

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

Учебно-методическое пособие

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2012

УДК 624.131(07)
ББК 38.581.1я73
М55

Составитель: О. М. Преснов

М55 **Механика** грунтов: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. О. М. Преснов. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 1 диск. – Систем. требования: РС не ниже класса Pentium I; 128 Mb RAM; Windows 98/XP/7; Microsoft Word 97-2003/2007. – Загл. с экрана.

Приведены основные сведения о составе, строении и физических свойствах грунтов. Рассматриваются вопросы напряженно-деформированного состояния оснований. Дана подробная методика выполнения контрольных работ по основным разделам дисциплины.

Предназначено для студентов по направлению 270100 «Строительство» заочной формы обучения.

УДК 624.131(07)
ББК 38.581.1я73

© Сибирский
федеральный
университет, 2012

Учебное издание

Подготовлено к публикации редакционно-издательским
отделом БИК СФУ

Подписано в свет 30.03.2012 г, Заказ 6784.

Усл. печ. л. 4,25. Уч.-изд. л. 1,4.596,60Кб

Тиражируется на машиночитаемых носителях.

Редакционно-издательский отдел
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел/факс (391)206-21-49. E-mail rio@sfu-kras.ru
<http://rio.sfu-kras.ru>

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящих методических указаний - дать возможность студентам при освоении курса “Механика грунтов” закрепить и углубить навыки расчета грунтовых оснований. Курс изучается самостоятельно. В процессе изучения теоретической части курса необходимо выполнить две контрольные работы, используя примеры и рекомендации по их решению, а также справочный материал, приведенный в прил. 1-3.

Каждая контрольная работа составлена в тридцати двух вариантах (1-32). Вариант, обозначенный под № 32, студентами не используется. Для него приведены примеры решения задачи. Студент выполняет тот вариант контрольной работы №1 и №2, номер которого совпадает с датой его рождения. Работа оформляется на отдельных листах формата А4. Расчеты сопровождаются графиками и схемами. Масштабные графические построения выполняются на миллиметровой бумаге. Формулы приводятся в общем виде (без пояснения символов) с указанием своего порядкового номера.

Выполненные контрольные работы высылаются в деканат заочного факультета для рецензирования.

Студенты, получившие положительную рецензию, приступают к выполнению лабораторных работ по определению физико-механических характеристик грунтов. Затем сдают зачет по данному курсу.

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольная работа № 1 включает определение классификационных характеристик глинистых и песчаных грунтов, построение суммарной кривой гранулометрического (зернового) состава сыпучего грунта и письменный ответ на вопросы и решений заданий по разделам дисциплины.

Контрольная работа № 2 состоит в построении эпюры вертикальных напряжений от собственного веса грунта, эпюры контактных давлений и определении осадки методом послойного суммирования.

К выполнению работ следует приступить после изучения следующих разделов курса “Механика грунтов”: “Физические и механические свойства грунтов”; “Распределение напряжений в грунте от нагрузок”; “Деформация грунтов”. Рекомендуемая литература приведена в библиографическом списке данного издания.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

ЗАДАЧА 1.1

Определение классификационных характеристик глинистых и песчаных грунтов

В табл.1 указаны физические свойства песчаных и глинистых грунтов. Требуется найти недостающие характеристики и дать полное наименование грунтов согласно ГОСТ 25100-95.

Пример решения задачи

Полное наименование песчаного грунта включает наименование по гранулометрическому составу, плотности сложения, степени заполнения пор водой; глинистого грунта - по числу пластичности и показателю текучести (прил. 2).

По данным табл. 1 прил.2 находим, что песок с размером частиц $d > 0,25\text{мм}$, которых в грунте больше 50 %, является песком средней крупности.

По формулам (1.1) и (1.2) прил.1 определяем коэффициент пористости и коэффициент водонасыщения песка:

$$e = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = 0,727; \quad S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,15 \cdot 2,66}{0,727 \cdot 1} = 0,55.$$

В соответствии с данными табл.2 и табл.3 прил.2 устанавливаем разновидность грунта по коэффициенту пористости и коэффициенту водонасыщения: песок является рыхлым и средней степени водонасыщения. Итак, полное наименование грунта - *песок средней крупности, рыхлый, средней степени водонасыщения*.

Переходим к расчету характеристик глинистого грунта. По числу пластичности J_p определяем вид грунта:

$$J_p = (W_L - W_p) \cdot 100\% = (0,20 - 0,14) \cdot 100\% = 6.$$

По данным табл.5 прил.2 определяем, что грунт с $J_p = 6$ является супесью. Для того, чтобы определить разновидность супеси по показателю текучести J_L , который определяется по формуле

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p},$$

необходимо найти влажность грунта w .

Таблица 1

Вариант	Вид грунта	Плотность скелета грунта $\rho_d, \text{т/м}^3$	Влажность			Число пластичности J_p	Показатель текучести J_L	Коэффициент пористости e	Коэффициент водонасыщения S_r
			W	W_L	W_p				
1	Песок с $d>0,5 \text{ мм} >50\%$	1,66	0,22	-	-	-	-	0,67	
	Глинистый грунт	1,55	-	0,18	0,12	-	-		
2	Песок с $d>0,1 \text{ мм} >75\%$	1,69	0,21	-	-	-	-	0,65	
	Глинистый грунт	1,54	-	0,21	0,13	-	-		
3	Песок с $d>0,25 \text{ мм} >50\%$	1,71	0,11	-	-	-	-	0,49	
	Глинистый грунт	1,42	-	0,19	0,12	-	-		
4	Песок с $d>0,1 \text{ мм} <75\%$	1,68	0,09	-	-	-	-	0,38	
	Глинистый грунт	1,39	-	0,22	0,14	-	-		
5	Песок с $d>0,5 \text{ мм} >50\%$	1,75	0,08	-	-	-	-	0,44	
	Глинистый грунт	1,51	-	0,31	0,21	-	-		
6	Песок с $d>0,25 \text{ мм} >50\%$	1,62	0,07	-	-	-	-	0,45	
	Глинистый грунт	1,49	-	0,30	0,21	-	-		
7	Песок с $d>0,1 \text{ мм} >75\%$	1,75	0,12	-	-	-	-	0,49	
	Глинистый грунт	1,38	-	0,38	0,24	-	-		
8	Песок с $d>0,1 \text{ мм} <75\%$	1,79	0,06	-	-	-	-	0,59	
	Глинистый грунт	1,61	-	0,39	0,21	-	-		
9	Песок с $d>0,25 \text{ мм} >50\%$	1,64	0,05	-	-	-	-	0,51	
	Глинистый грунт	1,63	-	0,41	0,22	-	-		
10	Песок с $d>2 \text{ мм} >25\%$	1,72	0,06	-	-	-	-	0,15	
	Глинистый грунт	1,48	-	0,23	0,11	-	-		
11	Песок с $d>0,1 \text{ мм} >75\%$	1,58	0,14	-	-	-	-	0,74	
	Глинистый грунт	1,34	-	0,25	0,14	-	-		

Продолжение табл. 1

Вариант	Вид грунта	Плотность скелета грунта $\rho_d, \text{т/м}^3$	Влажность			Число пластичности J_p	Показатель текучести J_L	Коэффициент пористости e	Коэффициент водонасыщения S_r
			W	W_L	W_p				
12	Песок с $d>0,5 \text{ мм} >50\%$	1,62	0,14	-	-	-	-	0,62	
	Глинистый грунт	1,57	-	0,28	0,12	-	-		
13	Песок с $d>0,1 \text{ мм} >75\%$	1,63	0,15	-	-	-	-	0,65	
	Глинистый грунт	1,58	-	0,20	0,13	-	-		
14	Песок с $d>0,25 \text{ мм} >50\%$	1,64	0,13	-	-	-	-	0,49	
	Глинистый грунт	1,40	-	0,20	0,12	-	-		
15	Песок с $d>0,1 \text{ мм} <75\%$	1,63	0,09	-	-	-	-	0,38	
	Глинистый грунт	1,30	-	0,20	0,14	-	-		
16	Песок с $d>0,5 \text{ мм} >50\%$	1,71	0,08	-	-	-	-	0,44	
	Глинистый грунт	1,48	-	0,23	0,21	-	-		
17	Песок с $d>0,25 \text{ мм} >50\%$	1,64	0,07	-	-	-	-	0,45	
	Глинистый грунт	1,49	-	0,24	0,21	-	-		
18	Песок с $d>0,1 \text{ мм} >75\%$	1,75	0,12	-	-	-	-	0,49	
	Глинистый грунт	1,38	-	0,28	0,24	-	-		
19	Песок с $d>0,1 \text{ мм} <75\%$	1,69	0,06	-	-	-	-	0,64	
	Глинистый грунт	1,61	-	0,36	0,21	-	-		
20	Песок с $d>0,25 \text{ мм} >50\%$	1,54	0,15	-	-	-	-	0,51	
	Глинистый грунт	1,73	-	0,41	0,22	-	-		
21	Песок с $d>2 \text{ мм} >25\%$	1,62	0,16	-	-	-	-	0,15	
	Глинистый грунт	1,48	-	0,15	0,11	-	-		
22	Песок с $d>0,1 \text{ мм} >75\%$	1,58	0,21	-	-	-	-	0,64	
	Глинистый грунт	1,34	-	0,30	0,14	-	-		

Окончание табл. 1

Вариант	Вид грунта	Плотность скелета грунта ρ_{ds} , т/м ³	Влажность			Число пластичности J_p	Показатель текучести J_L	Коэффициент пористости e	Коэффициент водонасыщения S_r
			W	W_L	W_p				
23	Песок с $d > 0,5$ мм >50%	1,56	0,19	-	-	-	-	0,63	
	Глинистый грунт	1,33	-	0,24	0,18	-	-		
24	Песок с $d > 2$ мм >25%	1,73	0,07	-	-	-	-	0,32	
	Глинистый грунт	1,44	-	0,31	0,21	-	-		
25	Песок с $d > 0,5$ мм >50%	1,6	0,18	-	-	-	-	0,23	
	Глинистый грунт	1,6	-	0,33	0,28	-	-		
26	Песок с $d > 2$ мм >25%	1,74	0,08	-	-	-	-	0,21	
	Глинистый грунт	1,63	-	0,29	0,19	-	-		
27	Песок с $d > 0,25$ мм >50%	1,56	0,15	-	-	-	-	0,33	
	Глинистый грунт	1,55	-	0,31	0,16	-	-		
28	Песок с $d > 0,1$ мм <75%	1,72	0,05	-	-	-	-	0,54	
	Глинистый грунт	1,41	-	0,29	0,17	-	-		
29	Песок с $d > 0,1$ мм >75%	1,63	0,08	-	-	-	-	0,69	
	Глинистый грунт	1,42	-	0,28	0,19	-	-		
30	Песок с $d > 0,5$ мм >50%	1,59	0,16	-	-	-	-	0,51	
	Глинистый грунт	1,48	-	0,26	0,14	-	-		
31	Песок с $d > 2$ мм >25%	1,62	0,09	-	-	-	-	0,64	
	Глинистый грунт	1,45	-	0,28	0,18	-	-		
32	Песок с $d > 0,25$ мм >50%	1,54	0,15	-	-	-	-	0,68	
	Глинистый грунт	1,43	-	0,20	0,14	-	-		

Примечание. Плотность частиц песчаных грунтов принять равной 2,66 т/м³, частиц супесей и суглинков - равной 2,71 т/м³, а частиц глин - 2,74 т/м³.

