b>	7-2	4	<b>49</b>	5-1	1			
<b>15</b>	8-1	5	<b>50</b>	5-2	2			
<b>16</b>	8-2	6	<b>51</b>	6-1	3			
<b>17</b>	9-1	7	<b>52</b>	6-2	4			
<b>18</b>	9-2	8	<b>53</b>	7-1	5			
<b>19</b>	10-1	9	<b>54</b>	7-2	6			
<b>20</b>	10-2	10	<b>55</b>	8-1	7			
<b>21</b>	1-1	10	<b>56</b>	8-2	8			
<b>22</b>	1-2	9	<b>57</b>	9-1	9			
<b>23</b>	2-1	8	<b>58</b>	9-2	10			
<b>24</b>	2-2	7	<b>59</b>	10-1	1			
<b>25</b>	3-1	6	<b>60</b>	10-2	2			
<b>26</b>	3-2	5	<b>61</b>	1-1	3			
<b>27</b>	4-1	4	<b>62</b>	1-2	4			
<b>28</b>	4-2	3	<b>63</b>	2-1	5			
<b>29</b>	5-1	2	<b>64</b>	2-2	6			
<b>30</b>	5-2	1	<b>65</b>	3-1	7			



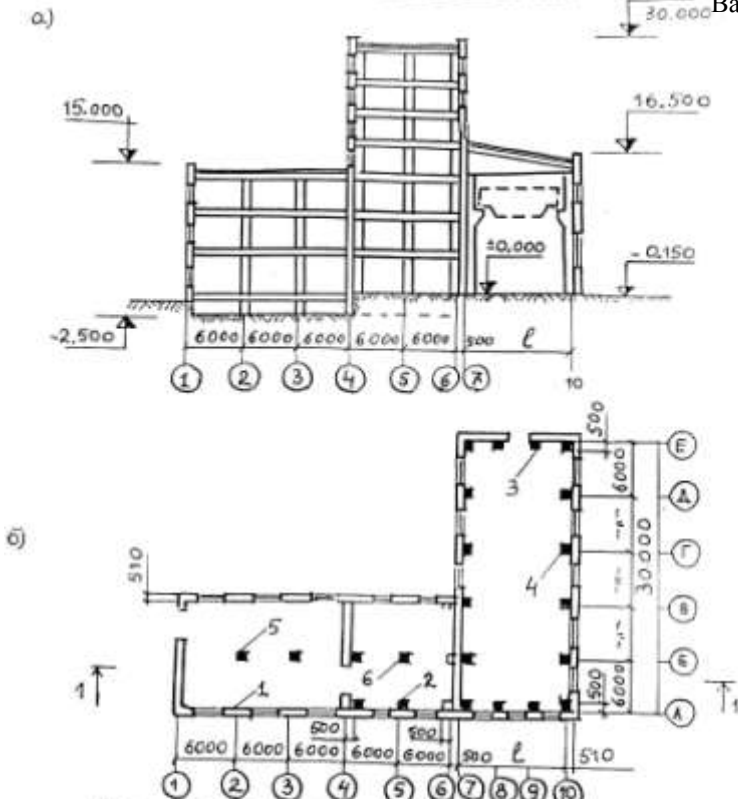


Рис. Схема здания экспериментального цеха. М 1:500.  
 а - разрез 1-1; б - план на отм. ±0,000

УСИЛИЯ НА ВЕРХНИХ ОБРЕЗАХ ФУНДАМЕНТОВ  
 (ОСНОВНЫЕ СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК)

ТАБЛИЦА

ВАРИАНТ	НОМЕР ФУНДАМ.	1-2 СОЧЕТАНИЕ			2-2 СОЧЕТАНИЕ		
		$F_{вн}, кН$	$M_0, кН·м$	$F_{вн}, кН$	$F_{вн}, кН$	$M_{пн}, кН·м$	$F_{пн}, кН$
1 $\ell=12м$ ПОВВАЛ В ОСЯХ 1-4	1	170	30	10	213	40	24
	2	1700	50	15	1040	63	20
	3	500	250	15	610	300	18
	4	1050	200	18	1280	230	16
	5	780	150	8	920	200	14
	6	1900	90	13	1280	300	13
2 $\ell=18м$ ПОВВАЛ В ОСЯХ 4-6	1	210	50	12	360	70	17
	2	1850	200	30	1920	100	40
	3	380	200	14	440	330	12
	4	800	240	10	840	180	14
	5	860	200	8	900	300	18
	6	2120	180	18	2240	180	14

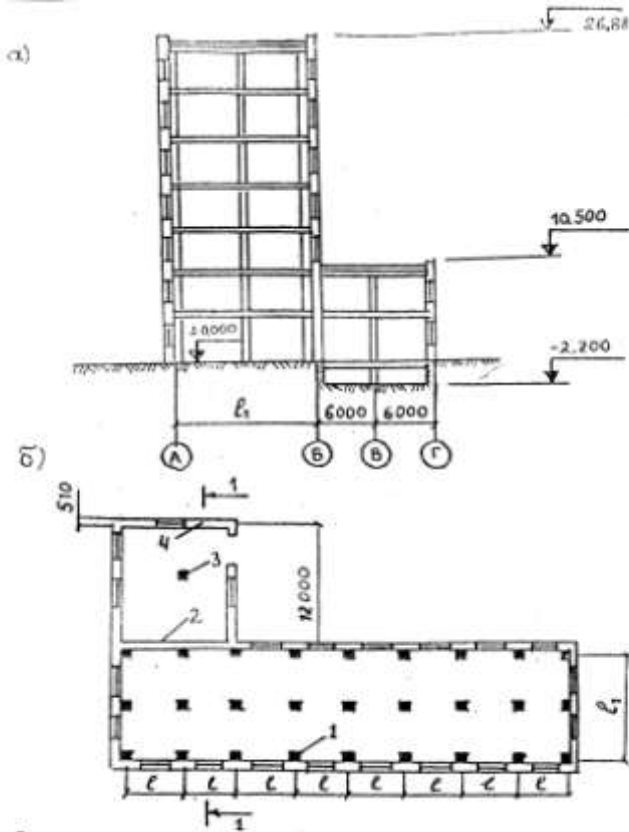


Рис. Схема задания административного корпуса, М:1:400  
 а - разрез Т-1; б - план на ошм. 10.000

УСИЛИЯ НА ВЕРХНИХ ОБРЕЗАХ ФУНДАМЕНТОВ  
 (ОСНОВНЫЕ СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК) ТАБЛИЦА

ВАРИАНТ	НОМЕР ФУНДАМ.	1-е сочетание			2-е сочетание		
		$F_{\text{вн}}, \text{кН}$	$M_{\text{вн}}, \text{кН}\cdot\text{м}$	$F_{\text{нн}}, \text{кН}$	$F_{\text{вн}}, \text{кН}$	$M_{\text{вн}}, \text{кН}\cdot\text{м}$	$F_{\text{нн}}, \text{кН}$
1 $\ell_1 = 12 \text{ м}$ $\ell = 6 \text{ м}$	1	3600	40	20	2140	32	15
	2	148	8	10	164	10	12
	3	1150	20	8	1300	20	11
	4	450	10	11	540	12	8
2 $\ell_1 = 10 \text{ м}$ $\ell = 5 \text{ м}$	1	3200	30	8	2200	40	20
	2	125	15	13	140	14	8
	3	1000	18	7	1100	24	12
	4	380	12	11	450	13	8

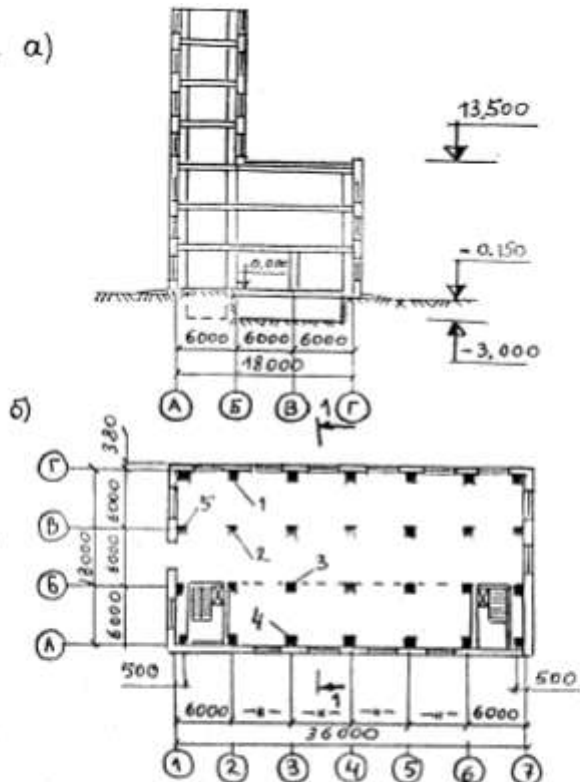


Рис. Схема здания ремонтного цеха, М 1:500:  
а - разрез 1-1; б - план на отм. ±0,300

Таблица  
Усилия на верхних обрезах фундаментов  
(основные сочетания нагрузок)

Вариант	Номер фундамента	1-е сочетание		2-е сочетание			
		$F_{н.н}, кН$	$M_{н.н}, кН·м$	$F_{н.н}, кН$	$F_{н.н}, кН$	$M_{н.н}, кН·м$	$F_{н.н}, кН$
1 Подвал в осях B-Г	1	1090	42	12	1260	52	10
	2	250	10	8	910	12	8
	3	2040	84	30	2460	80	30
	4	2500	220	30	2340	100	14
	5	1960	200	12	1960	140	17
2 Подвал в осях А-Б	1	980	52	8	1200	64	15
	2	600	20	4	720	42	10
	3	2320	120	40	2300	140	22
	4	2200	300	21	2540	340	20
	5	1300	240	18	1300	260	14

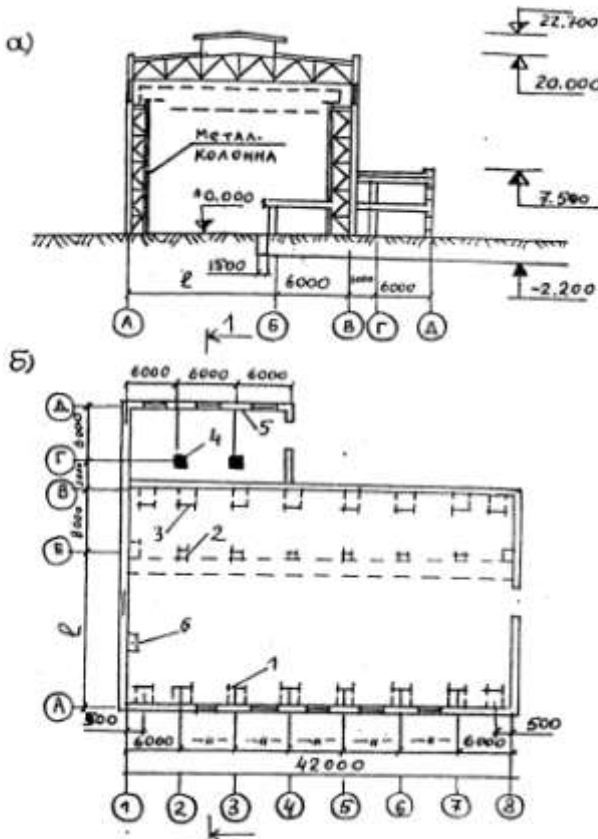


Рис. Схема здания монтажного цеха, М 1:500  
а - разрез 1-1; б - план на отм.  $\pm 0.000$

ТАБЛИЦА

УСИЛИЯ НА ВЕРХНИХ ОБРЕЗАХ ФУНДАМЕНТОВ  
(ОСНОВНЫЕ СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК)

ВАРИАНТ	НОМЕР ФУНДАМ.	1-2 СОЧЕТАНИЕ			2-3 СОЧЕТАНИЕ		
		$F_{\text{сдв}}, \text{кН}$	$M_{\text{п}}, \text{кН}\cdot\text{м}$	$F_{\text{н}}, \text{кН}$	$F_{\text{сдв}}, \text{кН}$	$M_{\text{п}}, \text{кН}\cdot\text{м}$	$F_{\text{н}}, \text{кН}$
1 $l=24\text{м}$	1	4260	1040	60	5580	1340	106
	2	2460	580	40	2790	790	80
	3	6810	1360	50	7770	1120	76
	4	1530	340	20	1740	420	50
	5	300	40	30	360	48	60
	6	3300	1160	40	3300	800	124
2 $l=18\text{м}$	1	3840	800	40	4920	960	84
	2	2100	700	35	2550	800	100
	3	5940	880	30	6840	840	60
	4	1200	300	15	1320	400	50
	5	240	50	10	330	80	20
	6	2700	920	14	2700	600	80

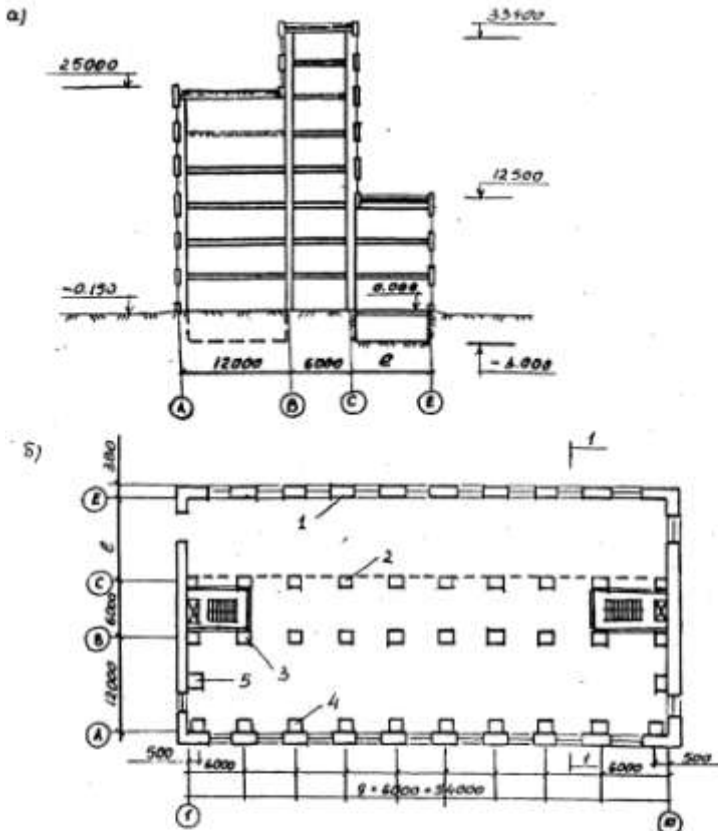


Рис. Стена здания цинкового корпуса М 1:500  
а - разрез 1-1 ; б - план на отн

Таблица

Цифры на верхних обрезах фундаментов  
(основные сочетания нагрузок)

Вариант	Номер фун-та	1-е сочетание		2-е сочетание			
		$F_{0,1}$ кН	$M_{0,1}$ кНм	$F_{0,2}$ кН	$F_{0,3}$ кН	$M_{0,2}$ кНм	$F_{0,4}$ кН
1 $e = 6$ подбал. б ос.к. ВГ	1	150	24	10	188	29	35
	2	2800	38	75	2200	52	55
	3	3400	500	41	3600	520	81
	4	1600	122	30	1760	146	67
	5	4050	184	21	1400	22	25
2 $e = 12$ подбал. б ос.к. АВ	1	170	21	25	210	26	21
	2	3120	58	67	3880	69	50
	3	4020	400	81	5050	420	41
	4	1020	84	55	2360	123	75
	5	1820	261	35	1880	314	10

