

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

По выполнению расчетно-графической работы

по дисциплине **«КОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКИХ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ (ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ,
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ)»**

Направление 08.03.01 Строительство
Направленность (профиль) Городское строительство и хозяйство
Квалификация бакалавр

Пятигорск, 2020

Методические рекомендации для студентов по организации контрольных работ по дисциплине «Конструкции городских зданий и сооружений (основания и фундаменты, металлические конструкции)» для направления подготовки студентов 08.03.01 «Строительство».

Оглавление

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РГР	5
--------------------------------------	---

	3
1.1. Содержание работы	6
1.2. Оформление работы	6
1.3. Исходные данные.....	7
2. ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	9
3. Последовательность выполнения	13
пояснительной записки.....	13
3.1 Анализ исходных данных по надфундаментной конструкции.....	13
3.2 Анализ инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки строительства	15
4. Определение глубины заложения фундаментов (ростверков)	18
4.1 Выбор типов оснований и фундаментов на базе сравнения вариантов .	21
4.2 Определение предварительных размеров подошвы фундаментов мелкого заложения.....	22
4.3 Определение предварительных размеров	26
фундаментов глубокого заложения	26
4.4 Конструирование фундаментов. защита помещений	30
от грунтовых вод и сырости	30
4.5 Расчет оснований по предельным состояниям.....	34
4.5.1 Расчет осадок методом послойного суммирования (вторая группа предельных состояний).....	34
4.5.2 Расчет основания по несущей способности (первая группа предельных состояний).....	39
5. Библиографический список	40
Основная литература:	40
Дополнительная литература:.....	40
Интернет-ресурсы:	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение 1 Маркировочная схема фундаментов и фундаментных балок..	42
Приложение 2 Маркировочная схема ростверков	43
Приложение А1 Варианты заданий.....	44
Приложение А1.1 Усилие на верхних обрезах фундаментов	46
<i>Приложение А2</i> Вариант 1	60
<i>Приложение А3</i> Вариант 2	61
<i>Приложение А4</i> Вариант 3	62
<i>Приложение А5</i> Вариант 4	63
<i>Приложение А6</i> Вариант 5	64

<i>Приложение А7</i> Вариант 6	65
<i>Приложение А8</i> Вариант 7	66
<i>Приложение А9</i> Вариант 8	67
<i>Приложение А10</i> Вариант 9	68
<i>Приложение А11</i> Вариант 10	69
<i>Приложение А12</i> Вариант 1	70
<i>Приложение А13</i> Вариант 2	71
<i>Приложение А14</i> Вариант 3	72
<i>Приложение А15</i> Вариант 4	73
<i>Приложение А16</i> Вариант 5	74
<i>Приложение А17</i> Вариант 6	75
<i>Приложение А18</i> Вариант 7	76
<i>Приложение А19</i> Вариант 8	77
<i>Приложение А20</i> Вариант 9	78
<i>Приложение А21</i> Вариант 10	79
Приложение Б1 Основные понятия и определения	80
Приложение Б2	91
Приложение Б3	94
Приложение Б4	96
Приложение Б5	96
Приложение Б6	97
Приложение Б7	97
Приложение Б8	98
Приложение Б9	98
Приложение Б10	99
Приложение Б11	100
Приложение Б12	101
Приложение В1 Предельные деформации	101
Приложение В2	102
Приложение В3 Плиты железобетонные для ленточных фундаментов	103
Приложение В4 Фундаментные плиты и башмаки под колоны зданий	104
Приложение В5 Размеры фундаментов под колонны каркасных зданий	105
Приложение В6 Сборочные фундаменты	106
Приложение Г1 Данные для расчета глубины заложения фундаментов k_h ..	106

Приложение Г2 Глубина заложения подошвы фундаментов в зависимости от расчетной глубины промерзания df	107
Приложение Д1	108
Приложение Д2	109
Приложение Д3	109
Приложение Д4	110
Приложение Е1 Значение расчетных сопротивлений R	111
Приложение Е2 Значение расчетных сопротивлений f	112
Приложение Е3 Значение коэффициентов условий работы грунта	113
Приложение Е4 Основные размеры свай квадратного сечения	114

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ РГР

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 РГР по каменным, бетонным, металлическим и деревянным конструкциям.

В РГР студенты оценивают грунты строительной площадки с позиции возможности устройства фундамента. Выполняют расчет и конструирование двух вариантов фундаментов: на естественном основании в открытом котловане и свайного фундамента. Выполняют выбор основного варианта на основе технико-экономического сравнения

РГР 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. Использованная литература (библиографический список).

1.2. Оформление работы

Расчетно-пояснительная записка должна быть набрана на компьютерешрифтом TimesNewRoman№ 14 или написана чернилами на листах белой бумаги стандартного формата А4 в рамке со штампом.

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.

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...40 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, 1:200). 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, 1:100);

д) спецификацию фундаментов;

е) примечания о принятых материалах и их марках, подготовке под фундаменты, особенностях производства работ и др.

Чертежи выполняют на компьютере на белой бумаге формата А3 (2-4 листа), либо в карандаше на бумаге формата А1 (1 лист) 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 (горизонталь, 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.) отмечаются на плане первого этажа.

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

1.3. Исходные данные

Исходные данные для РГР студент принимает по вариантам (приложение А1). Первая цифра варианта задания соответствует году выполнения РГР: 0 – 2016 год, 1 – 2017 г., 2 – 2018 г., 3 – 2020 г., 0 – 2020 год и т.д. Две последние цифры номера варианта совпадают с последними двумя цифрами его шифра (например: две последние цифры зачётной книжки 55,

задание выполняется в 2016 году, следовательно, студент должен выполнять вариант № 055)..

Усилия на верхних обрезах фундаментов приведены в приложении А1.1.

В приложениях А2÷А11 – приведены схемы зданий с двумя вариантами конструктивных особенностей, необходимый указан в задании (например: объект 1-1 – это значит, что студент должен рассматривать 1-ое здание (экспериментальный цех) с осями 1-4 (1-ый вариант).

Данные о строительной площадке, грунтах в заданных геологических разрезах принимают по Приложениям А12÷А21.

2. ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Коэффициенты надежности

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

Физические характеристики грунтов

ρ - плотность грунта, т/м³;
 ρ_d - плотность грунта в сухом состоянии, т/м³;
 ρ_s - плотность твердых частиц грунта, т/м³;
 γ - удельный вес грунта, кН/м³; $\gamma = \rho \cdot g$
 γ_d - удельный вес грунта в сухом состоянии, кН/м³; $\gamma_d = \rho_d \cdot g$
 γ_s - удельный вес твердых частиц грунта кН/м³; $\gamma_s = \rho_s \cdot g$
 γ_{sb} - удельный вес грунта с учетом взвешивающего действия воды, кН/м³;
 γ_w - удельный вес воды, равный ~ 10 кН/м³;
 W - влажность грунта природная, в долях единицы;
 W_p – влажность на границе раскатывания;
 W_L – влажность на границе текучести;

Физические характеристики грунтов определяют опытным путем в лабораторных условиях. $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения.

Классификационные показатели грунтов

Наименование крупнообломочных и песчаных грунтов по гранулометрическому составу;

e - коэффициент пористости грунта (используется для определения разновидности песчаных грунтов по плотности сложения);

S_r - степень влажности грунта;

I_p - число пластичности грунта;

I_L - показатель текучести грунта.

Классификационные показатели определяют по расчетным формулам на основе физических характеристик грунтов.

Показатели деформируемости грунтов при сжатии

m_v - относительный коэффициент сжимаемости грунта, МПа⁻¹;

m_0 - коэффициент сжимаемости грунта, МПа⁻¹;

E - модуль деформации, МПа;

ν - коэффициент относительных поперечных деформаций (коэффициент Пуассона)

Показатели прочности грунтов (параметры сопротивления сдвигу)

φ - угол внутреннего трения, град;
 c - удельное сцепление, кПа.

Показатели деформируемости и прочности грунтов определяются опытным путем в лабораторных или полевых условиях.

Условные обозначения при расчетах оснований фундаментов (рис. 1÷2)

DL - отметка планировки;
 NL - отметка поверхности природного рельефа;
 WL - уровень подземных вод;
 h - толщина слоя грунта, м;
 h_f - высота фундамента;
 d - глубина заложения подошвы фундамента;
 d_f - расчетная глубина сезонного промерзания грунта, м;
 d_w - глубина расположения уровня подземных вод, м;
 A - площадь подошвы фундамента;
 b - ширина подошвы фундамента;
 l - длина подошвы фундамента (при расчетах ленточных фундаментов принимается $l=1$ п.м.);
 H_c - глубина сжимаемой толщи (от подошвы фундамента до нижней границы сжимаемой толщи (В.С.)), м;
 R_0 - условное сопротивление грунта основания, кПа;
 R - расчетное сопротивление грунта основания, кПа;
 S - осадка основания, см;
 S_u - предельное значение деформации (осадки) основания, см;
 N_p - внешняя расчетная нагрузка, действующая на обрез фундамента, кН;
 P_f - расчетная нагрузка от веса фундамента, кН;
 P_g - расчетная нагрузка от веса грунта над уступами фундамента, кН;
 M - момент от сочетания расчетных нагрузок, кН·м;
 $P_{cp}(P_m)$ - среднее давление под подошвой фундамента от действующих грузов, кПа;
 $P_{max(min)}$ - максимальное и минимальное давление под краем фундамента, кПа.

В РГР все расчеты выполняются в размерности международной системы единиц (СИ). Ниже дан перевод механической системы единиц (МК ГСС) в систему СИ.

1. Сила, нагрузка, вес - I Н.
 $1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ Н} \approx 10 \text{ Н}$
 $1 \text{ тс} = 9,81 \cdot 10^3 \text{ Н} \approx 10 \text{ кН} = 0,01 \text{ МН}$
2. Давление (напряжение):
 $1 \text{ кгс/см}^2 = 10 \text{ тс/м}^2 \approx 100 \text{ кПа} (100 \text{ кН/м}^2) = 0,1 \text{ МПа}$
3. Удельный вес:
 $1 \text{ тс/м}^3 \approx 10 \text{ кН/м}^3 = 0,01 \text{ МН/м}^3$.

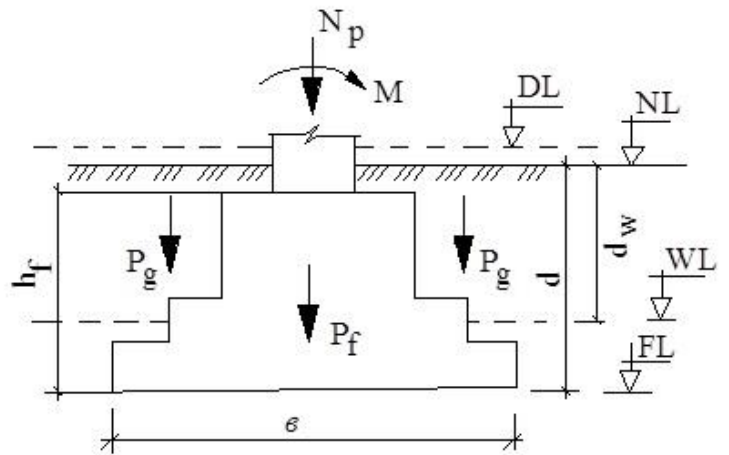
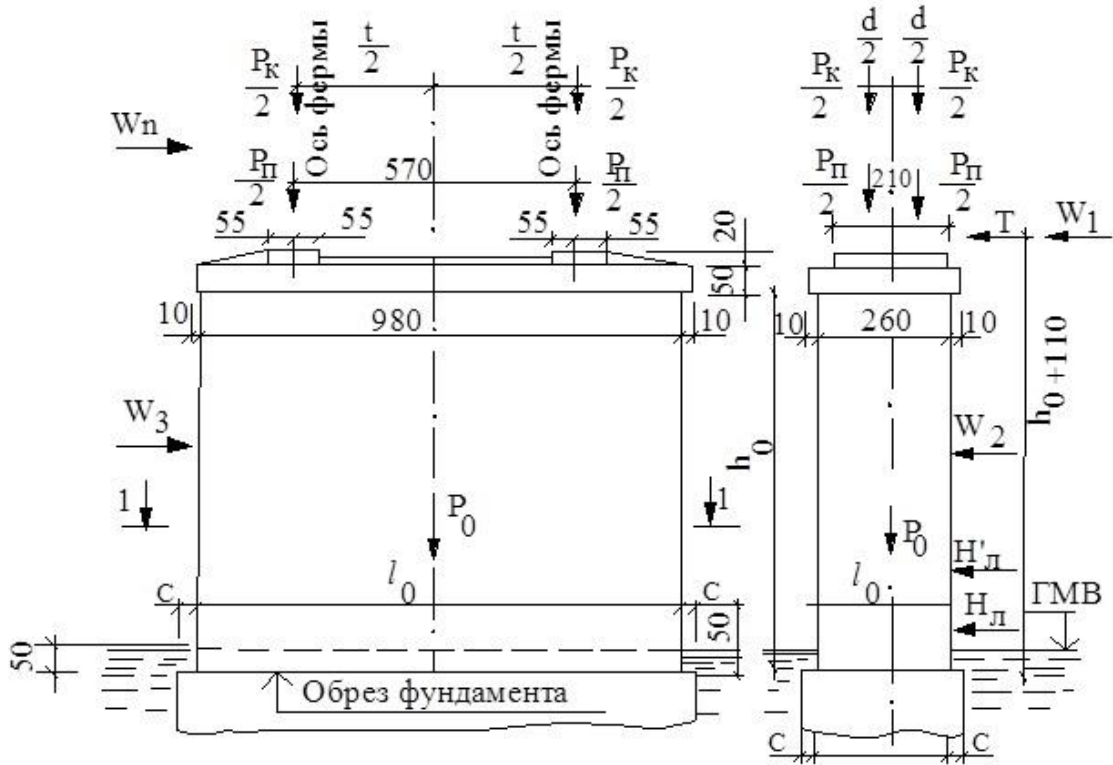
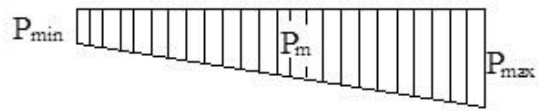


Рис. 1



1-1

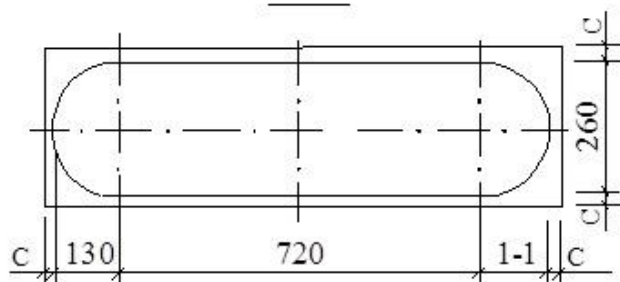


Рис. 2

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), кН;

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·м;

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

p – среднее давление под подошвой фундамента, кПа;

σ_z – вертикальное нормальное напряжение, кПа;

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

σ_{zp} – дополнительное к природному вертикальное напряжение от внешней нагрузки, кПа;

f_i – расчетное сопротивление слоя грунта на боковой поверхности сваи, кПа;

F_d – несущая способность сваи, кН.

Примечание. При выполнении РГР расшифровку этих буквенных обозначений в тексте пояснительной записки можно не делать.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

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

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 СП 22.13330.2011. Предварительно необходимо выполнить в пояснительной записке чертеж конструктивной схемы здания (рис. 3).

При анализе исходных данных должен быть решен вопрос о величинах предельных деформаций s_u , $(\Delta s/L)_u$, i_u , \bar{s}_u , $s_{max, u}$ для каждого отсека (блока) здания согласно СП 22.13330.2011 (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

Усилия на верхних обрезах фундаментов

Номер фундамента		$F_{v,II}$, кН	$M_{x,II}$, кН·м	$F_{h,II}$, кН
<i>Подвал в осях 4-6</i>	2	2050	675	27
	4	1090	200	12

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

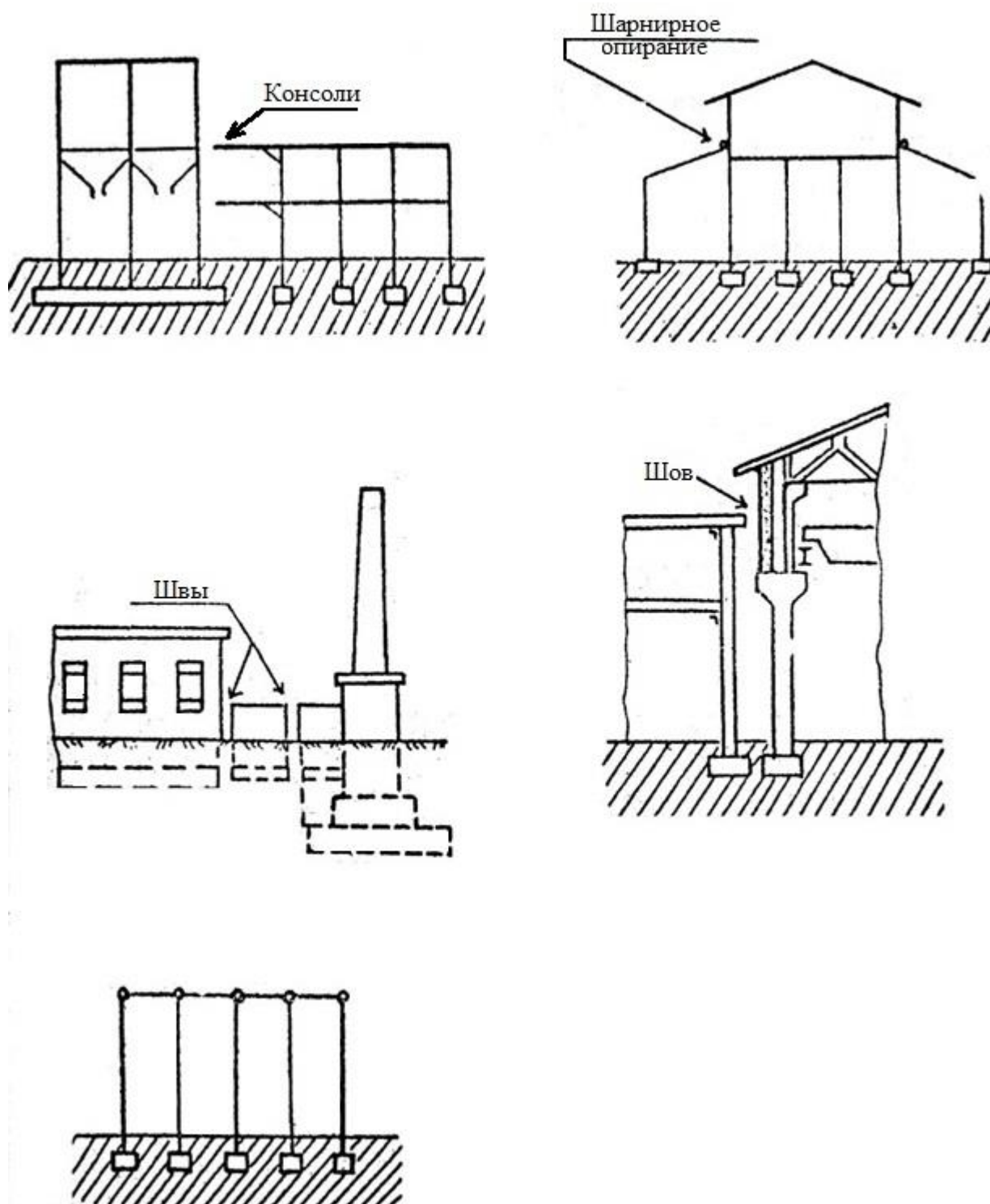


Рис. 3. Конструктивные схемы зданий

отметке подошвы фундамента (N_{II}) находят позже (после определения предварительных размеров фундамента).

Из двух сочетаний усилий на верхних обрезах фундамента в табл. 1, выбирать усилия из того же сочетания, что и заданные силы, принять размеры всех остальных фундамента здания, опираясь на расчеты запроектированных 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. 4), 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. 5):

- 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 строятся эпюра табличных значений R_0 по вертикали вдоль оси одного из заданных фундаментов.

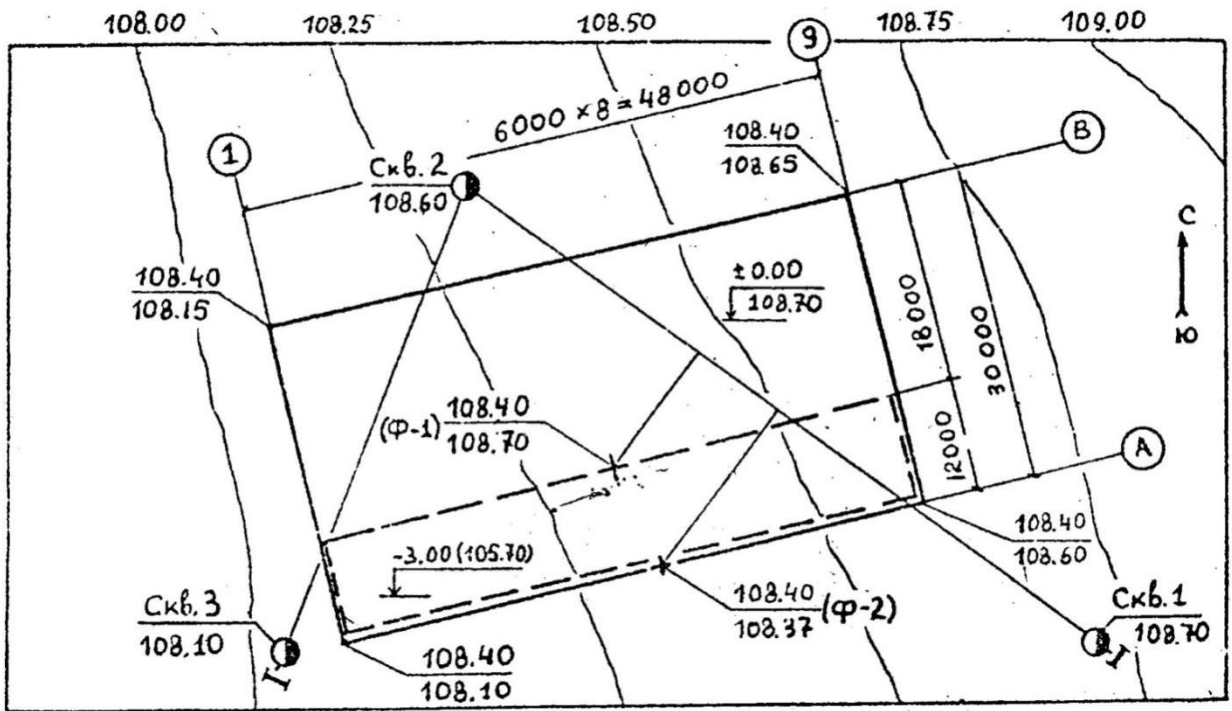
После выполнения привязки здания в плане и по высоте и построения геологического разреза составляют сводную таблицу характеристик грунтов (табл. 2) на основании табл.1 и геологического разреза. Для этого нужно рассортировать образцы грунта по номерам слоев, используя номера скважин, глубину отбора образцов. 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 25100-95. Механические характеристики грунтов определяют по СП 22.13330.2011 (приложения Б1...Б3).

Условное расчетное сопротивление грунтов основания R_0 определяют согласно СП 22.13330.2011 (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;



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

Рис. 4. План строительной площадки с привязкой объекта (здания) М 1:2000.

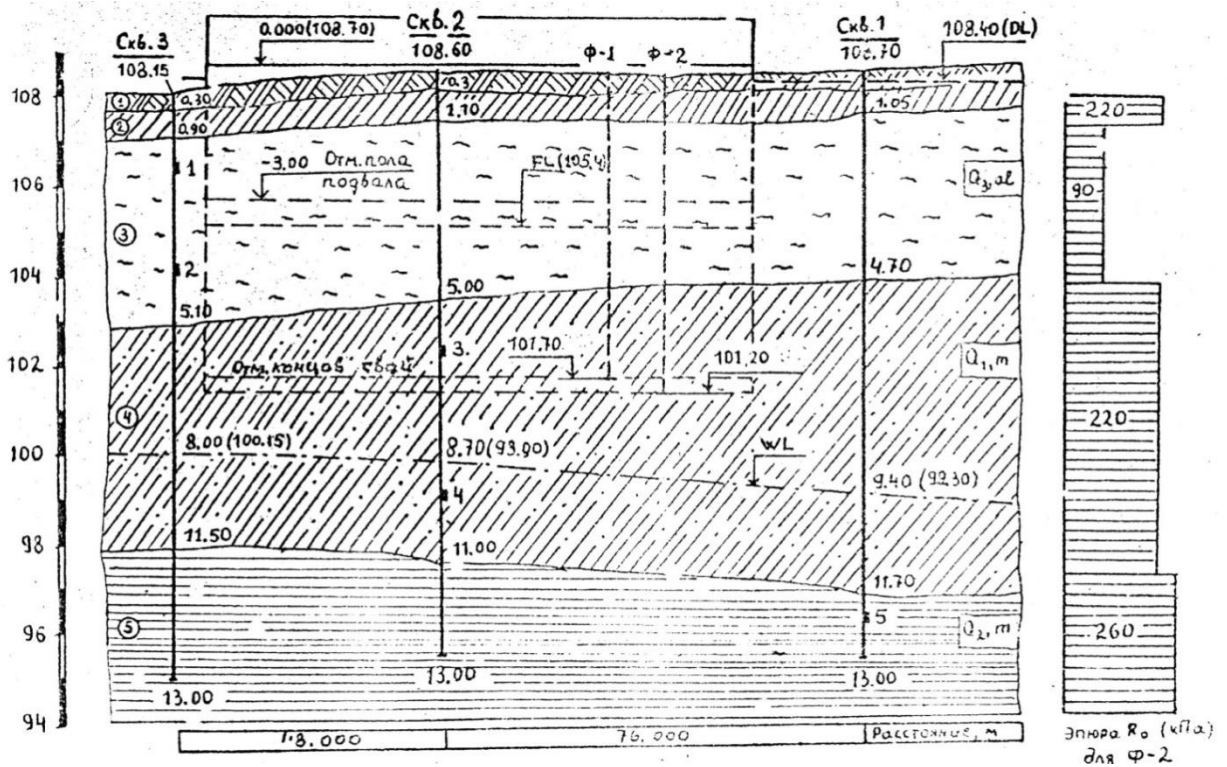


Рис. 5. Геологический разрез: М_В 1:100; М_Г 1:800.

Таблица 2

Сводная таблица характеристик грунтов (пример)

№ инж.-геологич. элемента	№ обр. грунта	№ скважины	Мощность слоя, м	Наименование грунта (по ГОСТ 25100-95)	Физические												механические			
					Основные			Дополнительные		Производные			Индексационные			Деформационные		Прочностные		R ₀ , кПа
					γ_s , кН/м ³	γ , кН/м ³	W	W _L	W _p	ρ_d , кН/м ³	e	γ_{sb} кН/м ³	I _p	I _L	S _R	E, кПа	φ _n , град	C _п , кПа		
1	1	1	0,3	Чернозём		17,0														
2	2	1	0,7	суглинок с чернозёмом	27,0	19,3	0,23	0,30	0,18	15,7	0,72	9,88	0,12	0,42	0,86	15 500	21	24,5	221	
3	3	1	4,2	суглинок жёлто-бурый	27,1	19,5	0,24	0,31	0,16	15,7	0,72	9,92	0,15	0,53	0,90	13 500	18	21,5	297	
4	4	2	2,7	песок жёлто-бурый	27,4	18,8	0,36	0,00	0,00	13,8	0,98	8,78	0,00	###	1,00	11 000	26	2,0	100	
5	5	2	4,4	суглинок жёлто-бурый	27,1	19,8	0,27	0,29	0,19	15,6	0,74	9,84	0,10	0,80	0,99	12 500	18	20,5	183	
6	6	3	2,7	глина коричневая	27,4	20,0	0,27	0,44	0,24	15,7	0,74	10,00	0,20	0,15	1,00	21 300	19	21,3	340	

- 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;
- б) отметить возможное влияние сооружения на активизацию существующих и возникновения новых геологических процессов (оползни, карст, просадки, суффозия, подмыв склонов, оврагообразование и др.).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ (РОСТВЕРКОВ)

Глубина заложения фундаментов исчисляется от отметки планировки до подошвы фундамента. Абсолютную отметку подошвы фундамента определяют исходя из 6 условий СП 22.13330.2011 в следующей последовательности.