В последнем уравнении неизвестен коэффициент пористости e . Его определяем по формуле

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,71 - 1,43}{1,43} = 0,895.$$

Затем определяем влажность:

$$W = \frac{0,68 \cdot 0,895 \cdot 1}{2,71} = 0,22.$$

Теперь можно вычислить показатель текучести:

$$J_L = \frac{0,22 - 0,14}{0,20 - 0,14} = 1,33.$$

По данным табл.6 прил.2 определяем, что грунт находится в текучем состоянии, т.к. $J_L > 1$.

Полное наименование грунта - *сыпесь текучая*.

ЗАДАЧА 1.2

Определение гранулометрического (зернового) состава сыпучего грунта

По приведенным в табл.2 результатам зернового анализа сыпучего грунта построить кривую зернового состава, определить степень неоднородности и дать наименование грунта по этим показателям.

Пример решения задачи

Кривая гранулометрического (зернового) состава может быть построена в обыкновенном или полулогарифмическом масштабе. Обыкновенный масштаб неудобен тем, что вследствие широкого диапазона диаметров частиц график получается непомерно растянутым по оси абсцисс.

Для построения кривой в полулогарифмическом масштабе (рис.1) по оси ординат откладываем процентное содержание частиц, а по оси абсцисс (логарифмической оси) - диаметры частиц.

В начале логарифмической оси ставим число 0,01 (при построении кривой для глинистых грунтов - 0,001), что соответствует $\lg 1$. Затем, принимая $\lg 10$ равным произвольному отрезку, откладываем этот отрезок в правую сторону четыре раза, делая отметки и ставя напротив них последовательно числа 0,1; 1; 10; 100. Расстояния между каждыми двумя метками делим на девять частей пропорционально логарифмам чисел 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Таблица 2

Вариант	Зерновой состав грунта по массе, %, при размере частиц									Степень окатанности частиц
	100 - 50	50 - 10	10 - 5	5 - 2	2 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	Менее 0,1	
1	19	1	11	12	13	20	11	8	5	О
2	0	9	2	5	6	15	30	23	10	О
3	10	10	18	25	0	0	0	31	6	Н
4	0	10	4	30	0	0	32	23	1	О
5	1	4	5	11	14	13	12	30	10	Н
6	1	8	0	30	5	0	7	40	9	О
7	40	4	19	6	5	2	10	6	8	О
8	10	38	8	20	10	2	3	2	7	Н
9	0	2	9	5	6	5	7	60	6	О
10	0	6	10	1	2	3	13	60	5	О
11	24	1	10	28	14	1	14	4	4	Н
12	0	43	2	10	11	10	11	10	3	О
13	0	10	3	40	2	2	2	39	2	О
14	6	4	14	20	21	22	7	5	1	О
15	40	10	15	14	3	3	3	10	2	Н
16	15	3	14	32	5	6	7	15	3	Н
17	10	3	3	30	20	0	0	30	4	Н
18	5	5	12	28	29	2	5	9	5	О
19	3	23	10	2	31	20	3	4	4	О
20	9	1	1	12	23	10	7	28	9	О

Окончание табл. 2

Вариант	Зерновой состав грунта по массе, %, при размере частиц									Степень окатанности частиц
	100 - 50	50 - 10	10 - 5	5 - 2	2 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	Менее 0,1	
21	19	1	3	20	13	0	11	28	5	О
22	0	9	11	5	6	15	30	23	1	О
23	10	10	18	40	0	0	0	20	2	Н
24	0	20	4	30	0	0	32	13	1	О
25	1	24	5	11	14	13	12	10	10	Н
26	1	38	0	30	5	0	7	10	9	О
27	40	4	8	8	8	8	8	8	8	О
28	10	8	8	20	10	2	3	32	7	Н
29	0	22	9	5	6	5	7	40	6	О
30	0	6	10	41	2	3	13	20	5	О
31	4	1	10	28	14	1	14	24	4	Н
32	9	1	1	12	23	30	7	8	9	О

Примечание. О – окатанные; Н – неокатанные.

В первом от начала координат интервале выделенные отрезки будут отвечать диаметрам частиц от 0,02 до 0,09 мм, во втором - от 0,2 до 0,9 мм, в третьем - от 2 до 9 мм, в четвертом - от 20 до 90 мм. Аналогичную шкалу можно разместить на графике, пользуясь шкалой деления логарифмической линейки.

Кривую гранулометрического (зернового) состава строим, начиная с самого малого диаметра частиц способом суммарной кривой. Каждая ее точка соответствует сумме фракций меньше определенного диаметра. Например, в случае варианта №32 масса частиц с $d < 0,5$ мм составляет 25 %, а масса частиц с $d < 10$ мм составляет 90 % (рис.1, табл.2).

По данным табл. 1 прил. 2 определяем наименование грунта: песок крупный (масса частиц крупнее 0,5 мм более 50 %).

Степень неоднородности гранулометрического состава рассчитываем по формуле (1.5) прил.1

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}},$$

где d_{60} и d_{10} - диаметры частиц, мм, меньше которых в грунте содержится соответственно 60 и 10 % частиц.

Значения d_{60} и d_{10} определяем по графику на рис.1. Вначале восстанавливаем перпендикуляры из точек на оси ординат, соответствующих 60 % и 10%, до пересечения с кривой гранулометрического состава, затем проецируем точки пересечения на ось абсцисс и получаем значения d_{60} и d_{10} . Теперь находим C_u :

$$C_u = \frac{1,2}{0,12} = 10.$$

Данный крупный песок является неоднородным, т.к. $C_u \geq 3$.

ЗАДАЧА 1.3

Письменный ответ
на вопросы по разделам дисциплины

По приведенным в табл.3 вопросам, используя литературные источники и данные из таблиц прил. 1-3, дать краткий четкий письменный ответ на них. При необходимости написать формулы, изобразить схемы и графики.

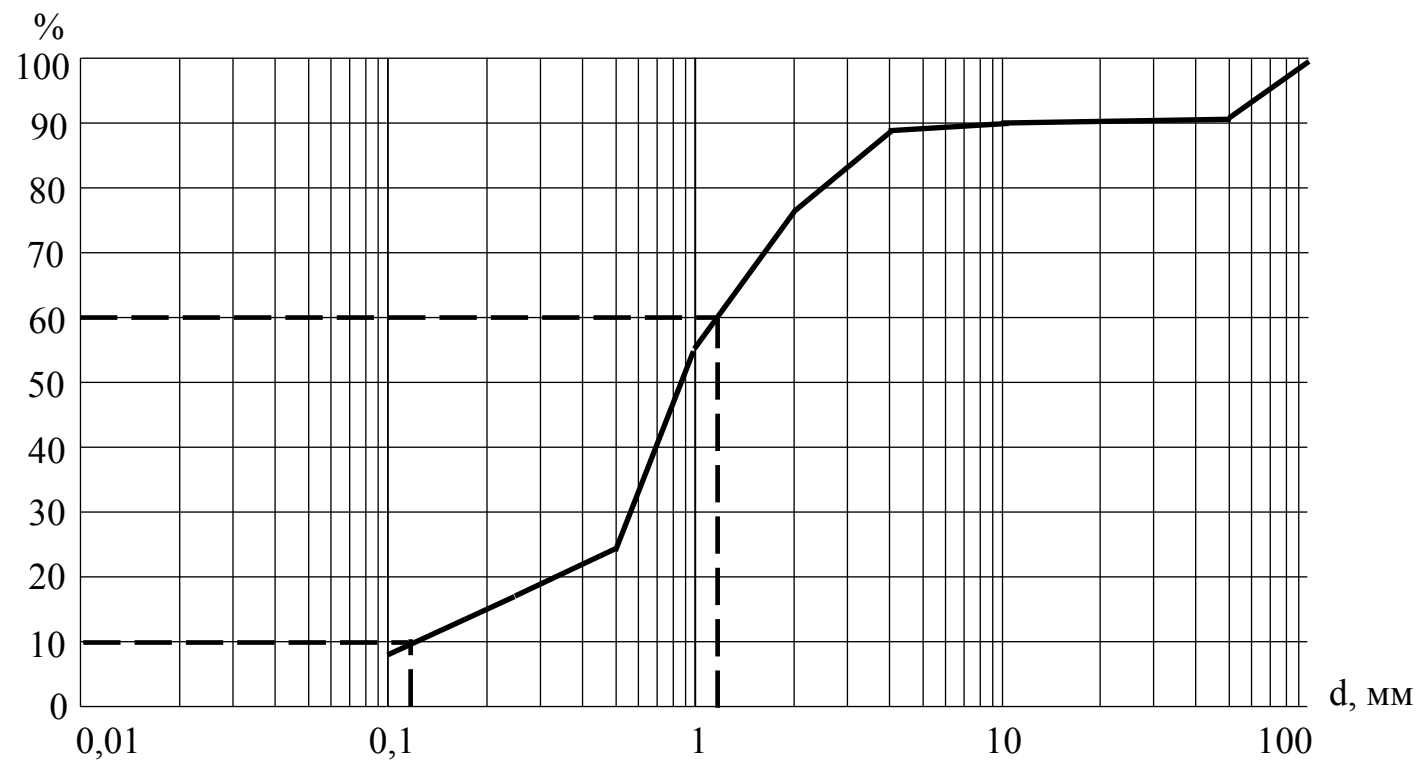


Рис. 1. Кривая зернового состава грунта ($C_u=10$)

Таблица 3

Вариант	Вопросы
1	1. Какие вопросы рассматриваются в курсе механики грунтов, его задачи? 2. Какие физические характеристики грунта являются основными? 3. Что называется коэффициентом бокового давления грунта, от чего он зависит и как связан с коэффициентом Пуассона?
2	1. Что называется основанием? Изобразите схему фундамента и его основания. 2. Что называется плотностью грунта? Как она определяется? 3. В чем заключаются штамповые испытания? Каковы их основные достоинства?
3	1. Какие грунты называются набухающими? 2. Что называется влажностью грунта? Как она определяется? 3. Что такое прессиометр, какова его схема?
4	1. Какие вы знаете континентальные отложения? 2. Что называется плотностью частиц грунта? Как она определяется? 3. Как записывается закон ламинарной фильтрации (Дарси)?
5	1. Что называется грунтом? В результате чего образовались грунты? 2. Для каких целей нужны классификация грунтов и классификационные показатели? 3. Какова размерность коэффициента фильтрации, от чего он зависит?
6	1. Чем могут служить грунты? 2. Что называется “критической” пористостью песка и какому состоянию песка она соответствует? 3. В каких расчетах используется коэффициент фильтрации?
7	1. Что такое давление набухания? 2. Что называется числом пластичности глинистого грунта? Что оно показывает? Зависит или нет число пластичности от естественной влажности и почему? 3. Что такое гидравлический градиент? Какова его размерность?
8	1. Что такое гранулометрический состав грунта и зачем он определяется? 2. Что такое показатель текучести глинистого грунта, зависит ли он от естественной влажности? В каких пределах он изменяется? 3. Какие напряжения называются главными нормальными, а какие - главными касательными? Сколько главных напряжений в плоской и в пространственной задачах?