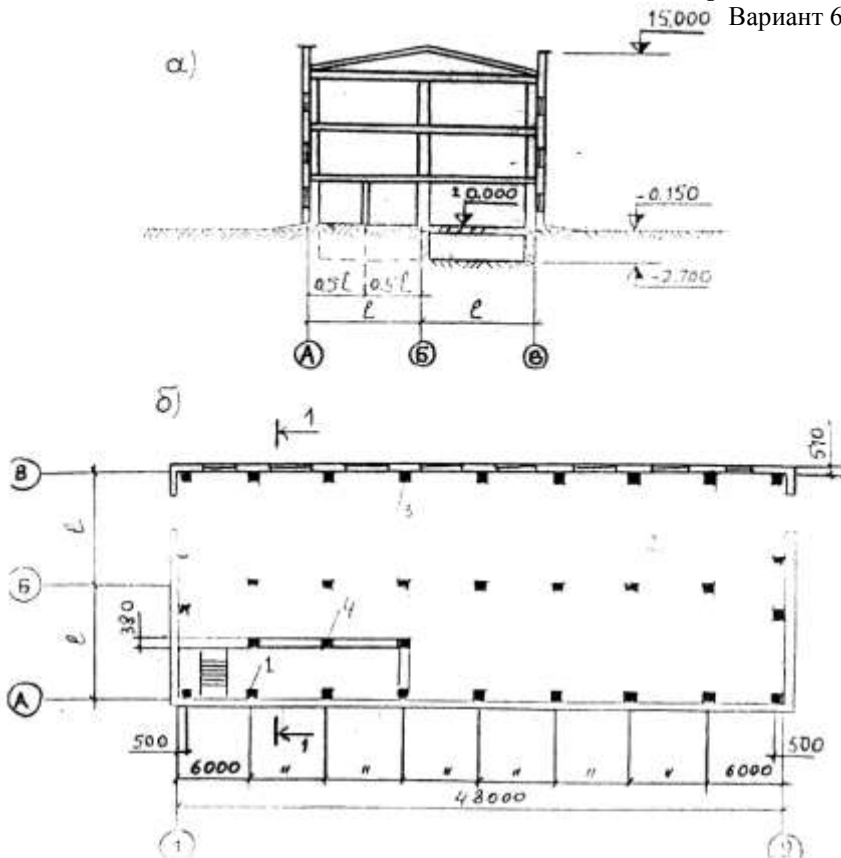


Рис. Схема здания фабричного корпуса № 1 (1:100)  
 а - разрез 1-1; б - план на отм. 0,000

УСЛОВИЯ НА ВЕРХНИХ ОБРЕЗАХ ФУНДАМЕНТОВ  
 (ОСНОВНЫЕ СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК)

ТАБЛИЦА

ВАРИАНТ	НОМЕР ФУНДАМЕНТ.	1-е сочетание			2-е сочетание		
		$F_{вн}, кН$	$M_{вн}, кН\cdot м$	$F_{гн}, кН$	$F_{вн}, кН$	$M_{вн}, кН\cdot м$	$F_{гн}, кН$
1 $l=6$ ПОДВАЛ В ОСЯХ Б-Б	1	1400	140	20	1680	168	22
	2	2270	92	30	2530	114	31
	3	1820	182	35	2100	226	37
	4	620	51	20	630	55	23
2 $l=12 м$ ПОДВАЛ В ОСЯХ А-Б	1	1800	170	40	2060	21	40
	2	3200	150	32	3560	184	30
	3	2400	230	60	2860	180	50
	4	650	55	14	680	61	10

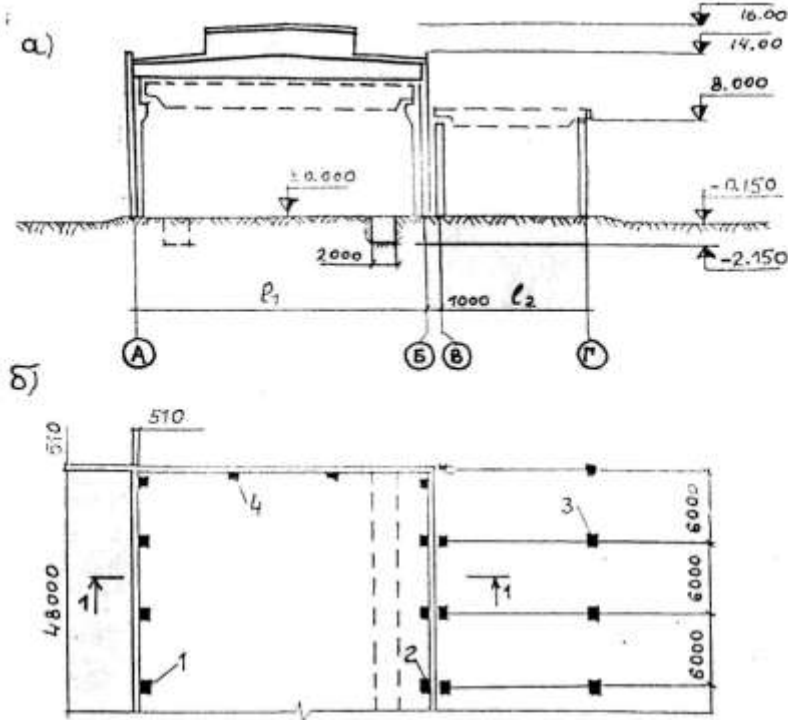


Рис. Схема здания механического цеха, М1:400:  
а-разрез 1-1; б-план на опм ±0,000

ТАБЛИЦА  
УСИЛИЯ НА ВЕРХНИХ ОБРЕЗАХ ФУНДАМЕНТОВ  
(основные сочетания нагрузок)

ВАРИАНТ	НОМЕР ФУНДАМЕН.	1-е сочетание			2-е сочетание		
		$F_{\text{вн}}, \text{кН}$	$M_{\text{вн}}, \text{кНм}$	$T_{\text{вн}}, \text{кН}$	$F_{\text{вн}}, \text{кН}$	$M_{\text{вн}}, \text{кНм}$	$F_{\text{вн}}, \text{кН}$
1 $l_1=24\text{м}$ $l_2=12\text{м}$ КАНАЛ У ОСН. Б	1	1100	320	21	1340	230	17
	2	1380	370	19	1630	260	19
	3	460	100	12	550	120	12
	4	560	220	10	560	290	8
2 $l_1=18\text{м}$ $l_2=9\text{м}$ КАНАЛ У ОСН. А	1	900	260	10	1090	80	10
	2	1160	310	11	1400	200	9
	3	380	50	8	600	40	11
	4	470	80	7	470	20	10

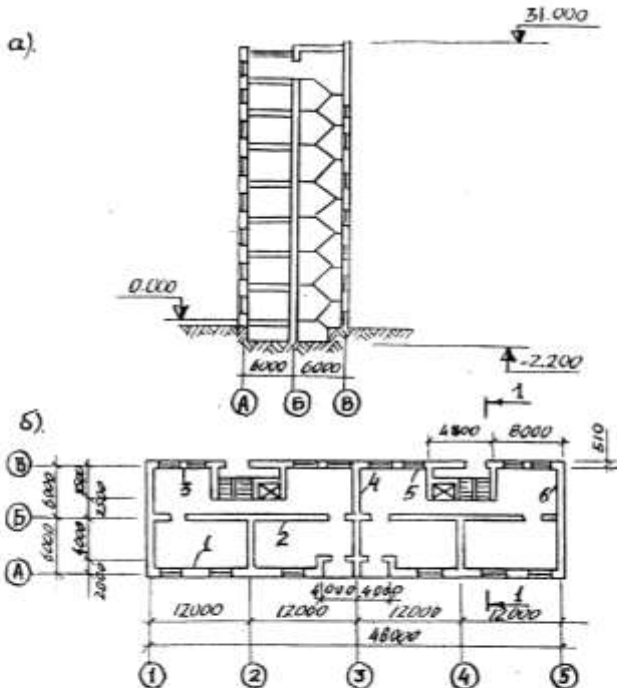


Рис. Схема здания жилого дома, М 1:400  
а — разрез 1-1; б — план на отм. ±0,000

ТАБЛИЦА  
УСИЛИЯ НА ВЕРХНИХ ОБРЕЗКАХ ФУНДАМЕНТОВ  
(ОСНОВНЫЕ СОЧЕТАНИЯ НАГРУЗОК)

ВАРИАНТ	НОМЕР ФУНДАМ.	1-е сочетание			2-е сочетание		
		$F_{V,н}$ кН	$M_n$ , кН·м	$F_{D,н}$ кН	$F_{V,н}$ кН	$M_{II}$ , кН·м	$F_{D,н}$ кН
1	-1	420	200	15	500	250	21
	2	540	40	3	650	45	9
	3	320	100	9	380	110	15
	4	264	80	7	320	90	8
	5	300	70	19	390	75	11
	6	270	40	5	320	50	6
2	1	480	100	12	570	120	18
	2	620	120	16	740	140	26
	3	400	100	18	480	80	14
	4	306	70	21	370	50	20
	5	380	100	13	480	80	22
	6	340	70	14	410	120	17



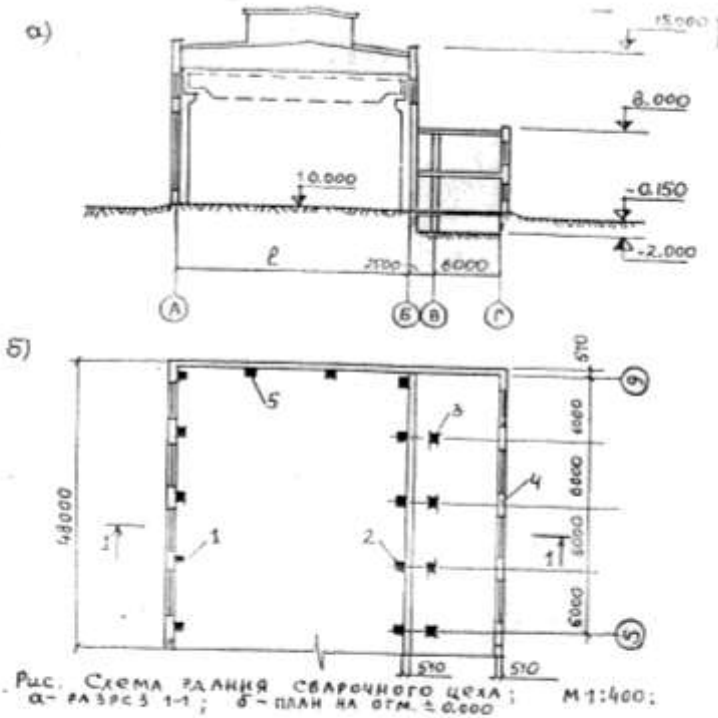


ТАБЛИЦА  
УСИЛИЯ НА ОБРЕЗАХ ФУНДАМЕНТОВ  
(основные сочетания нагрузок)

ВАРИАНТ	НОМЕР ФУНДАМ.	1-е сочетание			2-е сочетание		
		$F_{к,л}, кН$	$M_{к,л}, кН\cdot м$	$F_{к,л,2}, кН$	$F_{к,л,1}, кН$	$M_{к,л,1}, кН\cdot м$	$F_{к,л,2}, кН$
1	1	920	240	30	1090	320	51
	2	1040	270	18	1270	120	26
	3	600	100	12	780	80	12
	4	140	30	13	180	28	23
	5	1260	70	20	210	52	65
2	1	710	190	15	830	260	40
	2	800	210	12	960	100	20
	3	520	80	18	663	40	21
	4	125	20	8	163	20	12
	5	940	30	7	140	40	19

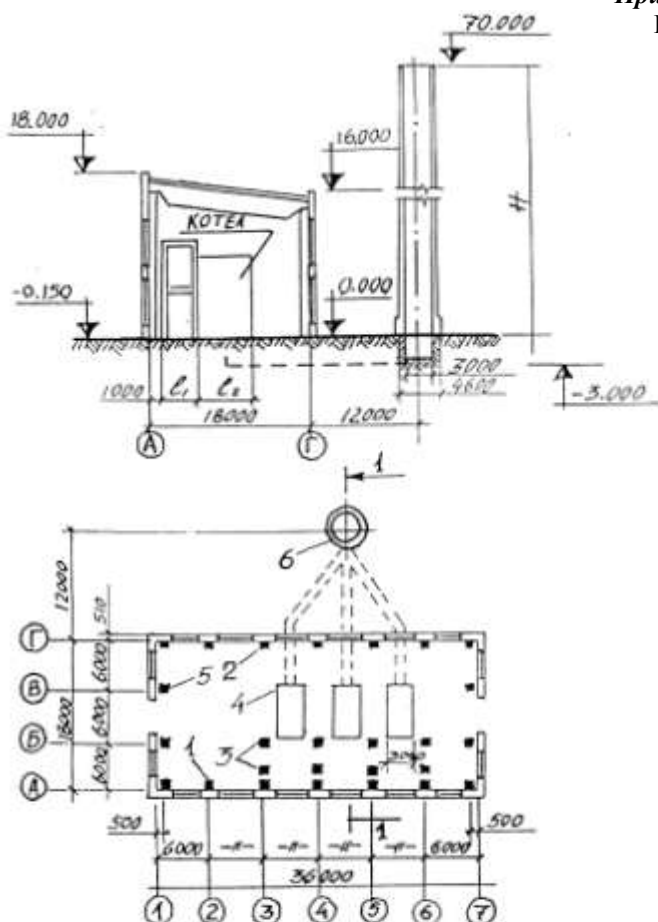


Рис. Схема здания котельной, М 1:500:  
а - разрез 1-1; б - план на отн. 0.000

УСЛОВИЯ НА ВЕРТНИХ ОБРЕЗАХ ФУНДАМЕНТОВ (основные сочетания нагрузок) ТАБЛИЦА

ВАРИАНТ	НОМЕР ФУНДАМЕНТ.	1-е сочетание			2-е сочетание		
		$F_{\text{гр}}, \text{кН}$	$M_{\text{гр}}, \text{кН}\cdot\text{м}$	$F_{\text{гор}}, \text{кН}$	$F_{\text{гр}}, \text{кН}$	$M_{\text{гр}}, \text{кН}\cdot\text{м}$	$F_{\text{гор}}, \text{кН}$
1 $l_1 = 4 \text{ м}$ $l_2 = 6 \text{ м}$ $H = 50 \text{ м}$	1	300	200	8	690	300	22
	2	390	300	10	710	400	35
	3	840	200	20	1000	250	21
	4	2600	400	25	3100	450	45
	5	400	180	15	480	220	10
	6	3000	2000	260	3000	2000	260
2 $l_1 = 3 \text{ м}$ $l_2 = 5 \text{ м}$ $H = 70 \text{ м}$	1	520	260	12	610	300	36
	2	500	140	16	590	290	24
	3	720	300	9	860	400	29
	4	2100	1200	80	2100	1200	80
	5	360	140	13	430	150	29
	6	3300	2400	200	3500	2400	200



Рис. План строительной площадки №1, М 1:1000



Рис. Геологические разрезы:

1 - геологический возраст  
грунта;2 - абсолютная отметка  
водоупы слоя;

3 - глубина подошвы слоя;

4 - толщина слоя;

5 - скважина;

6 - условные обозначения  
грунта;7 - авторское описание  
грунта.Таблица  
Физико-механические характеристики грунтов

ПОНОМ СВЯЖИ ГРУНТА	ПОНОМ СВЯЖИ ГРУНТА	ГЛУБИНА ОТ ПОДПО- ВЕРХИ ЗЕМЛИ, М	ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТАВ В ПРОЦЕНТАХ ПО НАСОС 77% АВАНТАЖ НАСОС 1, ММ								$\rho_s$	$\rho$	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	m <sub>0</sub>	R <sub>p</sub>
			1,0	0,7	0,25	0,10	0,001	0,001	0,001	0,001							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	1	2,0	0,5	0,5	5,0	66,0	25,0	2,70	1,93	0,23	0,30	0,16	5	0,04			
1	1	4,0	0,2	0,6	7,2	76,0	16,0	2,71	1,95	0,24	0,31	0,16	7	0,04			
2	2	7,0	1,0	1,0	23,0	34,0	31,0	2,74	1,98	0,26			1	8,0			
4	2	11,0	0,5	0,5	7,0	71,0	21,0	2,71	1,98	0,27	0,29	0,19	7	0,04			
5	3	14,0	1,0	2,0	2,0	62,0	33,0	2,74	2,00	0,27	0,44	0,24	3				

Информация об условиях выполнения

200 г.