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. 6.

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*.

- 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. 6 в), которую потом обетонируют для защиты от коррозии. Высоту фундамента принимают равной глубине заделки анкерных болтов (l_a) плюс толщина защитного слоя бетона (70 мм).

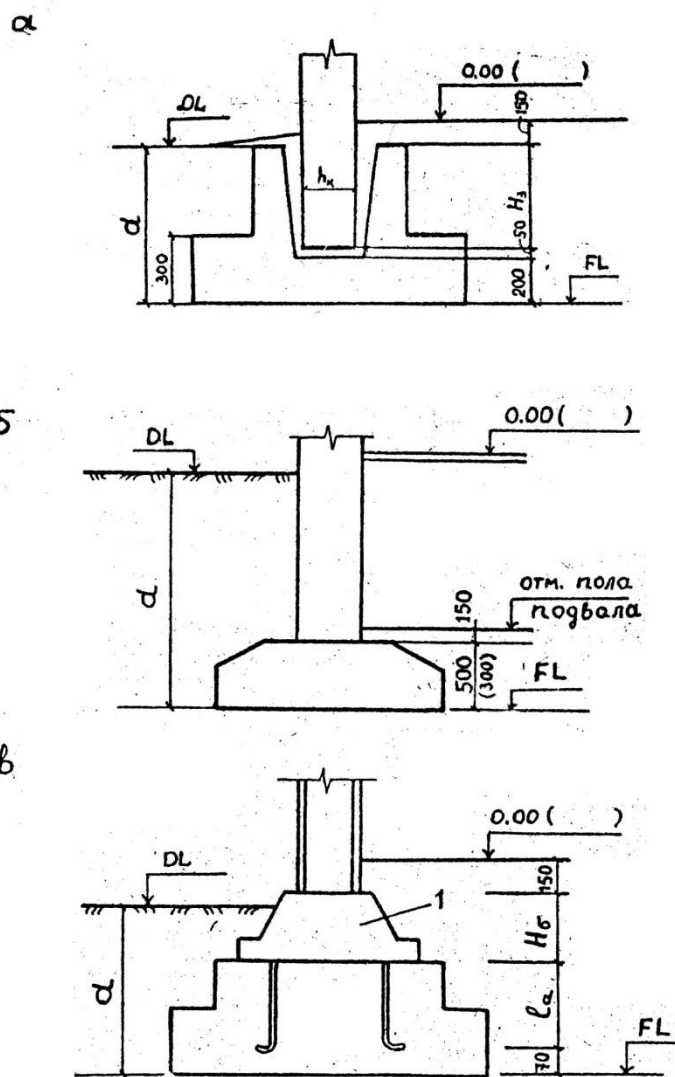


Рис. 6. Определение глубины заложения фундаментов с учетом конструктивных особенностей здания: а – фундамент под железобетонную колонну; б – ленточный фундамент под стену; в – фундамент под металлическую колонну; 1 – база колонны.

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. 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), растительные 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 обрезе 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.

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.

5. По глубине сезонного промерзания грунтов.

Глубину заложения фундаментов по условиям недопущения морозного пучения грунтов под ними назначают согласно СП 22.13330.2011 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 РГР 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 СП 22.13330.2011(приложение Г1 и Г2);

для наружных и внутренних фундаментов не отапливаемых сооружений $k_n = 1,1$ (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.

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 РГР глубину заложения определяют для каждого заданного для расчета фундамента.

4.1 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 толщина слабых грунтов велика, то мероприятия по их искусственному улучшению или их замена могут оказаться 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 так же 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. 7).

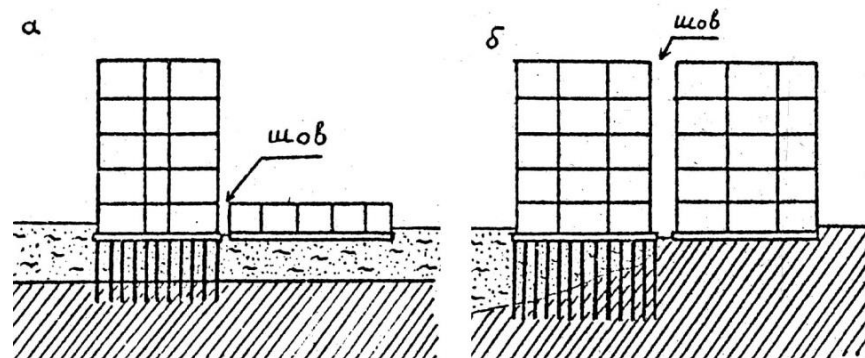


Рис. 7. Тип оснований и фундаментов: а – разные по нагрузкам фундаменты при одинаковом грунтовом основании; б – одинаковые по нагрузкам фундаменты при разных грунтовых основаниях.

4.2 Определение предварительных размеров подошвы фундаментов мелкого заложения

Размеры подошвы определяют методом последовательного приближения.

1. Вычисляют площадь подошвы A в первом приближении

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

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 ($b_1/l_1 = 0,65...0,85$).

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)

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{K} \left[M_\gamma K_z b_1 \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma_{II}' + (M_q - 1) d_0 \gamma_{II}' + M_c C \right].$$

5. Вычисляют площадь подошвы во втором приближении

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

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

7. Конструируют фундамент, назначая определенное количество и размеры ступеней (рис. 8) 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.8,а) давление под наиболее и наименее; нагруженной гранью фундамента должно быть соответственно:

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

$$P_{max} = (F_{v,II} + G_{\phi,II} + G_{гр,II}) / A \pm (M_{x,II} + F_{h,II} \cdot d) / W_x$$

где $W_x = b \cdot l^2 / 6$;

в) при действии момента в двух направлениях давление в угловой максимально нагруженной точке (рис. 8, б) не должно превышать $1,5R$, $P_{max} \leq 1,5R$ т.е. $P_{min} > 0$;

$$P_{max} = (F_{v,II} + G_{\phi,II} + G_{гр,II}) / A \pm (M_{x,II} + F_{h,II} \cdot d) / W_x \pm (M_{y,II} + F_{h,II} d) / W_y$$

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_ϕ равна расстоянию от центра подошвы до точки пересечения оси колонны с подошвой фундамента (рис. 9). При этом площадь подошвы остается без изменений. Значения P_{max} и P_{min} для проверки вышеприведенных условий определяют по формуле:

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

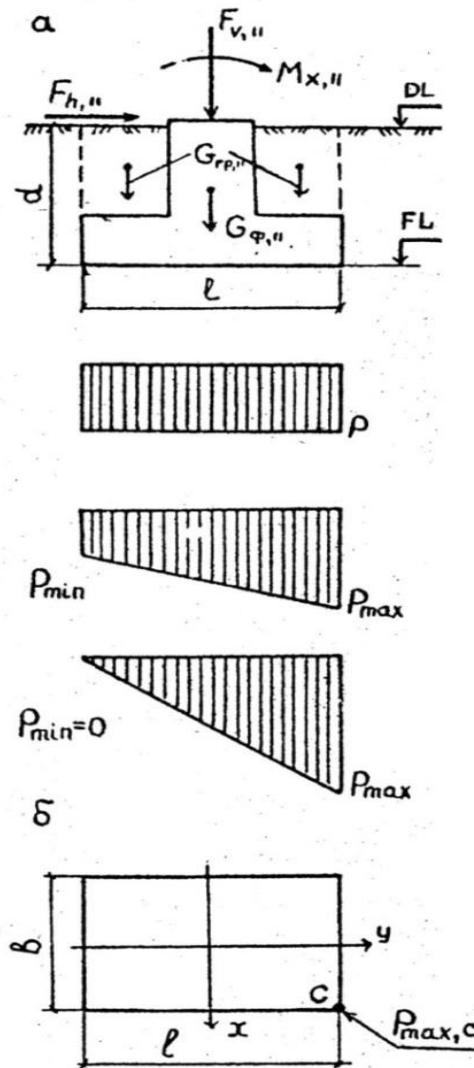


Рис. 8. Схема действия сил, возможные эпюры контактных давлений (а) и план подошвы фундамента (б).

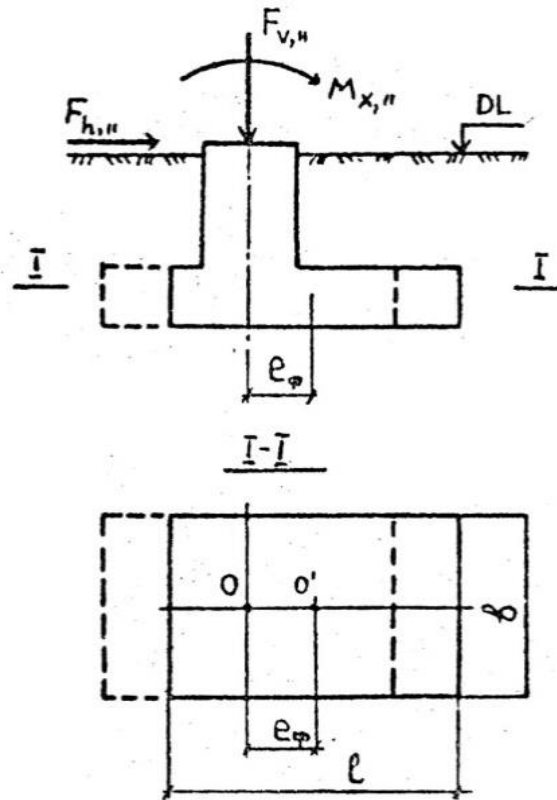


Рис. 9. Схемы размещения подошвы фундамента относительно оси колонны при центральном нагружении (пунктирная линия); при действии значительных по величине моментов (сплошная линия): O – точка пересечения оси колонны с подошвой фундамента; O' – геометрический центр подошвы фундамента.

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 $F_{v,II}$, $F_{h,II}$, $M_{x,II}$, приходящихся на 1 м длины фундамента (при $l = 1$ м).

Сборные ленточные фундаменты 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 фундаменты под всем сооружением. Основными конструктивными типами плит являются: безбалочная плита с опиранием колонн на сборные стаканы (рис. 10, а), безбалочная плита с монолитными стаканами (рис. 10, б), ребристая плита, соединяемая с колоннами с помощью монолитных стаканов или выпусков арматуры (рис. 10, в), плита коробчатого сечения (рис. 10, г).

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 РГР принимают 40...60 см.

элемент, а принимают

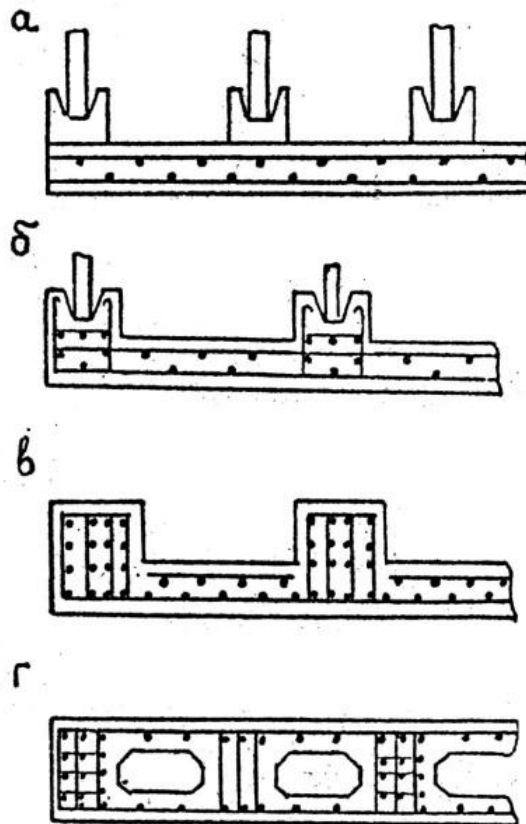


Рис. 10. Плитные фундаменты: а – со сборными стаканами; б – с монолитными стаканами; в - ребристые плиты; г – плита коробчатого сечения.

4.3 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. 5). 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. 5). 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 свай-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. 11, определяют ее несущую способность F_d .

Например, для забивных и набивных висячих свай (приложение Е1...Е4)

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

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. 12).

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 $6 d$ 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.

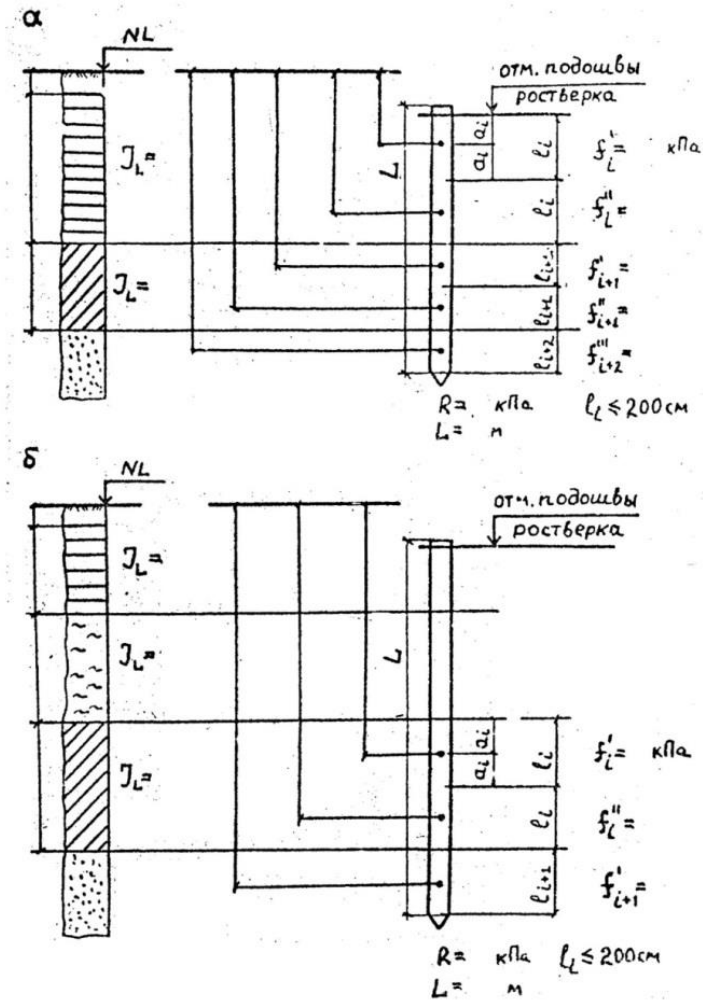


Рис. 11. Схема для определения несущей способности одиночной сваи по грунту для фундамента Ф₃:

а – без слабого слоя грунта; б – при наличии слабого слоя грунта (торф, ил).

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...10 см.

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

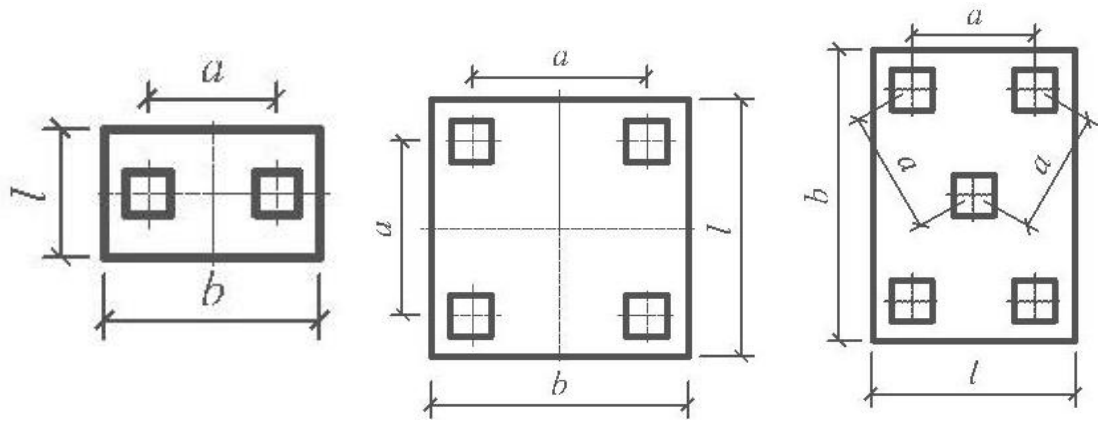
$$N_{d,I} = F_{V,I} + G_{P,I} + G_{ГР,I},$$

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

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

а)



б)

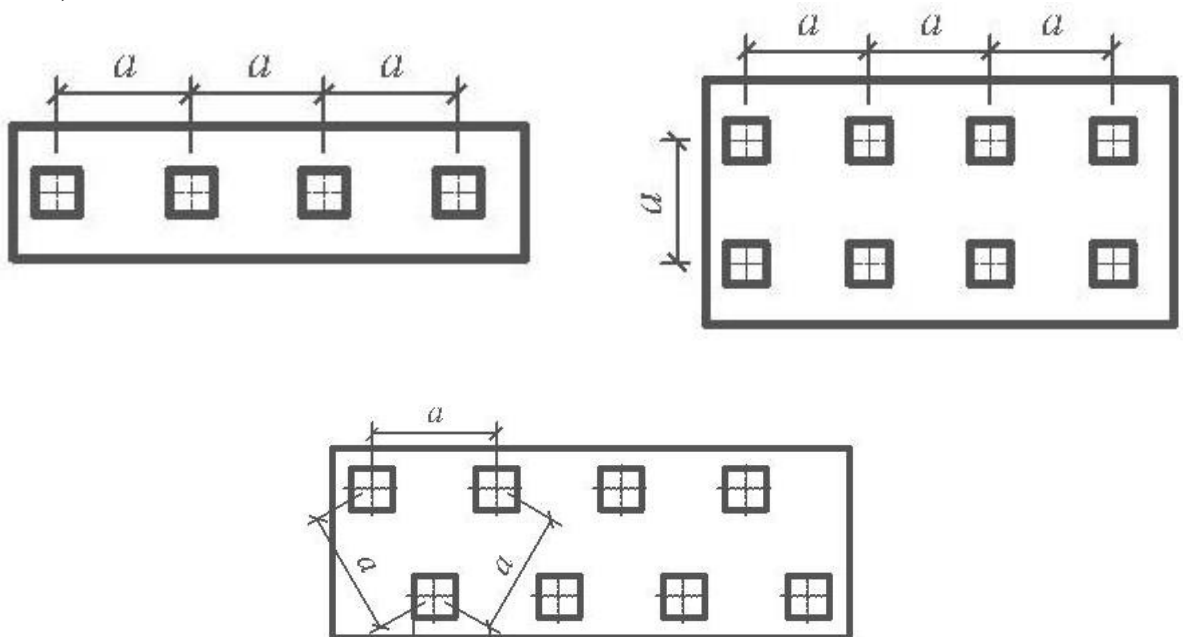


Рис. 12. Пример расположения свай в фундаменте под колонны (а) и стены (б).

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 $M_{x,1}$. Тогда необходимо сдвинуть ростверк вместе со сваями относительно неподвижной колонны в направлении действия момента $M_{x,1}$, т.е. задать фактический эксцентриситет e_f (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 ³				
Масса арматуры, кг				
Объем земляных работ, м ³				

Массу арматуры принимают по содержанию ее в 1 м³ 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.

4.4 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 выполняю опалубочный чертеж (рис.13).

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.

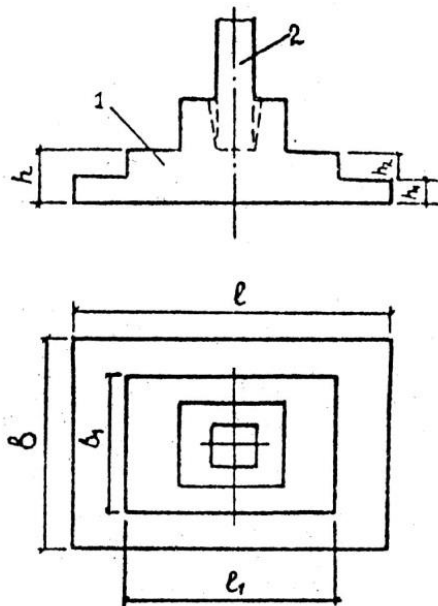


Рис. 13. Фундамент под колонну:
1 – фундамент; 2 – колонна.

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.14). Примеры сопряжения буронабивной сваи и сваи-оболочки с колонной даны на рис.15, 16.

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.

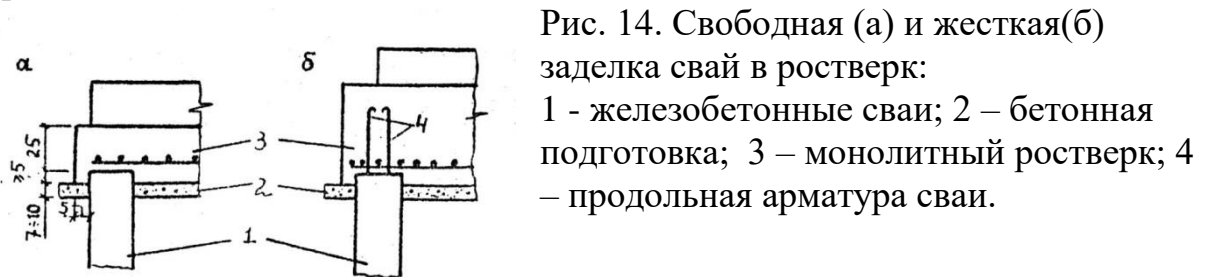


Рис. 14. Свободная (а) и жесткая(б) заделка свай в ростверк:

1 - железобетонные сваи; 2 – бетонная подготовка; 3 – монолитный ростверк; 4 – продольная арматура сваи.

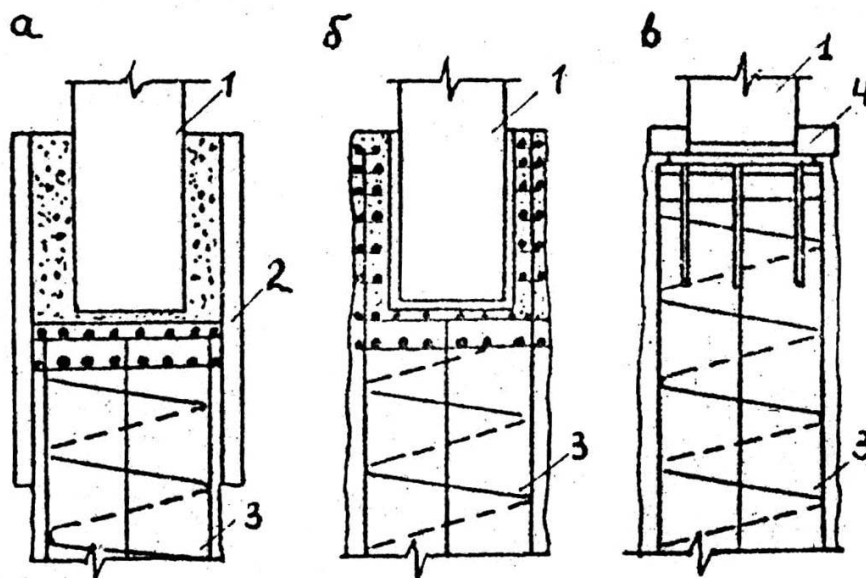


Рис. 15. Сопряжение буронабивной сваи с колонной: а – с помощью кольцевой посадки; б – устройством стакана в свае; в – сварным стыком; 1 – колонна; 2 – насадка; 3 – свая; 4 – сварной стык.

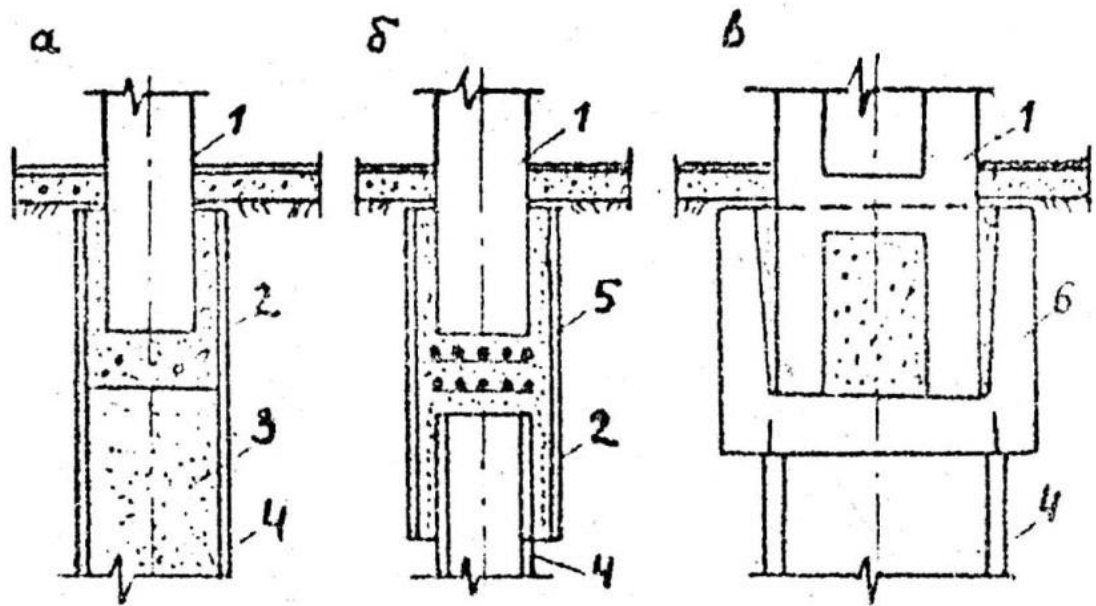


Рис. 16. Сопряжение полый круглой сваи и сваи-оболочки с колонной:
 а – бес стаканное; б – с помощью кольцевой посадки; в – с устройством монолитного стакана; 1 – колонна; 2 – монолитный бетон; 3 – песок; 4 – свая; 5 – насадка; 6 – монолитный стакан.

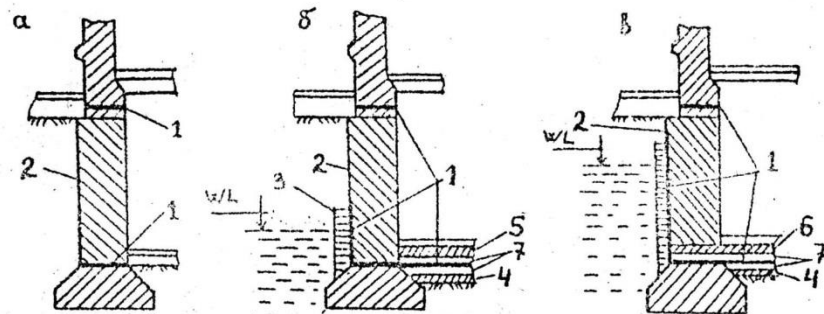


Рис. 17. Гидроизоляция подвальных помещений: а – при уровне подземных вод ниже пола подвала; б – при уровне подземных вод выше пола подвала; в – в то же, при высоком стоянии; 1 – рулонная гидроизоляция; 2 – обмазка битумом за два раза; 3 – прижимная стенка; 4 – бетонная подготовка; 5 – пригрузочный бетон; 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. 17.

Детальную проработку конструкций фундаментов выполняют на чертежном листе.

4.5 Расчет оснований по предельным состояниям

Согласно СП 22.13330.2011 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.

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

Последовательность расчета осадки основания фундамента мелкого заложения.

1. Вычерчивают расчетную схему (рис.18).

2. Вычисляют вертикальные нормальные напряжения от собственного веса грунта

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_{II,i} h_i$$

и строят эпюру σ_{zg} слева от оси z и эпюру $0,2\sigma_{zg}$ 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.

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

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

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

Граница 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 α - коэффициент, учитывающий уменьшение по глубине дополнительного давления (приложение Д1).

Строят эпюру σ_{zp} . Точка пересечения эпюр σ_{zp} и σ_{zg} соответствует нижней границе сжимаемой толщи (В.С).