Вариант	Вопросы
9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие виды грунтов различают по размеру частиц? 2. Что называется зондированием грунта и для чего оно служит? Что измеряется при статическом зондировании, а что - при динамическом зондировании? 3. Какой представляется модель полностью водонасыщенного грунта? Что моделирует диаметр отверстий в поршне?
10	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как определить степень неоднородности гранулометрического состава? 2. Чем обуславливается сжимаемость грунтов? За счет чего происходит сжатие полностью водонасыщенных грунтов? 3. Как различаются первичная и вторичная консолидация?
11	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие основные положения приняты в теории линейно-деформируемых тел? 2. Для чего служит одометр? Начертите его схему. Какие условия применительно к напряжениям и деформациям в ней накладываются на образец грунта? 3. Чем гравитационные подпорные стены отличаются от облегченных гибких подпорных стен?
12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие связи между частицами вы знаете? Каково их отличие? 2. В каких координатах изображается компрессионная кривая? Какой вид имеет зависимость между осадкой штампа одометра и вызывающей нагрузкой? Начертите график. 3. Что называется активным давлением на подпорную стену и когда оно проявляется?
13	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие виды грунтовой воды вы знаете? 2. Как записывается закон уплотнения в дифференциальной и разностной формах? 3. Что называется пассивным давлением на подпорную стену и когда оно проявляется?
14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как отделить прочно связанную с грунтом воду? Как отделить рыхло связанную с грунтом воду? 2. Что называется коэффициентом уплотнения (сжимаемости) и коэффициентом относительной сжимаемости? Какова их размерность? 3. Каким образом влияет на величину активного и пассивного давлений удельное сцепление грунта?

Вариант	Вопросы
15	<ol style="list-style-type: none"> 1. В каких случаях применяется метод угловых точек при расчете осадки фундамента? 2. Какие характеристики определяют с помощью дилатометра? Изобразите его принципиальную схему. 3. Что подразумевается под термином «релаксация напряжения»?
16	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие характеристики определяют на образцах грунта нарушенной структуры? 2. Какую фигуру имеет образец грунта в результате испытания в сдвиговом приборе? Изобразите схему его формоизменения. 3. Определить осадку слоя песка толщиной 1,5м, расположенного на скале от давления $P=0,2$ мПа при $\varphi=36^\circ$, $\gamma=18$ кН/м³, $m_v=0,1$ мПа⁻¹.
17	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие физические характеристики изменятся при компрессионном испытании образца грунта? 2. Укажите способ определения плотности крупнообломочного грунта при естественном его залегании? Начертите схему испытания. 3. При стабиллометрических испытаниях предельные значения главных нормальных напряжений составили: $\sigma_1=0,15$ мПа, $\sigma_2=0,05$ мПа. Каков угол внутреннего трения песка?
18	<ol style="list-style-type: none"> 1. В каких грунтах происходит морозное пучение? Объясните его механизм. 2. Кто впервые решил задачу о действии полосовой равномерно распределенной нагрузки? Начертите схему и укажите область применения данного решения. 3. Сколько воды было в грузовике, перевозившем грунт массой 2 т и влажностью $W=0,33$?
19	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кто впервые предложил метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения? В чем суть этого метода? 2. Начертите эпюру активного давления грунта на подпорную стенку при двухслойном напластовании засыпки, когда второй слой более прочный. 3. Для каких расчетов используется теория фильтрационной консолидации грунта?

Вариант	Вопросы
20	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие грунты не испытывают на одноосное сжатие? Почему? 2. Укажите последовательность протекания деформации в грунтах при увеличении внешней нагрузки. 3. От чего зависит коэффициент рассеивания напряжений α?
21	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое давление связности в глинистых грунтах? Каким знаком оно обозначается? 2. Укажите причины потери устойчивости откосов. 3. Что такое просадка? Для каких грунтов характерен этот процесс и при каких условиях?
22	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что учитывает коэффициент надежности по грунту и чему он равен? 2. Укажите мероприятия, обеспечивающие устойчивость откосов. 3. Суглинок в природном залегании имеет плотность $\rho=1,7 \text{ т/м}^3$, при влажности $w_1=0,10$. В насыпь суглинок должен укладываться с влажностью $w_2=0,15$. Какое количество воды потребуется на 1м^3 грунта для увеличения его влажности с 0,10 до 0,15?
23	<ol style="list-style-type: none"> 1. Учитывается ли деформация от собственного веса грунта? 2. Для каких расчетов используется теория линейного деформирования грунта? 3. Каким образом влияет на величину активного и пассивного давлений удельное сцепление грунта?
24	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие характеристики грунта меняются при обводнении основания? 2. Указать способы определения коэффициента фильтрации в полевых условиях. В каких грунтах проводят испытания? 3. На сколько классов делятся все грунты по общему характеру структурных связей? Указать примеры из каждого класса.
25	<ol style="list-style-type: none"> 1. Укажите классификацию видов воды в грунтах, предложенную Е.М. Сергеевым в 1982г. 2. От какого горизонта отсчитывается эпюра дополнительного давления грунта в методе послойного суммирования? 3. Как записывается закон ламинарной фильтрации (Дарси)?

Вариант	Вопросы
26	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие характеристики (основные и производные) определяют на образцах грунта не нарушенной структуры? 2. Какую фигуру имеет образец грунта в результате испытания его в стабилометре приборе? Перечислите и изобразите возможные варианты. 3. Определить осадку слоя песка толщиной 2,5м, расположенного на скале от давления $P=0,3$ мПа при $\varphi=34^\circ$, $\gamma=18,2$ кН/м³, $m_v=0,2$ мПа⁻¹.
27	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое расчетное сопротивление грунта? Какой его физический смысл? 2. Что такое просадка? Для каких грунтов характерен этот процесс и при каких условиях? 3. Какие основные допущения заложены в расчете осадки способом послойного суммирования? От какого горизонта отсчитывается эпюра природного давления?
28	<ol style="list-style-type: none"> 1. В каком виде содержатся газы в грунте, какова их роль? 2. Что такое модуль деформации? 3. Какова предельная высота вертикального откоса глинистого грунта с расчетными характеристиками $c=30$кПа, $\varphi=18^\circ$, $\gamma=19$ кН/м³.
29	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое текстура грунта и какие виды текстур вы знаете? 2. В каких расчетах используются характеристики сжимаемости? 3. С чем связано то обстоятельство, что грунты деформируются не сразу после приложения нагрузки, а спустя определенное время?
30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие основные схемы лабораторных испытаний вы знаете? 2. По какому показателю отличают просадочные грунты от непросадочных? 3. От каких факторов зависит положение нижней границы сжимаемой толщи при методе послойного суммирования?

Вариант	Вопросы
31	1. Какие основные расчетные модели грунтов вы знаете? 2. Каким образом происходит процесс развития областей пластических деформаций под фундаментом с ростом нагрузки? 3. Какова предельная высота вертикального откоса песчаного грунта с расчетными характеристиками $c=2\text{кПа}$, $\varphi=25^\circ$, $\gamma=18\text{кН/м}^3$
32	1. Каким способом можно измерить объем глинистого грунта с целью определения его плотности? 2. Какие методы определения характеристик прочности грунтов в полевых условиях вы знаете? 3. С какой целью применяются подпорные стены?

Пример написания ответов
на вопросы варианта №32 задачи 1.3

1. Объем глинистого грунта можно определить двумя способами:
 - по объему вытесненной воды при погружении в нее грунта, который предварительно парафинируется для предотвращения размокания и попадания воды внутрь образца;
 - с помощью режущего кольца, объем внутренней полости которого определяется замером и которое полностью заполняется грунтом.
2. В полевых условиях в основном распространены следующие методы испытаний грунтов для определения их прочностных характеристик: а) сдвиг штампа, прибетонированного к грунту; б) срез целика, помещенного в обойму и нагруженного сверху нагрузкой; в) испытание крыльчаткой; г) зондирование с помощью конуса.
3. Подпорные стенки применяются для удержания грунтовых массивов от сползания в том случае, когда устройство устойчивого откоса невозможно.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

ЗАДАЧА 2.1

Построение эпюры вертикальных напряжений от собственного веса грунта

В табл.4 приведены физические характеристики грунтового массива глубиной 17 – 27 м. Требуется построить эпюру природного давления грунта.

Пример решения задачи

Характер эпюры природного давления зависит от грунтовых условий массива. Если грунт однородный, эпюра имеет вид треугольника. При слоистом залегании эпюра изображается ломаной линией. Причем у более легкого слоя грунта график круче, а у более тяжелого - положе.

Для нахождения вертикальных напряжений от действия веса грунта на глубине Z мысленно вырежем столб грунта до этой глубины с единичной площадью основания и найдем ее суммарное напряжение σ_{zg} от веса столба

$$\sigma_{zg} = \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot h_i.$$

где n - число слоев в пределах глубины Z ;

γ_i - удельный вес грунта i -го слоя;

h_i - толщина i -го слоя.

Удельный вес водопроницаемых грунтов, залегающих ниже уровня грунтовых вод, принимается с учетом взвешивающего действия воды.

В данном примере (вариант №32) необходимо найти напряжение σ_{zg} во всех слоях массива грунта до глубины 17,0 м. Исследуемый массив состоит из пяти слоев грунта: 1) песок пылеватый; 2) песок мелкий до уровня подземных вод; 3) песок мелкий под водой; 4) ил; 5) глина.