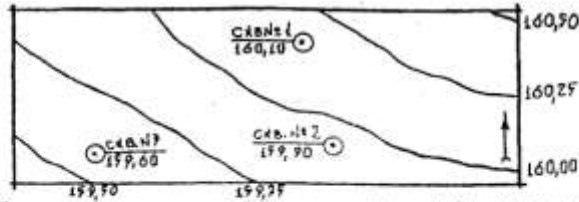


Рис. ПЛАН СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ №2, М 1:1000

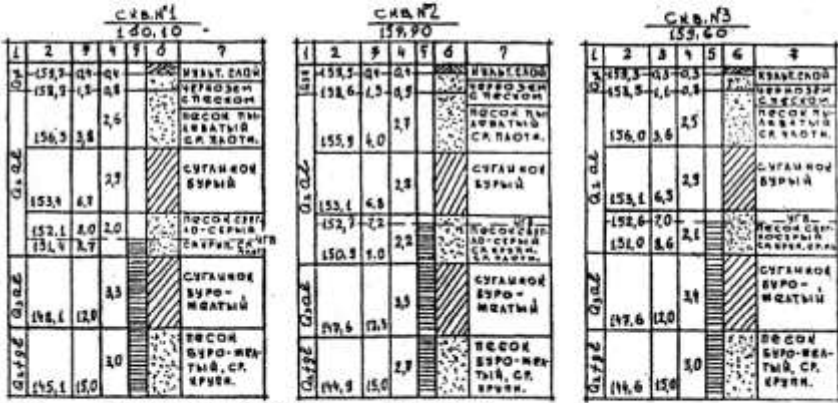


Рис. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КОЛОНКИ

- 1- ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ ГРУНТА;
- 2- АБСОЛЮТНАЯ ОТМЕТКА ПОЛОСЫ СЛОЯ;
- 3- ГЛУБИНА ПОЛОСЫ КАЖДОГО СЛОЯ;
- 4- ТОЛЩИНА СЛОЯ;
- 5- СВАННИНА;
- 6- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГРУНТА;
- 7- ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ГРУНТА.

ТАБЛИЦА  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

Но- мер обс- еда грун- та	Но- мер скв- жи- ны	ГЛУБИНА от поверх. земли, м	ГРАДУИОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ в процентах по массе при диаметре частиц в мм							$\rho_s$ т/м <sup>3</sup>	$\rho$ т/м <sup>3</sup>	W	W <sub>l</sub>	W <sub>p</sub>	m <sub>o</sub> кг/м <sup>3</sup> · 10 <sup>5</sup>	k <sub>φ</sub> с/с
			10,0	2,0	0,7	0,25	0,10	0,075	<0,0075							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	1	2,0	0	4,0	20,0	46,0	29,0	1,0	2,66	17,0	0,14				5	0,5
2	1	4,5	1,0	5,0	8,0	18,0	54,0	12,0	2,69	18,2	0,24	0,53	0,19		6	0,01
3	2	6,0	1,0	7,0	8,0	18,0	48,0	19,0	2,69	18,4	0,26	0,57	0,20		6	0,01
4	2	7,8	2,0	22,0	32,0	19,0	28,0	1,0	2,67	20,0	0,25				5	9,0
5	3	9,5	0	6,0	10,0	15,0	47,0	22,0	2,69	19,8	0,28	0,59	0,23		8	0,01

Измерения выполнены в

2000

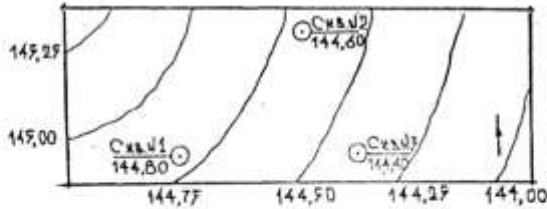


Рис. План строительной площадки №7, М 1:1000

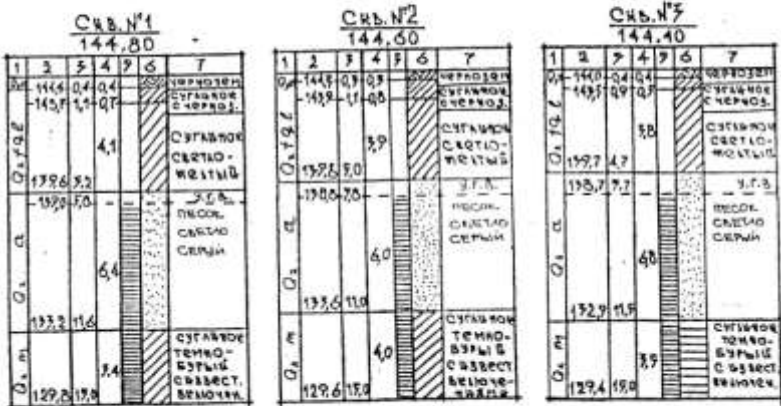


Рис. Геологические колонны:

- 1- геологический возраст грунта;
- 2- абсолютная отметка подошвы слоя;
- 3- толщина толщны слоя;
- 4- толщина слоя;
- 5- свая №№;
- 6- условные обозначения грунта;
- 7- литологическое описание грунта

ТАБЛИЦА  
Физико-механические характеристики грунтов

Номер отрасли грунта	Зонер. связан- ны	Глубина от поверх- ности земли, м	Гранулометрический состав в процентах по пласе при диаметре частиц <math>d</math> мм								$d_{10}$	$d_{60}$	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	M <sub>0</sub>	R <sub>н</sub>	
			1,0	0,5	0,25	0,10	0,075	0,05	0,025	0,0075								
1	1	2,0	4	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
1	1	4,0	1,0	1,5	7,0	80,0	11,0	2,66	1,73	0,23	0,28	0,18	9	0,04				
2	1	4,0	1,0	1,0	8,0	73,0	13,0	2,65	1,82	0,25	0,29	0,18	4	0,04				
3	2	7,0	0,5	10,5	34,0	24,0	34,0	2,79	2,00	0,27			3	12,0				
4	2	9,0	0,5	12,5	4,0	14,0	32,0	2,79	2,01	0,26			3	13,0				
5	3	17,0	1,0	2,0	11,0	74,0	12,0	2,71	1,98	0,27	0,30	0,18	9	0,04				

Испытательные изыскания выполнены в 200 г.

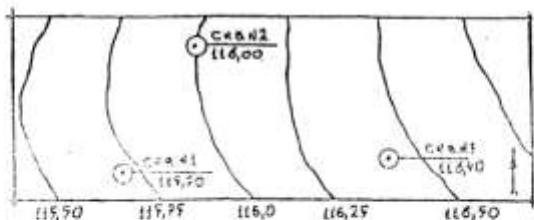


Рис. ПЛАН СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ №4, М 1:1000

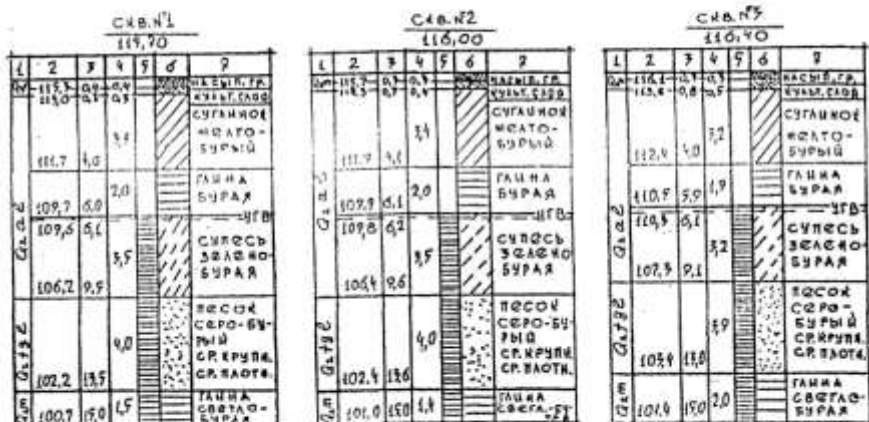


Рис. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КОЛОНКИ

- 1- ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ ГРУНТА;
- 4- ТОЛЩИНА СЛОЯ;
- 2- АБСОЛЮТНАЯ ОТМЕТКА ПОДОШВЫ СЛОЯ;
- 5- СВЯЗАННАЯ;
- 3- ГЛУБИНА ПОДОШВЫ КАЖДОГО СЛОЯ;
- 6- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГРУНТА;
- 7- ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ГРУНТА.

ТАБЛИЦА  
Физико-механические характеристики грунтов

Но-мер обр-та	Но-мер скважины	ГЛУБИНА ОТ ПОСЕРИИ, М	ГРАНИЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ В ПРОЦЕНТАХ ПО МАССЕ ВЪРХ 2,5 МЕТРОВ ЧАСТИЦ В ММ						$\rho_s$	$\rho$	W	W <sub>r</sub>	W <sub>p</sub>	m <sub>0</sub> г/см <sup>3</sup>	k <sub>d</sub> г/см <sup>3</sup>
			100	2,0	0,75	0,25	0,10	<0,075							
1	2	3	0	5	0	0	0	0	1,85	0,26	0,30	0,19	7	0,01	
2	1	2,0	0	5,0	16,0	24,0	49,0	10,0	2,72	1,85	0,26	0,30	7	0,01	
3	1	3,5	0	3,0	19,0	23,0	47,0	12,0	2,72	1,86	0,29	0,31	0,20	7	0,01
3	2	5,0	0	1,0	14,0	10,0	46,0	33,0	2,74	1,88	0,30	0,42	1		
4	2	7,0	0	6,0	10,0	40,0	44,0	3,0	2,67	2,17	0,31	0,18	6	0,5	
5	3	10,5	5,0	28,0	27,0	20,0	19,0	1,0	2,65	2,00	0,29		5	5	

ИЗМЕРЕНИЯ ВЫПОЛНЕНЫ В 2000 г.

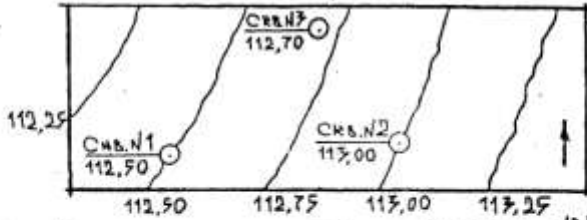


Рис. План строительной площадки №5, М 1:1000

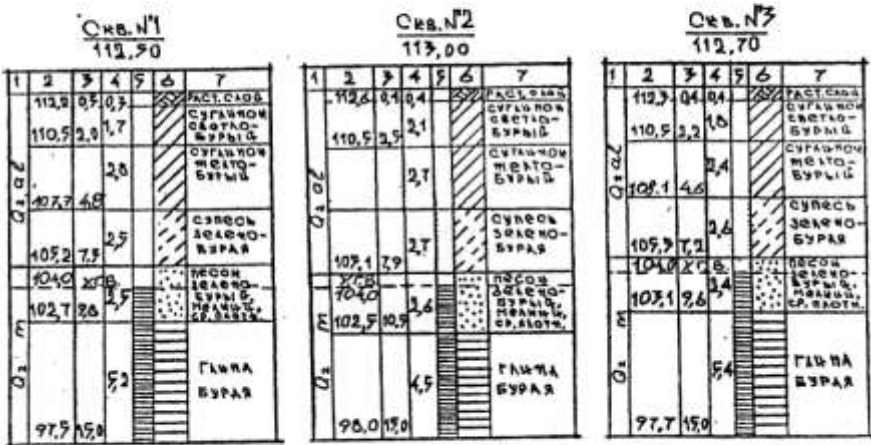


Рис. Геологические колонки:

- 1- геологический возраст грунта;
- 2- абсолютная отметка подошвы слоя;
- 3- глубина подошвы слоя;
- 4- толщина слоя;
- 5- скважина;
- 6- условные обозначения грунта;
- 7- литологическое описание грунта.

Физико-механические характеристики грунтов

Таблица

Номер образцов грунта	Номер скважины	Глубина от поверхности земли, м	Гранулометрический состав в процентном соотношении по массе при диаметре частиц в мм					$\rho_s$	$\rho$	W	$W_L$	$W_p$	$m_0$	$k_f$
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10							
1	1	1,5	2,5	5,0	20,0	47,0	25,5	2,71	1,82	0,22	0,32	0,10	1	0,04
2	1	3,5	10,0	10,0	15,0	45,0	20,0	1,70	1,87	0,26	0,32	0,19	1	0,04
3	1	6,0	14,0	20,0	30,0	29,0	7,0	2,67	2,10	0,19	0,21	0,15	9	4
4	2	9,0	2,0	15,0	25,0	40,0	19,0	1,0	2,66	1,98	0,26		7	5
5	3	13,0	1,0	3,0	9,0	56,0	31,0	2,74	2,00	0,17	0,43	0,23	3	

Измеренные избыточные выполнены в 2000 г.