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

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

7. Определяют величины осадок каждого элементарного слоя

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

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

Таблица 6

Среднее значение коэффициента Пуассона ν и коэффициента β

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

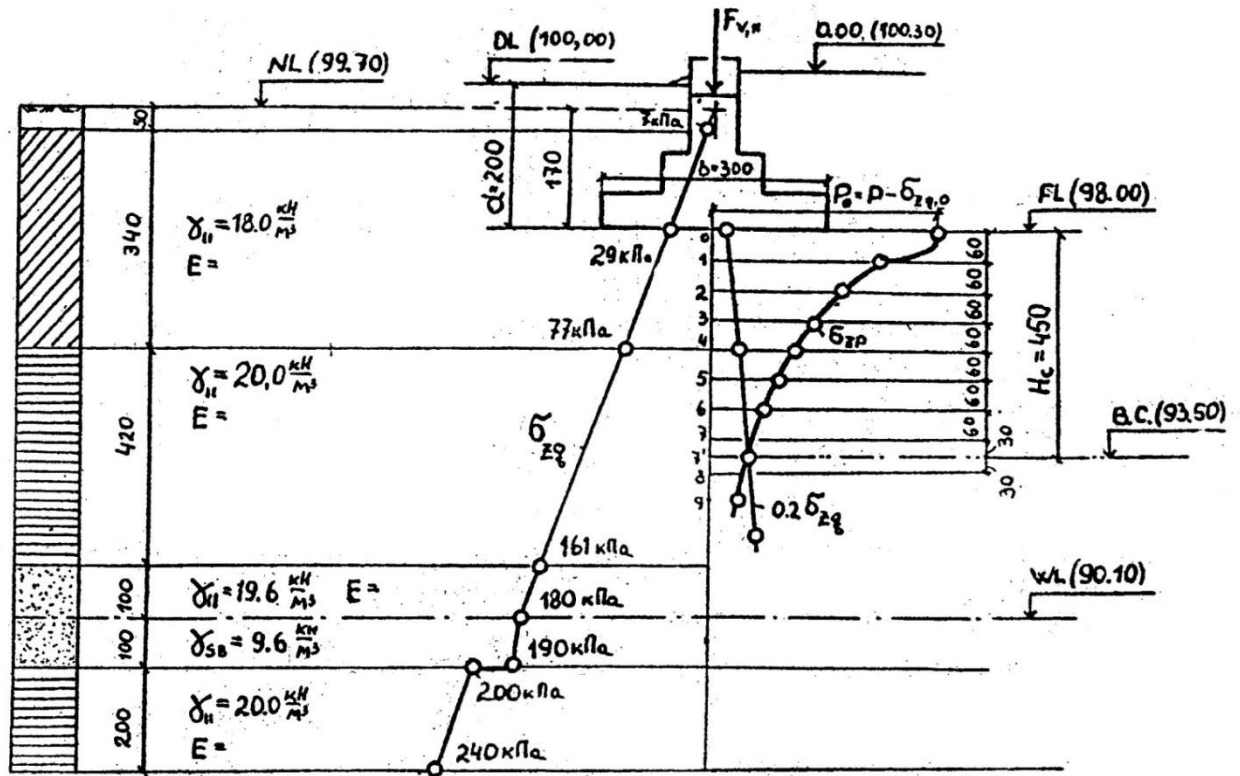


Рис. 18 Расчетная схема осадки основания фундамента

Таблица 5

Таблица расчета осадки фундамента Ф3 методом послойного суммирования (пример)

№ точек	Z, м	ZZ/b	α	$\sigma_{zp} = \alpha P_0$, кПа	№ слоя	$\sigma_{zp,i}^{cp}$, кПа	h_i , м	β_i	E_i , кПа	$S_i = \sigma_{zp}^{cp} \cdot h_i \cdot \beta_i / E_i$, 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 =2,2 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 σ_{zp} , построенной для проектируемого фундамента, достраивают добавочную часть, отражающую влияние соседнего фундамента. Величина добавочного дополнительного давления определяется методом угловых точек.

4.5.1.1 Последовательность расчета осадок свайного фундамента.

Определяют размеры условного фундамента (рис. 19).

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 $htg\varphi_{II,mi}/4$,

где $\varphi_{II,mi}$ осредненное (средневзвешенное) значение угла внутреннего трения грунта, определяемое по формуле

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

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. 19, а) или подошвы слабого слоя (см. рис. 19, б) и равная $h = h_1 + h_2 + \dots + h_n$.

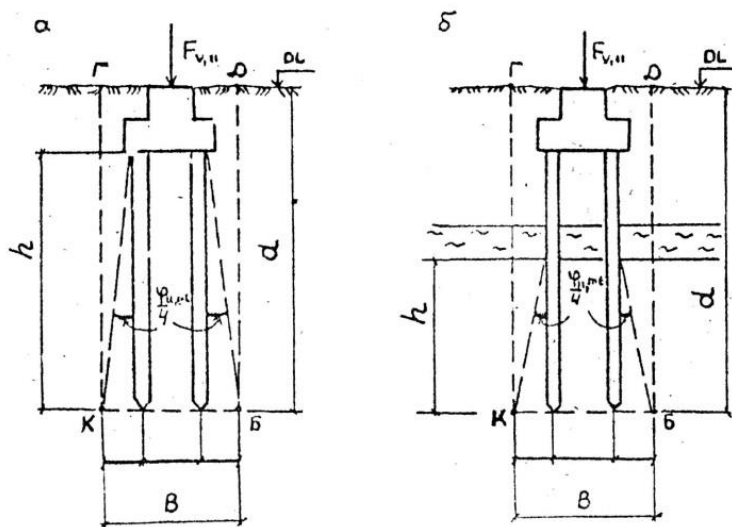


Рис. 19. Схема определения условного фундамента: а – при отсутствии слабых грунтов; б – при наличии слабых грунтов толщиной более 30 см.

Дальнейший расчет ведут в той же последовательности, как фундамента мелко 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.19), 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.

4.5.1.2 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 ψ - 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 СП 22.13330.2011, 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.

4.5.2 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.

Вопросы для самоконтроля

1. Как определяют табличное условное сопротивление грунта основания для песчаных и глинистых грунтов?
 2. Что называют расчетным сопротивлением грунта основания? От каких характеристик грунтов и размеров фундаментов зависит эта величина?
 3. Почему среднее давление по подошве фундамента не должно превышать расчетного сопротивления грунта основания?
 4. Основные принципы расчета фундамента по предельным состояниям.
 5. Какие методы водопонижения применяют при устройстве котлована?
 6. Какова последовательность расчета фундаментов мелкого заложения?
 7. От чего зависит и как определяют глубину заложения фундаментов?
 8. Как определяют размеры подошвы фундамента?
 9. Как производят выбор варианта фундамента?
 10. Какой метод расчета осадок применяют в работе? Его основные положения.
 11. Что такое дополнительное давление? Как оно определяется?
 12. Какие факторы влияют на величину осадки?
 13. Что нужно делать, если осадка будет больше предельной величины?
- Что такое сжимаемая толщина, на что она влияет?
14. Как классифицируют сваи по характеру работы, по материалу, изготовлению и способу погружения?
 15. Что такое расчетная длина свай?
 16. Какова последовательность расчетов свайных фундаментов?
 17. Методы расчета несущей способности одиночных свай.
 18. От каких характеристик грунтов основания зависит несущая способность свай?
 19. От чего зависит шаг свай?
 20. Как производят расчет осадки свайного фундамента?
 21. Как определяют расчетные характеристики грунтов?
 22. Что такое условно-массивный фундамент (свайно-грунтовый массив)? Как определяют его размеры?
 23. Последовательность конструирования монолитного фундамента.
 24. Как конструируют свайный фундамент?
 25. Что такое относительная разность осадок?

5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Барменкова Е.В. Расчет системы здание - фундамент - основание с использованием модели двухслойной балки на упругом основании винклеровского типа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барменкова Е.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015.— 35 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40439>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

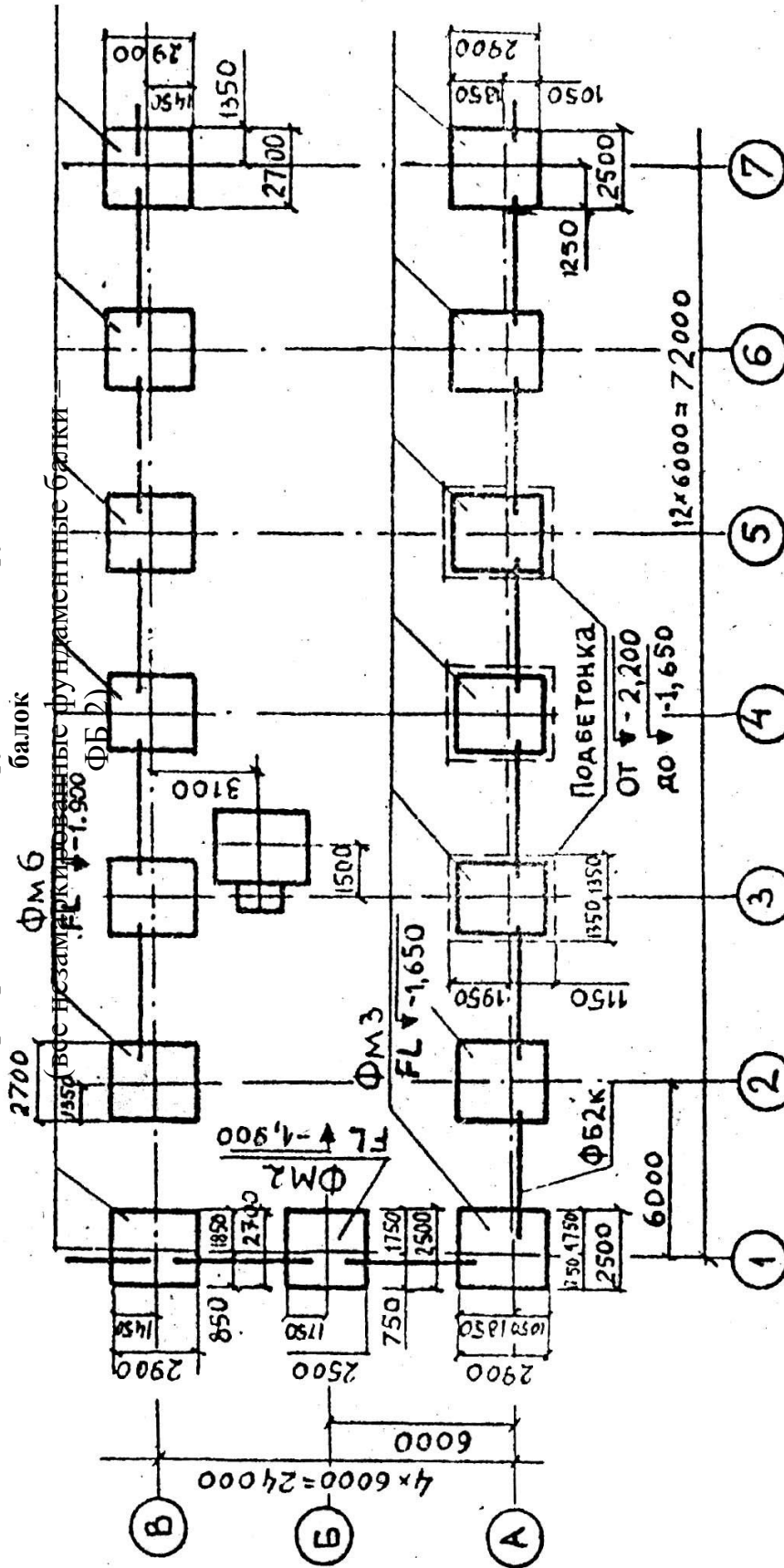
2. Основания и фундаменты [Электронный ресурс]: методическое пособие к выполнению курсового проектирования для студентов по направлению подготовки 270800.62 «Строительство» профиль («Промышленное и гражданское строительство»)/ — Электрон. текстовые данные.— Черкесск: Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия, 2014.— 97 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27214>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

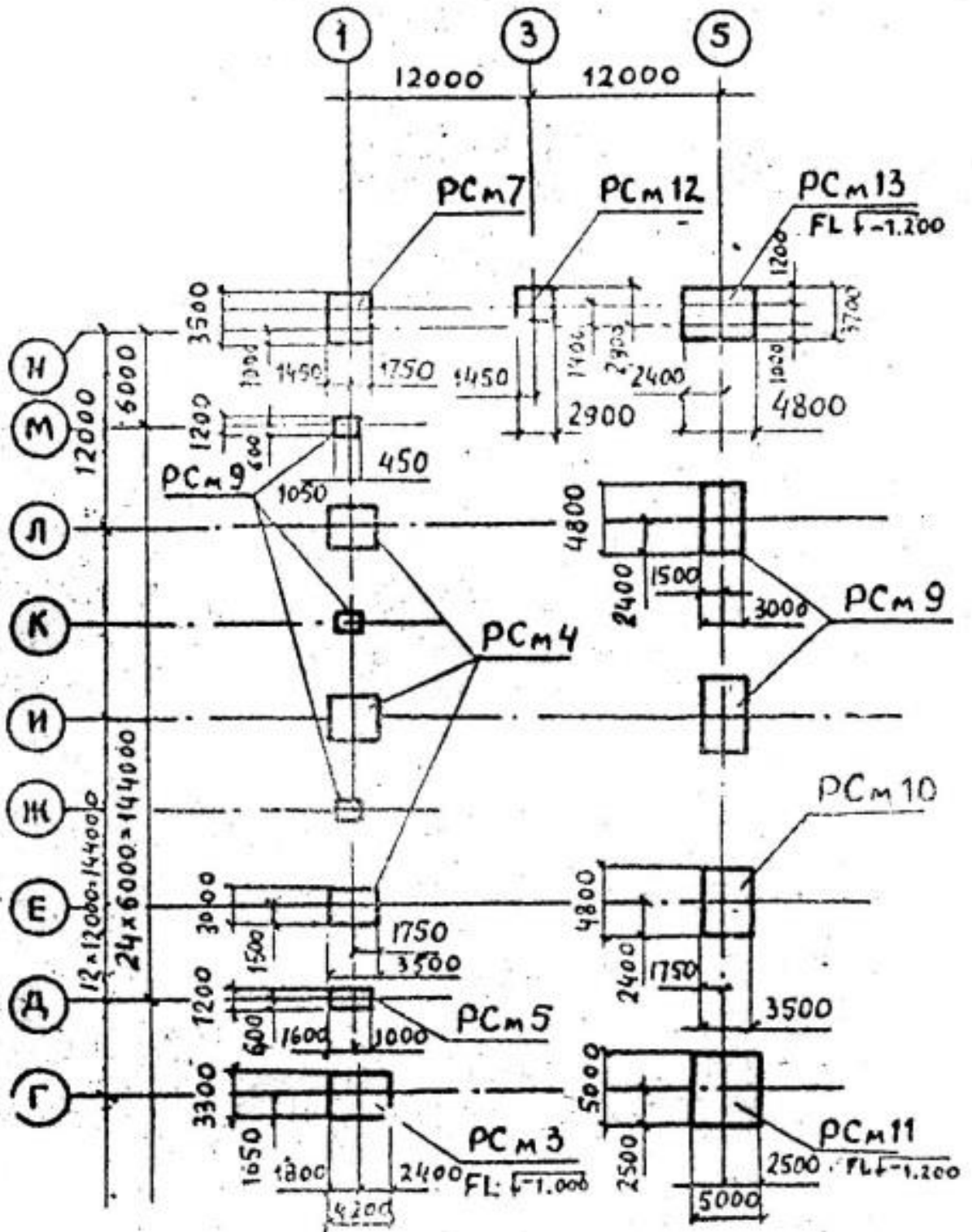
Дополнительная литература:

1. 1. Черныш А.С. Расчет оснований и фундаментов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Черныш А.С., Калачук Т.Г., Куликов Г.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28392>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. 2. Алексеев С.И. Механика грунтов, основания и фундаменты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев С.И., Алексеев П.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014.— 332 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45278>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Приложение 1

Маркировочная схема фундаментов и фундаментных балок





Маркировочная схема рoстверков

Приложение А1

Варианты заданий

Варианты	Объект	Площадка	Нагрузка	Варианты	Объект	Площадка	Нагрузка	Варианты	Объект	Площадка	Нагрузка	Варианты	Объект	Площадка	Нагрузка на фундам.
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
001	1-1	1	1	101	1-1	1	101	201	1-1	1	201	301	1-1	1	301
002	1-2	2	2	102	1-2	2	102	202	1-2	2	202	302	1-2	2	302
003	2-1	3	3	103	2-1	3	103	203	2-1	3	203	303	2-1	3	303
004	2-2	4	4	104	2-2	4	104	204	2-2	4	204	304	2-2	4	304
005	3-1	5	5	105	3-1	5	105	205	3-1	5	205	305	3-1	5	305
006	3-2	6	6	106	3-2	6	106	206	3-2	6	206	306	3-2	6	306
007	4-1	7	7	107	4-1	7	107	207	4-1	7	207	307	4-1	7	307
008	4-2	8	8	108	4-2	8	108	208	4-2	8	208	308	4-2	8	308
009	5-1	9	9	109	5-1	9	109	209	5-1	9	209	309	5-1	9	309
010	5-2	10	10	110	5-2	10	110	210	5-2	10	210	310	5-2	10	310
011	6-1	1	11	111	6-1	1	111	211	6-1	1	211	311	6-1	1	311
012	6-2	2	12	112	6-2	2	112	212	6-2	2	212	312	6-2	2	312
013	7-1	3	13	113	7-1	3	113	213	7-1	3	213	313	7-1	3	313
014	7-2	4	14	114	7-2	4	114	214	7-2	4	214	314	7-2	4	314
015	8-1	5	15	115	8-1	5	115	215	8-1	5	215	315	8-1	5	315
016	8-2	6	16	116	8-2	6	116	216	8-2	6	216	316	8-2	6	316
017	9-1	7	17	117	9-1	7	117	217	9-1	7	217	317	9-1	7	317
018	9-2	8	18	118	9-2	8	118	218	9-2	8	218	318	9-2	8	318
019	10-1	9	19	119	10-1	9	119	219	10-1	9	219	319	10-1	9	319
020	10-2	10	20	120	10-2	10	120	220	10-2	10	220	320	10-2	10	320
021	1-1	10	21	121	1-1	10	121	221	1-1	10	221	321	1-1	10	321
022	1-2	9	22	122	1-2	9	122	222	1-2	9	222	322	1-2	9	322
023	2-1	8	23	123	2-1	8	123	223	2-1	8	223	323	2-1	8	323
024	2-2	7	24	124	2-2	7	124	224	2-2	7	224	324	2-2	7	324
025	3-1	6	25	125	3-1	6	125	225	3-1	6	225	325	3-1	6	325
026	3-2	5	26	126	3-2	5	126	226	3-2	5	226	326	3-2	5	326
027	4-1	4	27	127	4-1	4	127	227	4-1	4	227	327	4-1	4	327
028	4-2	3	28	128	4-2	3	128	228	4-2	3	228	328	4-2	3	328
029	5-1	2	29	129	5-1	2	129	229	5-1	2	229	329	5-1	2	329
030	5-2	1	30	130	5-2	1	130	230	5-2	1	230	330	5-2	1	330
031	6-1	1	31	131	6-1	1	131	231	6-1	1	231	331	6-1	1	331
032	6-2	2	32	132	6-2	2	132	232	6-2	2	232	332	6-2	2	332
033	7-1	3	33	133	7-1	3	133	233	7-1	3	233	333	7-1	3	333
034	7-2	4	34	134	7-2	4	134	234	7-2	4	234	334	7-2	4	334
035	8-1	5	35	135	8-1	5	135	235	8-1	5	235	335	8-1	5	335
036	8-2	6	36	136	8-2	6	136	236	8-2	6	236	336	8-2	6	336
037	9-1	7	37	137	9-1	7	137	237	9-1	7	237	337	9-1	7	337
038	9-2	8	38	138	9-2	8	138	238	9-2	8	238	338	9-2	8	338
039	10-1	9	39	139	10-1	9	139	239	10-1	9	239	339	10-1	9	339
040	10-2	10	40	140	10-2	10	140	240	10-2	10	240	340	10-2	10	340
041	1-1	10	41	141	1-1	10	141	241	1-1	10	241	341	1-1	10	341

042	1-2	9	42	142	1-2	9	142	242	1-2	9	242	342	1-2	9	342
043	2-1	8	43	143	2-1	8	143	243	2-1	8	243	343	2-1	8	343
044	2-2	7	44	144	2-2	7	144	244	2-2	7	244	344	2-2	7	344
045	3-1	6	45	145	3-1	6	145	245	3-1	6	245	345	3-1	6	345
046	3-2	5	46	146	3-2	5	146	246	3-2	5	246	346	3-2	5	346
047	4-1	4	47	147	4-1	4	147	247	4-1	4	247	347	4-1	4	347
048	4-2	3	48	148	4-2	3	148	248	4-2	3	248	348	4-2	3	348
049	5-1	2	49	149	5-1	2	149	249	5-1	2	249	349	5-1	2	349
050	5-2	1	50	150	5-2	1	150	250	5-2	1	250	350	5-2	1	350
051	6-1	1	51	151	6-1	1	151	251	6-1	1	251	351	6-1	1	351
052	6-2	2	52	152	6-2	2	152	252	6-2	2	252	352	6-2	2	352
053	7-1	3	53	153	7-1	3	153	253	7-1	3	253	353	7-1	3	353
054	7-2	4	54	154	7-2	4	154	254	7-2	4	254	354	7-2	4	354
055	8-1	5	55	155	8-1	5	155	255	8-1	5	255	355	8-1	5	355
056	8-2	6	56	156	8-2	6	156	256	8-2	6	256	356	8-2	6	356
057	9-1	7	57	157	9-1	7	157	257	9-1	7	257	357	9-1	7	357
058	9-2	8	58	158	9-2	8	158	258	9-2	8	258	358	9-2	8	358
059	10-1	9	59	159	10-1	9	159	259	10-1	9	259	359	10-1	9	359
060	10-2	10	60	160	10-2	10	160	260	10-2	10	260	360	10-2	10	360
061	1-1	10	61	161	1-1	10	161	261	1-1	10	261	361	1-1	10	361
062	1-2	9	62	162	1-2	9	162	262	1-2	9	262	362	1-2	9	362
063	2-1	8	63	163	2-1	8	163	263	2-1	8	263	363	2-1	8	363
064	2-2	7	64	164	2-2	7	164	264	2-2	7	264	364	2-2	7	364
065	3-1	6	65	165	3-1	6	165	265	3-1	6	265	365	3-1	6	365
066	3-2	5	66	166	3-2	5	166	266	3-2	5	266	366	3-2	5	366
067	4-1	4	67	167	4-1	4	167	267	4-1	4	267	367	4-1	4	367
068	4-2	3	68	168	4-2	3	168	268	4-2	3	268	368	4-2	3	368
069	5-1	2	69	169	5-1	2	169	269	5-1	2	269	369	5-1	2	369
070	5-2	1	70	170	5-2	1	170	270	5-2	1	270	370	5-2	1	370
071	6-1	1	71	171	6-1	1	171	271	6-1	1	271	371	6-1	1	371
072	6-2	2	72	172	6-2	2	172	272	6-2	2	272	372	6-2	2	372
073	7-1	3	73	173	7-1	3	173	273	7-1	3	273	373	7-1	3	373
074	7-2	4	74	174	7-2	4	174	274	7-2	4	274	374	7-2	4	374
075	8-1	5	75	175	8-1	5	175	275	8-1	5	275	375	8-1	5	375
076	8-2	6	76	176	8-2	6	176	276	8-2	6	276	376	8-2	6	376
077	9-1	7	77	177	9-1	7	177	277	9-1	7	277	377	9-1	7	377
078	9-2	8	78	178	9-2	8	178	278	9-2	8	278	378	9-2	8	378
079	10-1	9	79	179	10-1	9	179	279	10-1	9	279	379	10-1	9	379
080	10-2	10	80	180	10-2	10	180	280	10-2	10	280	380	10-2	10	380
081	1-1	10	81	181	1-1	10	181	281	1-1	10	281	381	1-1	10	381
082	1-2	9	82	182	1-2	9	182	282	1-2	9	282	382	1-2	9	382
083	2-1	8	83	183	2-1	8	183	283	2-1	8	283	383	2-1	8	383
084	2-2	7	84	184	2-2	7	184	284	2-2	7	284	384	2-2	7	384
085	3-1	6	85	185	3-1	6	185	285	3-1	6	285	385	3-1	6	385
086	3-2	5	86	186	3-2	5	186	286	3-2	5	286	386	3-2	5	386
087	4-1	4	87	187	4-1	4	187	287	4-1	4	287	387	4-1	4	387
088	4-2	3	88	188	4-2	3	188	288	4-2	3	288	388	4-2	3	388
089	5-1	2	89	189	5-1	2	189	289	5-1	2	289	389	5-1	2	389
090	5-2	1	90	190	5-2	1	190	290	5-2	1	290	390	5-2	1	390

091	6-1	1	91	191	6-1	1	191	291	6-1	1	291	391	6-1	1	391
092	6-2	2	92	192	6-2	2	192	292	6-2	2	292	392	6-2	2	392
093	7-1	3	93	193	7-1	3	193	293	7-1	3	293	393	7-1	3	393
094	7-2	4	94	194	7-2	4	194	294	7-2	4	294	394	7-2	4	394
095	8-1	5	95	195	8-1	5	195	295	8-1	5	295	395	8-1	5	395
096	8-2	6	96	196	8-2	6	196	296	8-2	6	296	396	8-2	6	396
097	9-1	7	97	197	9-1	7	197	297	9-1	7	297	397	9-1	7	397
098	9-2	8	98	198	9-2	8	198	298	9-2	8	298	398	9-2	8	398
099	10-1	9	99	199	10-1	9	199	299	10-1	9	299	399	10-1	9	399
100	10-2	10	100	200	10-2	10	200	300	10-2	10	300	400	10-2	10	400

Приложение А1.1.