Для того, чтобы определить σ_{zg} в массиве грунта, требуется установить удельный вес каждого слоя по формуле $\gamma = \rho \cdot g$, где ρ - плотность грунта; $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ - ускорение силы тяжести.

В первом слое неизвестна плотность пылеватого песка. Она определяется из преобразований формулы (1.3) прил.1:

$$\rho = \rho_d \cdot (1+w)$$

В данной формуле неизвестной является плотность скелета грунта ρ_d , которую найдем по формуле:

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{1 + e} = \frac{2,66}{1 + 0,74} = 1,529 \text{ т/м}^3.$$

Определяем плотность грунта: $\rho = 1,529 \cdot (1 + 0,24) = 1,896 \text{ т/м}^3$.

Окончание табл. 4

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Супесь $w = 0,09$ $\rho = 1,55 \text{ т/м}^3$ $J_L < 0$	Супесь $w = 0,13$ $\rho_d = 1,65 \text{ т/м}^3$	Насыпной грунт $\rho = 1,85 \text{ т/м}^3$ $w = 0,10$	Песок мелкий $w = 0,05$ $\rho_d = 1,65 \text{ т/м}^3$	Насыпной грунт $\rho = 1,8 \text{ т/м}^3$ $w = 0,12$	Песок мелкий $w = 0,12$ WL -1,3 $e = 0,69$ -3,0	Супесь $w = 0,19$ $\rho = 1,5 \text{ т/м}^3$ $J_L < 0$	Суглинок $w = 0,19$ $\rho = 1,5 \text{ т/м}^3$ $J_L = 0,1$	Супесь $w = 0,15$ $e = 0,71$ $J_L < 0$	Песок пылеватый $w = 0,24$ $e = 0,74$ -2,5
-2,0	$W_p = 0,14$	-2,0	-5,7	-2,3		-2,0	-2,0	-2,0	
Глина $\rho = 2,1 \text{ т/м}^3$ $J_L = 0,02$	$W_L = 0,19$ -5,7	Песок пылеватый $w = 0,2$ WL -5,4		Супесь $w = 0,19$ $\rho = 1,89 \text{ т/м}^3$	Песок крупный $w = 0,72$	Песок пылеватый $w = 0,15$	Песок мелкий $w = 0,12$ $e = 0,5$	Суглинок $w = 0,16$ $e = 0,69$ $J_L = 0,01$	$w = 0,23$ WL -4,0
-5,2		$e = 0,66$ -7,0	-5,7	WL -6,0		WL -5,9			
Песок мелкий $w = 0,15$	Песок мелкий $w = 0,15$ $e = 0,64$	Глина	Песок пылеватый $w = 0,11$	$W_p = 0,15$ $W_L = 0,19$	-6,0	$e = 0,68$	-5,7	-5,7	Песок мелкий $w = 0,15$ $e = 0,7$
WL -10,0	$w = 0,17$	$\rho = 2,1 \text{ т/м}^3$ $W = 0,29$ $W_p = 0,28$ $W_L = 0,41$	WL -10,0	-10,0	Песок пылеватый $e = 0,71$	-10,0	Супесь $w = 0,19$	Песок мелкий $w = 0,15$ $e = 0,68$ -11,0	Песок мелкий $e = 0,7$ -7,0
$e = 0,68$	-11,0		$e = 0,67$	Суглинок $\rho = 2,1 \text{ т/м}^3$		$e = 0,65$ $W_p = 0,19$ $W_L = 0,25$	WL -9,0	$e = 0,65$ $W_p = 0,19$ $W_L = 0,25$	Ил $\rho = 1,8 \text{ т/м}^3$ $E = 5 \text{ МПа}$
-13,0	$w = 0,17$		-13,0	$W = 0,38$ $W_p = 0,23$ $W_L = 0,40$	-13,0	-10,0			-9,0
Супесь $e = 0,65$ $W_p = 0,28$ $W_L = 0,30$	WL -15,0	-15,0	Супесь $e = 0,61$ $W_p = 0,24$ $W_L = 0,37$	Суглинок $\rho = 2,1 \text{ т/м}^3$	Глина $\rho = 2,2 \text{ т/м}^3$ $W = 0,35$ $W_p = 0,29$ $W_L = 0,49$	Глина $\rho = 2,15 \text{ т/м}^3$ $W = 0,25$ $W_p = 0,23$ $W_L = 0,48$	$e = 0,65$ $W_p = 0,19$ $W_L = 0,25$	Глина $\rho = 2,15 \text{ т/м}^3$ $W = 0,25$ $W_p = 0,23$ $W_L = 0,48$	Глина $\rho = 2,09 \text{ т/м}^3$ $W = 0,23$ $W_p = 0,23$ $W_L = 0,48$
-17,0	Песок пылеватый $e = 0,69$ -17,0	Песок крупный $e = 0,59$ -17,0	-17,0	$W = 0,38$ $W_p = 0,23$ $W_L = 0,40$	-17,0	-17,0	-15,0	Песок пылеватый $w = 0,16$	Глина $\rho = 2,09 \text{ т/м}^3$ $W = 0,23$ $W_p = 0,23$ $W_L = 0,48$
							Песок крупный $e = 0,53$ -17,0	WL -15,0	-17,0
								$e = 0,65$ -17,0	

Находим удельный вес первого слоя: $\gamma_1 = 1,896 \cdot 10 = 18,96 \text{ кН/м}^3$.

Затем рассчитываем напряжение σ_{zg} на глубине 2,5 м :

$$\sigma_{zg} = 18,96 \cdot 2,5 = 47,4 \text{ кПа.}$$

Аналогично находим удельный вес второго слоя:

$$\rho_d = \tau/\text{м}^3; \quad \rho = 1,565 \cdot (1 + 0,24) = 1,925 \text{ т/м}^3;$$
$$\gamma_2 = 1,925 \cdot 10 = 19,25 \text{ кН/м}^3.$$

Вычисляем напряжение σ_{zg} на глубине 4м: $\sigma_{zg} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2$;

$$\sigma_{zg} = 47,4 + 19,25 \cdot 1,5 = 76,3 \text{ кПа.}$$

Третий слой - песок мелкий водонасыщенный. Так как грунт водопроницаем, его удельный вес определяем с учетом взвешивающего действия воды:

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e},$$

где $\gamma_s = \rho_s \cdot g$ - удельный вес частиц грунта; $\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$ - удельный вес воды.

$$\gamma_{sb} = \frac{26,6 - 10}{1 + 0,7} = 9,76 \text{ кН/м}^3.$$

Напряжение σ_{zg} на глубине 7м составляет

$$\sigma_{zg} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3, \quad \sigma_{zg} = 76,9 + 9,76 \cdot 3 = 105,6 \text{ кПа.}$$

Четвертый слой - ил. Этот грунт является водоупором, поэтому на границе 3-го и 4-го слоя возникает скачок напряжения, равный давлению столба воды $\gamma_w \cdot h_w = 10 \cdot 3 = 30 \text{ кПа}$ (h_w - толщина слоя воды над водоупором).

Определяем удельный вес ила: $\gamma_4 = 1,8 \cdot 10 = 18,0 \text{ кН/м}^3$.

Затем рассчитываем напряжение σ_{zg} на глубине 9м, которое составляет

$$\sigma_{zg} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3 + \gamma_w \cdot h_w + \gamma_4 \cdot h_4;$$
$$\sigma_{zg} = 105,6 + 30 + 18 \cdot 2 = 171,6 \text{ кПа.}$$

Пятый слой - глина. Этот слой, как и четвертый, является водоупором.

Напряжение σ_{zg} на глубине 17 м находим по формуле

$$\sigma_{zg} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3 + \gamma_w \cdot h_w + \gamma_4 \cdot h_4 + \gamma_5 \cdot h_5,$$
$$\sigma_{zg} = 171,6 + 21 \cdot 8 = 339,6 \text{ кПа.}$$

Таким образом, определены значения вертикальных напряжений σ_{zg} в каждом слое массива грунта.

Переходим к графической части задачи 2.1. Сначала вычерчиваем инженерно-геологическую колонку массива грунта в масштабе 1:100. В каждом слое указываем удельный вес грунта. Рядом с колонкой строим эпюру вертикальных напряжений от действия собственного веса σ_{zg} в масштабе 1см: 50 кПа (рис.2).