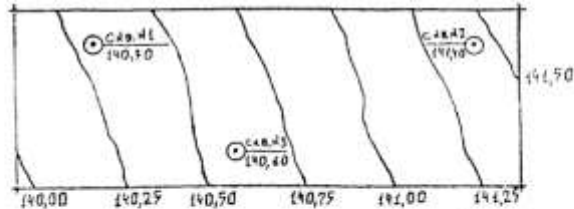


Рис. ПЛАН СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ № 6, М 1:1000

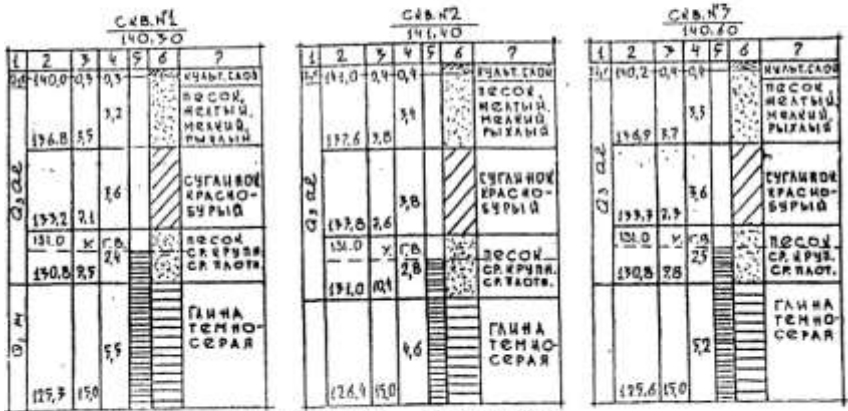


Рис. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КОЛОНЫ:

- 1- ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ ГРУНТА;
- 2- АБСОЛЮТНАЯ ОТМЕТКА ПОДОШВЫ СЛОЯ;
- 3- ГЛУБИНА ПОДОШВЫ КАЖДОГО СЛОЯ;
- 4- ТОЛЩИНА СЛОЯ;
- 5- СЫВАННИНА;
- 6- УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГРУНТА;
- 7- ИСТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ГРУНТА.

ТАБЛИЦА  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

НО- МЕР ОБР. ГРУН- ТА	НО- МЕР СЫВАН- НИНЫ	ГЛУБИНА ОТ ПОВЕРХ. ЗЕМЛИ, М	ГРАДУАЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНОСТАТА МАССЕ ПРИ ДИАМЕТРЕ ЧАСТИЦ, В ММ									$\rho_s$	$\rho$	W	W <sub>r</sub>	W <sub>p</sub>	m <sub>0</sub>	K <sub>ф</sub>
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	0,05	0,025	0,010	0,005							
1	1	2,0	12	17,0	20,0	15,0	16,2	0,6	2,66	120	0,12	0	0	1	1			
2	1	4,0	0	0,3	0,5	17,0	68,0	14,2	2,70	1,94	0,26	0,30	0,20	В	0,01			
3	2	6,0	0	0,8	1,2	13,0	67,0	18,0	2,71	1,78	0,27	0,32	0,19	Р	0,01			
4	2	9,0	1,2	28,8	29,0	39,0	4,8	0,2	2,66	2,00	0,25			Р	Р			
5	3	12,0	0	1,6	1,9	2,8	92,0	42,1	2,73	1,92	0,32	0,43	0,26	2				

ИЗМЕНЕЧАТЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ВЫПОЛНЕНЫ В 200 г



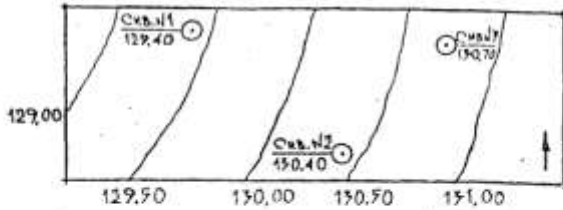


Рис. СТРОИТЕЛЬНАЯ ПЛОЩАДКА №7, М 1:1000

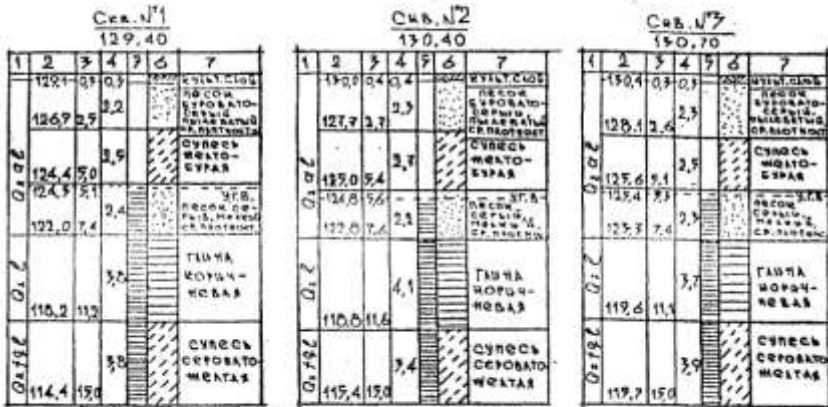


Рис. Геологические колоды:

- 1-геологический возраст грунта;
- 2-десиметровая отметка подошвы слоя;
- 3-глубина подошвы слоя;
- 4-толщина слоя;
- 5-скалыва; б-условные обозначения грунта;
- 7-цитоологическое описание грунта

Физико-механические характеристики грунтов

Полог образцов грунта	Номер скважины	Глубина от поверхности земли, м	Гравиометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм										ρ <sub>s</sub>	ρ	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	m <sub>0</sub>	k <sub>φ</sub>			
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	0,005	10,000	1	2	3								4	5	6
			а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к								л	м	н
1	1	2,0	2,0	20,0	39,0	20,0	32,0	1,0	2,64	1,83	0,19					7	0,9					
2	1	3,9			3,0	11,0	36,5	44,0	3,9	2,68	1,89	0,19	0,19	0,12		7	4					
3	2	3,9			2,8	9,9	76,9	10,6	0,2	2,66	2,00	0,25				7	4					
4	2	8,0			0,4	0,2	0,6	24,2	74,6	2,74	2,00	0,27	0,41	0,23		4						
5	3	12,0			0,1	2,1	6,6	81,4	9,8	2,67	2,17	0,16	0,20	0,13		4	4					

Вязомерные испытания выполнены в 200 г.

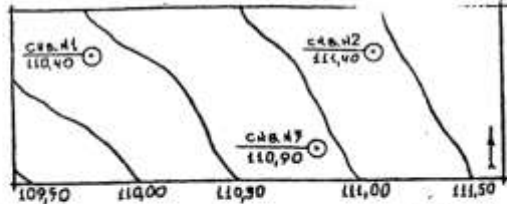


Рис. ПЛАН СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ №8. М 1:1000

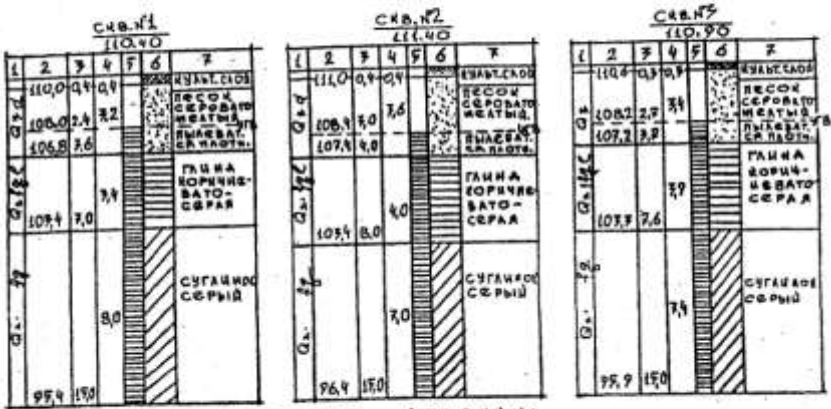


Рис. Геологические колонки:

- 1- геологический возраст грунта;
- 2- абсолютная отметка подошвы слоя;
- 3- глубина подошвы каждого слоя;
- 4- толщина слоя;
- 5- скважина;
- 6- условные обозначения грунта;
- 7- литологическое описание грунта.

ТАБЛИЦА  
Физико-механические характеристики грунтов

Номер бур. грунта	Номер скважины	Глубина от поверхности земли, м	Градулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм					$\rho_s$ г/см <sup>3</sup>	$\rho$ г/см <sup>3</sup>	W	W <sub>T</sub>	W <sub>p</sub>	$m_w \cdot 10^3$	k <sub>f</sub> , м/сут
			7,0	0,5	0,25	0,10	<0,005							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1,7	4,0	4,0	43,0	43,0	4,0	2,65	2,19	0,20			8	0,5
2	1	3,0	3,0	6,0	50,0	38,0	1,0	2,66	2,00	0,25			8	0,5
3	2	3,7	0,5	0,5	5,0	62,0	32,0	2,37	2,00	0,27	0,40	0,20	1	
4	3	8,5	16,0	10,0	18,0	31,0	29,0	2,70	2,10	0,20	0,22	0,14	7	0,01
5	3	12,0	13,0	14,0	13,0	31,0	29,0	2,69	2,08	0,21	0,24	0,14	7	0,01

Цифровые изыскания выполнены в 200 г.

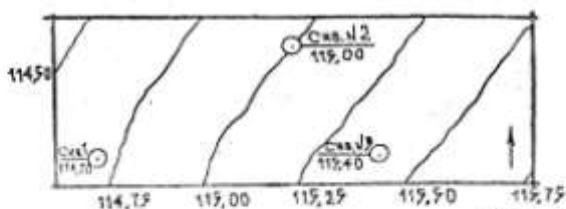


Рис. План строительной площадки №9 М 1:1000



Рис. Геологические колонки:

- |                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 - геологический возраст грунта;    | 4 - толщина слоя;                   |
| 2 - абсолютная отметка подошвы слоя; | 5 - скелиты;                        |
| 3 - граница подошвы слоя;            | 6 - условные обозначения грунта;    |
|                                      | 7 - литологическое описание грунта. |

Таблица  
Физико-механические характеристики грунтов

Бороз	Номер скважины	Глубина от поверхности земли, м	Гравиметрический состав в процентном соотношении по частям в мм					$\rho_s$	$\rho$	W	$W_1$	$W_2$	$m_b$	$K_0$							
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10								г/см <sup>3</sup>	г/см <sup>3</sup>	%	%	%	%	%
			3,0	0,5	0,25	0,10	0,05														
1	2	2,5	0,1	0,9	30,0	61,0	18,0	2,70	1,93	0,25	0,30	0,10	3	0,03							
2	1	5,0	0,5	0,5	2,0	55,0	42,0	2,74	1,92	0,36	0,53	0,30	1								
3	2	7,0	1,0	0,0	0,0	75,0	0,0	2,67	2,10	0,15	0,16	0,10	6	4							
4	2	11,0	1,0	14,0	21,0	40,0	33,5	0,5	2,66	2,00	0,25		7	3							
5	3	14,5	1,0	1,0	2,0	54,0	42,0	2,74	2,00	0,27	0,44	0,24	4								

Испытательные вычисления выполнены в 200 г.

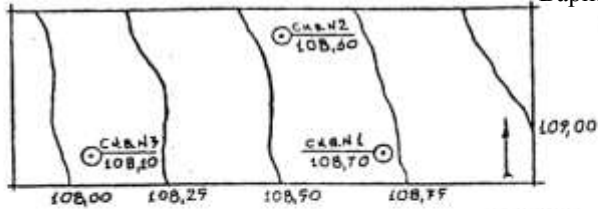


Рис. ПЛАН СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ №10, М 1:1000

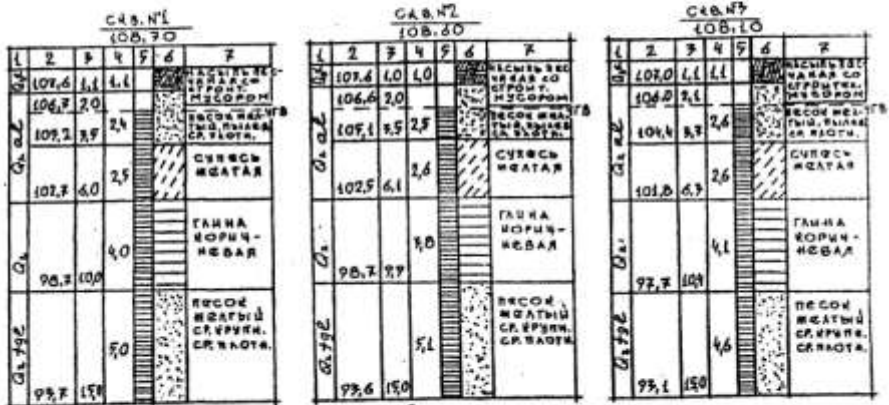


Рис. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КОЛОДКИ:

- 1- геологический возраст грунта;
- 2- абсолютная отметка подошвы слоя;
- 3- глубина подошвы каждого слоя;

- 4- толщина слоя;
- 5- скважина;
- 6- условные обозначения грунта;
- 7- литологическое описание грунта.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

ТАБЛИЦА

НО-МЕР ОБР. ГРУНТА	НО-МЕР СВА. ИЛИ ИЛИ	ГЛУБИНА ОТ ПОВЕРХ. СВА. ИЛИ, м	ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ В ПРОЦЕНТАХ ПО МАССЕ ПРИ ДИАМЕТРЕ ЧАСТИЦ В мм							$\rho_s$	$\rho$	W	$W_r$	$W_f$	$m_b$	k <sub>ф</sub>
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	0,075	0,0075							
1	1	1,8	10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	0,0075	2,65	1,80	12	13	14	15	16	
2	1	2,5	0,5	19,5	29,0	18,0	33,0	2,0	2,66	2,00	0,29					7
3	2	5,0	0	6,0	6,0	18,0	64,0	6,0	2,67	2,08	0,19	0,21	0,15			9
4	2	7,5	0	3,0	2,0	5,0	53,0	37,0	2,74	2,01	0,23	0,44	0,24			7
5	3	12,0	4,0	23,0	24,0	30,0	17,0	2,0	2,64	1,99	0,25					5

ДИМЕНСИОННЫЕ ЧИСЛА ИЛИ ВЫПОЛНЕННЫ В 200 г

## *Приложение Б1*

### 1. Основные понятия и определения

Основанием называют толщу грунтов со всеми особенностями их напластования, воспринимающую давление от возводимых или существующих зданий.

Грунтовые основания подразделяют на естественные и улучшенные. Естественные основания используют в условиях природного залегания или после несложной предварительной обработки. В некоторых случаях механические свойства грунтов строительной площадки неудовлетворительны в отношении несущей способности основания, поэтому их улучшают различными способами или прибегают к частичной замене грунтов.

Основания бывают слоистыми или однородными. Слоистое основание (рис. 1.1) состоит из нескольких слоев грунтов, а однородное — из одного слоя. В свою очередь, слоистое основание может быть с согласным или несогласным залеганием пластов грунта. Основание, показанное на рис. 1.1, а, является примером согласного залегания грунтов, а основание, изображенное на рис. 1.1, б, — несогласного залегания.

Фундаментом называют подземную часть здания или сооружения, воспринимающую нагрузку от надземной части здания и передающую ее на основание. Фундамент 1 и его основание состоят из следующих основных элементов (рис. 1.2): верхней плоскости 2 фундамента, называемой обрезаем; поверхности опирания 3 фундамента на основание, называемой подошвой фундамента; несущего слоя основания 4, на который опирается фундамент, и нижележащих слоев 5, называемых подстилающими слоями. Расстояние от спланированной отметки земли до подошвы фундамента называется глубиной заложения фундамента и обозначается буквой  $d$ .

Фундаменты подразделяют на фундаменты, возводимые в открытых котлованах, фундаменты глубокого заложения и свайные фундаменты.

Возводимые в открытых котлованах фундаменты окружены насыпным грунтом и передают нагрузку на основание только по подошве  $R_1$  (рис. 1.3).