Усилие на верхних обрезах фундаментов

Вариант	Номер фундам.	$F_{v,п},$ кН	$M_{п},$ кН·м	$F_{h,п},$ кН	Вариант	Номер фундам.	$F_{v,п},$ кН	$M_{п},$ кН·м	$F_{h,п},$ кН
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в осях 1-4</i>	2	1700	50	15	201 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в осях 1-4</i>	1	230	45	15
	5	780	150	8		4	1350	150	25
2 <i>l=18 м;</i> <i>Подвал в осях 4-6</i>	3	380	200	14	202 <i>l=18 м;</i> <i>Подвал в осях 4-6</i>	2	2200	130	25
	4	800	240	10		5	860	180	16
3 <i>l₁=12 м</i> <i>l = 6 м</i>	1	3600	40	20	203 <i>l₁=10 м</i> <i>l = 5 м</i>	3	1000	18	7
	2	148	8	10		4	380	12	11
4 <i>l₁=10 м</i> <i>l = 5 м</i>	3	1100	24	12	204 <i>l₁=12 м</i> <i>l = 6 м</i>	2	164	10	12
	4	450	13	8		3	1300	20	11
5 <i>Подвал в осях В-Г</i>	1	1090	42	12	205 <i>Подвал в осях А-Б</i>	1	980	52	8
	2	750	10	8		3	2320	120	40
6 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	720	42	10	206 <i>Подвал в осях В-Г</i>	1	1260	52	10
	3	2700	140	22		4	2740	100	14
7 <i>l=24 м</i>	1	4260	1040	60	207 <i>l=24 м</i>	1	5580	1340	106
	5	300	40	30		5	360	48	60
8 <i>l=18 м</i>	1	3840	800	40	208 <i>l=18 м</i>	1	4920	960	84
	5	240	50	10		5	330	80	20
9 <i>l = 6 м;</i> <i>Подвал в осях В-Г</i>	1	150	24	10	209 <i>l = 6 м;</i> <i>Подвал в осях В-Г</i>	1	170	21	25
	2	2800	38	25		2	3200	52	55

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	1	188	29	35	210 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	1	210	26	21
	2	3120	58	67		2	3880	69	50
11 $l=6\text{ м};$ Подвал в осях Б-В	1	1400	140	20	211 $l=6\text{ м};$ Подвал в осях Б-В	1	1680	168	22
	4	620	51	20		4	630	55	23
12 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	1	1800	170	40	212 $l=12\text{ м}$ Подвал в осях А-Б	1	2060	21	40
	4	650	55	14		4	680	61	10
13 $l_1=24\text{ м}$ $l_2=12\text{ м}$ канал у оси Б	1	1100	320	21	213 $l_1=24\text{ м}$ $l_2=12\text{ м}$ канал у оси Б	1	1340	230	17
	4	530	220	10		4	560	290	8
14 $l_1=18\text{ м}$ $l_2=9\text{ м}$ канал у оси А	1	900	260	10	214 $l_1=18\text{ м}$ $l_2=9\text{ м}$ канал у оси А	1	1090	80	10
	4	470	80	7		4	470	20	10
15 7 этаж.	1	420	200	15	215 7 этаж.	1	500	250	21
	6	270	40	5		6	320	50	6
16 10 этаж	1	480	100	12	216 10 этаж	1	570	220	18
	6	340	20	14		6	410	120	17
17 $l=21\text{ м}$	1	920	240	30	217 $l=21\text{ м}$	1	1090	320	51
	4	140	30	13		4	180	28	23
18 $l=18\text{ м}$	1	710	190	15	218 $l=18\text{ м}$	1	830	260	40
	4	125	20	8		4	163	20	18
19 $l_1=4\text{ м}$ $l_2=6\text{ м}$ $H=50\text{ м}$	1	500	290	8	219 $l_1=4\text{ м}$ $l_2=6\text{ м}$ $H=50\text{ м}$	1	690	300	27
	5	400	180	15		5	480	220	10
20 $l_1=3\text{ м}$ $l_2=5\text{ м}$ $H=70\text{ м}$	1	520	260	12	220 $l_1=3\text{ м}$ $l_2=5\text{ м}$ $H=70\text{ м}$	1	610	300	36
	5	360	140	13		5	1590	290	24
21 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях 1-4	1	213	40	24	221 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях 1-4	4	1570	90	27
	4	1280	230	16		5	600	95	15
22 $l=18\text{ м};$ Подвал в осях 4-6	2	1920	100	40	222 $l=18\text{ м};$ Подвал в осях 4-6	1	420	50	20
	4	840	180	14		6	2400	180	9

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
23 $l_1 = 12 \text{ м}$ $l = 6 \text{ м}$	3	1400	40	12	223 $l_1 = 12 \text{ м}$ $l = 6 \text{ м}$	3	1150	20	8
	4	400	12	10		4	450	10	11
24 $l_1 = 10 \text{ м}$ $l = 5 \text{ м}$	1	2140	32	15	224 $l_1 = 10 \text{ м}$ $l = 5 \text{ м}$	1	3200	30	8
	4	540	12	8		2	125	15	13
25 Подвал в осях В-Г	2	600	15	10	225 Подвал в осях В-Г	2	910	12	8
	4	2500	220	10		5	1960	140	17
26 Подвал в осях А-Б	2	600	20	4	226 Подвал в осях А-Б	1	1200	64	15
	4	2200	300	21		4	2540	340	20
27 $l = 24 \text{ м}$	2	2460	580	40	227 $l = 24 \text{ м}$	2	2790	790	80
	5	275	35	25		5	375	54	75
28 $l = 18 \text{ м}$	2	2100	700	35	228 $l = 18 \text{ м}$	2	2550	800	100
	5	225	45	5		5	335	85	25
29 $l = 6 \text{ м};$ Подвал в осях В-Г	1	140	19	7	229 $l = 6 \text{ м};$ Подвал в осях В-Г	1	160	25	13
	3	3400	500	41		3	4020	400	81
30 $l = 12 \text{ м};$ Подвал в осях А-Б	1	198	25	40	230 $l = 12 \text{ м};$ Подвал в осях А-Б	1	220	34	30
	3	3600	520	67		3	5050	420	41
31 $l = 6 \text{ м};$ Подвал в осях Б-В	2	2270	92	30	231 $l = 6 \text{ м};$ Подвал в осях Б-В	2	2530	114	31
	4	605	46	19		4	635	60	24
32 $l = 12 \text{ м};$ Подвал в осях А-Б	2	3200	150	32	232 $l = 12 \text{ м};$ Подвал в осях А-Б	2	3560	184	30
	4	645	51	13		4	685	65	14
33 $l_1 = 24 \text{ м}$ $l_2 = 12 \text{ м}$ канал у оси Б	2	1380	370	19	233 $l_1 = 24 \text{ м}$ $l_2 = 12 \text{ м}$ канал у оси Б	2	1630	260	19
	4	570	230	13		4	550	280	7
34 $l_1 = 18 \text{ м}$ $l_2 = 9 \text{ м}$ канал у оси А	2	1160	310	11	234 $l_1 = 18 \text{ м}$ $l_2 = 9 \text{ м}$ канал у оси А	2	1400	200	9
	4	460	75	6		4	550	120	12
35 7 этаж.	2	540	40	3	235 7 этаж.	2	650	45	9
	6	170	20	15		6	300	30	17
36 10 этаж	2	620	120	16	236 10 этаж	2	740	140	26
	6	290	40	8		6	370	50	7
37 $l = 21 \text{ м}$	2	1040	270	18	237 $l = 21 \text{ м}$	2	1270	120	26
	4	154	25	15		4	205	25	23

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
38 <i>l=18 м</i>	2	800	210	12	238 <i>l=18 м</i>	2	960	100	20
	4	115	15	18		4	147	26	14
39 <i>l₁=4 м</i> <i>l₂=6 м</i> <i>H=50 м</i>	2	590	300	10	239 <i>l₁=4 м</i> <i>l₂=6 м</i> <i>H=50 м</i>	2	710	400	35
	5	320	80	17		5	380	120	10
40 <i>l₁=3 м</i> <i>l₂=5 м</i> <i>H=70 м</i>	2	500	140	16	240 <i>l₁=3 м</i> <i>l₂=5 м</i> <i>H=70 м</i>	2	575	290	24
	5	260	120	7		5	317	130	19
41 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях 1-4</i>	4	1050	200	18	241 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях 1-4</i>	2	2100	67	12
	3	610	300	18		5	800	100	28
42 <i>l=18 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях 4-6</i>	1	360	70	17	242 <i>l=18 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях 4-6</i>	3	500	230	16
	6	2120	180	18		6	2300	170	24
43 <i>l₁=12 м</i> <i>l=6 м</i>	1	2200	40	20	243 <i>l₁=12 м</i> <i>l=6 м</i>	1	3200	20	15
	2	140	14	8		4	400	10	8
44 <i>l₁=10 м</i> <i>l=5 м</i>	2	160	13	15	244 <i>l₁=10 м</i> <i>l=5 м</i>	1	2800	25	20
	3	1500	20	7		4	420	15	12
45 <i>Подвал в</i> <i>осях В-Г</i>	3	2040	84	30	245 <i>Подвал в</i> <i>осях В-Г</i>	2	1000	11	9
	5	1960	200	12		3	2460	80	20
46 <i>Подвал в</i> <i>осях А-Б</i>	3	2380	100	24	246 <i>Подвал в</i> <i>осях А-Б</i>	3	2730	135	13
	5	1300	240	18		5	1325	280	23
47 <i>l=24 м</i>	3	6810	1360	50	247 <i>l=24 м</i>	3	7770	1120	76
	5	285	30	40		5	365	65	65
48 <i>l=18 м</i>	3	5940	880	30	248 <i>l=18 м</i>	3	6840	840	60
	5	235	45	8		5	345	90	30
49 <i>l=6 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях В-Г</i>	2	135	20	11	249 <i>l=6 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях В-Г</i>	2	180	32	33
	4	1600	122	90		4	1760	146	67
50 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях А-Б</i>	2	165	17	27	250 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях А-Б</i>	2	230	22	18
	4	1020	84	55		4	2360	123	72
51 <i>l=6 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях Б-В</i>	3	1820	182	35	251 <i>l=6 м;</i> <i>Подвал в</i> <i>осях Б-В</i>	3	2100	226	37
	4	590	46	18		4	640	63	27

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
52 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	3	2400	230	60	252 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	3	2860	180	50
	4	637	41	11		4	695	69	16
53 $l_1=24$ $ml_2=12$ м канал у оси Б	3	460	100	12	253 $l_1=24$ $ml_2=12$ м канал у оси Б	3	550	120	12
	4	560	210	9		4	280	300	10
54 $l_1=18\text{ м}$ $l_2=9\text{ м}$ канал у оси А	1	1150	325	22	254 $l_1=18\text{ м}$ $l_2=9\text{ м}$ канал у оси А	1	1365	235	19
	3	480	110	13		3	540	120	15
55 7 этаж.	3	320	100	9	255 7 этаж.	3	380	110	15
	6	235	25	7		6	200	40	8
56 10 этаж	3	400	100	19	256 10 этаж	3	480	110	15
	6	247	50	10		6	280	60	11
57 $l=21\text{ м}$	3	600	100	12	257 $l=21\text{ м}$	3	780	80	12
	4	174	20	10		4	196	18	33
58 $l=18\text{ м}$	3	520	80	18	258 $l=18\text{ м}$	3	663	40	21
	4	105	10	18		4	187	16	12
59 $l_1=4\text{ м}$ $l_2=6\text{ м}$ $H=50\text{ м}$	3	840	200	20	259 $l_1=4\text{ м}$ $l_2=6\text{ м}$ $H=50\text{ м}$	3	1000	250	21
	5	335	100	15		5	500	200	12
60 $l_1=3\text{ м}$ $l_2=5\text{ м}$ $H=70\text{ м}$	3	720	300	9	260 $l_1=3\text{ м}$ $l_2=5\text{ м}$ $H=70\text{ м}$	3	860	400	29
	5	290	90	13		5	315	120	17
61 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях 1-4	2	1850	75	18	261 $l=12\text{ м};$ Подвал в осях 1-4	1	200	33	17
	3	650	180	13		4	1750	130	15
62 $l=18\text{ м};$ Подвал в осях 4-6	1	400	63	14	262 $l=18\text{ м};$ Подвал в осях 4-6	3	510	185	12
	6	1930	130	18		6	3000	75	18
63 $l_1=12\text{ м}$ $l=6\text{ м}$	2	200	8	12	263 $l_1=12\text{ м}$ $l=6\text{ м}$	1	2810	30	13
	3	1430	40	11		4	390	12	9
64 $l_1=10\text{ м}$ $l=5\text{ м}$	1	3400	30	14	264 $l_1=10\text{ м}$ $l=5\text{ м}$	3	1245	23	7
	2	150	21	13		4	425	13	8
65 Подвал в осях В-Г	2	690	7	7	265 Подвал в осях В-Г	2	935	15	10
	5	1860	62	9		5	1915	145	18

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
66 <i>Подвал в осях А-Б</i>	1	985	42	6	265 <i>Подвал в осях А-Б</i>	4	2790	165	26
	4	2235	315	23		5	1300	260	14
67 <i>l=24 м</i>	4	1530	340	20	267 <i>l=24 м</i>	4	1740	420	50
	5	230	30	30		5	370	58	69
68 <i>l=18 м</i>	4	1200	300	15	268 <i>l=18 м</i>	4	1320	400	50
	5	235	45	7		5	340	88	30
69 <i>l = 6 м; Подвал в осях В-Г</i>	1	145	15	12	269 <i>l = 6 м; Подвал в осях В-Г</i>	1	175	27	38
	5	1050	184	21		5	1400	22	25
70 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	1	180	14	21	270 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	1	200	28	27
	5	1220	261	85		5	1280	314	10
71 <i>l = 6 м; Подвал в осях Б-В</i>	1	1350	135	18	271 <i>l = 6 м; Подвал в осях Б-В</i>	1	1725	173	26
	2	2225	87	24		2	2576	119	34
72 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	1	1750	165	38	272 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	1	2095	25	42
	2	3175	146	29		2	3595	187	38
73 <i>l₁ =24 м l₂ =12 м канал у оси Б</i>	1	925	265	14	273 <i>l₁ =24 м l₂ =12 м канал у оси Б</i>	1	1415	245	23
	3	370	45	6		3	615	45	23
74 <i>l₁ =18 м l₂ =9 м канал у оси А</i>	2	1395	375	19	274 <i>l₁ =18 м l₂ =9 м канал у оси А</i>	2	1635	265	21
	3	465	105	15		3	555	125	14
75 <i>7 этаж.</i>	4	264	80	7	275 <i>7 этаж.</i>	4	320	90	8
	6	370	115	15		6	440	130	12
76 <i>10 этаж</i>	4	306	70	21	276 <i>10 этаж</i>	4	370	50	20
	6	540	100	13		6	500	110	27
77 <i>l=21 м</i>	4	220	40	10	277 <i>l=21 м</i>	4	210	18	28
	5	1260	70	20		5	1210	52	65
78 <i>l=18 м l = 6 м;</i>	4	137	23	10	278 <i>l=18 м l = 6 м;</i>	4	189	18	17
	5	940	30	7		5	1140	40	19
79 <i>l₁ =4 м l₂ =6 м H=50 м</i>	4	2600	400	25	279 <i>l₁ =4 м l₂ =6 м H=50 м</i>	4	3100	450	45
	5	520	110	17		5	560	210	13

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
80 $l_1 = 3 \text{ м}$ $l_2 = 5 \text{ м}$ $H = 70 \text{ м}$	4	2100	500	80	280 $l_1 = 3 \text{ м}$ $l_2 = 5 \text{ м}$ $H = 70 \text{ м}$	4	2300	600	90
	5	415	100	23		5	450	110	19
81 $l = 12 \text{ м};$	2	2310	46	16	281 $l = 12 \text{ м};$	3	453	124	17
<i>Подвал в осях 1-4</i>	5	833	121	10	<i>Подвал в осях 1-4</i>	6	2110	92	13
82 $l = 18 \text{ м};$ <i>Подвал в осях 4-6</i>	2	1655	135	12	282 $l = 18 \text{ м};$ <i>Подвал в осях 4-6</i>	1	320	55	14
	4	920	175	12		6	2700	135	17
83 $l_1 = 12 \text{ м}$ $l = 6 \text{ м}$	1	2760	32	9	283 $l_1 = 12 \text{ м}$ $l = 6 \text{ м}$	2	220	10	10
	4	435	12	12		3	1735	25	7
84 $l_1 = 10 \text{ м}$ $l = 5 \text{ м}$	1	2840	22	11	284 $l_1 = 10 \text{ м}$ $l = 5 \text{ м}$	2	155	15	12
	4	365	11	12		3	1210	24	7
85 <i>Подвал в осях В-Г</i>	1	1055	32	16	285 <i>Подвал в осях В-Г</i>	1	1175	57	11
	4	2526	231	13		5	1978	151	23
86 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	595	28	4	286 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	715	49	9
	3	2315	111	41		5	1310	266	24
87 $l = 24 \text{ м}$	5	220	20	20	287 $l = 24 \text{ м}$	5	390	88	80
	6	3300	1160	40		6	3000	800	124
88 $l = 18 \text{ м}$	5	180	30	10	288 $l = 18 \text{ м}$	5	364	115	29
	6	2700	920	14		6	2500	600	80
89 $l = 6 \text{ м};$ <i>Подвал в осях В-Г</i>	2	2700	35	65	289 $l = 6 \text{ м};$ <i>Подвал в осях В-Г</i>	2	3200	52	55
	5	1000	170	17		5	1350	20	20
90 $l = 12 \text{ м};$ <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	3120	56	67	290 $l = 12 \text{ м};$ <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	3800	60	40
	5	1170	250	30		5	1200	300	10
91 $l = 6 \text{ м};$ <i>Подвал в осях Б-В</i>	1	1300	130	15	291 $l = 6 \text{ м};$ <i>Подвал в осях Б-В</i>	1	1765	178	28
	3	1794	180	33		3	2128	229	40
92 $l = 12 \text{ м};$ <i>Подвал в осях А-Б</i>	1	1700	160	31	292 $l = 12 \text{ м};$ <i>Подвал в осях А-Б</i>	1	2125	28	49
	3	2358	227	57		3	2875	126	52
93 $l_1 = 24 \text{ м}$ $l_2 = 12 \text{ м}$	2	1165	315	16	293 $l_1 = 24 \text{ м}$ $l_2 = 12 \text{ м}$	2	1405	205	11
	3	385	55	10		3	605	45	13

<i>канал у оси Б</i>					<i>канал у оси Б</i>				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
94 $l_1=18\text{ м}$ $l_2=9\text{ м}$ <i>канал у оси А</i>	3	455	95	8	294 $l_1=18\text{ м}$ $l_2=9\text{ м}$ <i>канал у оси А</i>	3	545	115	10
	4		565	222		15	4	565	285
95 <i>7 этаж.</i>	5	500	70	19	295 <i>7 этаж.</i>	5	390	38	11
	6	280	30	15		6	415	115	17
96 <i>10 этаж</i>	6	520	175	21	296 <i>10 этаж</i>	6	600	230	23
	1	280	100	17		1	345	60	12
97 $l=21\text{ м}$	1	900	200	20	297 $l=21\text{ м}$	1	1180	300	45
	3	650	98	12		3	680	80	12
98 $l=18\text{ м}$	1	725	150	19	298 $l=18\text{ м}$	1	850	160	18
	3	545	85	8		3	635	80	21
99 $l_1=4\text{ м}$ $l_2=6\text{ м}$ $H=50\text{ м}$	5	300	120	10	299 $l_1=4\text{ м}$ $l_2=6\text{ м}$ $H=50\text{ м}$	5	540	180	9
	6	3000	280	260		6	3100	300	240
100 $l_1=3\text{ м}$ $l_2=5\text{ м}$ $H=70\text{ м}$	5	438	130	15	300 $l_1=3\text{ м}$ $l_2=5\text{ м}$ $H=70\text{ м}$	5	530	90	25
	6	3500	240	200		6	3400	220	180
101 $l=12\text{ м};$ <i>Подвал в осях 1-4</i>	3	500	250	15	301 $l=12\text{ м};$ <i>Подвал в осях 1-4</i>	2	1530	70	20
	6	1280	300	13		5	630	90	10
102 $l=18\text{ м};$ <i>Подвал в осях 4-6</i>	2	1850	200	20	302 $l=18\text{ м};$ <i>Подвал в осях 4-6</i>	2	2100	135	20
	5	900	300	18		4	880	140	8
103 $l_1=12\text{ м}$ $l=6\text{ м}$	1	4000	30	12	303 $l_1=12\text{ м}$ $l=6\text{ м}$	3	1550	19	7
	2	180	7	8		4	390	8	10
104 $l_1=10\text{ м}$ $l=5\text{ м}$	1	3110	13	8	304 $l_1=10\text{ м}$ $l=5\text{ м}$	3	1207	16	8
	2	158	12	15		4	364	13	7
105 <i>Подвал в осях В-Г</i>	2	745	20	18	305 <i>Подвал в осях В-Г</i>	1	1285	21	6
	5	1975	290	44		3	2415	77	26
106 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	595	32	5	306 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	702	44	15
	3	2365	131	52		4	2525	354	28
107 $l=24\text{ м}$	1	4160	990	55	307 $l=24\text{ м}$	1	5680	1390	111
	4	1520	330	15		4	1750	430	55

108 <i>l=18 м</i>	1	3740	750	35	308 <i>l=18 м</i>	1	5020	1010	129
	4	1190	290	25		4	1330	410	55
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
109 <i>l = 6 м;</i> <i>Подвал в осях В-Г</i>	3	3345	450	48	309 <i>l = 6 м;</i> <i>Подвал в осях В-Г</i>	3	3670	500	71
	5	1020	164	20		5	1460	26	27
110 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в осях А-Б</i>	3	4040	420	100	310 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в осях А-Б</i>	3	5025	395	40
	5	990	178	24		5	1380	18	19
111 <i>l = 6 м;</i> <i>Подвал в осях Б-В</i>	2	2178	81	22	311 <i>l = 6 м;</i> <i>Подвал в осях Б-В</i>	2	2594	126	36
	3	1785	176	31		3	2165	230	42
112 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	3157	143	27	312 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	3615	190	40
	3	2344	224	54		3	2915	190	63
113 <i>l₁ = 24 м</i> <i>l₂ = 12 м</i> <i>канал у оси Б</i>	3	485	110	18	313 <i>l₁ = 24 м</i> <i>l₂ = 12 м</i> <i>канал у оси Б</i>	3	635	55	20
	4	445	60	6		4	470	17	8
114 <i>l₁ = 18 м</i> <i>l₂ = 9 м</i> <i>канал у оси А</i>	1	1135	330	26	314 <i>l₁ = 18 м</i> <i>l₂ = 9 м</i> <i>канал у оси А</i>	1	1376	238	21
	4	570	235	15		4	578	303	9
115 <i>7 этаж.</i>	2	550	47	13	315 <i>7 этаж.</i>	2	700	52	18
	5	290	60	23		5	360	80	8
116 <i>10 этаж</i>	2	660	117	11	316 <i>10 этаж</i>	2	780	117	16
	5	410	85	21		5	485	100	28
117 <i>l=21 м</i>	2	1100	250	9	317 <i>l=21 м</i>	2	1320	130	20
	3	580	110	22		3	763	70	22
118 <i>l=18 м</i>	2	846	190	16	318 <i>l=18 м</i>	2	1000	110	26
	3	480	75	28		3	620	30	21
119 <i>l₁ = 4 м</i> <i>l₂ = 6 м</i> <i>H=50 м</i>	1	490	250	18	319 <i>l₁ = 4 м</i> <i>l₂ = 6 м</i> <i>H=50 м</i>	1	715	280	26
	2	1590	300	12		2	1710	350	38
120 <i>l₁ = 3 м</i> <i>l₂ = 5 м</i> <i>H=70 м</i>	1	535	250	18	320 <i>l₁ = 3 м</i> <i>l₂ = 5 м</i> <i>H=70 м</i>	1	634	280	30
	2	1500	140	16		2	1180	250	24
121 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в осях 1-4</i>	1	170	30	10	321 <i>l=12 м;</i> <i>Подвал в осях 1-4</i>	2	1600	80	15
	5	920	200	14		3	580	150	12
122	1	210	50	12	322	2	2050	130	16

<i>l=18 м; Подвал в осях 4-6</i>	6	2240	180	14	<i>l=18 м; Подвал в осях 4-6</i>	4	740	200	16
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
123 <i>l₁=12 м l=6 м</i>	1	2000	30	15	323 <i>l₁=12 м l=6 м</i>	2	198	12	11
	4	510	13	9		3	1425	21	8
124 <i>l₁=10 м l=5 м</i>	1	2680	32	11	324 <i>l₁=10 м l=5 м</i>	2	183	12	7
	4	468	10	10		3	1380	18	6
125 <i>Подвал в осях В-Г</i>	2	761	23	9	325 <i>Подвал в осях В-Г</i>	2	973	11	8
	3	2022	94	29		3	2360	88	24
126 <i>Подвал в осях А-Б</i>	1	932	62	7	326 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	743	46	11
	4	2183	326	27		3	2729	147	21
127 <i>l=24 м</i>	2	2410	555	33	327 <i>l=24 м</i>	2	2750	815	95
	4	1420	320	16		4	1940	520	70
128 <i>l=18 м</i>	2	2050	675	27	328 <i>l=18 м</i>	2	2515	840	120
	4	1090	200	12		4	1350	440	65
129 <i>l=6 м Подвал в осях В-Г</i>	4	1550	174	27	329 <i>l=6 м Подвал в осях В-Г</i>	4	1720	166	77
	5	1110	197	17		5	1435	28	31
130 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	4	1045	101	44	330 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	4	2310	118	72
	5	1305	283	39		5	1315	322	9
131 <i>l=6 м; Подвал в осях Б-В</i>	1	1425	145	21	331 <i>l=6 м; Подвал в осях Б-В</i>	1	1672	165	21
	4	635	54	22		4	675	58	18
132 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	1	1825	175	42	332 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	1	2050	20	35
	4	645	59	30		4	670	68	4
133 <i>l₁=24 м l₂=12 м канал у оси Б</i>	1	915	275	14	333 <i>l₁=24 м l₂=12 м канал у оси Б</i>	1	1098	88	18
	4	445	75	5		4	444	15	8
134 <i>l₁=18 м l₂=9 м канал у оси А</i>	2	1364	383	18	334 <i>l₁=18 м l₂=9 м канал у оси А</i>	2	1672	283	24
	4	603	242	10		4	607	289	8
135 <i>7 этаж.</i>	3	350	113	19	335 <i>7 этаж.</i>	3	430	95	17
	5	240	60	13		5	310	110	27
136 <i>10 этаж</i>	3	500	120	17	336 <i>10 этаж</i>	3	510	100	13
	5	425	65	21		5	380	85	20

137 <i>l=21 м</i>	3	700	90	14	337 <i>l=21 м</i>	3	815	70	22
	4	131	30	13		4	170	22	25
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
138 <i>l=18 м</i>	3	500	65	15	338 <i>l=18 м</i>	3	675	43	24
	4	130	15	7		4	159	18	16
139 <i>l₁=4 м l₂=6 м H=50 м</i>	1	473	250	18	339 <i>l₁=4 м l₂=6 м H=50 м</i>	1	650	270	17
	3	920	210	26		3	1200	150	24
140 <i>l₁=3 м l₂=5 м H=70 м</i>	1	460	200	11	340 <i>l₁=3 м l₂=5 м H=70 м</i>	1	550	290	26
	3	890	260	19		3	960	300	19
141 <i>l=12 м; Подвал в осях 1-4</i>	2	1040	63	20	341 <i>l=12 м; Подвал в осях 1-4</i>	3	550	150	12
	6	1900	90	13		4	1550	185	9
142 <i>l=18 м; Подвал в осях 4-6</i>	3	440	300	12	342 <i>l=18 м; Подвал в осях 4-6</i>	1	300	50	10
	5	1020	150	10		6	1820	160	14
143 <i>l₁=12 м l=6 м</i>	2	200	10	12	343 <i>l₁=12 м l=6 м</i>	1	2530	30	12
	3	1620	15	9		4	430	10	8
144 <i>l₁=10 м l=5 м</i>	2	157	13	11	344 <i>l₁=10 м l=5 м</i>	1	2780	34	20
	3	1810	18	6		4	474	15	7
145 <i>Подвал в осях В-Г</i>	2	725	8	5	345 <i>Подвал в осях В-Г</i>	1	1213	59	8
	5	1930	225	18		5	1930	189	47
146 <i>Подвал в осях А-Б</i>	1	968	54	7	346 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	716	41	7
	5	1336	261	17		5	1305	286	24
147 <i>l=24 м</i>	3	6600	1290	40	347 <i>l=24 м</i>	3	7650	1020	70
	4	1385	325	14		4	1770	452	73
148 <i>l=18 м</i>	3	5640	860	22	348 <i>l=18 м</i>	3	6740	800	55
	4	1060	263	9		4	1432	464	68
149 <i>l=6 м; Подвал в осях В-Г</i>	2	2745	29	80	349 <i>l=6 м; Подвал в осях В-Г</i>	2	3210	63	58
	4	1565	117	82		4	1685	158	63
150 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	2	3135	46	48	350 <i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	2	3225	43	64
	4	1034	99	51		4	2386	137	85
151 <i>l=6 м; Подвал в осях Б-В</i>	2	3230	156	35	351 <i>l=6 м; Подвал в осях Б-В</i>	2	2555	119	34
	4	578	37	12		4	685	80	26
152	2	2305	102	35	352	2	2160	18	48