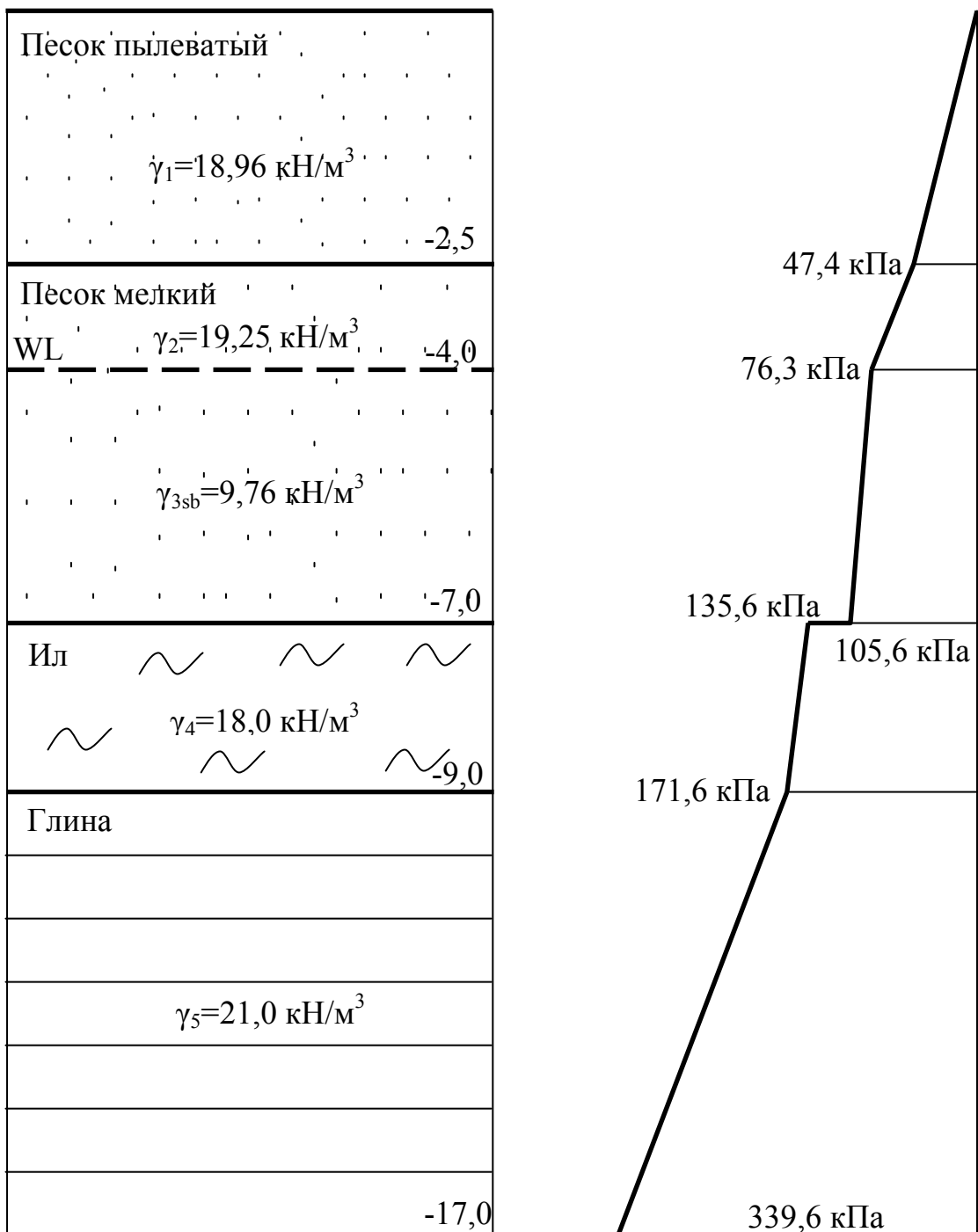


Рис. 2. Эпюра напряжений от собственного веса грунта $\sigma_{z.g}$

ЗАДАЧА 2.2

Построение эпюры контактного давления

По приведенным в табл.5 данным о нагрузках и размерах фундаментов построить эпюру контактного давления.

Пример решения задачи

При проектировании оснований и фундаментов с достаточной для практических расчетов точностью принимают, что контактное давление распределяется по подошве жестких фундаментов по линейному закону. Тогда эпюра этого давления может иметь один из четырех видов: прямоугольник - при симметричном нагружении, трапецию, треугольник с минимальной величиной давления под краем фундамента $P_{\min}=0$ и укороченный треугольник с величиной $P_{\min}<0$ (когда фундамент работает на отрыв) при внецентренно нагруженных фундаментах.

Из данных варианта №32 видно, что фундамент загружен внецентренно. Для построения эпюры найдем значения P_{\max} и P_{\min} по формуле:

$$P_{\max} = \frac{N_{II}}{A} \left(1 \pm \frac{6e}{L} \right),$$

где N_{II} - сумма действующих вертикальных нагрузок, кН; A - площадь фундамента, m^2 ; L - длина фундамента, м;

e - эксцентриситет равнодействующей относительно центра тяжести подошвы фундамента, м, который определяем по формуле:

$$e = \frac{M_{II}}{N_{II}} = \frac{M - N_1 \cdot a}{N_1 + N_2 + G},$$

где M_{II} - сумма действующих моментов, приведенных к подошве фундамента, кН·м; M - момент, действующий на обрезе фундамента, кН·м; N_1 - нагрузка от стены, кН; N_2 - нагрузка, передаваемая через колонну здания, кН; G - вес фундамента, кН; a - расстояние от оси колонны до оси стены, м.

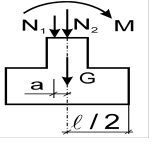
$$\text{Вычисляем эксцентриситет: } e = \frac{150 - 200 \cdot 0,3}{200 + 2150 + 450} = 0,032 \text{ м.}$$

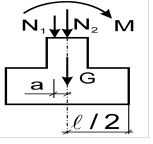
Затем определяем P_{\max} и P_{\min} :

$$P_{\min} = \frac{2800}{5,67} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0,032}{2,7} \right); P_{\max} = 528,9 \text{ кПа и } P_{\min} = 458,8 \text{ кПа.}$$

Построенная эпюра контактного давления имеет вид трапеции (рис.3). В данном случае сумма моментов действует по часовой стрелке, поэтому максимальное значения эпюры находится с правой стороны. В случае результирующего действия моментов против часовой стрелки (с минусом), максимальное значение эпюры будет с левой стороны трапеции или треугольника.

Таблица 5

	Нагрузки				Расстояние а, м	Размеры фундамента, м		Глубина заложения фундамента, м
	Вариант	N_1 , кН	N_2 , кН	M , кН·м	G , кН	а	l	b
1	500	1000	200	100	0,5	2,1	1,8	1,35
2	300	1200	400	90	0,3	1,8	1,5	1,35
3	400	1250	400	180	0,2	2,4	2,1	1,95
4	500	1200	400	150	0,1	3	2,1	1,35
5	700	1000	450	190	0,2	2,7	2,1	1,65
6	800	1300	200	220	0,3	2,7	2,4	1,95
7	100	2000	150	210	0,4	2,7	2,7	1,65
8	200	2500	250	220	0,3	3	2,4	1,65
9	300	1000	240	240	0,4	2,7	1,8	2,25
10	250	2000	-150	400	0,4	2,7	2,1	2,85
11	150	2500	0	390	0,5	3	3	2,25
12	0	1000	200	80	-	2,1	1,5	1,35
13	150	800	300	70	0,3	1,8	1,5	1,35
14	30	1000	-80	90	0,2	2,1	1,8	1,65
15	0	3750	50	380	-	3,3	2,4	3,45
16	80	1000	80	310	0,2	2,7	1,8	1,35
17	60	1000	60	190	0,3	2,4	1,5	2,55
18	50	600	0	75	0,2	1,8	1,8	1,35
19	40	900	30	120	0,1	1,8	1,5	2,25

	Нагрузки				Расстояние а, м	Размеры фундамента, м		Глубина заложения фундамента, м
	Вариант	N_1 , кН	N_2 , кН	M , кН·м	G , кН	а	l	b
20	200	2150	150	450	0,3	2,7	2,1	2,85
21	50	1000	-200	100	0,4	2,1	1,8	1,35
22	30	1200	-400	90	0,4	1,8	1,5	1,35
23	40	1250	-400	180	0,3	2,4	2,1	1,95
24	50	1200	-400	150	0,1	2,7	2,1	1,65
24	70	1000	450	190	0,2	2,4	2,1	1,95
26	80	1300	200	220	0,3	3,0	2,4	2,25
27	100	2000	-150	210	0,4	2,4	2,4	1,95
28	200	2500	-250	220	0,3	3	2,7	1,35
29	300	1000	-240	240	0,4	2,4	1,8	2,55
30	250	2000	-150	400	0,5	2,7	2,1	2,85
31	150	2500	0	420	0,4	3	3	2,55
32	200	2150	150	450	0,3	2,7	2,1	2,85

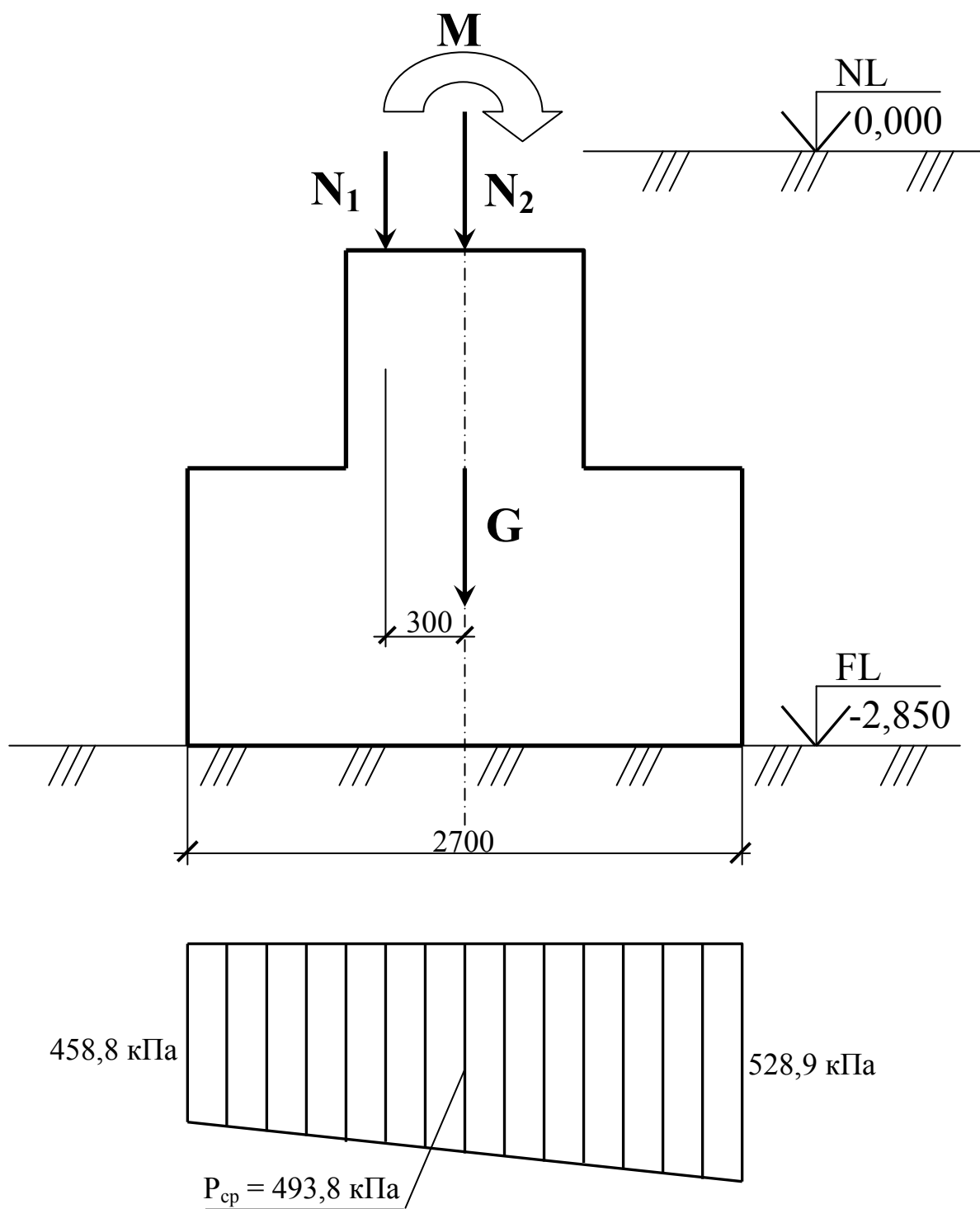


Рис. 3. Эпюра контактного давления

ЗАДАЧА 2.3

Определение средней осадки основания методом послойного суммирования

В табл. 5 даны размеры фундаментов и величины нагрузок, приложенных к ним. Используя данные грунтовых условий задачи 2.1 (табл.4), определить среднюю осадку основания методом послойного суммирования.