Фундаментами глубокого заложения называют такие фундаменты, которые погружаются или формируются в грунтах с помощью специального оборудования. Они передают нагрузку на основание как по подошве  $R_1$ , так и за счет сил трения по боковой поверхности фундамента (рис. 1.4).

Свайные фундаменты по методам возведения и способам передачи нагрузки на грунты оснований занимают промежуточное положение между двумя названными выше фундаментами.



Рис. 1.1. Слоистое основание с согласным (а) и несогласным (б) залеганием грунтов.

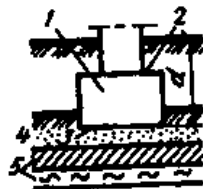


Рис. 1.2. Схема фундамента и основания: 1-фундамент; 2-обрез; 3-подошва; 4-несущий слой; 5-подстилающий слой; d- глубина заложения.

Перед проектированием оснований и фундаментов необходимо точно произвести анализ физико-механических свойств грунтов основания на строительной площадке.

Грунтами называют горные породы, слагающие верхние слои земной коры, образованные в результате выветривания. Грунты подразделяют на скальные, крупнообломочные, песчаные, пылеватоглинистые и органогенные.

В большинстве случаев грунты состоят из трех основных компонентов: твердых частиц, воды и газа. Следовательно, компоненты грунта находятся в трех состояниях: твердом, жидком и газообразном. Соотношение этих составных частей и обуславливает многие свойства грунтов.

Грунты различают по гранулометрическому составу, который определяется размерами твердых частиц, слагающих грунт (табл. 1.1).

Очень часто в строительной практике приходится встречаться с грунтами, состоящими из смеси глинистых, пылеватых и песчаных частиц. Такие грунты различают по содержанию глинистых частиц (табл. 1.2).

Крупнообломочные и песчаные грунты по гранулометрическому составу подразделяют в соответствии с данными табл. 1.3.

Характеристиками физического состояния грунтов являются три основные величины: плотность грунта  $\rho$ , плотность твердых частиц  $\rho_s$  и природная массовая влажность  $w$ .

Выделенный из грунта образец можно условно разделить на три части (рис. 1.5):  $V_e$  — объем пор, заполненных газом;  $V_w$  — объем пор, заполненных водой;  $V_s$  — объем твердых частиц грунта. Масса газа, практически не оказывающая влияния на результат расчета, не учитывается.



Рис. 1.3. Фундамент, возводимый в открытом котловане:  $R_1$  - нагрузка по подошве.



Рис. 1.4. Фундамент глубокого заложения:  $R_1$  - нагрузка по подошве;  $R_2$  - нагрузка по боковой подошве.

Частицы	Размеры частиц, мм	Частицы	Размеры частиц, мм
Галечниковые	>20	Пылеватые	0,05...0,005
Гравелистые	20...2	Глинистые	<0,005
Песчаные	2...0,05		

Классификация твердых частиц

Таблица 1.1.

Если обозначить массу твердых частиц  $m_s$ , а массу воды  $m_w$ , то

$$\rho = (m_s + m_w) / (V_e + V_s + V_w); \quad \rho_s = m_s / V_s; \quad w = m_w / m_s. \quad (1.1)$$

Для более полной оценки физического состояния грунтов, помимо основных, используют и дополнительные характеристики.

Плотность сухого грунта – отношение массы твердых частиц к общему объему образца ненарушенной структуры:

$$\rho_d = m_s / (1 + w). \quad (1.2)$$

Коэффициент пористости – отношение объема пор к объему твердых частиц:

$$e = (\rho_s - \rho_d) / \rho_d; \quad e = (\rho_s / \rho)(1 + w) - 1. \quad (1.3)$$

Коэффициент пористости  $e$  обычно используют для оценки плотности сложения песков (табл. 1.4).

Степень влажности – отношение естественной влажности к влажности, соответствующей полному заполнению пор водой:

$$S_r = w \rho_s / (e \rho_w), \quad (1.4)$$

где  $\rho_w$  - плотность воды.

Таблица 1.2.

Классификация грунтов по содержанию глинистых частиц

Грунт	Содержание глинистых частиц, % по массе	Число пластичности, $I_p$
Глина	>30	>0,17
Суглинок	30...10	0,17...0,07
Супесь	10...3	0,07...0,01
Песок	<3	0

Таблица 1.3.

Классификация грунтов по крупности частиц

Грунты	Размер частиц, мм	Содержание частиц по массе, %
Крупнообломочные:		
валунные	>200	>50
галечниковые	>10	>50
гравийные	>2	>50
Песчаные:		
гравелистые	>2	>25
крупные	>0,5	>50
средней крупности	>0,25	>50
мелкие	>0,1	>75
пылеватые	>0,1	< 75

По степени влажности крупнообломочные и песчаные грунты подразделяются в соответствии с данными табл. 1.5.

Удельный вес грунта и его твердых частиц определяют соответственно по формулам:

$$\gamma = \rho g ; \quad \gamma_s = \rho_s g , \quad (1.5)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения.

Уменьшение удельного веса грунта в результате взвешивающего действия воды, возникающего в соответствии с законом Архимеда для грунта, залегающего ниже уровня подземных вод, находят из выражения

$$\gamma_{sb} = (\gamma_s - \gamma_w)/(1 + e), \quad (1.6)$$



где  $\gamma_w$  - удельный вес воды.

Таблица 1.4

## Значение коэффициентов пористости песков

Пески	Коэффициент пористости для песков		
	плотных	средней плотности	рыхлых
Гравелистые, крупные,	$e < 0,55$	$0,55 < e < 0,7$	$e > 0,7$
Мелкие	$e < 0,6$	$0,6 < e < 0,75$	$e > 0,75$
Пылеватые	$e < 0,6$	$0,6 < e < 0,8$	$e > 0,8$

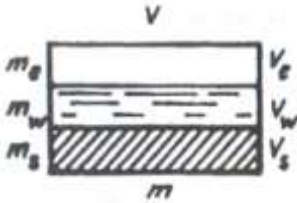


Рис. 1.5. Составные части образца грунта.

Число пластичности характеризует степень пластичности пылевато-глинистых грунтов:

$$I_p = w_L - w_p, \quad (1.7)$$

где  $w_L$  — влажность грунта на границе текучести (предельное значение влажности, при котором пылевато-глинистый грунт приобретает свойства вязкой жидкости);  $w_p$  — влажность грунта на границе раскатывания (влажность, при которой пылевато-глинистый грунт начинает приобретать свойства твердого тела).

По числу пластичности грунты подразделяют в соответствии с данными табл. 1.2.

Показатель текучести позволяет установить консистенцию пылевато-глинистого грунта:

$$I_L = (w - w_p) / (w_L - w_p). \quad (1.8)$$

По показателю текучести пылевато-глинистые грунты подразделяют в соответствии с данными, приведенными в табл. 1.6.

Для расчета и проектирования естественных оснований необходимо знать механические характеристики грунтов. В большинстве случаев эти характеристики определяют путем лабораторного исследования образцов грунта, отобранных на строительной площадке, и только в виде исключения эти данные можно принимать по таблицам СНиП. К основным механическим характеристикам относятся: сопротивление грунтов сдвигу, сжимаемость и водопроницаемость.

Таблица 1.5.

## Классификации грунтов по степени влажности

Крупнообломочные и песчаные грунты	Степень влажности,
Маловлажные	$0 < S_r \leq 0,5$
Влажные	$0,5 < S_r \leq 0,8$
Насыщенные водой	$0,8 < S_r \leq 1$

Таблица 1.6.

## Классификация глинистых грунтов по показателю текучести

Пылевато-глинистый грунт	Показатель текучести
Супеси:	
твердые	$I_L < 0$
пластичные	$0 \leq I_L \leq 1$
текучие	$I_L > 1$
Суглинки и глины:	
твердые	$I_L < 0$
полутвердые	$0 \leq I_L \leq 0,25$
тугопластичные	$0,5 < I_L \leq 0,75$
мягкопластичные	$0,25 < I_L \leq 0,5$
текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1$
текучие	$I_L > 1$

Сопrotивление грунтов сдвигу устанавливают путем испытания на срез образцов грунта. Прибор, используемый для испытаний (рис. 1.6, а), имеет нижнюю неподвижную обойму 1, подвижную обойму 2 и фильтрующие пластины 3, между которыми находится образец грунта 4 площадью А. По данным испытаний строят график, изображенный на рис. 1.6, б. Значение находят по следующей формуле:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c, \quad (1.9)$$

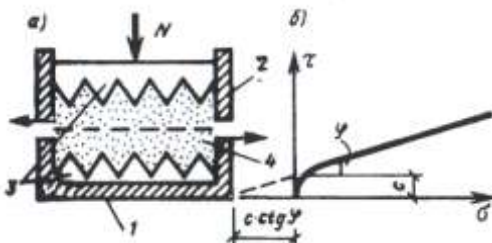


Рис. 1.6. Прибор для испытания грунта на сдвиг (а) и кривая сопротивления грунта сдвигу (б): 1 - неподвижная обойма; 2 - подвижная обойма; 3 - фильтрующие пластины; 4 - образец грунта.

где  $\sigma$  - нормальное напряжение;  $\varphi$  - угол внутреннего трения грунта;  $\operatorname{tg} \varphi$  - коэффициент внутреннего трения;  $c$  - удельное сцепление в глинистых грунтах или параметр линейности в песчаных грунтах.

Нормальное напряжение, входящее в формулу (1.9), определяется из выражения

$$\sigma = N/A. \quad (1.10)$$

По сопротивлению грунтов сдвигу определяют предельные и расчетные сопротивления грунтов основания.

Сжимаемость (уплотняемость) грунтов характеризуется коэффициентом относительной сжимаемости  $m_v$  или модулем общей деформации  $E$ , определяемым на основе лабораторных испытаний в приборе одноосного сжатия, называемом одометром (рис. 1.7). Одометр состоит из поршня 1 с отверстиями, к которому прикладывается внешняя сила  $N$ , кольца 3 с находящимся в нем образцом грунта 2 и донца 4 с отверстиями. При испытаниях полностью водонасыщенного грунта одометр помещают в ванночку с водой, а при испытаниях не полностью водонасыщенного грунта его окружают влажным пористым материалом для предотвращения испарения влаги из образца. По материалам лабораторных испытаний образцов грунта в одометрах строят компрессионные кривые, т.е. кривые зависимости коэффициента пористости от давления (рис. 1.8). По этим кривым определяют коэффициент сжимаемости

$$m_0 = (e_1 - e_2)/(p_2 - p_1), \quad (1.11)$$

где  $e_1$  и  $e_2$  — коэффициенты пористости, соответствующие давлениям  $p_1$  и  $p_2$ .

В расчетах чаще используют коэффициент относительной сжимаемости

$$m_v = m_0/(1 + e_1), \quad (1.12)$$

где  $e_1$  — коэффициент пористости, соответствующий начальному давлению  $p_1$ .



Рис. 1.7. Схема испытания образца грунта на сжатие в одометре.

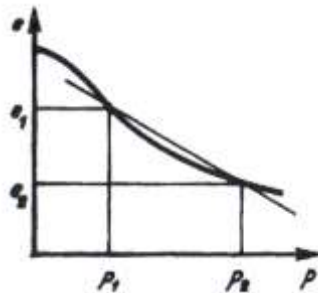


Рис. 1.8. Компрессионная кривая.

Величина, представляющая собой коэффициент пропорциональности между напряжениями и общими деформациями грунта, носит название модуля общей деформации  $E$  и соответствует модулю упругости сплошного тела

$$E = \beta(1 + e_1)/m_0 = \beta/m_v \quad (1.13)$$

где  $\beta$  — безразмерный коэффициент, зависящий от коэффициента общей относительной поперечной деформации  $\nu$  и определяемый по формуле

$$\beta = 1 - 2\nu^2/(1 - \nu). \quad (1.14)$$

Значения коэффициентов  $\nu$  и  $\beta$  для различных видов грунтов приведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7.

Значения  $\nu$  и  $\beta$  для различных грунтов

Грунты	$\nu$	$\beta$
Крупнообломочные	0,27	0,8
Пески и супеси	0,3	0,74
Суглинки	0,35	0,62
Глины	0,41	0,43

Модуль общей деформации часто определяют по данным полевых испытаний грунтов статической нагрузкой с помощью жестких штампов в подготовленном шурфе (рис. 1.9, а). К штампу 1 через платформу 2 прикладывают ступенчато возрастающую нагрузку 3. В результате испытаний получают зависимость осадки штампа от действующего давления (рис. 1.9, б). На участке графика при небольших давлениях, где осадка штампа линейно зависит от действующей нагрузки, определяют модуль общей деформации

$$E = wd(1 - \nu^2)\Delta_p / \Delta_s, \quad (1.15)$$

где  $w$  — коэффициент, принимаемый для круглых жестких штампов равным 0,8;  $d$  — диаметр штампа;  $\nu$  — коэффициент общей относительной поперечной деформации грунта (коэффициент Пуассона);  $\Delta_p$  — приращение давления на штамп;  $\Delta_s$  — приращение осадки штампа.

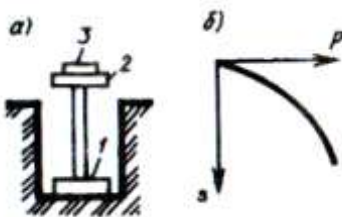


Рис. 1.9. Установка для испытания грунта статической нагрузкой в шурфе (а) и зависимость осадки от нагрузки (б): 1 - штамп; 2 - платформа; 3 - нагрузка.

Водопроницаемость грунтов оценивается с помощью закона ламинарной фильтрации, используемого при расчетах затухания осадки фундаментов во времени. Математическое описание этого закона, предложенного Дарси, имеет вид:

$$v_f = k_f i, \quad (1.16)$$

где  $v_f$  — скорость фильтрации или объем воды, проходящей через единицу площади поперечного сечения грунта в единицу времени;  $k_f$  — коэффициент фильтрации;  $i$  — гидравлический градиент.

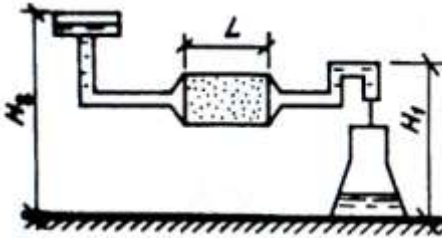


Рис. 1.10. Установка для определения коэффициента фильтрации.

Для хорошо фильтрующих грунтов (песков, супесей и др.) коэффициент фильтрации определяют с помощью прибора, показанного на рис. 1.10, который состоит из трубы длиной  $L$ , заполненной грунтом, и двух трубок — подводящей и отводящей воду. По результатам испытания образца грунта на водопроницаемость коэффициент фильтрации определяют по формуле

$$k_f = V / (Ait), \quad (1.17)$$

где  $V$  — объем воды, собранной в колбу;  $i$  — гидравлический градиент, определяемый по формуле  $i = (H_2 - H_1) / L$ ;  $t$  — время, за которое через образец грунта профильтровался объем воды  $V$ ;  $A$  — площадь поперечного сечения образца грунта.

Современные методы расчета оснований и фундаментов основываются на экспериментальных данных, полученных в результате нагружения внешней нагрузкой жестких штампов, устанавливаемых на поверхности грунтового основания (рис. 1.11, а). При увеличении внешней нагрузки  $N$ , приложенной к штампу, грунт основания будет деформироваться, приобретая осадку  $s$ .