<i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	4	628	61	11	<i>l=12 м; Подвал в осях А-Б</i>	4	695	30	6
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
153 <i>l₁ = 24 м l₂ = 12 м канал у оси Б</i>	2	1125	308	11	353 <i>l₁ = 24 м l₂ = 12 м канал у оси Б</i>	2	1642	267	20
	4	398	94	7		4	398	24	10
154 <i>l₁ = 18 м l₂ = 9 м канал у оси А</i>	3	432	89	10	354 <i>l₁ = 18 м l₂ = 9 м канал у оси А</i>	3	581	137	54
	4	586	257	50		4	586	57	10
155 <i>7 этаж.</i>	4	400	110	8	355 <i>7 этаж.</i>	4	250	75	21
	5	230	85	15		5	460	97	15
156 <i>10 этаж</i>	4	360	150	7	356 <i>10 этаж</i>	4	280	80	8
	5	500	100	25		5	480	110	17
157 <i>l = 21 м</i>	3	567	110	22	357 <i>l = 21 м</i>	3	880	130	17
	5	1260	70	20		5	210	53	65
158 <i>l = 18 м</i>	3	465	73	28	358 <i>l = 18 м</i>	3	663	40	21
	5	960	35	17		5	140	38	19
159 <i>l₁ = 4 м l₂ = 6 м H = 50 м</i>	1	575	280	21	359 <i>l₁ = 4 м l₂ = 6 м H = 50 м</i>	1	600	200	38
	6	3300	1140	150		6	3200	1300	180
160 <i>l₁ = 3 м l₂ = 5 м H = 70 м</i>	1	437	260	18	360 <i>l₁ = 3 м l₂ = 5 м H = 70 м</i>	1	680	275	28
	6	3200	1050	280		6	2800	1280	240
161 <i>l = 12 м; Подвал в осях 1-4</i>	1	250	35	20	361 <i>l = 12 м; Подвал в осях 1-4</i>	2	1830	50	15
	6	1620	90	14		4	1440	200	10
162 <i>l = 18 м; Подвал в осях 4-6</i>	2	2000	130	24	362 <i>l = 18 м; Подвал в осях 4-6</i>	1	410	70	13
	4	735	140	14		5	1230	65	26
163 <i>l₁ = 12 м l = 6 м</i>	1	1980	32	15	363 <i>l₁ = 12 м l = 6 м</i>	3	1425	15	12
	2	182	10	8		4	432	8	11
164 <i>l₁ = 10 м l = 5 м</i>	1	2110	28	8	364 <i>l₁ = 10 м l = 5 м</i>	3	1540	18	12
	2	134	10	11		4	465	12	9
165 <i>Подвал в осях В-Г</i>	2	694	8	4	365 <i>Подвал в осях В-Г</i>	2	744	16	6
	3	2017	93	34		3	2444	87	25
166 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	636	19	4	366 <i>Подвал в осях А-Б</i>	2	743	51	11
	3	2373	133	53		3	2714	163	24
167	4	1480	310	18	367	4	1840	400	32

$l=24\text{ м}$	6	3200	1060	30	$l=24\text{ м}$	6	3100	700	90
168	4	1000	255	11	368	4	1270	430	60
$l=18\text{ м}$	6	2200	980	17	$l=18\text{ м}$	6	2600	500	70
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
169	3	3918	445	91	369	3	3592	151	57
$l=6\text{ м};$ Подвал в осях В-Г	4	1667	109	82	$l=6\text{ м};$ Подвал в осях В-Г	4	1728	33	54
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
170	3	3363	512	31	370	3	5113	417	41
$l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	4	1043	89	49	$l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	4	2351	98	87
171	3	1925	191	39	371	3	2175	235	41
$l=6\text{ м};$ Подвал в осях Б-В	4	620	51	24	$l=6\text{ м};$ Подвал в осях Б-В	4	615	69	4
172	1	1435	148	22	372	1	1651	165	20
$l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	3	1844	162	30	$l=12\text{ м};$ Подвал в осях А-Б	3	2755	170	60
173	3	481	21	18	373	3	714	29	11
$l_1=24\text{ м}$ $l_2=12\text{ м}$ канал у оси Б	4	367	97	9	$l_1=24\text{ м}$ $l_2=12\text{ м}$ канал у оси Б	4	347	87	7
174	3	360	38	6	374	3	815	34	11
$l_1=18\text{ м}$ $l_2=9\text{ м}$ канал у оси А	4	695	68	17	$l_1=18\text{ м}$ $l_2=9\text{ м}$ канал у оси А	4	405	15	12
175	1	440	160	21	375	1	530	200	9
7 этаж.	4	246	100	12	7 этаж.	4	295	110	14
176	1	550	117	23	376	1	625	130	19
10 этаж	4	340	80	26	10 этаж	4	355	47	21
177	1	945	190	33	377	1	1300	310	48
$l=21\text{ м}$	4	120	20	10	$l=21\text{ м}$	4	230	30	13
178	1	750	160	25	378	1	810	215	50
$l=18\text{ м}$	4	140	18	18	$l=18\text{ м}$	4	169	28	17
179	2	600	210	16	379	2	720	300	29
$l_1=4\text{ м}$ $l_2=6\text{ м}$ $H=50\text{ м}$	6	2700	1800	230	$l_1=4\text{ м}$ $l_2=6\text{ м}$ $H=50\text{ м}$	6	2900	1275	160
180	2	615	120	18	380	2	573	280	16
$l_1=3\text{ м}$ $l_2=5\text{ м}$ $H=70\text{ м}$	6	2900	1260	180	$l_1=3\text{ м}$ $l_2=5\text{ м}$ $H=70\text{ м}$	6	3350	1640	100
181	3	570	210	17	381	1	275	35	20
$l=12\text{ м};$ Подвал в осях 1-4	6	1420	80	30	$l=12\text{ м};$ Подвал в осях 1-4	2	1580	60	18

182 <i>l</i> =18 м; Подвал в осях 4-6	1	400	60	12	382 <i>l</i> =18 м; Подвал в осях 4-6	2	2120	100	30
	6	2450	100	25		3	500	200	12
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
183 <i>l</i> ₁ =12 м <i>l</i> =6 м	1	2680	32	15	383 <i>l</i> ₁ =12 м <i>l</i> =6 м	2	211	10	8
	4	471	11	8		3	1530	20	9
184 <i>l</i> ₁ =10 м <i>l</i> =5 м	1	2370	30	14	384 <i>l</i> ₁ =10 м <i>l</i> =5 м	3	1735	24	7
	2	162	15	8		4	356	10	8
185 Подвал в осях В-Г	2	631	8	7	385 Подвал в осях В-Г	2	822	13	9
	4	2573	232	14		4	2719	123	16
186 Подвал в осях А-Б	2	532	24	3	386 Подвал в осях А-Б	2	624	38	15
	4	2420	275	21		4	2640	321	23
187 <i>l</i> =24 м	1	4060	955	48	387 <i>l</i> =24 м	2	2470	660	100
	5	280	22	18		5	405	73	82
188 <i>l</i> =18 м	3	5740	840	26	388 <i>l</i> =18 м	3	6540	800	105
	5	187	34	4		5	386	96	37
189 <i>l</i> =6 м; Подвал в осях В-Г	2	2731	34	79	389 <i>l</i> =6 м; Подвал в осях В-Г	2	3282	61	55
	3	3463	511	38		3	3718	127	63
190 <i>l</i> =12 м; Подвал в осях А-Б	2	3085	63	67	390 <i>l</i> =12 м; Подвал в осях А-Б	2	3724	56	51
	3	4040	376	86		3	4919	457	63
191 <i>l</i> =6 м; Подвал в осях Б-В	1	1435	140	21	391 <i>l</i> =6 м; Подвал в осях Б-В	1	1580	160	32
	3	1825	175	43		3	2015	18	32
192 <i>l</i> =12 м; Подвал в осях А-Б	2	2312	97	30	392 <i>l</i> =12 м; Подвал в осях А-Б	2	2605	124	31
	3	1885	187	42		3	2025	300	45
193 <i>l</i> ₁ =24 м <i>l</i> ₂ =12 м канал у оси Б	2	1356	388	21	393 <i>l</i> ₁ =24 м <i>l</i> ₂ =12 м канал у оси Б	2	1671	272	26
	3	459	101	13		3	559	127	13
194 <i>l</i> ₁ =18 м <i>l</i> ₂ =9 м канал у оси А	2	1184	311	14	394 <i>l</i> ₁ =18 м <i>l</i> ₂ =9 м канал у оси А	2	2075	285	6
	3	332	44	6		3	646	49	11
195 7 этаж.	2	810	110	25	395 7 этаж.	2	825	150	8
	4	300	75	18		4	220	75	11
196 10 этаж	2	685	100	25	396 10 этаж	2	750	125	21
	4	310	40	17		4	350	47	17
197	2	1200	200	18	397	2	1400	150	23

$l=21\text{ м}$	4	220	40	23	$l=21\text{ м}$	4	245	38	28
198	2	880	150	12	398	2	900	75	26
$l=18\text{ м}$	4	118	26	18	$l=18\text{ м}$	4	190	18	16
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
199	2	480	190	8	399	2	464	300	25
$l_1=4\text{ м}$					$l_1=4\text{ м}$				
$l_2=6\text{ м}$	3	1160	183	26	$l_2=6\text{ м}$	3	1315	230	11
$H=50\text{ м}$					$H=50\text{ м}$				
200	2	440	120	26	400	2	415	190	19
$l_1=3\text{ м}$					$l_1=3\text{ м}$				
$l_2=5\text{ м}$	3	928	240	18	$l_2=5\text{ м}$	3	1400	270	30
$H=70\text{ м}$					$H=70\text{ м}$				

Приложение А2
Вариант 1

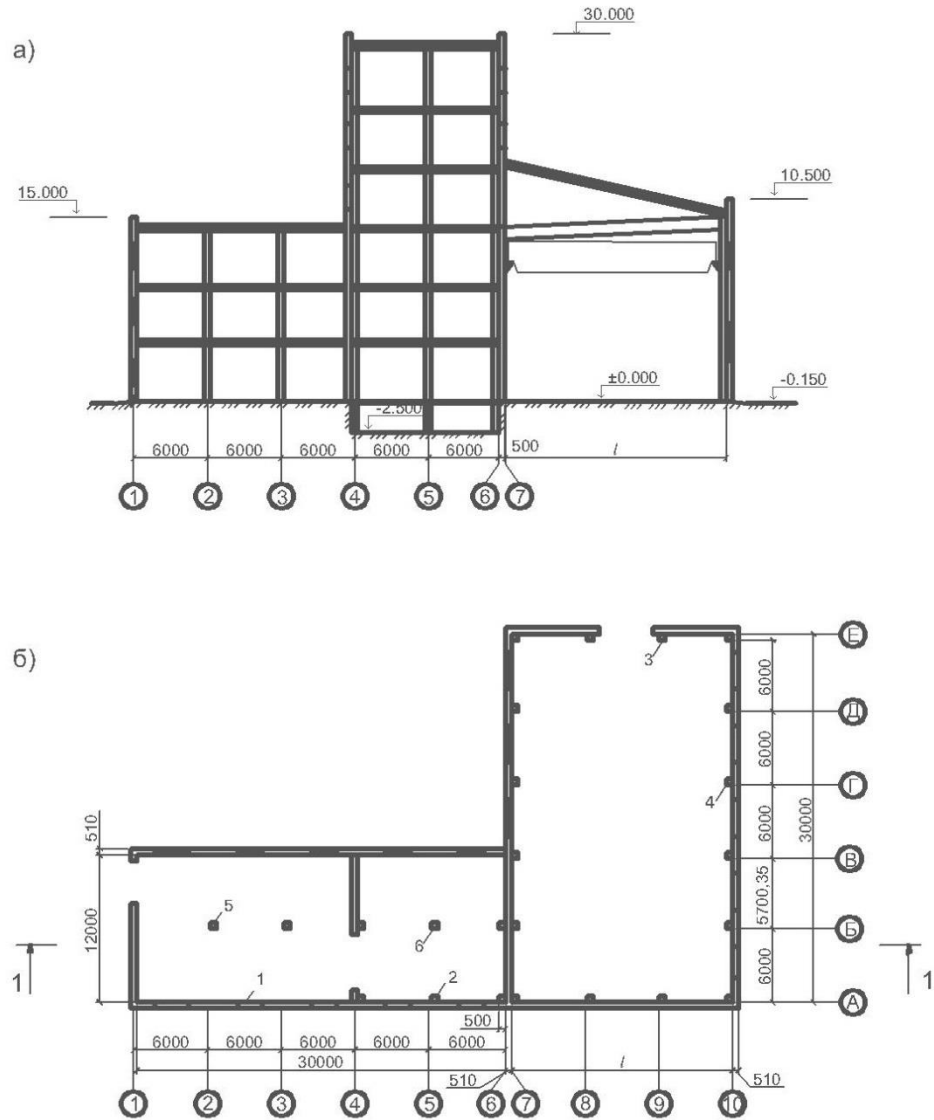


Рис. 1. Схема здания экспериментального цеха, М 1:500
а - разрез 1-1; б - план на отм. ± 0.000

1. Подвал расположен в осях 1-4; $l = 12$ м.
2. Подвал расположен в осях 4-6; $l = 18$ м.

Приложение А3
Вариант 2

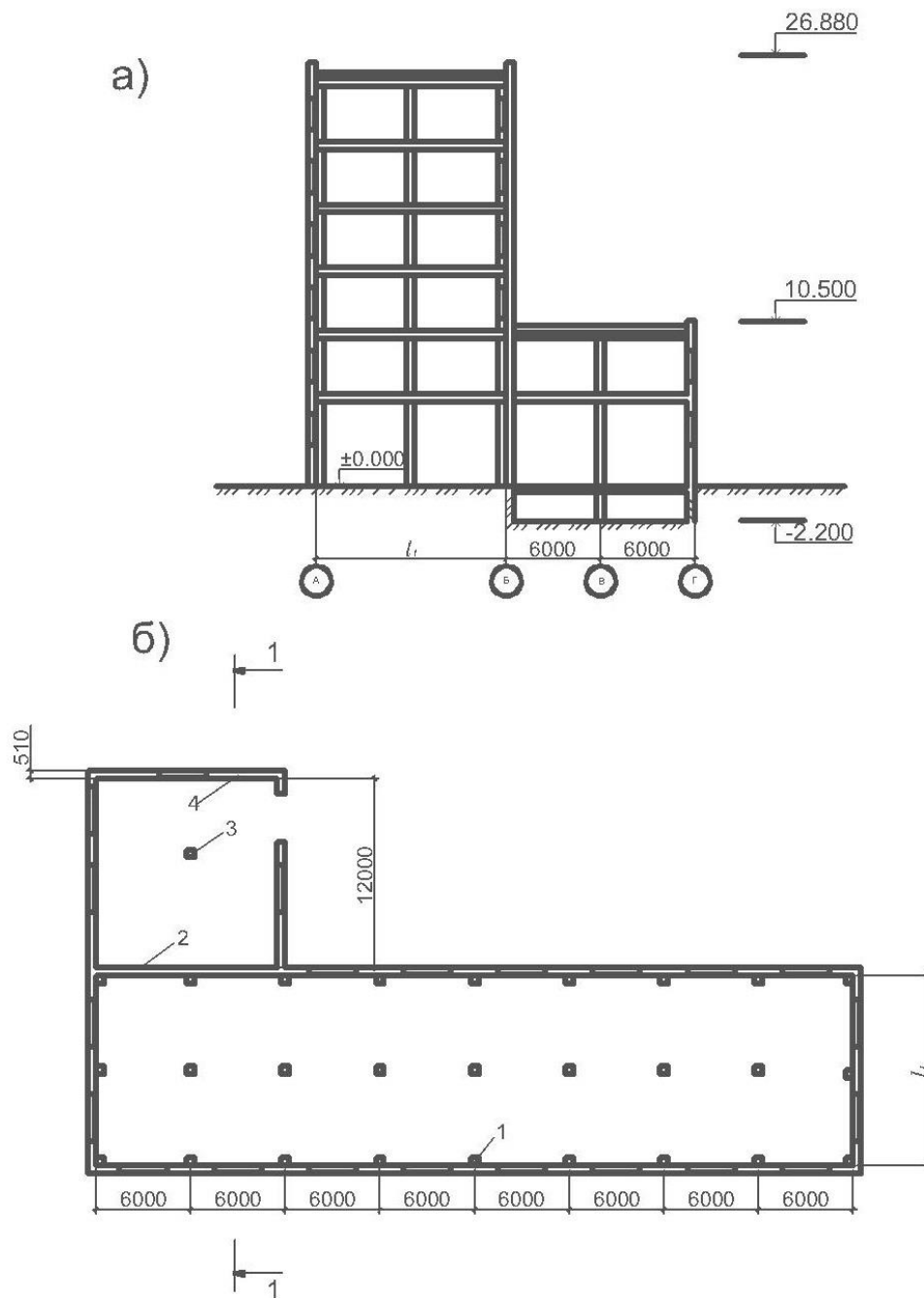


Рис. 1. Схема здания административного корпуса М 1:500
а - разрез 1-1; б - план на отметке 0.000 м

1. $l_1 = 12$ м; $l = 6$ м.
2. $l_1 = 10$ м; $l = 5$ м.

Приложение А4
Вариант 3

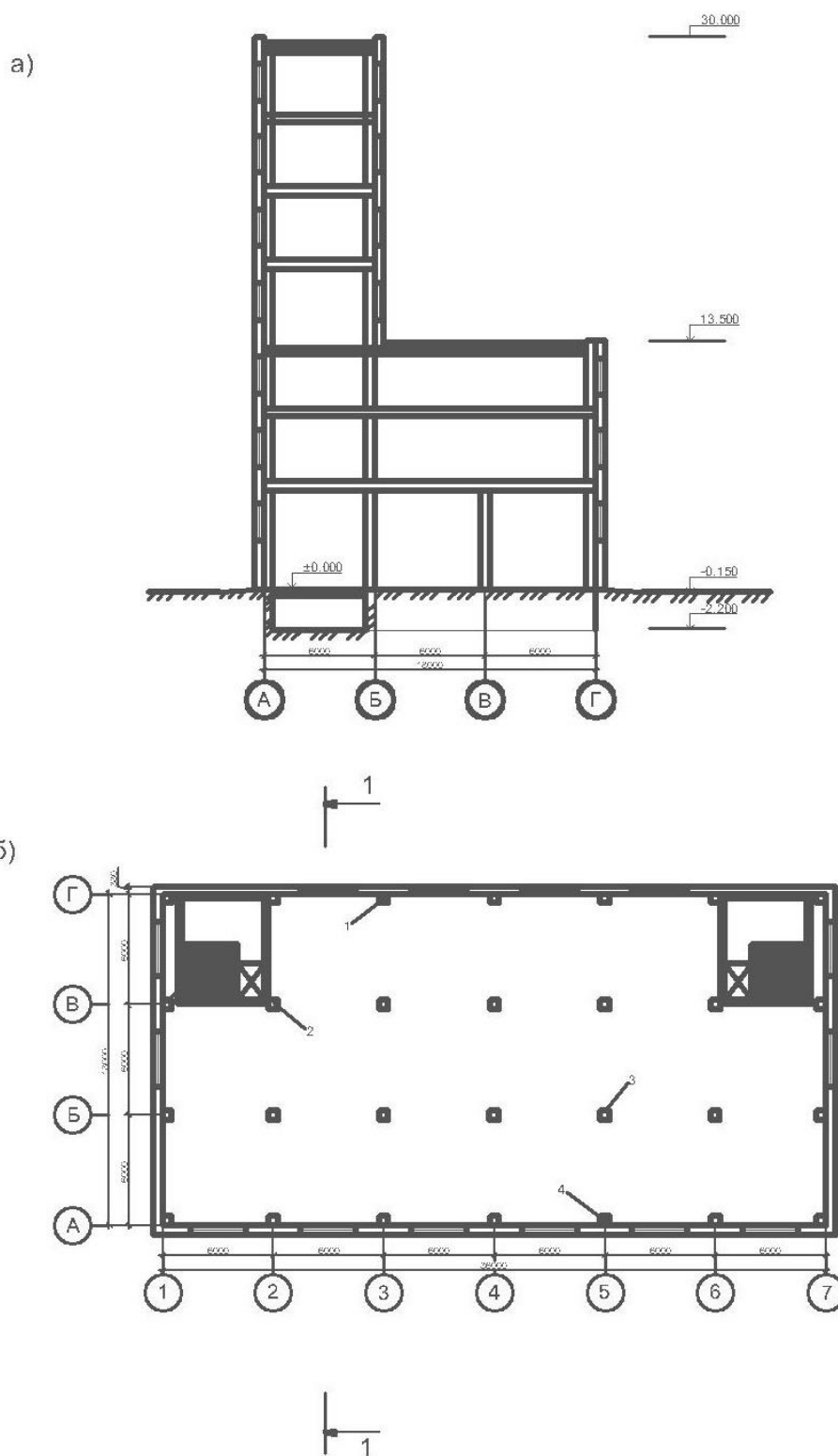


Рисунок 1. Схема здания ремонтного цеха, М 1:500
а - разрез 1-1; б - План на отм. ± 0.000

1. Подвал расположен в осях В-Г;
2. Подвал расположен в осях А-Б;

Приложение А5
Вариант 4

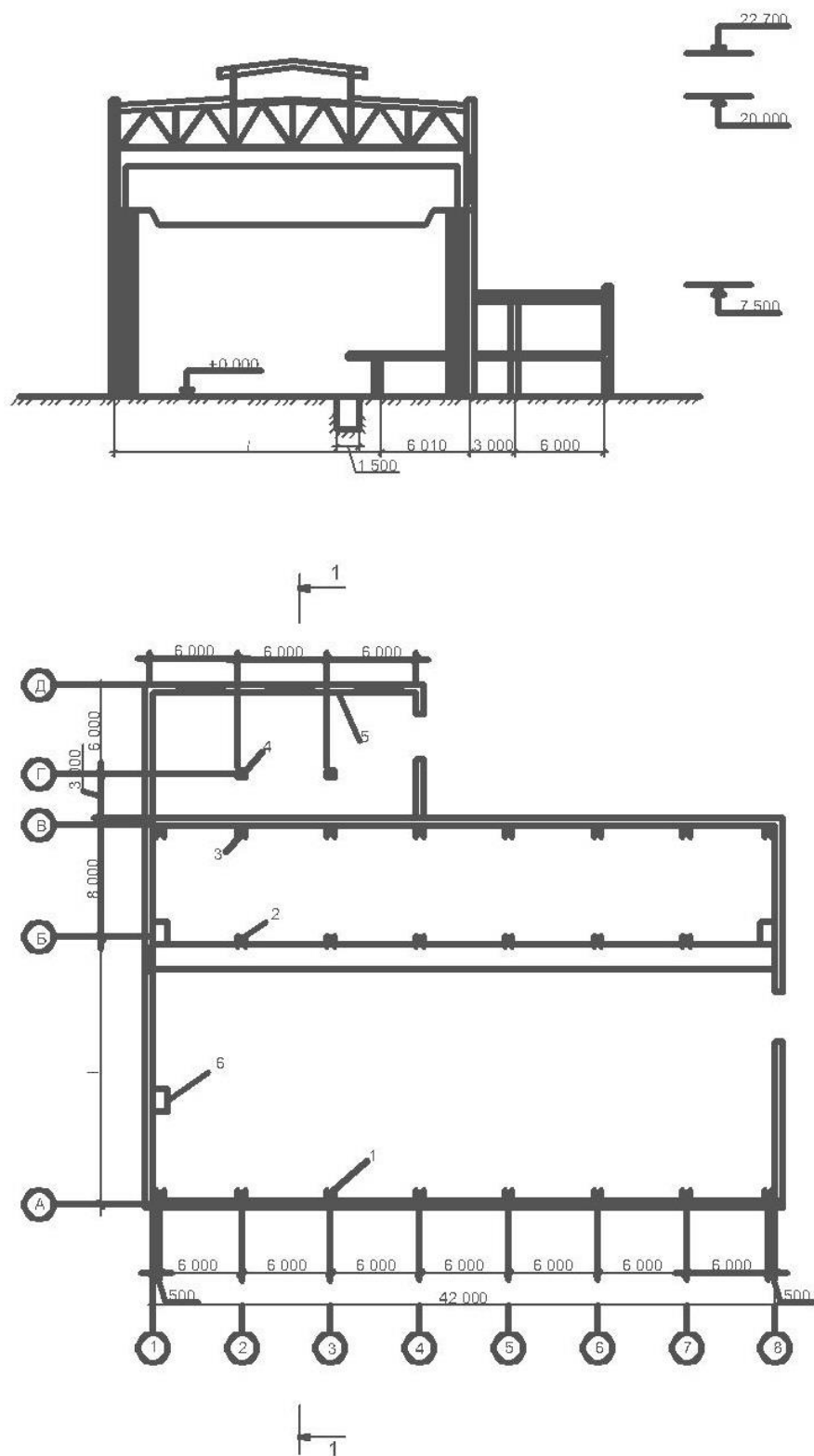


Рисунок 1. Схема здания монтажного цеха, М 1:500
а - разрез 1-1; б - План на отм. ±0.000

Вариант 1: $l = 24\text{м}$;

Вариант 2: $l = 18\text{м}$

ПРИЛОЖЕНИЕ А6
Вариант 5

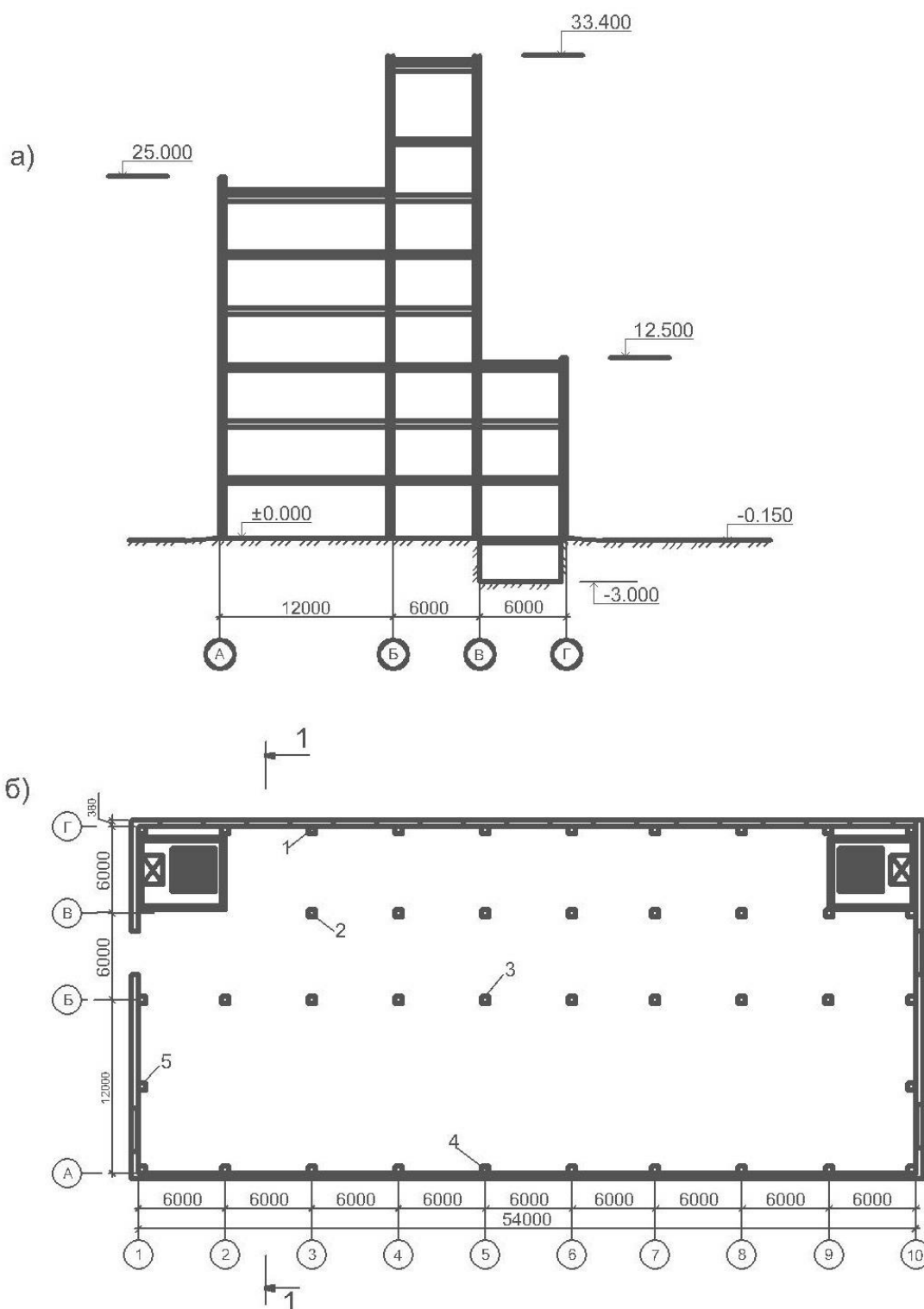


Рис. 1. Схема здания химического корпуса М 1:1
а - разрез 1-1; б - план на отметке 0.000 м

Вариант 1: $l = 6\text{м}$, Подпал в осях В – Г.

Вариант 2: $l = 12\text{м}$, Подпал в осях А – Б.