Пример решения задачи

Расчет осадки методом послойного суммирования выполняем, используя специальный бланк (табл. 6) в такой последовательности:

1. Контур фундамента наносим на бланк, слева даем инженерно-геологическую колонку с указанием отметок кровли слоев от отм. 0,000, совмещаемой с планировочной.

2. Основание разбиваем на элементарные слои толщиной не более $0,4b$ до глубины $4b$ так, чтобы в пределах каждого слоя грунт был однородным. Для этого совмещаем границы слоев с кровлей пластов и горизонтом подземных вод. В данной задаче элементарный слой должен быть не более $0,84$ м. Например, первый слой основания – мелкий песок, расположенный выше уровня подземных вод, имеет мощность $1,15$ м. Его разбиваем на два элементарных слоя толщинами $0,55$ и $0,6$ м.

Заполняем графы табл.6 (h , z , α и т.д.).

3. Значения распределения напряжений от собственного веса грунта σ_{zg} используем из решенной задачи 2.1.

4. Находим дополнительное давление на подошву фундамента по формуле

$$P_0 = P_{II} - \sigma_{zgo}, P_0 = 493,8 - 54,1 = 439,7 \text{ кПа},$$

где P_{II} – среднее давление под подошвой фундамента ($P_{II} = \frac{N}{A} = \frac{2800}{5,67} = 493,8$ кПа);

σ_{zgo} – напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента ($\sigma_{zgo} = 18,96 \cdot 2,5 + 19,25 \cdot 0,35 = 54,1$ кПа).

5. По данным $2z/b$ и соотношению сторон подошвы $\eta = l/b$ устанавливаем по табл.7 значение коэффициента рассеивания напряжений α . Для промежуточных значений $2z/b$ и η значения α определяются интерполяцией.

6. По данным σ_{zg} и σ_{zp} строим эпюры напряжений в грунте соответственно от собственного веса, используя ее из задачи 2.1, (слева от оси z) и напряжений от дополнительного давления $\sigma_{zp} = \alpha P_0$ (справа от оси z).

Таблица 6

Определение средней осадки методом послойного суммирования

		Толщина слоя h , м	Расстояние от подошвы фундамента до подошвы слоя z_1 , м	$\frac{2z}{b}$	α	Напряжение в грунте σ_{zg} , кПа	Дополнительное давление P_0 , кПа	Напряжение в грунте σ_{zp} , кПа	Среднее напряжение в слое $\sigma_{zрр}$, кПа	Модуль общей деформации E_i , кПа	Осадка слоя S_i , см
П		0	0	0	1	54,1	439,7	439,69	-	-	-
		0,55	0,55	0,52	0,937	64,7		412,0	425,8	23000	0,81
		0,6	1,15	1,10	0,738	76,3		324,5	368,2	23000	0,76
		0,6	1,75	1,66	0,508	82,2		223,4	273,9	23000	0,57
		0,6	2,35	2,24	0,353	88,1		155,2	189,3	23000	0,40
		0,6	2,95	2,81	0,246	93,9		108,2	131,7	23000	0,27
		0,6	3,55	3,38	0,163	99,8		71,7	89,9	23000	0,19
		0,6	4,15	3,95	0,136	105,6/135,6		59,8	65,7	23000	0,14
		0,6	4,75	4,52	0,101	146,4		44,4	52,1	5000	0,50
		0,7	5,45	5,19	0,089	159,0		39,1	41,8	5000	0,47
Глина	В.С. $0,2\sigma_{zg} = \sigma_{zp}$	0,7	6,15	5,86	0,065	171,6	28,6	33,8	5000	0,38	
		0,8	6,95	6,62	0,054	188,4	23,7	26,2	26000	-	
		0,8	7,75	7,38	0,044	205,2	19,3	21,5	26000	-	
		0,8	8,55	8,14	0,037	222,0	16,3	17,8	26000	-	
$\bar{S} = \sum S_i = 4,5 \text{ см}$											

Таблица 7

Значение коэффициента рассеивания α									
$\frac{2z}{b}$	Круглые фундаменты	Прямоугольные фундаменты с соотношением сторон l/b							Ленточные фундаменты
		1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	
0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,4	0,949	0,960	0,968	0,972	0,974	0,975	0,976	0,976	0,977
0,8	0,756	0,800	0,830	0,848	0,859	0,866	0,870	0,875	0,881
1,2	0,547	0,606	0,652	0,682	0,703	0,717	0,727	0,740	0,755
1,6	0,390	0,449	0,496	0,532	0,558	0,578	0,593	0,612	0,642
2,0	0,285	0,336	0,379	0,414	0,441	0,463	0,481	0,505	0,550
2,4	0,214	0,257	0,294	0,325	0,352	0,374	0,392	0,419	0,477
2,8	0,165	0,201	0,232	0,260	0,284	0,304	0,321	0,350	0,420
3,2	0,130	0,160	0,187	0,210	0,232	0,251	0,267	0,294	0,374
3,6	0,106	0,130	0,153	0,173	0,192	0,209	0,224	0,250	0,337
4,0	0,087	0,108	0,127	0,145	0,161	0,176	0,190	0,214	0,306
4,4	0,073	0,091	0,107	0,122	0,137	0,150	0,163	0,185	0,280
4,8	0,062	0,077	0,092	0,105	0,118	0,130	0,141	0,161	0,258
5,2	0,053	0,066	0,079	0,091	0,102	0,112	0,123	0,141	0,239
5,6	0,046	0,058	0,069	0,079	0,089	0,099	0,108	0,124	0,223
6,0	0,040	0,051	0,060	0,070	0,078	0,087	0,095	0,110	0,208
6,4	0,036	0,045	0,053	0,062	0,070	0,077	0,085	0,098	0,196
6,8	0,032	0,040	0,048	0,055	0,062	0,069	0,076	0,088	0,184
7,2	0,028	0,036	0,042	0,049	0,056	0,062	0,068	0,080	0,175
7,6	0,024	0,032	0,038	0,044	0,050	0,056	0,062	0,072	0,166
8,0	0,022	0,029	0,035	0,040	0,046	0,051	0,056	0,066	0,158
8,4	0,021	0,026	0,032	0,037	0,042	0,046	0,051	0,060	0,150
10,0	0,015	0,019	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037	0,044	0,126

7. Определяем нижнюю границу сжимаемого слоя по соотношению $0,2\sigma_{zg}=\sigma_{zp}$. Если эта граница находится в слое грунта с $E\leq 5\text{МПа}$ или такой слой залегает ниже нее, то нижнюю границу сжимаемой толщи определяют из условия $0,1\sigma_{zg}=\sigma_{zp}$. В данном случае используем первую формулу.

8. Для каждого из слоев в пределах сжимаемой толщи определяем среднее дополнительное вертикальное напряжение в слое по формуле $(\sigma_{zpi}+\sigma_{zpi+1})/2$. Полученные значения вносим в соответствующий столбец табл.6.

9. Используя данные соответственно табл.7 и 8 прил.2, определяем модуль деформации E для песков и глинистых грунтов в основании фундамента. Например, для песка мелкого с коэффициентом пористости $e=0,7$ из табл.7 прил.2 с помощью интерполяции берем модуль деформации $E=23\text{ МПа}$. Для глины предварительно определяем коэффициент пористости e и показатель текучести J_L .

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w} = \frac{2,1}{1+0,23} = \frac{2,1}{1,23} = 1,7 \text{ т/м}^3 \text{ (г/см}^3\text{)}, \text{ тогда}$$

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,74-1,7}{1,7} = \frac{1,04}{1,7} = 0,61.$$

$$J_L = \frac{w-w_p}{w_L-w_p} = \frac{0,23-0,23}{0,48-0,23} = 0.$$

По значениям e и J_L из табл.8 определяем $E=26\text{ мПа}$.

Согласно заданию принимаем значение модуля деформации $E = 5\text{ мПа}$.

10. Вычислим осадку элементарных слоев по формуле $S_i = \sigma_{zpi}h_i\beta/E_i$, где E_i – модуль деформации i -го слоя, мПа; $\beta = 0,8$. Эта формула используется при глубине заложения фундамента до 5 м. Значение осадки вычисляем в метрах. Для удобства в последнюю колонку табл.6 результат заносим в сантиметрах.

11. Суммируем показатели осадки слоев в пределах сжимаемой толщи и получаем осадку основания $S=4,5\text{ см}$

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Грунт - горные породы, почвы, техногенные образования, представляющие собой многокомпонентную и многообразную геологическую систему и являющиеся объектом инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Грунты могут служить:

- 1) материалом оснований зданий и сооружений;
- 2) средой для размещения в них сооружений;
- 3) материалом самого сооружения.

Грунт глинистый - связный минеральный грунт, обладающий числом пластичности $J_p \geq 1$.

Грунт дисперсный - грунт, состоящий из отдельных минеральных частиц (зерен) разного размера, слабо связанных друг с другом; образуется в результате выветривания скальных грунтов с последующей транспортировкой продуктов выветривания водным или эоловым путем и их отложения.

Грунт заторфованный - песок и глинистый грунт, имеющий в своем составе в сухой навеске от 10 до 50 % (по массе) торфа.

Грунты, измененные химико-физическим воздействием, - природные грунты, техногенное воздействие на которые изменяет их вещественный состав, структуру и текстуру.

Грунт крупнообломочный - несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером крупнее 2 мм составляет более 50 %.

Грунт мерзлый - грунт, имеющий отрицательную или нулевую температуру, содержащий в своем составе видимые ледяные включения и (или) лед-цемент и характеризующийся криогенными структурными связями.

Грунт мерзлый распученный - дисперсный грунт, который при оттаивании уменьшается в объеме.

Грунт морозный - скальный грунт, имеющий отрицательную температуру и не содержащий в своем составе лед и незамерзшую воду.

Грунт многолетнемерзлый (грунт вечномерзлый) - грунт, находящийся в мерзлом состоянии постоянно в течение трех и более лет.

Грунт набухающий - грунт, который при замачивании водой или другой жидкостью увеличивается в объеме и имеет относительную деформацию набухания (в условиях свободного набухания) $\varepsilon_{sw} \geq 0,01$.

Грунт намывной - техногенный грунт, перемещение и укладка которого осуществляются с помощью средств гидромеханизации.

Грунт насыпной - техногенный грунт, перемещение и укладка которого осуществляются с использованием транспортных средств, взрыва.

Грунт охлажденный - засоленный крупнообломочный, песчаный и глинистый грунты, отрицательная температура которых выше температуры начала их замерзания.