Характерная для большинства грунтов зависимость осадки от действующей нагрузки приведена на рис. 1.11, б. На участке  $OA$  при небольшой внешней нагрузке, не превышающей некоторого предела, происходит уплотнение грунта, и его частицы перемещаются в основном вниз (рис. 1.12, а). На этом участке, называемом фазой уплотнения, зависимость между нагрузкой и осадкой условно принимается линейной, т.е. осадка прямо пропорциональна действующей нагрузке.

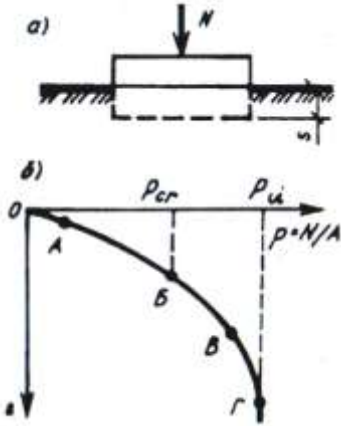


Рис. 1.11. Взаимодействие штампа с основанием (а) и кривая изменения осадки (б).

При дальнейшем возрастании нагрузки на участке  $AB$  (см. рис.1.11, б) под краями штампа появляются зоны пластических деформаций  $I$  (рис. 1.12, б). Кривизной линии  $AB$  вследствие незначительности пренебрегают и считают, что грунт деформируется линейно, т.е. кривая  $AB$  заменяется прямой линией. Эта зона называется фазой уплотнения и локальных сдвигов.

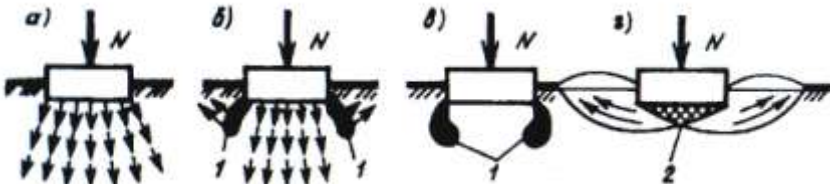


Рис. 1.12. Развитие деформаций в грунтах основания: а – при уплотнении; б – при развитии местных областей сдвига; в – при наступлении предельного состояния; г – при потере устойчивости основания; 1 - зоны пластических деформаций; 2 - упругое жесткое ядро.

При увеличении нагрузки на участке  $BB$  (см. рис. 1.11, б) зоны пластических деформаций развиваются в стороны, вовлекая в пластическую деформацию все большие объемы грунта под краями штампа (рис. 1.12, в). Эта фаза называется фазой развития значительных сдвигов и уплотнения грунта по сторонам от зон пластических деформаций. На рассматриваемом участке кривизна линии  $BB$  возрастает.

Дальнейшее увеличение нагрузки приводит к формированию под подошвой штампа упругого жесткого ядра 2, которое, перемещаясь вместе со штампом, расклинивает грунт, способствуя большему развитию областей сдвига, что вызывает резкую осадку штампа с выпором

грунта в стороны и вверх (1.12, г). На рис. 1.11, б эта фаза соответствует участку *ВГ*, приближающемуся к вертикальной линии, и называется фазой выпора.

Для оценки несущей способности грунтового основания необходимо уметь определять напряженное состояние в массиве грунта от действия различных внешних нагрузок, приложенных к основанию. Наиболее важными для расчетов фундаментов и их оснований являются вертикальные напряжения, возникающие в основаниях фундаментов.

## *Приложение Б2*

**Пример 1.** Оценить инженерно-геологические условия строительной площадки 1 (рис. 1.13), данные о грунтах которой приведены в табл. 1.8.

*Решение.* Вначале определим вид грунта, оценим состояние и выясним свойства отдельных слоев, затем дадим общую оценку грунтовых условий строительной площадки 1.

1. Первый слой грунта (образец 1), скважина 1, глубина отбора образца 1,5 м. Определим число пластичности по формуле (1.7):  $I_p = 0$ ; следовательно, грунт песчаный.

Вид песчаного грунта устанавливаем по гранулометрическому составу: частиц 0,5 мм содержится 22%; 0,25 мм — 47%; 0,1 мм — 67%. Таким образом, частиц 0,1 мм содержится менее 75%, что по табл. 1.3 соответствует пылеватому песку.

Коэффициент пористости по формуле (1.3)

$$e = \frac{2680}{1850}(1 + 0,15) - 1 = 0,666$$

что по табл. 1.4 соответствует песчаному грунту средней плотности.

Определяем степень влажности по формуле (1.4):

$$S_r = 0,15 \cdot 2680 / (0,666 \cdot 1000) = 0,604,$$

что по табл. 1.5 соответствует влажному песку.

Окончательно устанавливаем: грунт — песок пылеватый, средней плотности, влажный и может служить естественным основанием.

2. Второй слой грунта (образец 2), скважина 1, глубина отбора образца 4 м. Определяем число пластичности:  $I_p = 0,18 - 0,13 = 0,05$ ; по табл. 1.2 классифицируем грунт как супесь.

Находим коэффициент пористости

$$e = \frac{2720}{1950}(1 + 0,16) - 1 = 0,618 \cdot$$



Рис. 1. 13. Геологический разрез строительной площадке 1 (к примеру 1).

Определяем показатель текучести по формуле (1.8):

$$I_L = \frac{0,16 - 0,13}{0,18 - 0,13} = 0,6 ,$$

что по табл. 1.6 характеризует грунт, находящийся в пластичном состоянии.



Таблица 1.8

## Данные лабораторного исследования грунтов

№ образца	№ скважины	Глубина отбора образца, м	Содержание, %, частиц размером, мм							
			10>2	2>0,5	0,5>0,25	0,25>0,1	0,1>0,005	0,05>0,001	0,01>0,005	<0,005
Площадка № 1 (пример 1)										
1	1	1,5	2	20	25	20	20	11	1	1
2	1	4	-	3	11	36	24	8	12	6
3	2	6	-	3	9	75	10	1	1	1
4	2	10	-	0,4	0,2	0,6	10	2,2	12	74,6
Площадка № 2 (пример 2)										
5	3	3,5	1,2	27	29	39	2,8	1	1	0,2
6	3	6,5	-	10	10	15	10	20	15	20
7	4	10	-	1	3	9	15	25	16	31

№ образца	№ скважины	Глубина отбора образца, м	Влажность, %		Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Влажность, %, w	Коэффициент фильтрации k, м/с	Коэффициент относительной сжимаемости m <sub>v</sub> , МПа <sup>-1</sup>	Модуль общей деформации E, МПа
			текущей w <sub>c</sub>	на границе раскатывания w <sub>p</sub>	твердых частиц P <sub>s</sub>	естественная p				
Площадка № 1 (пример 1)										
1	1	1,5	0	0	2680	1850	15	7·10 <sup>-9</sup>	0,0493	10
2	1	4	18	13	2720	1950	16	2·10 <sup>-11</sup>	0,0435	12
3	2	6	0	0	2620	2000	22	8·10 <sup>-9</sup>	0,0231	18
4	2	10	36	22	2780	2000	28	2·10 <sup>-9</sup>	0,0207	14
Площадка № 2 (пример 2)										
5	3	3,5	0	0	2660	2000	22	8·10 <sup>-9</sup>	0,0296	10
6	3	6,5	32	19	2700	1870	25	5·10 <sup>-10</sup>	0,0517	12
7	4	10	43	23	2750	2000	27	3·10 <sup>-11</sup>	0,021	20,5

Окончательно устанавливаем: грунт - супесь в пластичном состоянии и может служить естественным основанием.

3. Третий слой грунта (образец 3), скважина 1, глубина отбора образца 6 м. Определяем число пластичности:  $I_p = 0$ ; следовательно, грунт песчаный.

Вид песчаного грунта устанавливаем по гранулометрическому составу: частиц 0,5 мм содержится 3%; 0,25 мм — 12%; 0,1 мм — 87%. Таким образом, частиц 0,1 мм содержится более 75%, что по табл. 1.3 соответствует мелкому песку.

Коэффициент пористости

$$e = \frac{2620}{2000}(1 + 0,22) - 1 = 0,598,$$

что соответствует плотному песку.

Степень влажности

$$S_r = \frac{0,22 \cdot 2620}{0,598 \cdot 1000} = 0,963,$$

что по табл. 1.5 соответствует насыщенному водой песку.

Окончательно устанавливаем: грунт — песок мелкий, плотный, насыщенный водой и может служить естественным основанием.

4. Четвертый слой грунта (образец 4), скважина 4, глубина отбора образца 10 м. Определяем число пластичности:

$$I_p = 0,36 - 0,22 = 0,14.$$

По табл. 1.2 классифицируем грунт как суглинок.

Находим коэффициент пористости

$$e = \frac{2780}{2000}(1 + 0,28) - 1 = 0,779.$$

Показатель текучести

$$I_L = \frac{0,28 - 0,22}{0,36 - 0,22} = 0,429,$$

что по табл. 1.6 соответствует суглинку тугопластичному.

Окончательно устанавливаем: грунт — суглинок тугопластичный и может служить естественным основанием.

Общая оценка строительной площадки 1: согласно геологическому разрезу площадка (см. рис. 1.13) характеризуется спокойным рельефом с абсолютными отметками 130,5...130,8. Грунты имеют слоистое напластование с выдержанным залеганием грунтов. Каждый из слоев может служить естественным основанием.

**Пример 2.** Оценить инженерно-геологические условия строительной площадки 2 (рис. 1, 14), данные о грунтах которой приведены в табл. 1.8.

*Решение.* Определим вид грунта, оценим состояние и выясним свойства отдельных слоев грунта.

1. Первый слой грунта (образец 5), скважина 3, глубина отбора образца 1,5 м. Определяем число пластичности:  $I_p = 0$ ; следовательно, грунт песчаный.

Вид песчаного грунта устанавливаем по гранулометрическому составу: частиц 0,5 мм содержится 28,2%; 0,25 мм — 57,2%. Таким образом, частиц 0,25 мм содержится более 50%, что по табл. 1.3 соответствует песку средней крупности.

Коэффициент пористости

$$e = \frac{2660}{2000}(1 + 0,22) - 1 = 0,663,$$

что по табл. 1.4 соответствует песку средней плотности.

Степень влажности

$$S_r = 0,22 \cdot 2660 / 0,663 \cdot 1000 = 0,882$$

что по табл. 1.5 характерно для песка, насыщенного водой.

Окончательно устанавливаем: грунт — песок средней крупности, средней плотности, насыщенный водой и может служить естественным основанием.

2. Второй слой грунта (образец 6), скважина 3, глубина отбора образца 6,5 м. Определяем число пластичности:  $I_p = 0,32 - 0,19 = 0,13$ .

По табл. 1.2 классифицируем грунт как суглинок.

Коэффициент пористости

$$e = \frac{2700}{1870}(1 + 0,25) - 1 = 0,805.$$

Показатель текучести

$$I_L = \frac{0,25 - 0,19}{0,32 - 0,19} = 0,462,$$

что по табл. 1.6 соответствует суглинку тугопластичному.

Окончательно устанавливаем: грунт — суглинок тугопластичный и может служить естественным основанием.

3. Третий слой грунта (образец 7), скважина 4, глубина отбора образца 10 м. Определяем число пластичности:  $I_p = 0,43 - 0,23 = 0,2$ .

По табл. 1.2 классифицируем грунт как глину.

Коэффициент пористости

$$e = \frac{2750}{2000}(1 + 0,27) - 1 = 0,746.$$

Показатель текучести

$$I_L = \frac{0,27 - 0,23}{0,43 - 0,23} = 0,2,$$

что по табл. 1.6 соответствует полутвердой глине.

Окончательно устанавливаем: грунт — глина полутвердая и может служить естественным основанием.

Общая оценка строительной площадки 2: согласно геологическому разрезу площадки (см. рис. 1, 14) характеризуется спокойным рельефом с абсолютными отметками 115,7...116. Грунты имеют слоистое напластование с выдержанным залеганием грунтов. Каждый из слоев может служить естественным основанием.

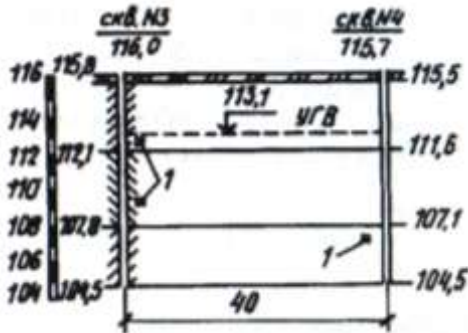


Рис. 1, 14. Геологический разрез строительной площадки (к примеру 2).

**Приложение Б4**

Условные расчетные сопротивления песчаных грунтов

Песчаные грунты	$R_0$ , МПа	
	плотные	средней плотности
Крупные (независимо от влажности)	0,6	0,5
Средней крупности (независимо от влажности)	0,5	0,4
Мелкие:		
маловлажные	0,4	0,3
влажные и насыщенные водой	0,3	0,2
Пылеватые:		
маловлажные	0,3	0,25
влажные	0,2	0,15
насыщенные водой	0,15	0,1

**Приложение Б5**

Условные расчетные сопротивления пылевато-глинистых грунтов

Пылевато-глинистые грунты	Коэффициент пористости $e$	$R_0$ , МПа, при показатели текучести	
		$J_L = 0$	$J_L = 1$
Супеси	0,5	0,3	0,3
	0,7	0,25	0,2
Суглинки	0,5	0,3	0,25
	0,7	0,25	0,18
	1	0,2	0,1
Глины	0,5	0,6	0,4
	0,6	0,5	0,3
	0,8	0,3	0,2
	1,1	0,25	0,1

Примечание: Для пылевато-глинистых грунтов с промежуточными значениями  $e$  и  $J_L$  допускается определять значение  $R_0$ , пользуясь интерполяцией в начале по  $e$  для значений  $J_L = 0$  и  $J_L = 1$ , затем по  $J_L$  между полученными значениями  $R_0$  для  $J_L = 0$  и  $J_L = 1$ .