Приложение А7
Вариант 6

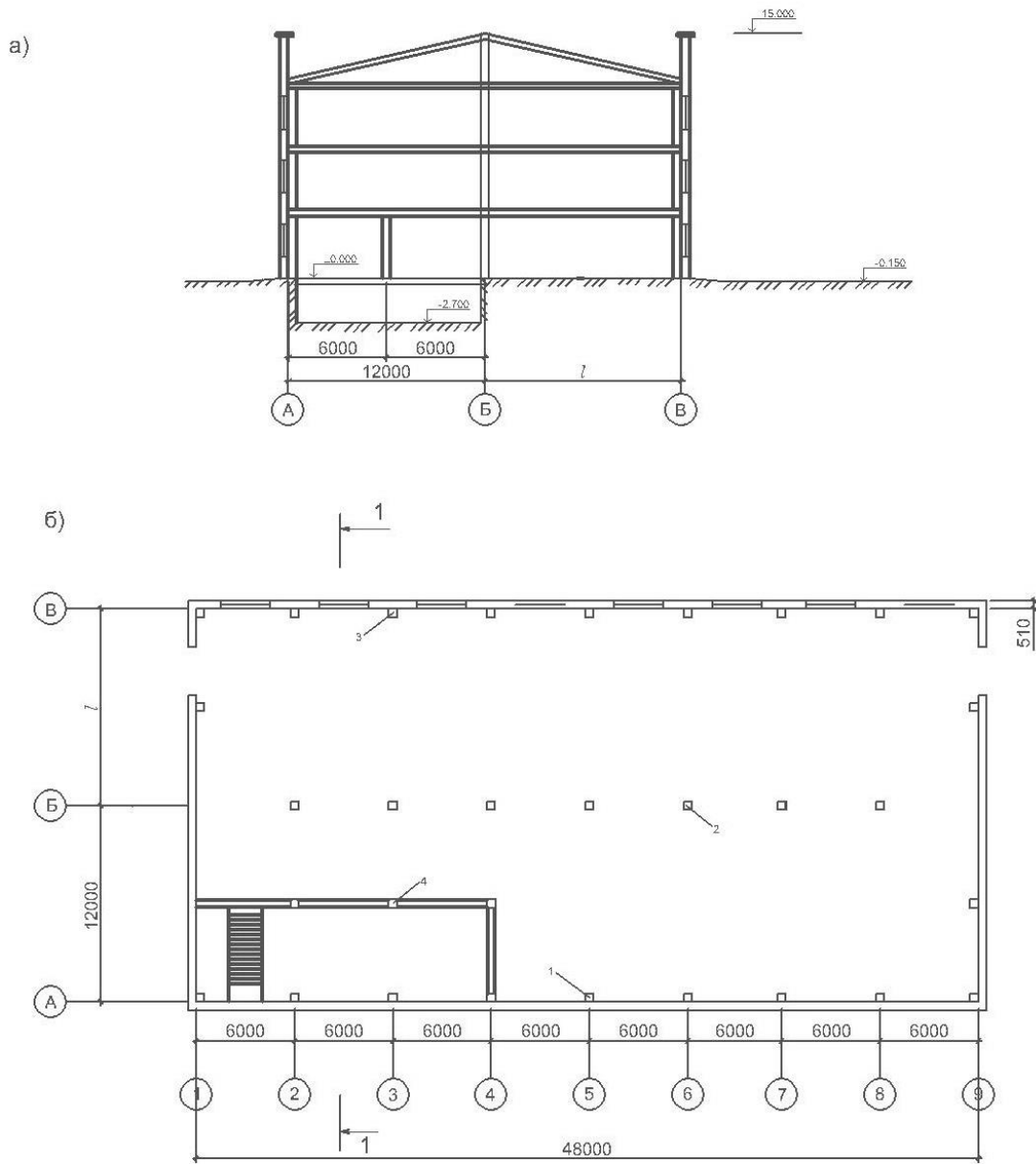


Рис. 1. Схема здания фабричного корпуса М 1:500
а - разрез 1-1; б - план на отметке 0.000 м

Вариант 1: $l = 6\text{м}$, Подпал в осях Б – В.
Вариант 2: $l = 12\text{м}$, Подпал в осях А – Б.

Приложение А8
Вариант 7

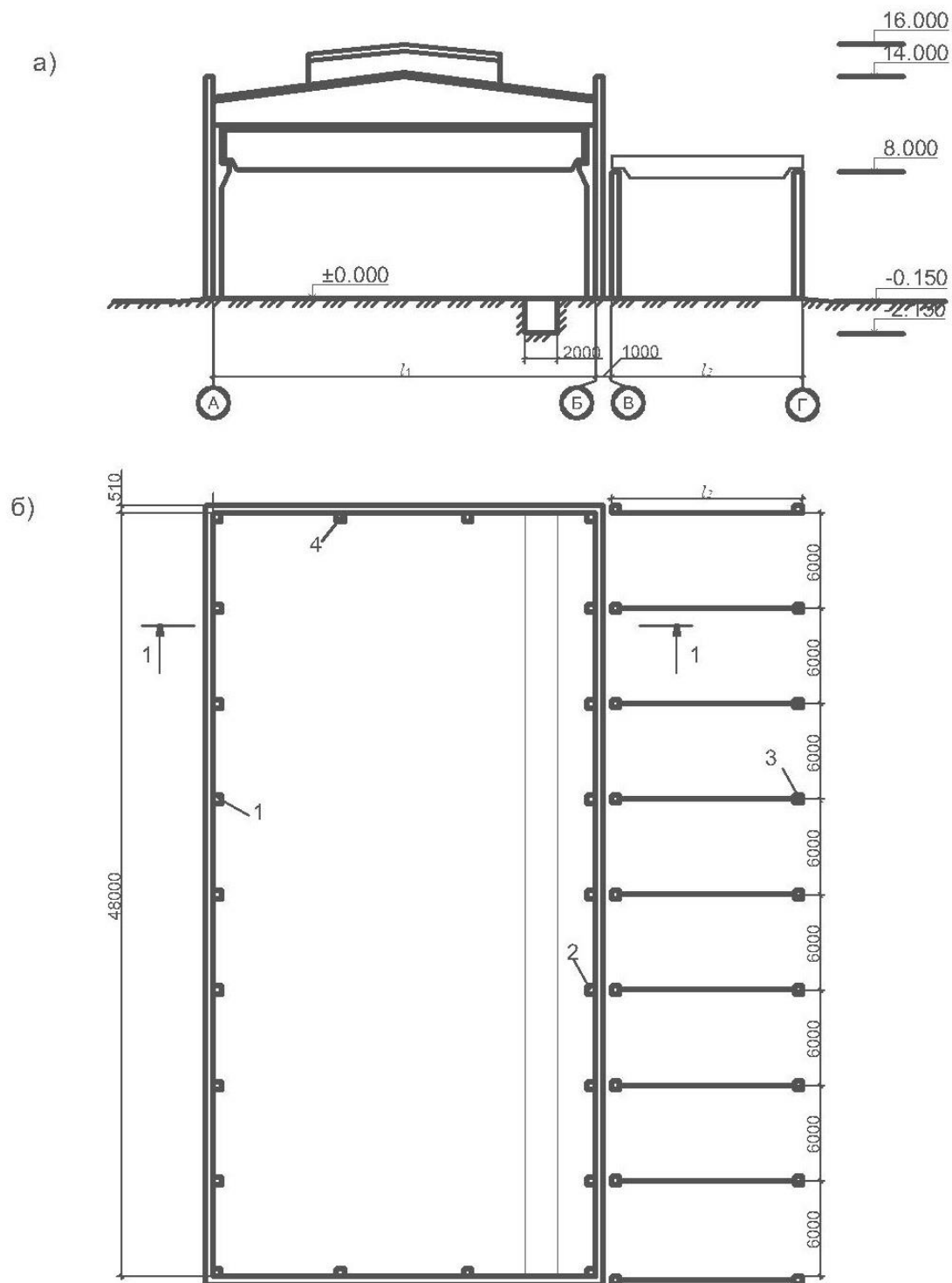


Рис. 1. Схема здания механического цеха М 1:400
а - разрез 1-1; б - план на отметке 0.000 м

Вариант 1: $l_1 = 24\text{м}$, $l_2 = 12\text{м}$, Канал у оси Б.

Вариант 2: $l_1 = 18\text{м}$, $l_2 = 9\text{м}$, Канал у оси А.

Приложение А9
Вариант 8

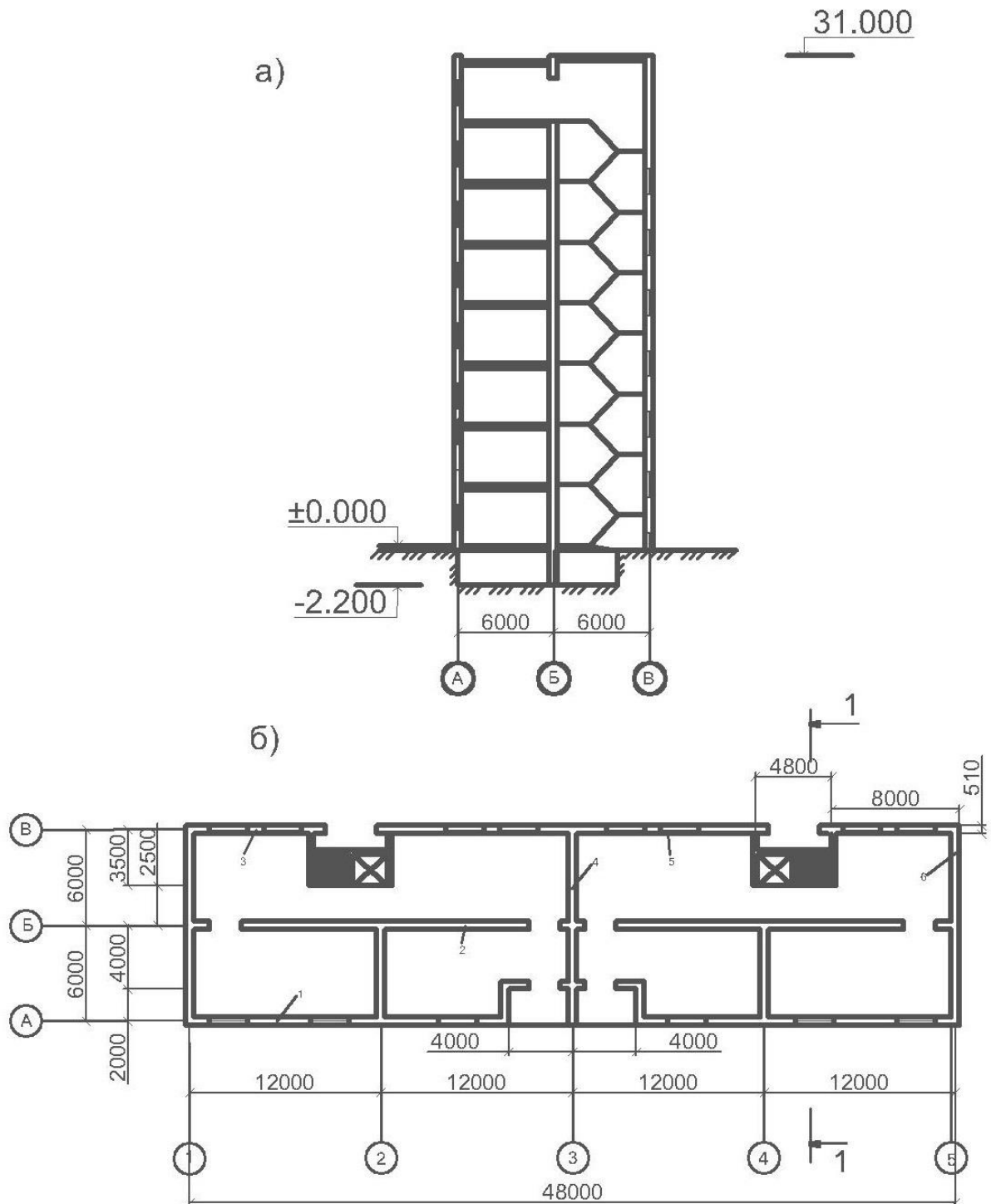


Рис. 1. Схема здания жилого дома М 1:400
а - разрез 1-1; б - план на отметке 0.000 м

Вариант 1: Жилой дом- 7 этажей.
Вариант 2: Жилой дом- 10 этажей.

Приложение А10
Вариант 9

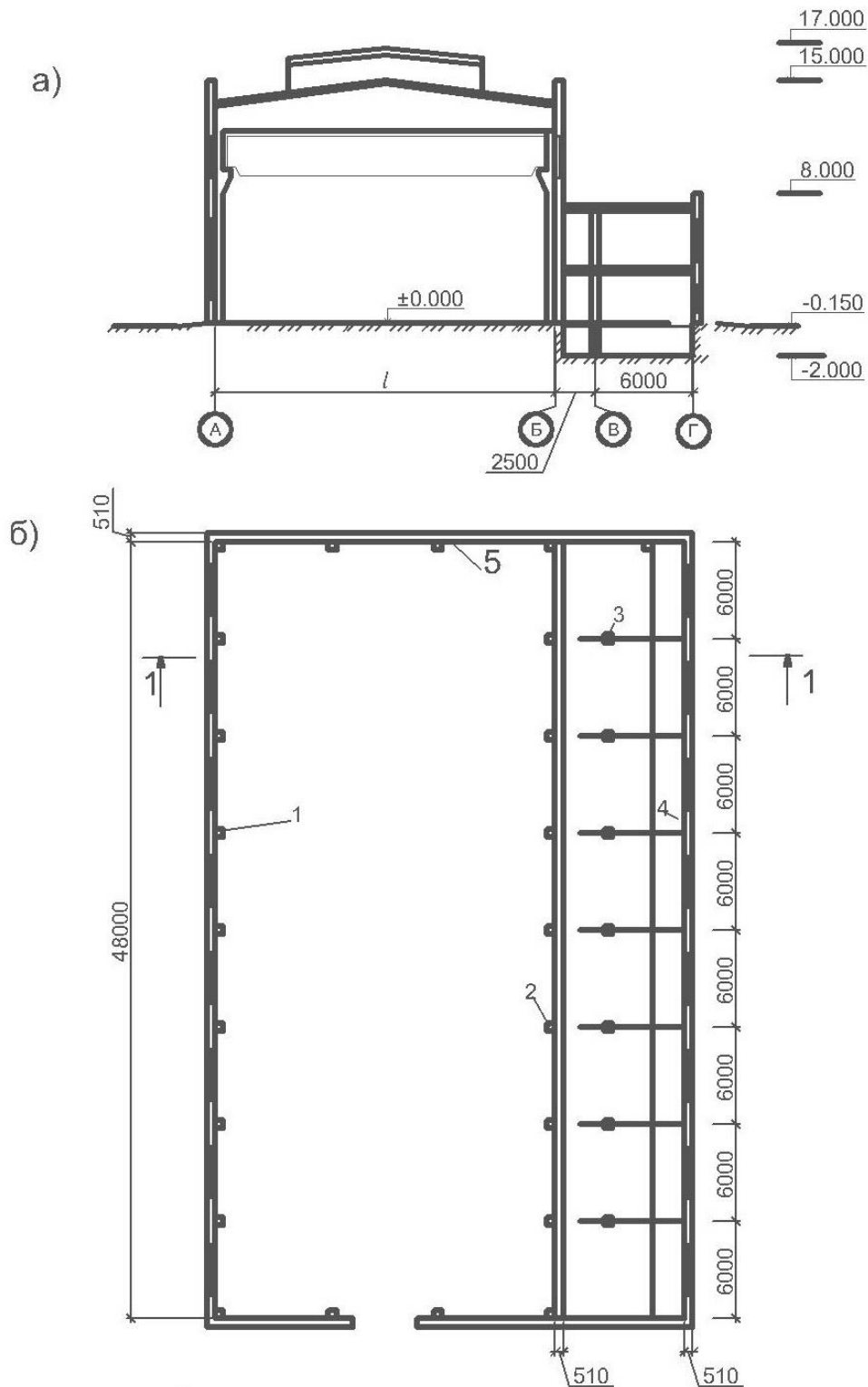


Рис. 1. Схема здания сварочного цеха М 1:400
а - разрез 1-1; б - план на отметке ± 0.000 м

Вариант 1: $l = 21\text{м}$.

Вариант 2: $l = 18\text{м}$.

Приложение А11

Вариант 10

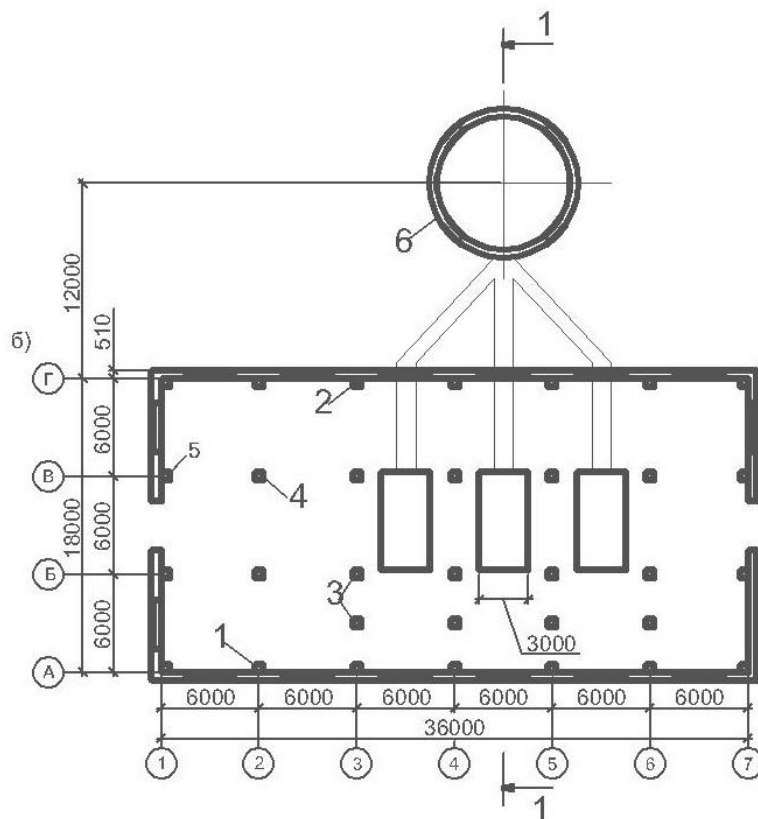
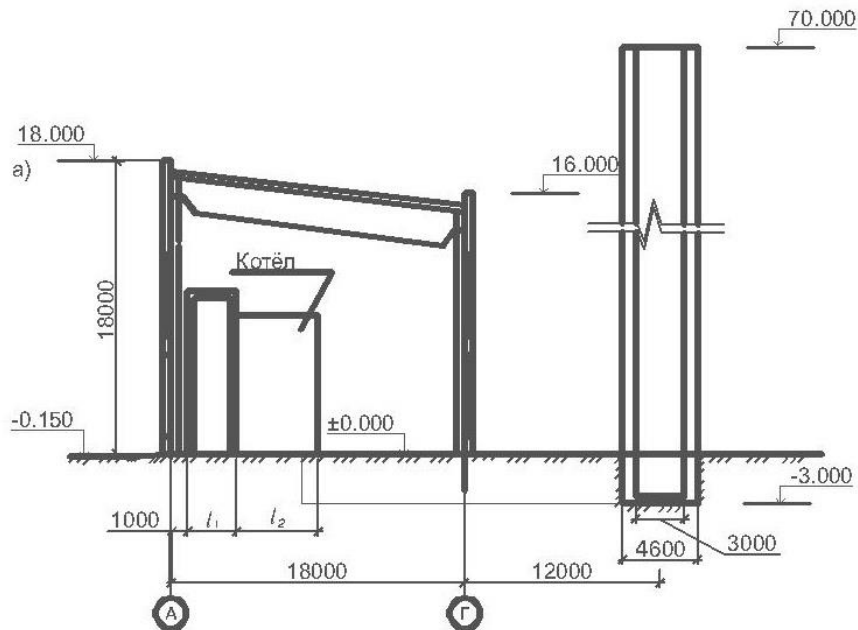


Рис. 1. Схема здания котельной М 1:500
а - разрез 1-1; б - план на отметке 0.000 м

Вариант 1: $l_1 = 4\text{м}$, $l_2 = 6\text{м}$, $H = 50\text{ м}$.

Вариант 2: $l_1 = 3\text{м}$, $l_2 = 5\text{м}$, $H = 70\text{ м}$.

Приложение А12

Вариант 1

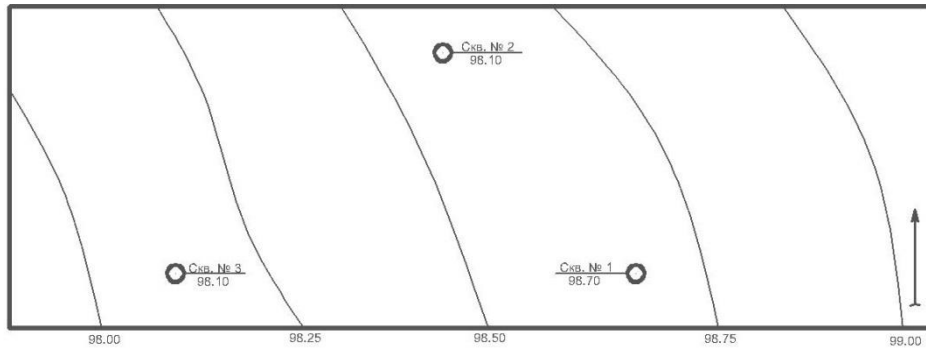


Рис. План строительной площадки № 1
М 1:2000

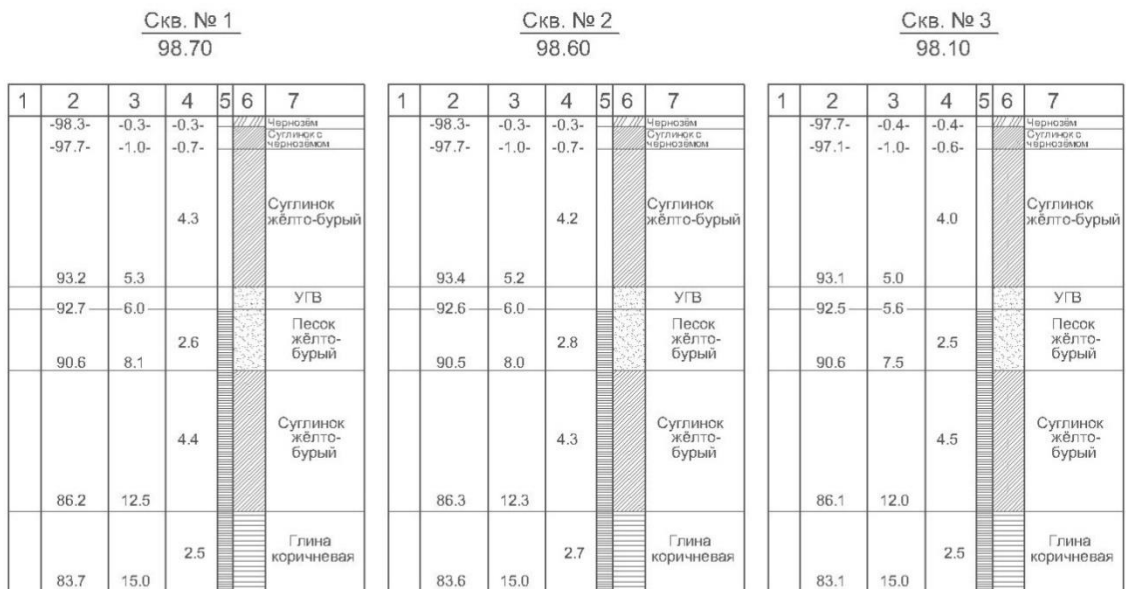


Рис Геологическая колонка.
(вариант 1)

Вариант 1

№ образца грунта	№ скважины	Глубина от поверхности, м	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм					$\gamma_s, \text{т/м}^3$	$\gamma, \text{т/м}^3$	W	W _L	W _P	$m_0, \text{кг/м}^3 * 10^{-5}$	K _ф , м/сут
			9,0 0,5	0,5 0,25	0,25 0,10	0,10 0,005	< 0,005							
1	1	2,0	0,5	0,5	8,0	66,0	25,0	2,70	1,93	0,23	0,30	0,18	3	0,04
2	1	4,0	0,2	0,6	7,2	76,0	16,0	2,71	1,95	0,24	0,31	0,16	3	0,04
3	2	7,0	1,0	11,0	23,0	34,0	31,0	2,74	1,88	0,36			1	8,00
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	

Приложение А13
Вариант 2

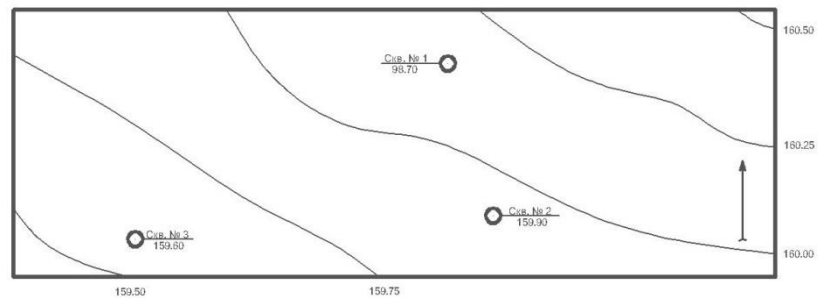


Рис. План строительной площадки № 2
М 1:2000

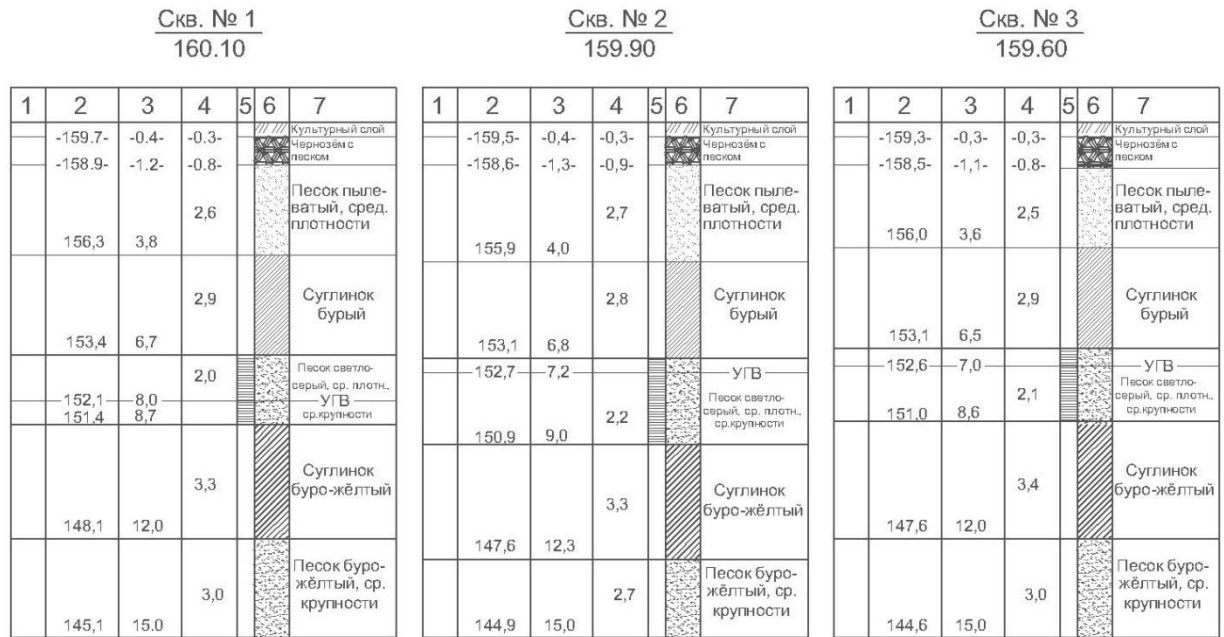


Рис Геологическая колонка.
(вариант 2)

№ образца	№ скважины	Глубина от поверхности	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм						$\tau_s, \tau/\text{M}^3$	$\tau, \tau/\text{M}^3$	W	W _L	W _P	$m_0, \text{кПа}^{-1} \cdot 10^{-5}$	K _ф , м/сут
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	<							
			2,0	0,5	0,25	0,10	0,005	0,005							
2	1	2,0		4,0	20,0	46,0	29,0	1,0	2,66	1,90	0,14			5	0,50
3	1	4,5	3,0	5,0	8,0	18,0	54,0	12,0	2,69	1,82	0,24	0,33	0,19	6	0,01
4	2	6,0	4,0	3,0	8,0	18,0	48,0	19,0	2,69	1,84	0,11			6	0,01
5	2	7,8	2,0	22,0	32,0	15,0	28,0	1,0	2,65	2,00	0,25	0,35	0,20	5	5,00
6	3	9,5		6,0	10,0	15,0	47,0	22,0	2,69	1,98	0,16			8	0,01