Грунт песчаный - несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером меньше 2 мм составляет более 50 % ($J_p < 1$).

Грунт пластичномерзлый - дисперсный грунт, цементированный льдом, но обладающий вязкими свойствами и сжимаемостью под внешней нагрузкой.

Грунт полускальный - грунт, состоящий из одного или нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи цементационного типа.

Грунт просадочный - грунт, который под действием внешней нагрузки и собственного веса или только собственного веса при замачивании водой или другой жидкостью претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадки $\varepsilon_{sl} \geq 0,01$.

Грунт пучинистый - дисперсный грунт, который при переходе из талого в мерзлое состояние увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда и имеет относительную деформацию морозного пучения $\varepsilon_{fn} \geq 0,01$.

Грунт скальный - грунт, состоящий из кристаллов одного или нескольких минералов, имеющих жесткие структурные связи кристаллизационного типа.

Условная граница между скальными и полускальными грунтами принимается по прочности на одноосное сжатие ($R_c \geq 5$ МПа - скальные грунты, $R_c < 5$ МПа - полускальные грунты).

Грунт сезонномерзлый - грунт, находящийся в мерзлом состоянии периодически в течение холодного сезона.

Грунт сыпучемерзлый (сухая мерзлота) - крупнообломочный и песчаный грунт, имеющий отрицательную температуру, но не цементированный льдом и не обладающий силами сцепления.

Грунт техногенный - естественный грунт, измененный и перемещенный в результате производственной и хозяйственной деятельности человека, и антропогенные образования.

Грунт твердомерзлый - дисперсный грунт, прочно цементированный льдом, характеризуемый относительно хрупким разрушением и практически не сжимаемый под внешней нагрузкой.

Антропогенные образования - твердые отходы производственной и хозяйственной деятельности человека, в результате которой произошло коренное изменение состава структуры и текстуры природного минерального или органического сырья.

Бытовые отходы - твердые отходы, образованные в результате бытовой деятельности человека.

Зола - продукты сжигания твердого топлива.

Ил - водонасыщенный современный осадок преимущественно морских акваторий, содержащий органическое вещество в виде растительных остатков и гумуса. Обычно верхние слои ила имеют коэффициент пористости $e \geq 0,9$, текучую консистенцию $J_L > 1$, содержание частиц размером меньше 0,01 мм составляет 30—50 % по массе.

Почва - поверхностный плодородный слой дисперсного грунта, образованный под влиянием биогенного и атмосферного факторов.

Промышленные отходы - твердые отходы производства, полученные в результате химических и термических преобразований материалов природного происхождения.

Сапропель - пресноводный ил, образовавшийся на дне застойных водоемов из продуктов распада растительных и животных организмов и содержащий более 10% (по массе) органического вещества в виде гумуса и растительных остатков. Сапропель имеет коэффициент пористости 3, как правило, текучую консистенцию ($J_L > 1$), высокую дисперсность, т.к. содержание частиц крупнее 0,25 мм обычно не превышает 5% по массе.

Торф - органический грунт, образовавшийся в результате естественного отмирания и неполного разложения болотных растений в условиях повышенной влажности при недостатке кислорода и содержащий 50 % (по массе) и более органических веществ.

Шлаки - продукты химических и термических преобразований горных пород, образующиеся при сжигании.

Шламы - высокодисперсные материалы, образующиеся в процессе горнообогачительного, химического и некоторых других видов производства.

Структура грунта - пространственная организация компонентов грунта, характеризующая совокупностью морфологических (размер, форма частиц, их количественное соотношение), геометрических (пространственная композиция структурных элементов) и энергетических признаков (тип структурных связей и общая энергия структуры) и определяющаяся составом, количественным соотношением и взаимодействием компонентов грунта.

Текстура грунта - пространственное расположение слагающих грунт элементов (слоистость, трещиноватость и др.).

Гранулометрический состав - количественное соотношение частиц различной крупности в дисперсных грунтах. Определяется по ГОСТ 12536.

Состав грунта вещественный - категория, характеризующая химико-минеральный состав твердых, жидких и газовых компонентов.

Органическое вещество - органические соединения, входящие в состав грунта в виде неразложившихся остатков растительных и животных организмов, а также продуктов их разложения и преобразования.

Вертикальное давление на образец P , кПа - отношение вертикальной нагрузки, приложенной к образцу, к площади его поперечного сечения.

Коэффициент водонасыщения S_r , доли единицы - степень заполнения объема пор водой. Определяется по формуле

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}, \quad (1.1)$$

где W - природная влажность грунта, доли единицы; e - коэффициент пористости; ρ_s - плотность частиц грунта, г/см³; ρ_w - плотность воды, принимаемая равной 1 г/см³.

Коэффициент выветрелости K_{wr} , доли единицы - отношение плотности выветрелого грунта к плотности монолитного грунта.

Коэффициент пористости e определяется по формуле

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \quad (1.2)$$

где ρ_s - плотность частиц грунта, г/см³; ρ_d - плотность сухого грунта, г/см³.

Коэффициент размягчаемости в воде K_{sof} , доли единицы - отношение пределов прочности грунта на одноосное сжатие в водонасыщенном и в воздушно-сухом состоянии.

Модуль деформации E_o , кПа - коэффициент пропорциональности линейной связи между приращениями давления на образец и его деформацией.

Относительная деформация набухания без нагрузки ε_{sw} , доли единицы - отношение увеличения высоты образца грунта после свободного набухания в условиях невозможности бокового расширения к начальной высоте образца природной влажности. Определяется по ГОСТ 24143.

Относительная деформация просадочности ε_{sl} , доли единицы - отношение разности высот образцов, соответственно, природной влажности и после их полного водонасыщения при определенном давлении, к высоте образца природной влажности. Определяется по ГОСТ 23161.

Относительное содержание органического вещества J_r , доли единицы - отношение массы сухих растительных остатков к массе абсолютно сухого грунта.

Плотность скелета грунта - плотность сухого грунта ρ_d , г/см³, определяемая по формуле

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}, \quad (1.3)$$

где ρ - плотность грунта, г/см³; W - влажность грунта, доли единицы.

Показатель текучести J_L - отношение разности степени влажности, соответствующей двум состояниям грунта (естественному W и на границе раскатывания W_p), к числу пластичности J_p .

Предел прочности грунта на одноосное сжатие R_c , МПа - отношение нагрузки, при которой происходит разрушение образца, к площади первоначального поперечного сечения.

Сопротивление грунта срезу τ , кПа, - характеристика прочности грунта, определяемая значением касательного напряжения, при котором происходит разрушение (срез).

Степень водопроницаемости - характеристика, отражающая способность грунтов пропускать через себя воду и количественно выражающаяся в коэффициенте фильтрации K_f , м/сут. Определяется по ГОСТ 25584.

Степень засоленности - характеристика, определяющая количество водорастворимых солей в грунте (D_{sal} , %).

Степень морозной пучинистости - характеристика, отражающая способность грунта к морозному пучению и выражаемая относительной деформацией морозного пучения ε_{fh} , д. е., которая определяется по формуле

$$\varepsilon_{fh} = \frac{h_{0.f} - h_0}{h_0}, \quad (1.4)$$

где $h_{0.f}$ - высота образца мерзлого грунта, см; h_0 - начальная высота образца талого грунта до замерзания, см.

Степень неоднородности гранулометрического состава C_u - показатель неоднородности гранулометрического состава. Определяется по формуле

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad (1.5)$$

где d_{60} , d_{10} - диаметры частиц, мм, меньше которых в грунте содержится соответственно 60 и 10% (по массе) частиц.

Степень плотности песков J_D определяется по формуле

$$J_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}, \quad (1.6)$$

где e - коэффициент пористости при естественном или искусственном сложении;

e_{\max} - коэффициент пористости при предельно-плотном сложении;

e_{\min} - коэффициент пористости при предельно-рыхлом сложении.

Степень растворимости в воде - характеристика, отражающая способность грунтов растворяться в воде и выражающаяся в количестве водорастворимых солей, $q_{гр}$, г/л.

Температура начала замерзания (оттаивания) $T(T)$ - температура, $^{\circ}\text{C}$, при которой в порах грунта появляется (исчезает) лед.

Угол внутреннего трения φ , град, - параметр прямой зависимости сопротивления грунта срезу от вертикального давления, определяемый как угол наклона этой прямой к оси абсцисс.

Удельное сцепление грунта c , кПа, - параметр прямой зависимости сопротивления грунта срезу от вертикального давления, определяемый как отрезок, отсекаемый этой прямой на оси ординат.

Число пластичности J_p - разность влажностей, соответствующих двум состояниям грунта (на границе текучести W_L и на границе раскатывания W_p), определяемая по ГОСТ 5180.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ

Таблица 1

Классификация крупнообломочных и песчаных грунтов по гранулометрическому составу

ВИД ГРУНТА	Содержание частиц в % от массы грунта
<u>Крупнообломочные</u>	
Валунный грунт (при преобладании неокатанных частиц - глыбовый)	Масса частиц крупнее 200 мм более 50%
Галечниковый грунт (при преобладании неокатанных частиц - щебенистый)	Масса частиц крупнее 10 мм более 50%
Гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц - дресвяный)	Масса частиц крупнее 2 мм более 50%
<u>Песчаные</u>	
Песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм более 25%
Песок крупный	Масса частиц крупнее 0,5 мм более 50%
Песок средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25 мм более 50%
Песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм более 75%
Песок пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм менее 75%

Примечание. При наличии в крупнообломочных грунтах более 40% песчаного или более 30% глинистого заполнителя от общей массы воздушно-сухого грунта в наименование крупнообломочного грунта добавляется наименование вида заполнителя и указывается характеристика его состояния. Вид заполнителя устанавливается после удаления из крупнообломочного грунта частиц крупнее 2мм.