**Приложение Б6**

Нормативные значения удельных сцеплений  $c_n$ , МПа, углов внутреннего трения  $\varphi_n$ , град. и модулей деформации  $E$ , МПа, песчаных грунтов

Пески	Характеристика	Значение характеристик при коэффициенте пористости $e$			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	$c_n$	0,002	0,001	-	-
	$\varphi_n$	43	40	38	-
	$E$	50	40	30	-
Средней крупности	$c_n$	0,003	0,002	0,001	-
	$\varphi_n$	40	38	35	-
	$E$	50	40	30	-
Мелкие	$c_n$	0,006	0,004	0,002	-
	$\varphi_n$	38	36	32	28
	$E$	48	38	28	18
Пылеватые	$c_n$	0,008	0,006	0,004	0,002
	$\varphi_n$	36	34	30	26
	$E$	39	28	18	11

**Приложение Б7**

Нормативные значения модуля деформации пылеватоглинистых грунтов

Наименование грунтов и пределы нормативных значений их показателей		Модуль деформации грунтов $E$ , МПа при коэффициенте пористости $e$ , равном							
		0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq I_L \leq 0,75$	-	32	24	16	10	7	-	-
Суглинки	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	34	27	22	17	14	11	-
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	32	25	19	14	11	8	-
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	-	-	-	17	12	8	6	5
Глины	$0 \leq I_L \leq 0,25$	-	-	28	24	21	18	15	12
	$0,25 < I_L \leq 0,5$	-	-	-	21	18	15	12	9
	$0,5 < I_L \leq 0,75$	-	-	-	-	15	12	9	7

**Приложение Б8**

Нормативные значения удельных сцеплений  $c_n$ , углов внутреннего трения  $\varphi_n$ , град. и модулей деформации  $E$ , песчаных грунтов

Пески	Характеристика	Значения характеристик при коэффициенте пористости $e$			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	$c_n$	0,002	0,001	-	-
	$\varphi_n$	43	40	38	-
	$E$	50	40	30	-
Средней крупности	$c_n$	0,003	0,002	0,001	-
	$\varphi_n$	40	38	35	-
	$E$	50	40	30	-
Мелкие	$c_n$	0,006	0,004	0,002	-
	$\varphi_n$	38	36	32	28
	$E$	48	38	28	18
Пылеватые	$c_n$	0,008	0,006	0,004	0,002
	$\varphi_n$	36	34	30	26
	$E$	39	28	18	11

**Приложение Б9**

Нормативные значения удельных сцеплений  $c_n$ , и углов внутреннего трения  $\varphi_n$ , град. пылевато-глинистых грунтов

Пылевато-глинистые грунты	Характеристика	Значения характеристик грунтов при коэффициенте пористости $e$						
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси: $0 \leq I_L \leq 0,25$  $0,25 < I_L \leq 0,75$	$c_n$	0,021	0,01	0,01	0,01	-	-	-
	$\varphi_n$	30	7	5	3	-	-	-
			29	27	24			
	$c_n$	0,019				0,00	-	-
	$\varphi_n$	28	0,01	0,01	0,01	9	-	-
			5	3	1	18		
Суглинки: $0 \leq I_L \leq 0,25$  $0,25 < I_L \leq 0,5$	$c_n$	0,047	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	-
	$\varphi_n$	26	7	1	5	2	9	-
			25	24	23	22	20	
	$c_n$	0,039						-
	$\varphi_n$	24	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	-
			4	8	3	8	5	

0,5<I <sub>L</sub> ≤0,75	c <sub>n</sub>	-	23	22	21	19	17	0,012 12
	φ <sub>n</sub>	-	-	0,02 5 19	0,02 18	0,01 6 16	0,01 4 14	
Глины: 0≤I <sub>L</sub> ≤0,25	c <sub>n</sub>	-	0,08 1	0,06 8	0,05 4	0,04 7	0,04 1	0,036 14
	φ <sub>n</sub>	-	21	20	19	18	16	
0,25<I <sub>L</sub> ≤0,5	c <sub>n</sub>	-	-	0,05	0,05	0,04	0,03	0,032 11
	φ <sub>n</sub>	-	-	7 18 0,04 5 15	17 0,04 1 14	3 16 0,03 6 12	7 14 0,03 3 19	
0,5<I <sub>L</sub> ≤0,75	c <sub>n</sub>	-	-	7	17	3	7	0,029 7
	φ <sub>n</sub>	-	-	18 0,04 5 15	0,04 1 14	16 0,03 6 12	14 0,03 3 19	

### Приложение Б10

Значение коэффициентов условий работы  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$

Грунты	$\gamma_{c1}$	$\gamma_{c2}$ для зданий и сооружений с жесткой конструктивной схемой при L/H	
		≥4	≤1,5
Крупнообломочные с песчаным заполнителем и песчаные, кроме мелких и пылевых	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие	1,3	1,1	1,3
Пески пылеватые: маловлажные и влажные насыщенные водой	1,25	1	1,2
	1,1	1	1,2
Пылевато-глинистые, а также крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем: I <sub>L</sub> ≤0,25 0,25<I <sub>L</sub> ≤0,5 I <sub>L</sub> >0,5	1,25	1	1,1
	1,2	1	1,1
	1,1	1	1

Примечания: 1. Здания и сооружения считаются жесткими, если конструкции специально приспособлены к восприятию дополнительных усилий от деформации основания. 2. Для зданий с гибкой конструктивной схемой принимают  $\gamma_{c2} = 1,3$ . При промежуточных значениях отношения L/H (длина здания и его высоте) значения коэффициента  $\gamma_{c2}$  определяется интерполяцией.

### Приложение Б11




Значение коэффициентов  $M_\gamma$ ,  $M_q$ ,  $M_c$

$\varphi_{II}$ , град	$M_\gamma$	$M_q$	$M_c$	$\varphi_{II}$ , град	$M_\gamma$	$M_q$	$M_c$
0	0	1	3,14	10	0,18	1,73	4,17
1	0,01	1,06	3,23	11	0,21	1,83	4,29
2	0,03	1,12	3,32	12	0,23	1,94	4,42
3	0,04	1,18	3,41	13	,06	2,05	4,55
4	0,06	1,25	3,51	14	0,29	2,17	4,69
5	0,08	1,32	3,61	15	0,32	2,3	4,84
6	0,1	1,39	3,71	16	0,36	2,43	4,99
7	0,12	1,47	3,82	17	0,39	2,57	5,15
8	0,14	1,55	3,93	18	0,43	2,73	5,31
9	0,16	1,64	4,05	19	0,47	2,89	5,48
20	0,51	3,06	5,66	33	1,44	6,76	8,88
21	0,56	3,24	5,84	34	1,55	7,22	9,22
22	0,61	3,44	6,04	35	1,68	7,71	9,58
23	0,69	3,65	6,24	36	1,81	8,24	9,97
24	0,72	3,87	6,45	37	1,95	8,81	10,37
25	0,78	4,11	6,67	38	2,11	9,44	10,8
26	0,84	4,37	6,9	39	2,28	10,11	11,25
27	0,91	4,64	7,14	40	2,46	10,85	11,73
28	0,98	4,93	7,4	41	2,66	11,64	12,24
29	1,06	5,25	7,67	42	2,88	12,51	12,79
30	1,15	5,59	7,95	43	3,12	13,46	13,37
31	1,24	5,95	8,24	44	3,38	14,5	13,98
32	1,34	6,34	8,55	45	3,66	15,64	14,64

**Приложение Б12**

Условные графические обозначения грунтов по ГОСТ 21.302 - 96

	Почвенный слой		Суглинок
	Торф		Глина
	Песок		Известняк
	Глиноун		Мергель
	Гравий		Гранит
	Супесь		Габбро

## Пределные деформации

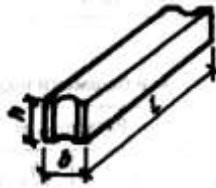
Сооружения	Пределные деформации основания		
	относительная разность осадок $(\Delta s / L)_u$	крен $i_w$	средняя осадка $s_u$ , см
1. Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом: железобетонным стальным	0,002 0,004	- -	(8) (12)
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают усилия от неравномерных осадок	0,006	-	(15)
3. Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из: крупных панелей крупных блоков или кирпичной кладки без армирования то же, с армированием и устройством железобетонных поясов	0,0016 0,002 0,0024	0,005 0,005 0,005	10 10 15
4. Элеваторы из железобетонных конструкций: рабочее здание и силовой корпус монолитной конструкции на одной фундаментной плите то же, сборной конструкции отдельно стоящий силосный корпус монолитной конструкции то же, сборной конструкции отдельно стоящее рабочее здание	- - - - -	0,003 0,003 0,004 0,004 0,004	40 30 40 30 25
5. Дымовые трубы высотой, м: $H \leq 100$ $100 < H \leq 200$ $200 < H \leq 300$ $300 < H$	- - - -	0,005 $1/2H$ $1/2H$ $1/2H$	40 30 20 10
6. Жесткие сооружения высотой до 100 м, кроме указанных в пп. 4 и 5	-	0,004	20
7. Антенные сооружения связи:			

стволы мачт заземленные	-	0,002	20
то же, электрические изолированные	-	0,001	10

Примечание. В скобках дано значение максимальной осадки  $S_{\max,и}$




### Приложение В2

Размеры, м, и масса, кг, блоков бетонных для стен подвалов

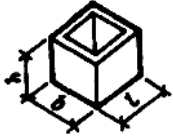

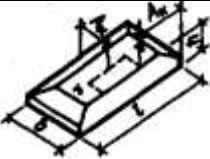
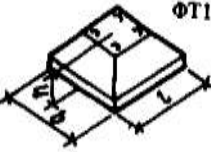



Марка блока	b	l	h	Масса
ФБС	0,3	2,38	0,58	980
	0,3	0,88	0,58	320
	0,4	2,38	0,58	1300
	0,4	0,88	0,58	420
	0,5	2,38	0,58	1630
	0,5	0,88	0,58	520
	0,6	2,38	0,58	1960
	0,6	0,88	0,58	620
	0,4	1,18	0,28	320
	0,5	1,18	0,28	4400
	0,6	1,18	0,28	490
	ФБВ	0,4	0,88	0,58
0,5		0,88	0,58	-
0,6		0,88	0,58	-
ФБП	0,4	2,38	0,58	-
	0,5	2,38	0,58	-
	0,6	2,38	0,58	-

## Плиты железобетонные для ленточных фундаментов

Схема плиты	Марка плиты	Размеры, м				Объем бетона, м <sup>3</sup>	Масса плиты, кг	
		b	l	h	c			
	ФЛ6.24	0,6	2,38	0,3	-	0,415	1070	
	ФЛ6.12		1,18	0,3	-	0,205	530	
	ФЛ8.24	0,6	2,38	0,3	-	0,557	1430	
	ФЛ8.12		1,18	0,3	-	0,274	710	
			0,8					
			0,8					
	ФЛ10.24	1	2,38	0,3	0,2	0,608	1580	
	ФЛ10.12	1	1,18	0,3	0,2	0,3	790	
	ФЛ12.24	1,2	2,38	0,3	0,3	0,703	1820	
	ФЛ12.12	1,2	1,18	0,3	0,3	0,347	900	
	ФЛ14.24	1,4	2,38	0,3	0,3	0,845	2180	
	ФЛ14.12	1,4	1,18	0,3	0,3	0,416	1080	
	ФЛ16.24	1,6	2,38	0,3	0,3	0,987	2530	
	ФЛ16.12	1,6	1,18	0,3	0,3	0,486	1260	
	ФЛ20.12	2	1,18	0,5	0,5	0,975	2540	
	ФЛ24.12	2,4	1,18	0,5	0,7	1,138	3000	
	ФЛ28.12	2,8	1,18	0,5	0,7	1,369	3550	
	ФЛ32.12	3,2	1,18	0,5	0,7	1,6	4140	

## Фундаментные плиты и башмаки под колонны зданий

Схема плиты	Марка плиты	Размеры, м			Давление на грунт от нормативных нагрузок, МПа	Допускаемый вылет консоли, $A_k$ , м	Объем, $m^3$
		b	l	h			
	А	0,9	0,9	0,9	-	-	0,25
	Б	1,2	1,2	0,9	-	-	0,34
	ФП20-20	2	2	0,3	0,2 0,35	0,61 0,41	1,2
	ФП22-22	2,2	2,2	0,3	0,2 0,35	0,71 0,51	1,45
	ФП24-12	1,19	2,4	0,3	0,35	0,4	0,86
	ФП28-12	1,19	2,8	0,3	0,3	0,5	0,1
	ФП32-12	1,19	3,2	0,3	0,25	0,7	1,14
	ФТ16-18	1,6	1,8	0,58			
	СБ8-8	0,78	0,78	0,58	-	-	0,35
	СБ12-12	1,18	1,18	0,58	-	-	0,81

## Размеры фундаментов под колонны каркасных зданий

Эскиз	Марка	Размеры, м							Объем бетона, м <sup>3</sup>
		$l$	$b$	$l_1$	$b_1$	$h_1$	$h_2$	$h_f$	
	ФА6-1	2,4	2,1	1,5	1,5	0,3	0,3	1,5	2,9
	ФА6-2							1,8	3,2
	ФА6-3							2,4	3,6
	ФА6-4							3	4,1
	ФА6-5							3,6	4,6
	ФА6-6							4,2	5,1
	ФА7-1	2,7	2,1	1,8	1,5	0,3	0,3	1,5	3,2
	ФА7-2							1,8	3,3
	ФА7-3							2,4	4
	ФА7-4							3	4,5
	ФА7-5							3,6	4,9
	ФА7-6							4,2	5,4
	ФА8-1	2,7	2,4	1,8	1,5	0,3	0,3	1,5	3,5
	ФА8-2							1,8	3,7
	ФА8-3							2,4	4,2
	ФА8-4							3	4,7
	ФА8-5							3,6	5,2
	ФА8-6							4,2	5,7
	ФА9-1	3	2,4	2,1	1,5	0,3	0,3	1,5	3,8
	ФА9-2							1,8	4,1
	ФА9-3							2,4	4,6
	ФА9-4							3	5
	ФА9-5							3,6	5,5
	ФА9-6							4,2	6

## Сборочные фундаменты

Эскиз	Марка	Размеры, м						Масса фундамента, т
		$b$	$h_f$	$A$	$B$	$C$	$D$	
	1Ф13	1,3	1,05	0,45	0,275	0,15	0,2	3,19
	1Ф17	1,7				0,05	0,4	4,17
	1Ф21	2,1				0,05	0,65	5,49
	2Ф13	1,3		0,15	0,2	3,05		
	2Ф17	1,7		0,05	0,4	4,04		
	2Ф21	2,1		0,05	0,65	5,35		
	1ФС13	1,3		0,45	0,275	0,15	0,2	3,19
	1ФС13			0,55	0,225			3,05

## Приложение Г1

Данные для расчета глубины заложения фундаментов  $k_h$

Конструктивные особенности сооружений	$k_h$ для помещения, примыкающего к наружным фундаментам, при расчетной среднесуточной температуре воздуха, °С					
	-5	0	5	10	15	20 и более
Без подвала с полами, устраиваемыми:						
на грунте	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
на лагах по грунту	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6
по утепленному цокольному перекрытию	1	1	1	0,9	0,8	0,7
С подвалом или техническим подпольем	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

Примечания: 1. Приведенные в таблице значения коэффициента  $k_h$  относятся к фундаментам, у которых расстояние от внешней грани стены до края фундамента  $a_f < 0,5$  м; если  $a_f \geq 1,5$  м, то значения  $k_h = 1$ ; при промежуточном размере  $a_f$  значения коэффициента  $k_h$  определяют по интерполяции. 2. К помещениям, примыкающим к наружным фундаментам, относятся подвалы и технические подполья, а при их отсутствии помещения первого этажа. 3. При промежуточных значениях температуры воздуха коэффициент  $k_h$  применяют с округлением до ближайшего меньшего значения, указанного в таблице.