Приложение А14
Вариант 3

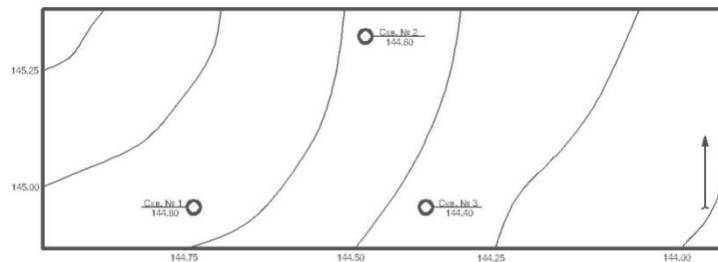


Рис. План строительной площадки № 3
М 1:2000

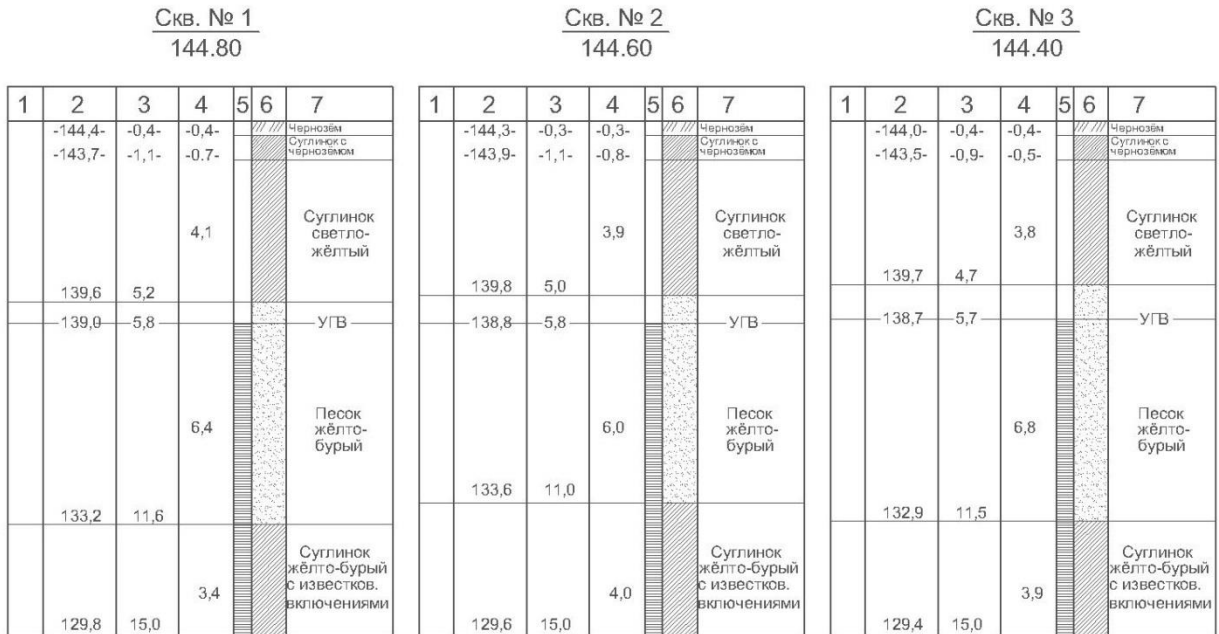


Рис Геологическая колонка.
(вариант 3)

№ обозначения грунта	№ скважины	Глубина от поверхности, м	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм					τ _S , т/м ³	τ, т/м ³	W	W _L	W _P	m ₀ , кПа ⁻¹ * 10 ⁻⁵	K _ф , м/сут
			2,0	0,5	0,25	0,10	<							
			0,5	0,25	0,10	0,009	0,005							
1	1	2,0	0,5	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	75,0	15,0	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	0,29	0,18	3	12,0
4	2	9,0	0,5	10,5	4,0	14,0	32,0	2,75	2,01	0,26			3	13,0
5	3	13,0	1,0	2,0	11,0	74,0	12,0	2,71	1,98	0,27	0,30	0,18	9	0,04

Приложение А15
Вариант 4

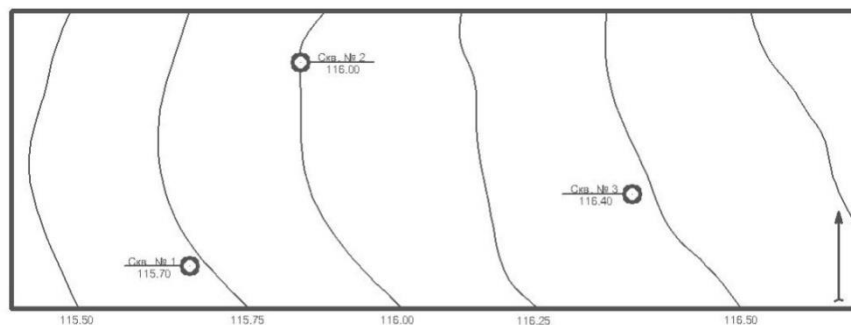


Рис. План строительной площадки № 4
М 1:2000

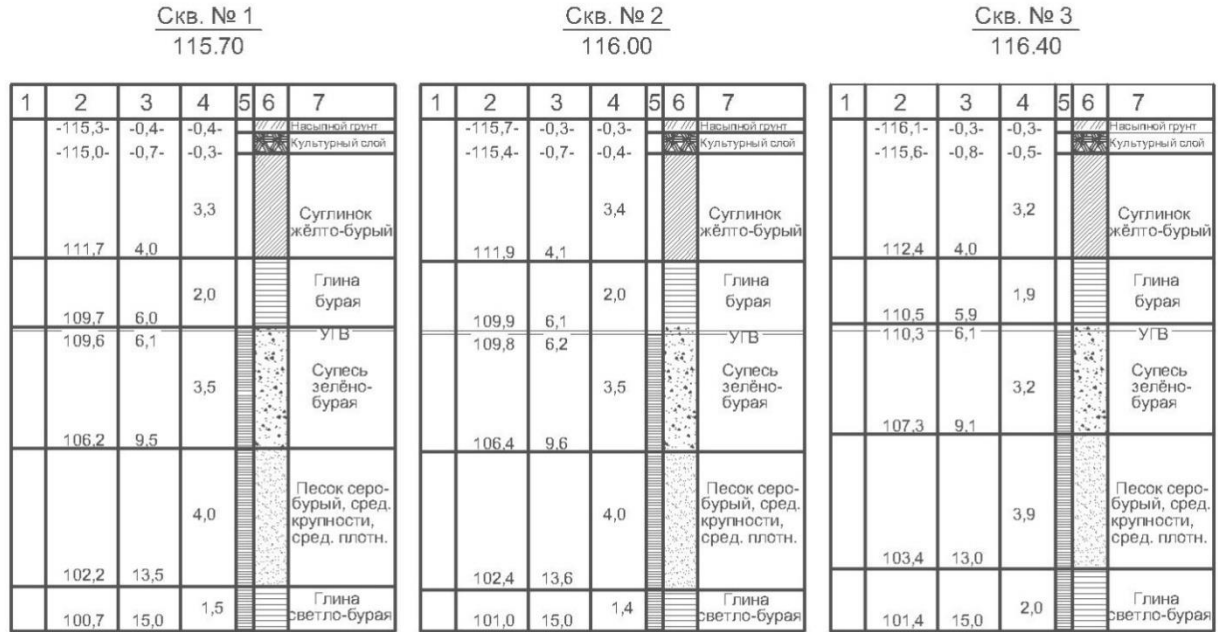


Рис Геологическая колонка.
(вариант 4)

№ образца грунта	№ скважины	Глубина от поверхности, м	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм							$\Sigma S, \text{т/м}^3$	$\Sigma, \text{т/м}^3$	W	W _L	W _P	$m_{0r}, \text{кг/л} \cdot 10^{-5}$	$K_{\phi}, \text{м/сут}$
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	0,05	< 0,005							
			0,5	0,25	0,10	0,005	0,005									
1	1	2,0		5,0	16,0	20,0	49,0	10,0	2,72	1,85	0,26	0,30	0,19	7	0,01	
2	1	3,5		3,0	15,0	23,0	47,0	12,0	2,72	1,86	0,25	0,31	0,20	7	0,01	
3	2	5,0		1,0	10,0	10,0	46,0	33,0	2,74	1,88	0,30	0,42	0,23	1		
4	2	7,0		6,0	10,0	40,0	41,0	3,0	2,67	2,17	0,15			6	0,50	
5	3	10,5	5,0	28,0	27,0	20,0	19,0	1,0	2,65	2,00	0,18	0,40	0,12	5	5,00	

Приложение А16
Вариант 5

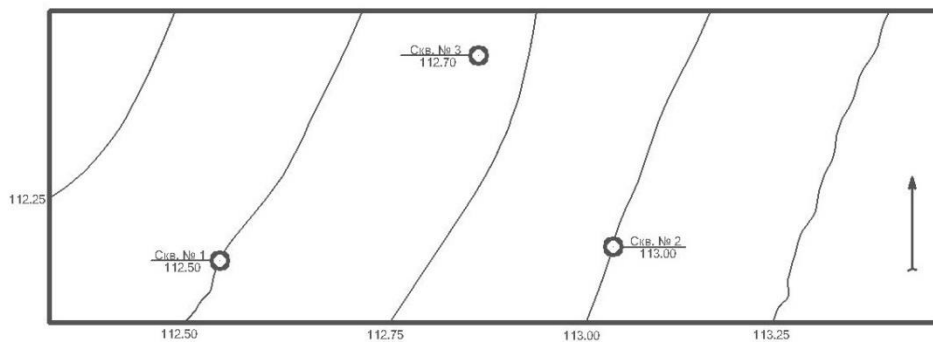


Рис План строительной площадки № 5
М 1:2000

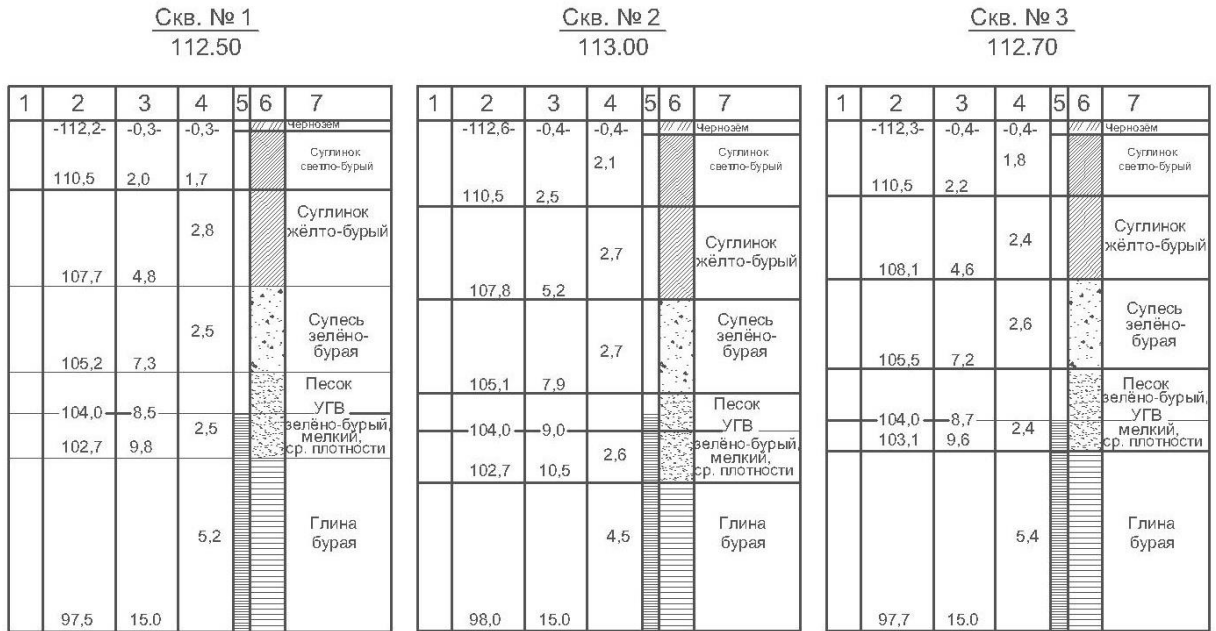


Рис Геологическая колонка .
(вариант 5)

№ образца грунта	№ скважины	Глубина от поверхности, м	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм							$\rho_s, \text{т/м}^3$	$\rho, \text{т/м}^3$	W	W _L	W _P	m _о , кПа	K _ф , м/сут
			10, 0	2,0 0,5	0,5 0,25	0,25 0,10	0,1 0,005	< 0,005								
			2,0													
1	1	1,5		2,5	5,0	20,0	47,0	25,5	2,71	1,82	0,22	0,32	0,18	1	0,04	
2	1	3,5		10,0	10,0	15,0	45,0	20,0	2,70	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	4,00	
4	2	9,0	4,0	13,0	23,0	40,0	19,0	1,0	2,66	1,98	0,26			7	5,00	
5	3	13,0		1,0	3,0	9,0	56,0	31,0	2,74	2,00	0,27	0,43	0,23	3		

Приложение А17
Вариант 6

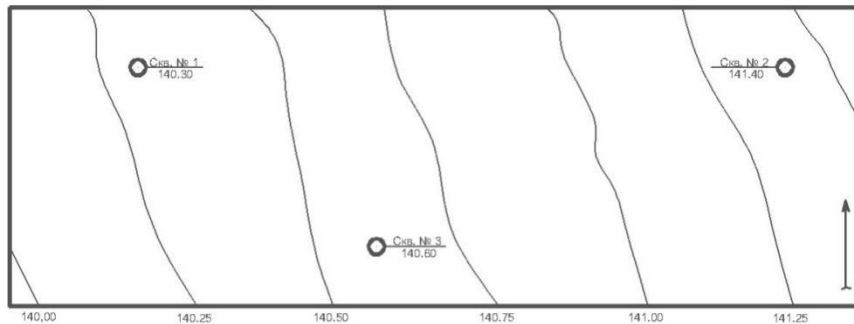


Рис План строительной площадки № 6
М 1:2000

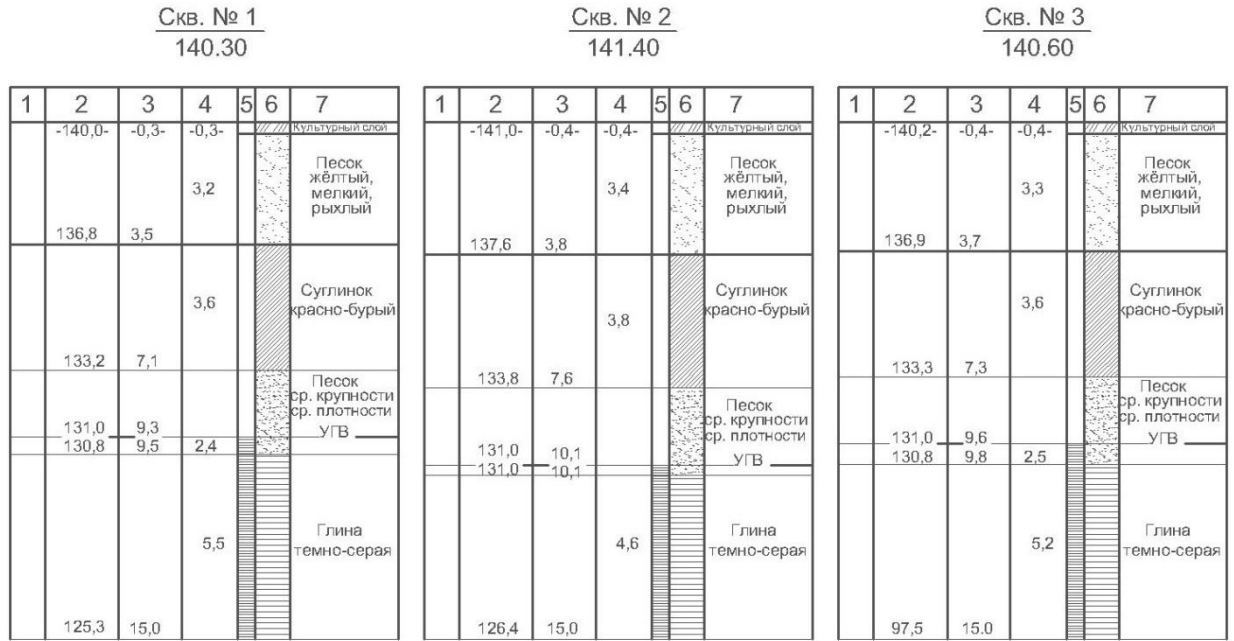


Рис Геологическая колонка.
(вариант 6)

№ образца грунта	№ скважины	Глубина от поверхности, м	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм						$\rho_s, \text{т/м}^3$	$\rho, \text{т/м}^3$	W	W _L	W _p	m _о , %/та	K _ф , м/сут
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	< 0,005							
1	1	2,0							1,70						
2	1	4,0	1,2	17,0	20,0	45,0	16,2	0,6	2,66	1,94	0,12			1	1,00
3	2	6,0		0,8	1,2	13,0	67,0	18,0	2,71	1,78	0,27	0,32	0,19	9	0,01
4	2	9,0	1,2	25,8	29,0	39,0	4,8	0,2	2,66	2,00	0,25			5	5,00
5	3	12,0		1,6	1,5	2,8	52,0	42,1	2,73	1,92	0,32	0,47	0,26	2	

Приложение А18
Вариант 7

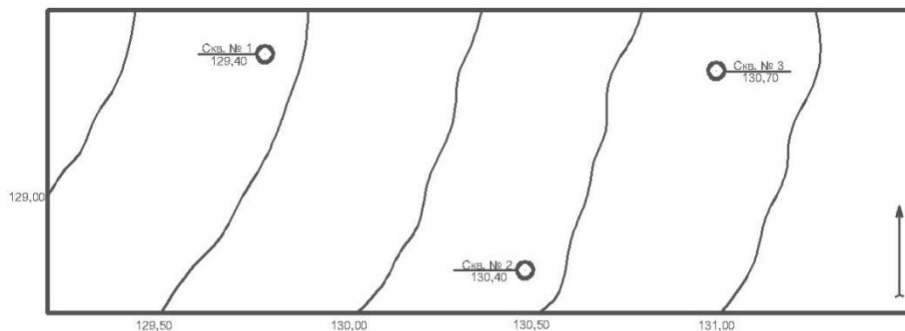


Рис План строительной площадки № 7
М 1:2000

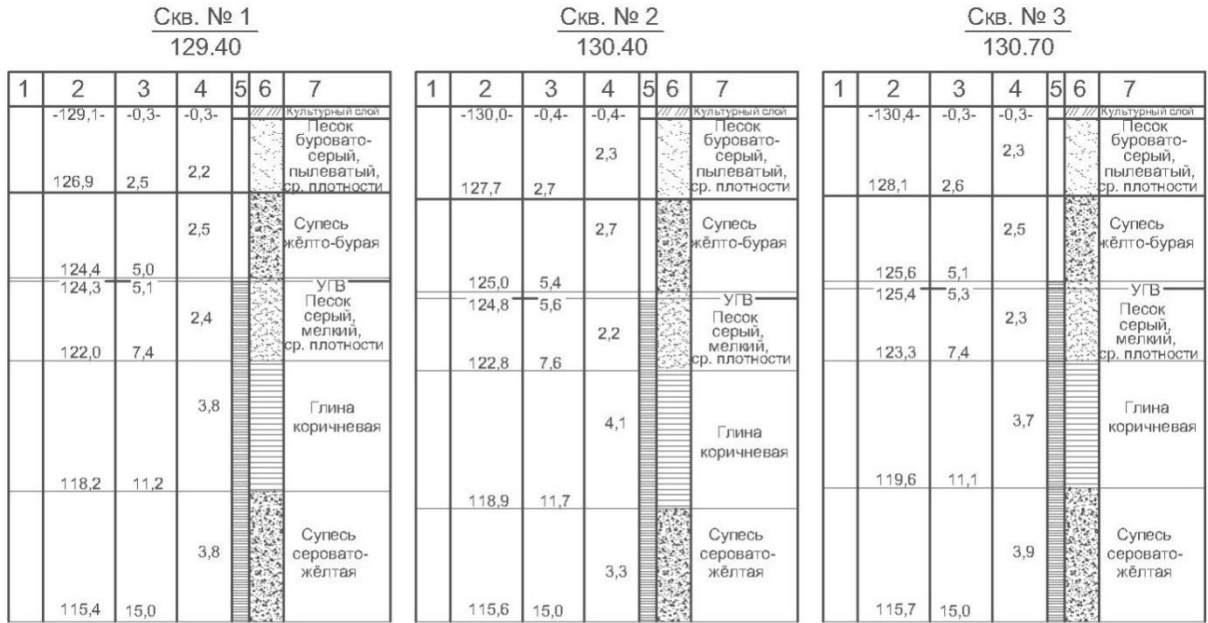


Рис Геологическая колонка.
(вариант 7)

№ образца грунта	№ скважины	Глубина от поверхности, м	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм						$\rho_s, \text{т/м}^3$	$\rho, \text{т/м}^3$	W	W _L	W _p	m _о , кг/л	K _ф , м/сут
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	<							
			0,5	0,25	0,10	0,005	0,005								
1	1	2,0	2,0	20,0	25,0	20,0	32,0	1,0	2,66	1,83	0,15			7	0,90
2	1	3,5		3,0	11,0	36,5	44,0	5,5	2,68	1,89	0,15	0,19	0,12	7	4,00
3	2	3,3		2,8	9,5	76,9	10,6	0,2	2,66	2,00	0,23			7	4,00
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	1,00

Приложение А19
Вариант 8

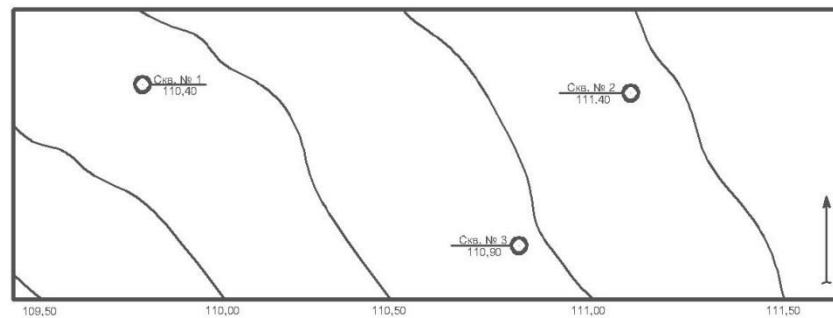


Рис План строительной площадки № 8
М 2000

Скв. № 1
110.40

Скв. № 2
111.40

Скв. № 3
110.90

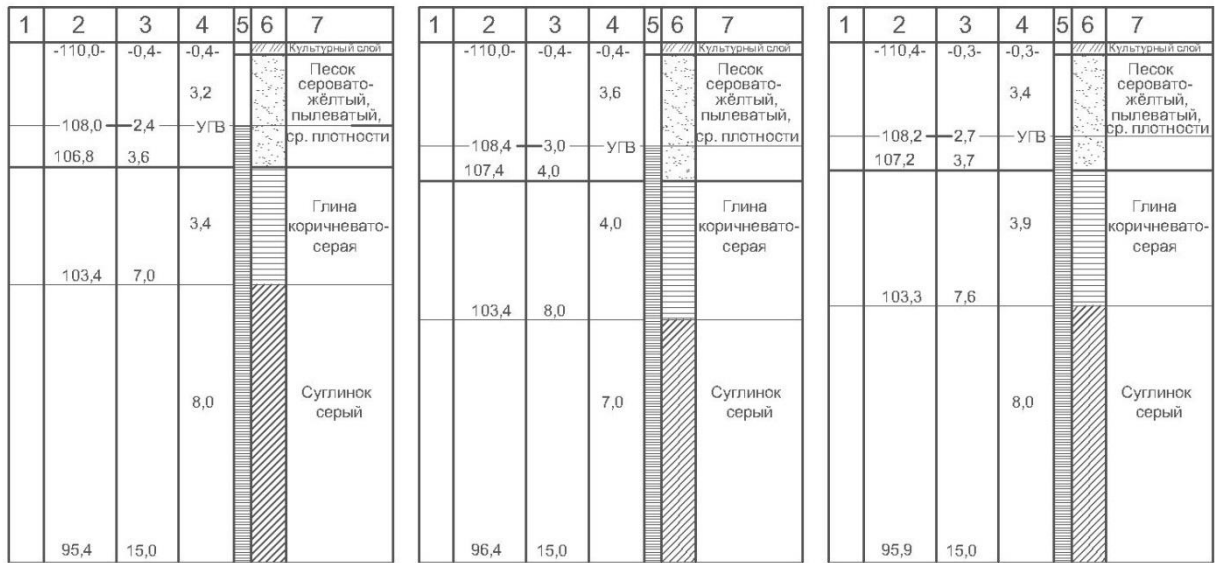


Рис Геологическая колонка.
(вариант 8)

№ обр. грунта	№ скважины	Глубина от поверхности	Гранулометрический состав в процентах массе при диаметре частиц, мм					ρ_s тс/м ³	ρ тс/м ³	W	W _L	W _p	m ₀ кПа ⁻¹ 10 ⁻⁵	K _ф М/су т.
			2,0	0,50	0,25	0,10	0,005							
			0,5	0,25	0,10	0,005	<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	45,0	46,0	4,0	2,65	2,2	0,20			8	0,5
2	1	3,0	5,0	6,0	50,0	38,0	1,0	2,66	2,00	0,25			8	0,5
3	2	5,5	0,5	0,5	5,0	62,0	32,0	2,75	2,00	0,27	0,40	0,20	1	
4	3	8,5	16,0	10,0	18,0	31,0	25,0	2,70	2,10	0,20	0,22	0,14	7	0,01
5	3	12,0	13,0	14,0	17,0	31,0	25,0	2,69	2,08	0,21	0,24	0,14	7	0,01

Приложение А20
Вариант 9

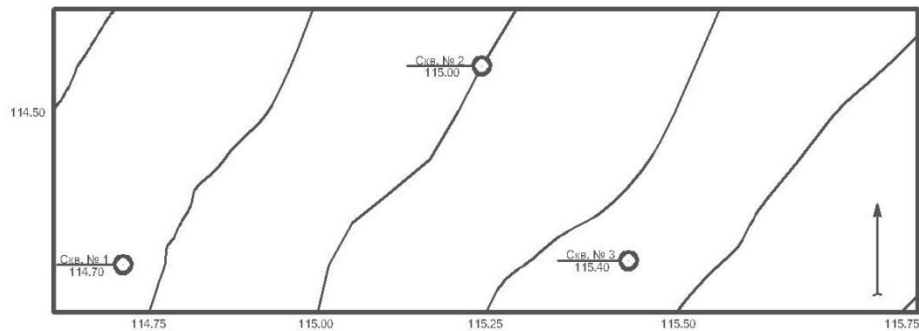


Рис План строительной площадки № 9
М 1:2000

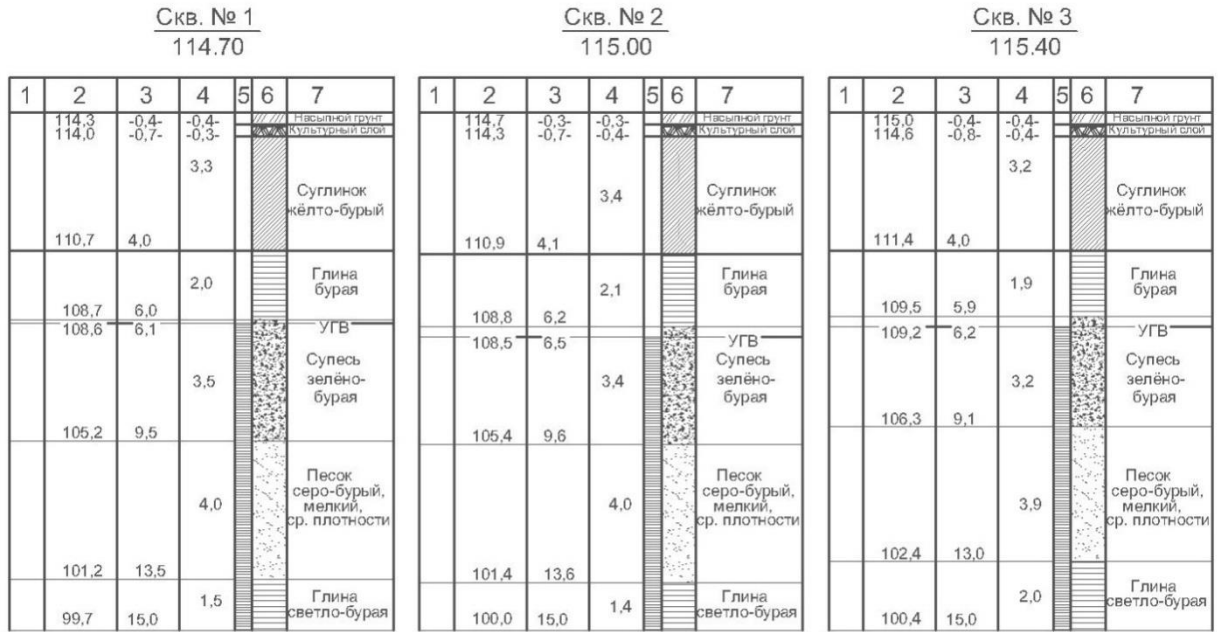


Рис Геологическая колонка.
(вариант 9)