## Приложение Г2

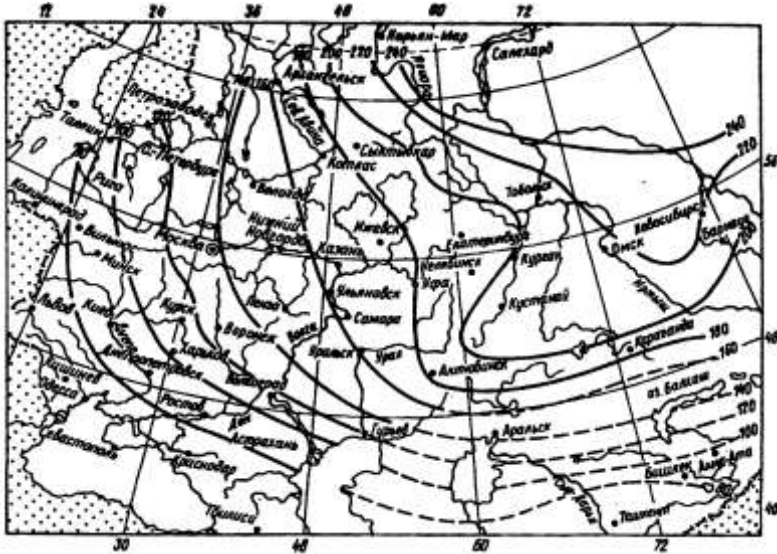
Глубина заложения подошвы фундаментов в зависимости от расчетной глубины промерзания  $d_f$

Грунты	Глубина подошвы фундамента при глубине расположения уровня грунтовых вод $d_w$ , м	
	$d_w \leq d_f + 2$	$d_w > d_f + 2$
Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные и средней крупности		Не зависимо от $d_f$
Пески мелкие и пылеватые		Не зависимо от $d_f$
Супеси с показателем текучести: $I_L < 0$		
$I_L \geq 0$		
Суглинки, глины а также крупнообломочные грунты с пылевато-глинистым заполнителем при показатели текучести пылевато-глинистого грунта или заполнителя $I_L \geq 0,25$	Не менее $d_f$	Не менее $d_f$
$I_L < 0,25$		Не менее $d_f$

Примечания: 1. В случае назначения глубины заложения фундаментов независимо от расчетной глубины промерзания  $d_f$  грунты должны залегать до глубинны не менее  $d_{fn}$ . 2. Если глубину заложения фундамента назначается без учета глубины промерзания, то по конструктивным требованиям ее назначают не менее 0,5 м от спланированной отметки земли.

На карте приведены нормативные значения для глин и суглинков, для супесей, пылеватых и мелких песков они увеличиваются в 1,2 раза.





Приложение Д1

Коэффициент  $\alpha$

Коэффициент  $\alpha$  для фундаментов

$\zeta = 2z/b$	круглых	прямоугольных с соотношением сторон $\eta = l/b$ , равным						ленточных ( $\eta \geq 10$ )
		1,0	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,972	0,975	0,976	0,977	0,977	0,977
0,8	0,756	0,800	0,848	0,866	0,876	0,879	0,881	0,881
1,2	0,547	0,606	0,682	0,717	0,739	0,749	0,754	0,755
1,6	0,390	0,449	0,532	0,578	0,612	0,629	0,639	0,642
2,0	0,285	0,336	0,414	0,463	0,505	0,530	0,545	0,550
2,4	0,214	0,257	0,325	0,374	0,419	0,449	0,470	0,477
2,8	0,165	0,201	0,260	0,304	0,349	0,383	0,410	0,420
3,2	0,130	0,160	0,210	0,251	0,294	0,329	0,360	0,374
3,6	0,106	0,131	0,173	0,209	0,250	0,285	0,319	0,337
4,0	0,087	0,108	0,145	0,176	0,214	0,248	0,285	0,306
4,4	0,073	0,091	0,123	0,150	0,185	0,218	0,255	0,280
4,8	0,062	0,077	0,105	0,130	0,161	0,192	0,230	0,258
5,2	0,053	0,067	0,091	0,113	0,141	0,170	0,208	0,239
5,6	0,046	0,058	0,079	0,099	0,124	0,152	0,189	0,223
6,0	0,040	0,051	0,070	0,087	0,110	0,136	0,173	0,208
6,4	0,036	0,045	0,062	0,077	0,099	0,122	0,158	0,196
6,8	0,031	0,040	0,055	0,064	0,088	0,110	0,145	0,185

7,2	0,028	0,036	0,049	0,062	0,080	0,100	0,133	0,175
7,6	0,024	0,032	0,044	0,056	0,072	0,091	0,123	0,166
8,0	0,022	0,029	0,040	0,051	0,066	0,084	0,113	0,158
8,4	0,021	0,026	0,037	0,046	0,060	0,077	0,105	0,150
8,8	0,019	0,024	0,033	0,042	0,055	0,071	0,098	0,143
9,2	0,017	0,022	0,031	0,039	0,051	0,065	0,091	0,137
9,6	0,016	0,020	0,028	0,036	0,047	0,060	0,085	0,132
10,0	0,015	0,019	0,026	0,033	0,043	0,056	0,079	0,126
10,4	0,014	0,017	0,024	0,031	0,040	0,052	0,074	0,122
10,8	0,013	0,016	0,022	0,029	0,037	0,049	0,069	0,117
11,2	0,012	0,015	0,021	0,027	0,035	0,045	0,065	0,113
11,6	0,011	0,014	0,020	0,025	0,033	0,042	0,061	0,109
12,0	0,010	0,013	0,018	0,023	0,031	0,040	0,058	0,106

Примечания: 1. В таблице обозначено:  $b$  – ширина или диаметр фундамента,  $l$  – длина фундамента. 2. Для фундаментов, имеющих подошву в форме правильного многоугольника с площадью  $A$ , значения  $\alpha$  принимаются как для круглых фундаментов радиусом  $r = \sqrt{A/\pi}$ . 3. Для промежуточных значений  $\zeta$  и  $\eta$  коэффициент  $\alpha$  определяется по интерполяции.

### Приложение Д2

Значения  $k_c$

Относительная высота слоя $\xi' = 2H/b$	$k_c$
$0 < \xi' \leq 0,5$	1,5
$0,5 < \xi' \leq 1$	1,4
$1 < \xi' \leq 2$	1,3
$2 < \xi' \leq 3$	1,2
$3 < \xi' \leq 5$	1,1
$\xi' > 5$	1

### Приложение Д3

Значение  $k_m$

Среднее значение модуля деформации грунта основания $E$ , МПа	$k_m$ при ширине фундамента $b$ , м, равной		
	$b < 10$	$10 \leq b \leq 15$	$b > 15$
$< 10$	1	1	1
$\geq 10$	1	1,35	1,5

Значения  $k$ 

$\xi = 2z/b$	$k$ для фундаментов							ленточных при $\eta \geq 10$
	круглых	прямоугольных с соотношением сторон $\eta = l/b$ , равным						
		1	1,4	1,8	2,4	3,2	5	
0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4	0,090	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,104
0,8	0,179	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,208
1,2	0,266	0,299	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,311
1,6	0,348	0,380	0,394	0,397	0,397	0,397	0,397	0,412
2,0	0,411	0,446	0,472	0,482	0,486	0,486	0,486	0,511
2,4	0,461	0,499	0,538	0,556	0,565	0,567	0,567	0,605
2,8	0,501	0,542	0,592	0,618	0,635	0,640	0,640	0,687
3,2	0,532	0,577	0,637	0,671	0,696	0,709	0,709	0,763
3,6	0,558	0,606	0,676	0,717	0,750	0,768	0,772	0,831
4,0	0,579	0,630	0,708	0,756	0,796	0,820	0,830	0,892
4,4	0,596	0,650	0,735	0,789	0,837	0,867	0,883	0,949
4,8	0,611	0,668	0,759	0,819	0,873	0,908	0,932	1,001
5,2	0,624	0,683	0,780	0,884	0,904	0,948	0,977	1,050
5,6	0,635	0,697	0,798	0,867	0,933	0,981	1,018	1,095
6,0	0,645	0,708	0,814	0,887	0,958	1,011	1,056	1,138
6,4	0,653	0,719	0,828	0,904	0,980	1,031	1,090	1,178
6,8	0,661	0,728	0,841	0,920	1,000	1,065	1,122	1,215
7,2	0,668	0,736	0,852	0,935	1,019	1,088	1,152	1,251
7,6	0,674	0,744	0,863	0,948	1,036	1,109	1,180	1,285
8,0	0,769	0,751	0,872	0,960	1,051	1,128	1,205	1,316
8,4	0,684	0,757	0,881	0,970	1,065	1,146	1,229	1,347
8,8	0,689	0,762	0,888	0,980	1,078	1,162	1,251	1,376
9,2	0,693	0,768	0,896	0,989	1,089	1,178	1,272	1,404
9,6	0,697	0,772	0,902	0,998	1,100	1,192	1,291	1,431
10,0	0,700	0,777	0,908	1,005	1,110	1,205	1,309	1,456
11,0	0,705	0,786	0,922	1,022	1,132	1,233	1,349	1,506
12,0	0,720	0,794	0,933	1,037	1,151	1,257	1,384	1,550

Значение расчетных сопротивлений  $R$ 

Глубина погружения свай, м	$R$ под нижним концом свай и свай-оболочек, не заполняемых бетоном, МПа						
	песчаных грунтов средней плотности						
	гравелистых	крупных	-	средней крупности	мелких	пылеватых	-
	пылеватоглинистых грунтов при показателе текучести $I_L$ , равном						
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	7,5	<u>6,6</u> 4	3	<u>3,1</u> 2	<u>2</u> 1,2	1,1	0,6
4	8,3	<u>6,8</u> 5,1	3,8	<u>3,2</u> 2,5	<u>2,1</u> 1,6	1,25	0,7
5	8,8	<u>7</u> 6,2	4	<u>3,4</u> 2,8	<u>2,2</u> 2	1,3	0,8
7	9,7	<u>7,3</u> 6,9	4,3	<u>3,7</u> 3,3	<u>2,4</u> 2,2	1,4	0,85
10	10,5	<u>7,7</u> 7,3	5	<u>4</u> 3,5	<u>2,6</u> 2,4	1,5	0,9
15	11,7	8,2 7,5	5,6	<u>4,4</u> 4	2,9	1,65	1
20	12,6	8,5	6,2	<u>4,8</u> 4,5	3,2	1,8	1,1
25	13,4	9	6,8	5,2	3,5	1,95	1,2
30	14,2	9,5	7,4	5,6	3,8	2,1	1,3
35	15	10	8	6	4,1	2,25	1,4

Примечание. Над чертой даны значения  $R$  для песков, под чертой – для пылеватоглинистых грунтов.

Значение расчетных сопротивлений  $f$ 

Средняя глубина расположения слоя, м	Значения $f$ по боковой поверхности свай и свай-оболочек, МПа								
	песчаных грунтов средней плотности								
	Крупных и средней крупности	мелких	пылеватых	-	-	-	-	-	-
	пылеватоглинистых грунтов при показателе текучести $I_L$ , равном								
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1	0,035	0,023	0,015	0,012	0,008	0,004	0,004	0,003	0,002
2	0,042	0,03	0,021	0,017	0,012	0,007	0,005	0,004	0,004
3	0,048	0,035	0,025	0,02	0,014	0,008	0,007	0,006	0,005
4	0,053	0,038	0,027	0,022	0,016	0,009	0,009	0,007	0,005
5	0,056	0,04	0,029	0,024	0,017	0,01	0,008	0,007	0,006
6	0,058	0,042	0,031	0,025	0,018	0,01	0,008	0,007	0,006

8	0,062	0,044	0,033	0,026	0,019	0,01	0,008	0,007	0,006
10	0,065	0,046	0,034	0,027	0,019	0,01	0,008	0,007	0,006
15	0,072	0,051	0,038	0,0028	0,02	0,011	0,008	0,007	0,006
20	0,079	0,056	0,041	0,03	0,02	0,012	0,008	0,007	0,006
25	0,086	0,061	0,044	0,032	0,02	0,012	0,008	0,007	0,006
30	0,093	0,066	0,047	0,034	0,021	0,012	0,009	0,008	0,007
35	0,1	0,07	0,05	0,036	0,022	0,013	0,009	0,008	0,007

Примечания: 1. При определении  $f$  грунтов следует разделять на однородные слои толщиной не более 2 м. 2. Расчетное сопротивление плотных песчаных грунтов по боковой поверхности свай и свай – оболочек  $f$  следует увеличивать 30% по сравнению со значениями, приведенными в таблицах.

### Приложение ЕЗ

#### Значение коэффициентов условий работы грунта

Способы погружения свай	Коэффициент условий работы грунта	
	под нижнем концом свай	на боковой поверхности свай
	$\gamma_{cr}$	$\gamma_{cf}$
Погружение забивкой сплошных и полых с закрытым нижним концом свай механическими, паровоздушными и дизельными молотами	1	1
Погружение забивкой в предварительно пробуренные лидерные скважины с заглублением на 1 м ниже забоя скважины при ее диаметре:		
равном стороне квадратной свай	1	0,5
на 5 см меньшем стороны квадратной свай	1	0,6
на 15 см меньшем стороны квадратной свай или диаметра круглой	1	1
квадратной свай или диаметра круглой	1	0,9
Погружение с подмывом в песчаные грунты при последующей добивке на последнем метре погружения		
Вибропогружение и вибровдавливание в грунты: пески средней плотности:		
крупные и средней крупности	1,2	1
мелкие	1,1	1
пылеватые	1	1
пылевато-глинистые с показателем текучести $I_L=0,5$ :		
супеси	0,9	0,9
суглинки	0,8	0,9
глины	0,7	0,9
	1	1

пылевато-глинистые с показателем текучности $I_L \leq 0$ Погружение молотами любой конструкции полых свай с открытым нижним концом при диаметре полости: 40 см и менее 40 см и более	1	1
	0,7	1
Погружение любым способом полых круглых свай с закрытым нижним концом с устройством камуфлетного уширения на глубине 10 м и более в песчаных грунтах средней плотности и в пылевато- глинистых грунтах при показателе теку- чности .....0,5 и диаметре уширения: 1 м независимо от указанных видов грунта 1,5 м в песках и супесях 1,5 м в суглинках и глинах	0,9	1
	0,8	1
	0,7	1

Примечание. Коэффициенты  $\gamma_{cr}$  и  $\gamma_{cf}$  для пылевато-глинистых грунтов с показателем текучести  $0 < I_L < 0,5$ .

### Приложение Е4

#### Основные размеры свай квадратного сечения

Марка свай	Ширина свай, см	Длина, см		Диаметр полости $d$ , см	Масса, кг	
		Призматической части L	Острия $l$		1 см свай	острия
С	20	300-600	15	-	100	10
	25	450-600	25	-	160	30
	30	300-1200	25	-	220	50
	35	800-1600	30	-	300	60
	40	1300-1600	35	-	400	80
СН	30	900-1500	25	-	220	40
	35	1000-2000	30	-	300	60
	40	1300-2000	35	-	400	80
СН <sub>ПР</sub>	20	300-600	15	-	100	10
	25	450-600	25	-	160	30
	30	300-1200	25	-	220	50
	35	800-1600	30	-	300	60
	40	1300-1600	35	-	400	80
СП и СПН	30	300-800	-	11	70	-
	35	300-800	-	16	100	-
	40	300-800	-	27,5	210	-

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Основания и фундаменты» для студентов, обучающихся по направлению 653500 – Строительство

Составители: Черныш Александр Сергеевич  
Калачук Татьяна Григорьевна  
Сергеев Сергей Валентинович

Компьютерная верстка: Забижевская М.Н.

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 6. Уч.-изд. л.  
Тираж 100 экз. Заказ  
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете  
им. В.Г. Шухова  
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46