№ образца	№ скважины	Глубина от поверхности, м	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм						ρ_s , т/м ³	ρ , т/м ³	W	W _L	W _P	$m_{0,075}$ кПа I-10 ⁻⁵	K _ф , МПа/с
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	<							
			2,0	0,5	0,25	0,10	0,005	0,005							
1	1	2,5		0,1	0,9	20,0	61,0	18,0	2,70	1,93	0,23	0,30	0,18	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	8,0	8,0	75,0	8,0	2,67	2,18	0,15	0,16	0,10	6	4,00
4	2	11,0	1,0	14,0	21,0	40,0	23,5	0,5	2,66	2,00	0,25			7	3,00
5	3	14,3		1,0	1,0	2,0	54,0	42,0	2,74	2,00	0,27	0,44	0,24	4	

Приложение А21
Вариант 10

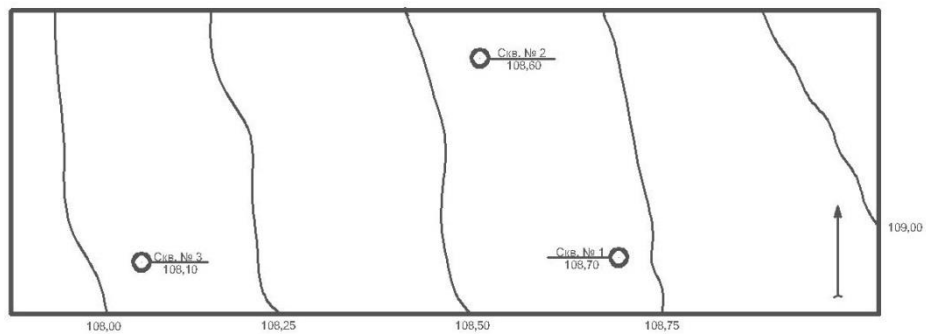
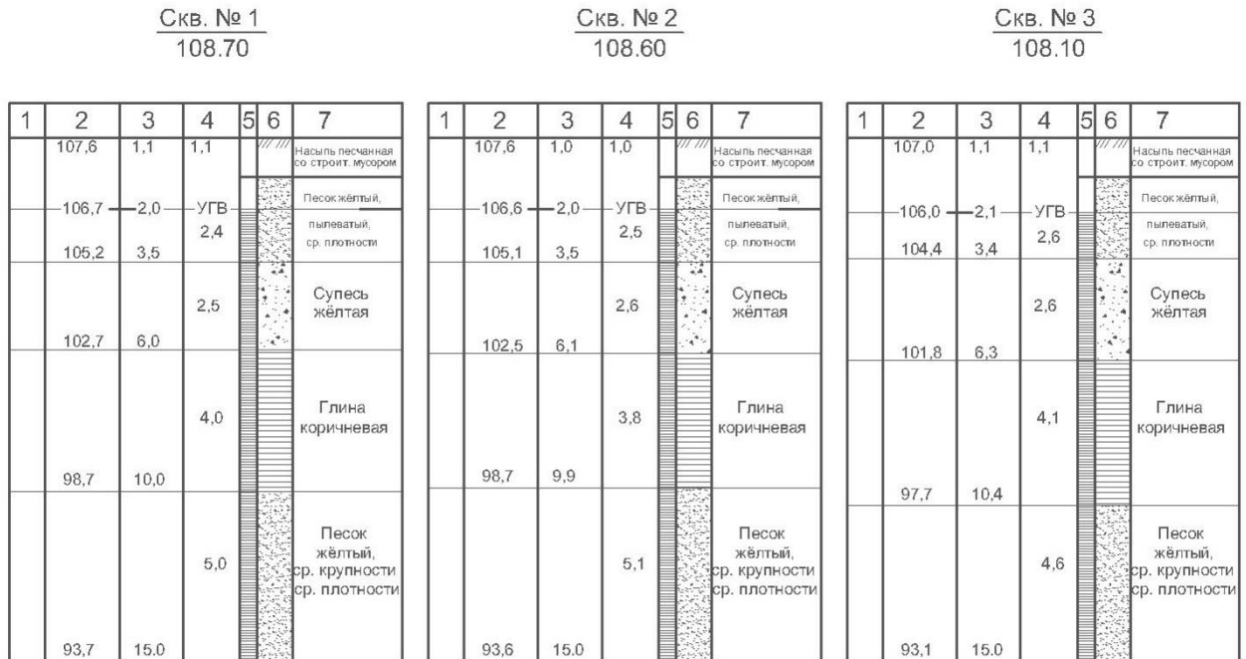


Рис План строительной площадки № 10
М 1:2000



**Рис Геологическая колонка.
(вариант 10)**

№ образца грунта	№ скважины	Глубина от поверхности, м	Гранулометрический состав в процентах по массе при диаметре частиц в мм						γ_s , т/м ³	γ , т/м ³	W	W _L	W _P	m_{sp} , кПа	K _{фр} , М/сут
			10,0	2,0	0,5	0,25	0,10	<							
1	1	1,8	1,0	21,0	25,0	20,0	32,5	0,5	2,65	1,80	0,12			6	0,50
2	1	2,5	0,5	19,5	27,0	18,0	33,0	2,0	2,66	2,00	0,25			7	5,00
3	2	5,0		6,0	6,0	18,0	64,0	6,0	2,67	2,08	0,19	0,21	0,15	9	5,00
4	2	7,5		3,0	2,0	5,0	53,0	37,0	2,74	2,01	0,27	0,44	0,24	3	
5	3	12,0	4,0	23,0	24,0	30,0	17,0	2,0	2,64	1,99	0,26			5	10,0

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, пылевато-глинистые 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 ρ , плотность твердых частиц ρ_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.

Таблица 1.1
Классификация твердых частиц

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		

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 ρ_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: γ_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	$e < 0,6$	$0,6 < e < 0,8$	$e > 0,8$

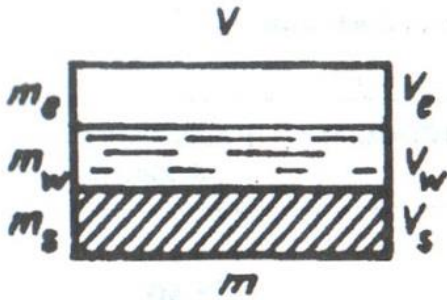


Рис. 1.5. Составные части образца грунта.

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	$I_L > 1$

Сопротивление 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 A . По данным испытаний строят график, изображенный на рис. 1.6, б. Значение находят по следующей формуле:

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

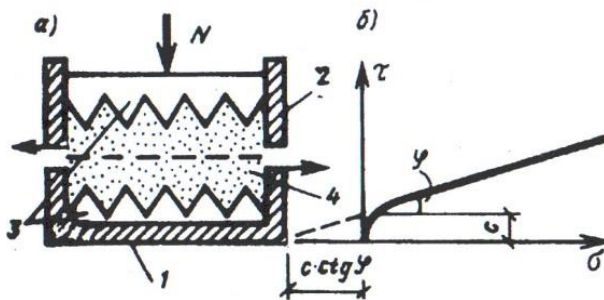


Рис. 1.6. Прибор для испытания грунта на сдвиг (а) и кривая сопротивления грунта сдвигу (б): 1 - неподвижная обойма; 2 - подвижная обойма; 3 - фильтрующие пластины; 4 - образец грунта.

где σ - нормальное напряжение; φ - 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 одомером (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 днища 4 с отверстиями. При испытаниях полностью водонасыщенного грунта одометр помещают в ванночку с водой, а при испытаниях неполностью 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 .

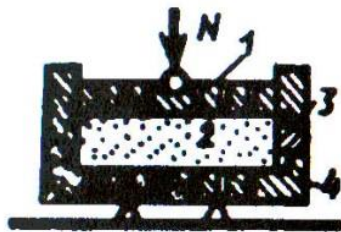


Рис. 1.7. Схема испытания образца грунта на сжатие в одометре.

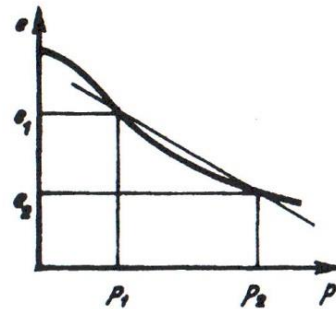


Рис. 1.8. Компрессионная кривая.

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 β — безразмерный коэффициент, зависящий от коэффициента общей относительной поперечной деформации ν и определяемый по формуле

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

Значения коэффициентов ν и β для различных видов грунтов приведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7.

Значения ν и β для различных грунтов

Грунты	ν	β
--------	-------	---------

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

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

где ω — коэффициент, принимаемый для круглых жестких штампов равным 0,8; d — диаметр штампа; ν — коэффициент общей относительной поперечной деформации грунта (коэффициент Пуассона); Δ_p — приращение давления на штамп; Δ_s — приращение осадки штампа.

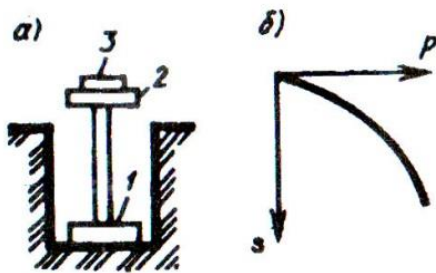


Рис. 1.9. Установка для испытания грунта статической нагрузкой в шурфе (а) и зависимость осадки от нагрузки (б): 1 - штамп; 2 - платформа; 3 - нагрузка.

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.

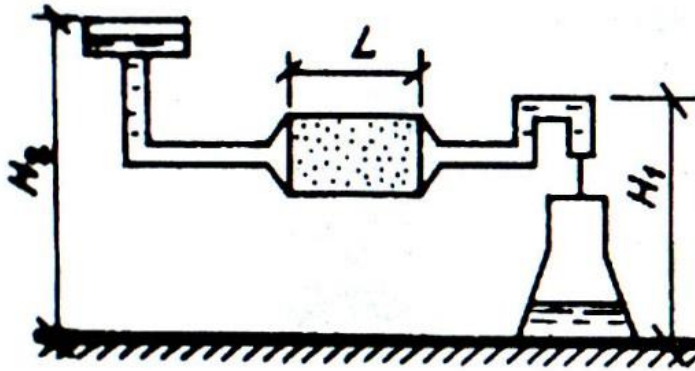


Рис. 1.10. Установка для определения коэффициента фильтрации.

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.

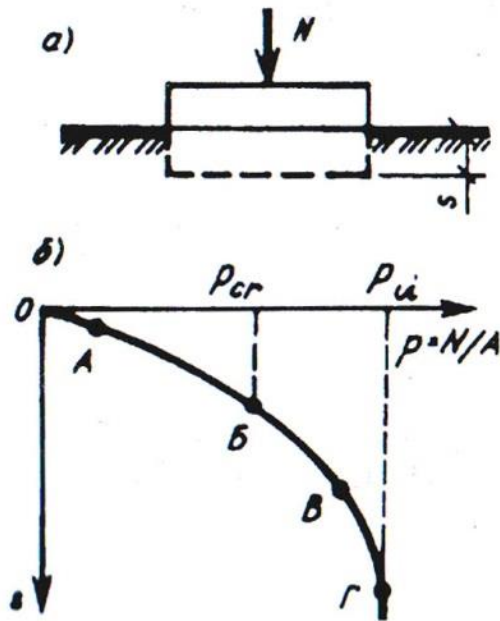


Рис. 1.11. Взаимодействие штампа с основанием (а) и кривая изменения осадки (б).

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.

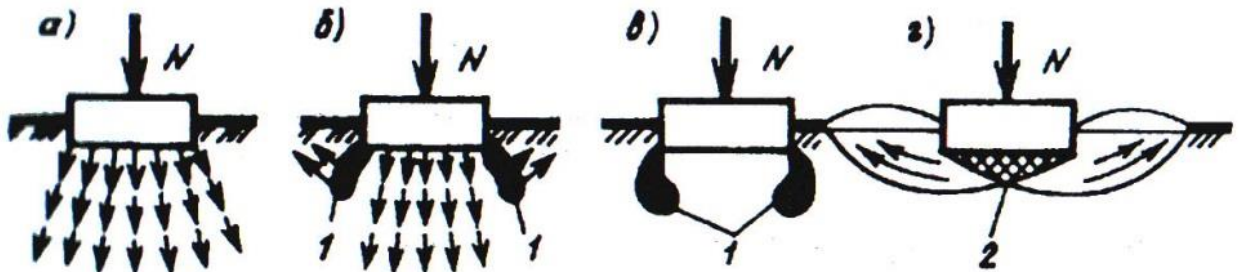


Рис. 1.12. Развитие деформаций в грунтах основания: а – при уплотнении; б – при развитии местных областей сдвига; в – при наступлении предельного состояния; г – при потере устойчивости основания; 1 - зоны пластических деформаций; 2 - упругое жесткое ядро.

При увеличении нагрузки на участке $BВ$ (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 $BВ$ 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 погранулометрическому 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

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



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, %, на границе		Плотность, кг/м ³		Влажность, %, w	Коэффициент фильтрации k, м/с	Коэффициент относительной сжимаемости m _v , МПа ⁻¹	Модуль общей деформации E, МПа
			текучести w _L	раскатывания w _p	твердых частиц P _s	естественная P				
Площадка № 1 (пример 1)										
1	1	1,5	0	0	2680	1850	15	7·10 ⁻⁹	0,0493	10
2	1	4	18	13	2720	1950	16	2·10 ⁻¹¹	0,0435	12
3	2	6	0	0	2620	2000	22	8·10 ⁻⁹	0,0231	18
4	2	10	36	22	2780	2000	28	2·10 ⁻⁹	0,0207	14
Площадка № 2 (пример 2)										
5	3	3,5	0	0	2660	2000	22	8·10 ⁻⁹	0,0296	10
6	3	6,5	32	19	2700	1870	25	5·10 ⁻¹⁰	0,0517	12
7	4	10	43	23	2750	2000	27	3·10 ⁻¹¹	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.

Приложение БЗ

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

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 влажные и насыщенные водой	0,4 0,3	0,3 0,2
Пылеватые: маловлажные влажные насыщенные водой	0,3 0,2 0,15	0,25 0,15 0,1

Приложение Б5

Условные расчетные сопротивления пылевато-глинистых грунтов

Пылевато-глинистые грунты	Коэффициент пористости e	R_0 , МПа, при показателю 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 φ_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	-	-
	φ_n	43	40	38	-
	E	50	40	30	-
Средней крупности	c_n	0,003	0,002	0,001	-
	φ_n	40	38	35	-
	E	50	40	30	-
Мелкие	c_n	0,006	0,004	0,002	-
	φ_n	38	36	32	28
	E	48	38	28	18
Пылеватые	c_n	0,008	0,006	0,004	0,002
	φ_n	36	34	30	26
	E	39	28	18	11

Приложение Б7

Нормативные значения модуля деформации пылевато-глинистых 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	-	-
	φ_n	43	40	38	-
	E	50	40	30	-
Средней крупности	c_n	0,003	0,002	0,001	-
	φ_n	40	38	35	-
	E	50	40	30	-
Мелкие	c_n	0,006	0,004	0,002	-
	φ_n	38	36	32	28
	E	48	38	28	18
Пылеватые	c_n	0,008	0,006	0,004	0,002
	φ_n	36	34	30	26
	E	39	28	18	11

Приложение Б8

Нормативные значения удельных сцеплений c_n , углов внутреннего трения φ_n , град. и модулей деформации E , песчаных 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 Б9

Нормативные значения удельных сцеплений c_n , и углов внутреннего трения φ_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	0,02	0,01	0,01	0,01	-	-	-	
	φ_n	1	7	5	3	-	-	-	
	c_n	30	29	27	24	0,00	-	-	
	φ_n	0,01	0,01	0,01	0,01	9	-	-	
	c_n	9	5	3	1	18	-	-	
	φ_n	28	26	24	21	-	-	-	
Суглинки: $0 \leq I_L \leq 0,25$ $0,25 < I_L \leq 0,5$ $0,5 < I_L \leq 0,75$	c_n	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	-	
	φ_n	7	7	1	5	2	9	-	
	c_n	26	25	24	23	22	20	-	
	φ_n	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	-	
	c_n	9	4	8	3	8	5	0,01	
	φ_n	24	23	22	21	19	17	2	
	c_n	-	-	0,02	0,02	0,01	0,01	12	
	φ_n	-	-	5	18	6	4	-	
Глины: $0 \leq I_L \leq 0,25$ $0,25 < I_L \leq 0,5$ $0,5 < I_L \leq 0,75$	c_n	-	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	
	φ_n	-	1	8	4	7	1	6	
	c_n	-	21	20	19	18	16	14	
	φ_n	-	-	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	
	c_n	-	-	7	17	3	7	2	
	φc_n	-	-	18	0,04	16	14	11	
	$\varphi n n$	-	-	0,04	1	0,03	0,03	0,02	
	c_n	-	-	5	14	6	3	9	
	φ_n	-	-	15	-	12	19	7	

Приложение Б10

Значение коэффициентов условий работы γ_{c1} и γ_{c2}

Грунты	γ_{c1}	γ_{c2} для зданий и сооружений с жесткой конструктивной схемой при L/H	
		≥ 4	$\leq 1,5$
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: $I_L \leq 0,25$ $0,25 < I_L \leq 0,5$ $I_L > 0,5$	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 γ_{c2} определяется интерполяцией.

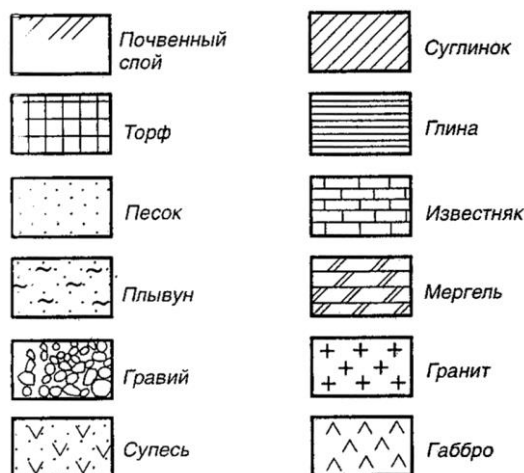
Приложение Б11

Значение коэффициентов M_γ , M_q , M_c

$\varphi_{\text{п}}$ град	M_γ	M_q	M_c	$\varphi_{\text{п}}$ град	M_γ	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



Приложение В1

Предельные деформации

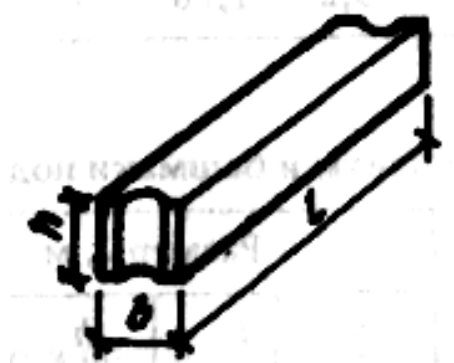
Сооружения	Предельные деформации основания		
	относительная разность осадок ($\Delta s/L$) _и	крен i_w	средняя осадка $s_{и}$, см
1. Производственные и гражданские одноэтажные и многоэтажные здания с полным каркасом: железобетонным стальным	0,002	-	(8)
	0,004	-	(12)
2. Здания и сооружения, в конструкциях 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	0,005	10
	0,002	0,005	10
	0,0024	0,005	15
4. Элеваторы из железобетонных конструкций: рабочее здание и силовой корпус монолитной конструкции на одной фундаментной плите	-	0,003	40

то же, сборной конструкции	-	0,003	30
отдельно стоящий силосный корпус монолитной конструкции	-	0,004	40
то же, сборной конструкции	-	0,004	30
отдельно стоящее рабочее здание	-	0,004	25
5. Дымовые трубы высотой, м:			
$H \leq 100$	-	0,005	40
$100 < H \leq 200$	-	$1/2H$	30
$200 < H \leq 300$	-	$1/2H$	20
$300 < H$	-	$1/2H$	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 $s_{max,u}$

Приложение В2

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





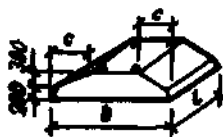
Марка блока	b	l	h	Масса
ФБС	0,3	2,38	0,58	980
	0,3	0,88	0,58	320
	0,4	2,38	0,58	1300
	0,4	0,88	0,58	420
	0,5	2,38	0,58	1630
	0,5	0,88	0,58	520
	0,6	2,38	0,58	1960
	0,6	0,88	0,58	620
	0,4	1,18	0,28	320
	0,5	1,18	0,28	4400
	0,6	1,18	0,28	490

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	-

Приложение В3



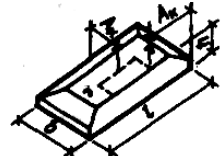
Плиты железобетонные для ленточных фундаментов

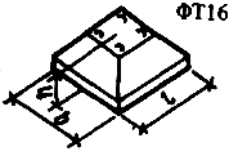

Схема плиты	Марка плиты	Размеры, м				Объем бетона, м ³	Масса плиты, кг
		b	l	h	c		
	ФЛ6.24	0,6	2,38	0,3	-	0,415	1070
	ФЛ6.12		1,18	0,3	-	0,205	530
	ФЛ8.24	0,6	2,38	0,3	-	0,557	1430
	ФЛ8.12	0,8	1,18	0,3	-	0,274	710
			0,8				
	ФЛ10.24	1	2,38	0,3	0,2	0,608	1580
	ФЛ10.12	1	1,18	0,3	0,2	0,3	790
	ФЛ12.24	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

Приложение В4

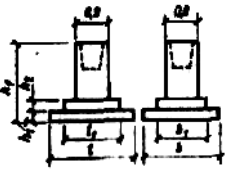
Фундаментные плиты и башмаки под колоны зданий

Схема плиты	Марка плиты	Размеры, м			Давление на грунт от нормативных нагрузок, МПа	Допускаемый вылет консоли, А _к , м	Объем, м 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
		1,19	2,4	0,3	0,35	0,4	0,86
		1,19	2,8	0,3	0,3	0,5	0,1

	ФП24-12 ФП28-12 ФП32-12	1,19	3,2	0,3	0,25	0,7	1,14
	ФТ16-18	1,6	1,8	0,58			
	СБ8-8 СБ12-12	0,78 1,18	0,78 1,18	0,58 0,58	- -	- -	0,35 0,81

Приложение В5

Размеры фундаментов под колонны каркасных зданий

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

	ФА8-3	2,7	2,4	1,8	1,5	0,3	0,3	2,4	4,2
	ФА8-4							3	4,7
	ФА8-5							3,6	5,2
	ФА8-6							4,2	5,7
	ФА9-1							1,5	3,8
	ФА9-2							1,8	4,1
	ФА9-3							2,4	4,6
	ФА9-4	3	2,4	2,1	1,5	0,3	0,3	3	5
	ФА9-5							3,6	5,5
	ФА9-6							4,2	6

Приложение В6

Сборочные фундаменты

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

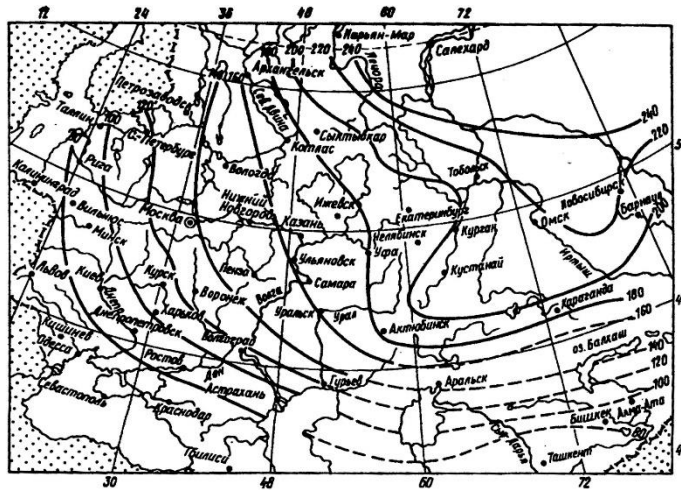
Приложение Г2

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 показателе 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 грунта должны залегать до глубины 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 α для фундаментов								
$\xi = 2z/b$	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 α принимаются как для круглых фундаментов радиусом $r = \sqrt{A/\pi}$.

3. Для промежуточных значений ζ и η коэффициент α 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	k_m при ширине фундамента b , м, равной		
	$b < 10$	$10 \leq b \leq 15$	$b > 15$

грунта основания E , МПа			
<10	1	1	1
≥ 10	1	1,35	1,5

Приложение Д4

Значения k

$\xi=2z/b$	k для фундаментов							
	круглых	прямоугольных с соотношением сторон $\eta = l/b$, равным						ленточных при $\eta \geq 10$
		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

Приложение Е1

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	-
	пылевато-глинистых 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>	3	<u>3,1</u>	<u>2</u>	1,1	0,6
		4		2			
4	8,3	<u>6,8</u>	3,8	<u>3,2</u>	<u>2,1</u>	1,25	0,7
		5,1		2,5			
5	8,8	<u>7</u>	4	<u>3,4</u>	<u>2,2</u>	1,3	0,8
		6,2		2,8			
7	9,7	<u>7,3</u>	4,3	<u>3,7</u>	<u>2,4</u>	1,4	0,85
		6,9		3,3			
10	10,5	<u>7,7</u>	5	<u>4</u>	<u>2,6</u>	1,5	0,9
		7,3		3,5			
15	11,7	<u>8,2</u>	5,6	<u>4,4</u>	2,9	1,65	1
		7,5		4			
20	12,6	<u>8,5</u>	6,2	<u>4,8</u>	3,2	1,8	1,1

25	13,4	9	6,8	4,5 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 пылевато – глинистых грунтов.

Приложение Е2

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 плотности	мелких	пылеватых	-	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-	-
пылевато-глинистых 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	0,028	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 γ_{CR}	на боковой поверхности свай γ_{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:	1	0,5
равном стороне квадратной свай	1	0,6
на 5 см меньшем стороны квадратной свай	1	1
на 15 см меньшем стороны 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:	1,2	1
крупные и средней крупности	1,1	1
мелкие	1	1
пылеватые		
пылевато-глинистые с	0,9	0,9
показателем текучести $IL=0,5$:	0,8	0,9
супеси	0,7	0,9
суглинки	1	1
глины		
пылевато-глинистые с показателем текучести $IL \leq 0$		
Погружение молотами любой конструкции полых свай с открытым нижним концом при диаметре		
полости:	1	1
40 см и менее	0,7	1
40 см и более		
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 текучести0,5 и диаметре уширения:	0,9	1
1 м независимо от указанных видов грунта	0,8	1
1,5 м в песках и супесях	0,7	1
1,5 м в суглинках и глинах		

Примечание. Коэффициенты γ_{cr} и γ_{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 _{ПР}	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	-

Критерии для определения оценок

«Отлично» — задания выполнено полностью правильно;

«Хорошо» — задания выполнено полностью, оформлено неаккуратно;

«Удовлетворительно» — задания выполнено полностью, но в отчете незначительные ошибки, не влияющие на конечный результат;

«Неудовлетворительно» — задание не выполнено или допущены ошибки, существенно влияющие на результат.