Таблица 2

**Классификация песчаных грунтов
по плотности сложения**

Разновидность песков	Плотность сложения		
	Плотный	средней плотности	рыхлый
Песок гравелистый, крупный, средней крупности	$e < 0,55$	$0,55 \leq e \leq 0,70$	$e > 0,7$
Песок мелкий	$e < 0,6$	$0,6 \leq e \leq 0,75$	$e > 0,75$
Песок пылеватый	$e < 0,6$	$0,6 \leq e \leq 0,80$	$e > 0,80$

Таблица 3

**Классификация песчаных грунтов
по коэффициенту водонасыщения**

Разновидность песчаного грунта	Коэффициент водонасыщения
Малой степени водонасыщения	$0 \leq S_r \leq 0,5$
Средней степени водонасыщения	$0,5 < S_r \leq 0,8$
Насыщенный водой	$0,8 < S_r \leq 1$

Таблица 4

Классификация грунтов по степени водопроницаемости

Разновидность грунтов	Коэффициент фильтрации K_f , м/сут
Водонепроницаемый	$< 0,005$
Слабоводопроницаемый	$0,005 - 0,30$
Водопроницаемый	$0,30 - 3$
Средневодопроницаемый	$3 - 30$
Сильноводопроницаемый	> 30

Таблица 5

**Классификация глинистых грунтов
по числу пластичности**

Вид глинистого грунта	Число пластичности
Супесь Суглинок Глина	$1 < J_p \leq 7$ $7 < J_p \leq 17$ $J_p > 17$

Таблица 6

**Классификация глинистых грунтов
по консистенции**

Разновидность глинистого грунта	Показатель текучести
Супесь твердая	$J_L < 0$
Супесь пластичная	$0 \leq J_L \leq 1$
Супесь текучая	$J_L > 1$
Суглинок и глина твердые	$J_L < 0$
Суглинок и глина полутвердые	$0 \leq J_L \leq 0,25$
Суглинок и глина тугопластичные	$0,25 < J_L \leq 0,50$
Суглинок и глина мягкопластичные	$0,50 < J_L < 0,75$
Суглинок и глина текучепластичные	$0,75 < J_L \leq 1$
Суглинок и глина текучие	$J_L > 1$

Таблица 7

Механические характеристики глинистых грунтов

Наименование грунта	Показатель текучести	Характеристика	Значение характеристик C , кПа, φ , град, E , МПа, при коэффициенте пористости e						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супеси	$0 \leq J_L \leq 0,25$	C	21	17	15	13			
		φ	30	29	27	24			
		E	32	24	16	10	7		
	$0,25 < J_L \leq 0,75$	C	19	15	13	11	9		
		φ	28	26	24	21	18		
		E	32	24	16	10	7		
Суглинки	$0 \leq J_L \leq 0,25$	C	47	37	31	25	22	19	
		φ	26	25	24	23	22	20	
		E	34	27	22	17	14	11	
	$0,25 < J_L < 0,5$	C	39	34	28	23	18	15	
		φ	24	23	22	21	19	17	
		E	32	25	19	14	11	8	
	$0,5 < J_L \leq 0,75$	C			25	20	16	14	12
		φ			19	18	16	14	12
		E			17	12	8	6	5
Глины	$0 \leq J_L \leq 0,25$	C		81	68	54	47	41	36
		φ		21	20	19	18	16	14
		E		28	24	21	18	15	12
	$0,25 < J_L \leq 0,5$	C			57	50	43	37	32
		φ			18	17	16	14	11
		E			21	18	15	12	9
	$0,5 < J_L \leq 0,75$	C				41	36	33	29
		φ				14	12	10	7
		E				15	12	9	7

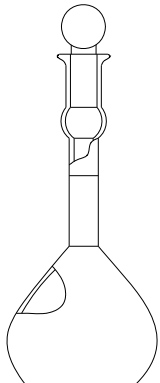
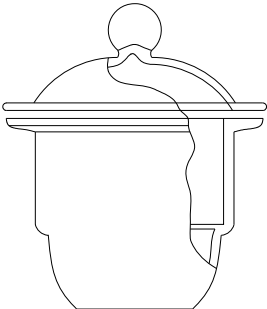
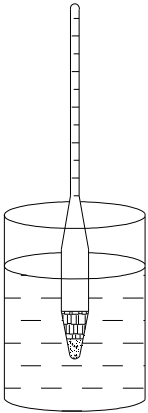
Механические характеристики песчаных грунтов

Наименование песчаного грунта	Характеристика	Значение характеристик c , кПа, φ , град, E , МПа, при коэффициенте пористости e			
		0,45	0,55	0,65	0,75
Гравелистые и крупные	C	2	1	-	-
	φ	43	40	38	-
	E	50	40	30	-
Средней крупности	C	3	2	1	-
	φ	40	38	35	-
	E	50	40	30	-
Мелкие	C	6	4	2	-
	φ	38	36	32	28
	E	48	38	28	18
Пылеватые	C	8	6	4	2
	φ	36	34	30	26
	E	39	28	18	11

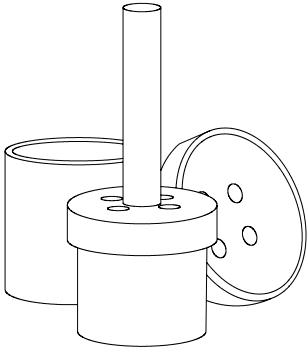
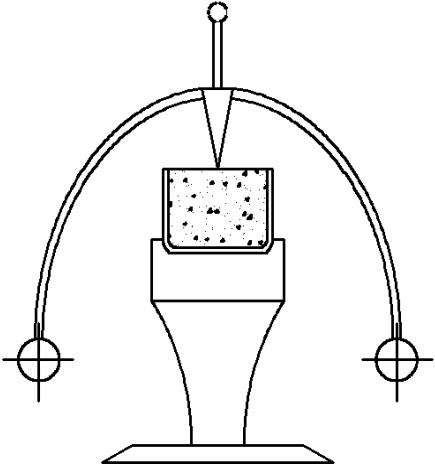
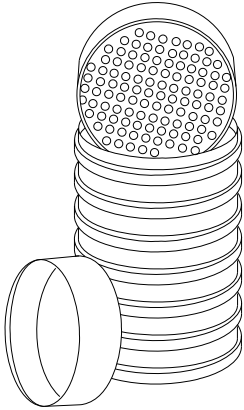
ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ

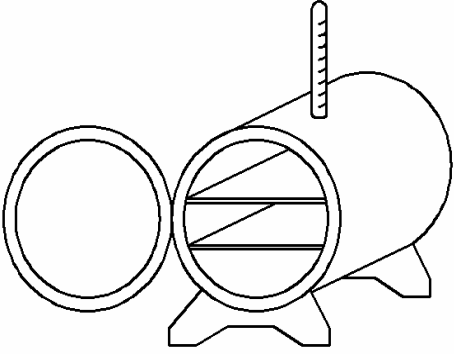
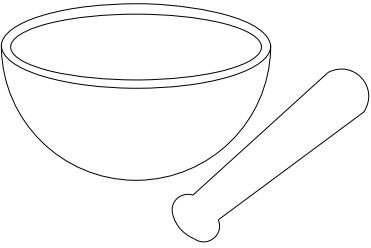
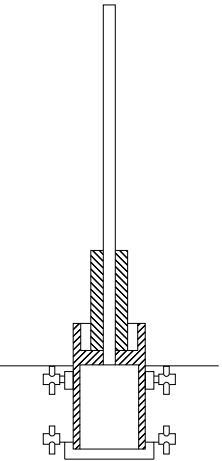
Таблица 1

Приборы для определения физических характеристик грунта

№ п/п	Схема прибора	Название прибора	Характеристика грунта
1		пикнометр	плотность частиц грунта ρ_s
2		эксикатор	сохраняет влажность грунта $w=\text{const}$
3		ареометр с мерным цилиндром 1000 см^3	зерновой состав глинистых грунтов

Продолжение табл. 1

№ п/п	Схема прибора	Название прибора	Характеристика грунта
4		<p>пробоотборник с кольцом</p>	<p>плотность грунта ρ; влажность w</p>
5		<p>балансирный конус</p>	<p>влажность на границе текучести w_L</p>
6		<p>набор сит</p>	<p>зерновой состав песчаных грунтов</p>

№ п/п	Схема прибора	Название прибора	Характеристика грунта
7		<p>сушильный шкаф (термостат)</p>	<p>влажности w, w_L, w_p</p>
8		<p>фарфоровая чашка с пестиком</p>	<p>для растирания грунтовых агрегатов</p>
9		<p>прибор стандартного уплотнения</p>	<p>максимальная плотность скелета грунта $\rho_{d \max}$, ОПТИМАЛЬНАЯ влажность $w_{оп}$</p>

Окончание табл. 1

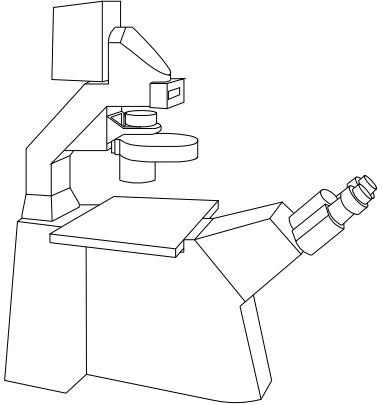
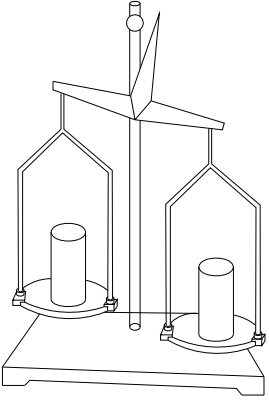
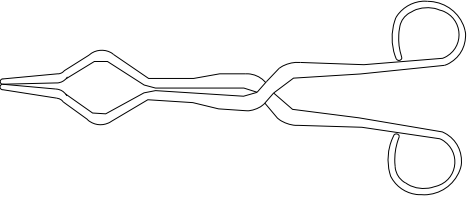
№ п/п	Схема прибора	Название прибора	Характеристика грунта
10	 A line drawing of a compound light microscope. It shows the eyepiece at the top, the objective lenses in the center, the stage with a slide, and the base.	микроскоп для изучения грунта	состав грунта, структура и текстура
11	 A line drawing of a laboratory scale. It features a vertical column with a horizontal beam and two pans hanging from it. Two cylindrical weights are shown on the pans.	весы лабораторные	масса грунта с водой m_1+m_2 ; масса сухого грунта m_1
12	 A line drawing of a pair of tongs. They have long handles with circular loops at the ends and a pointed, slightly curved tip.	щипцы тигельные	для сушки грунта в термостате

Таблица 2

Приборы для определения деформационных и фильтрационных характеристик грунта

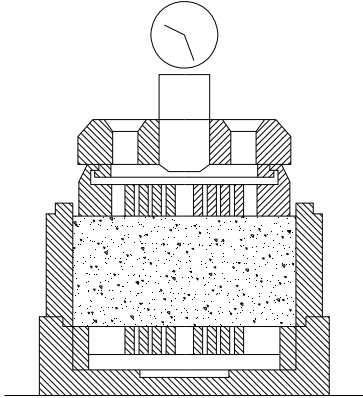
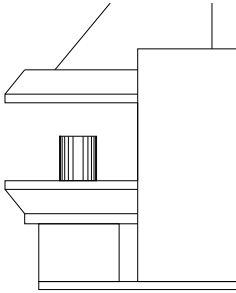
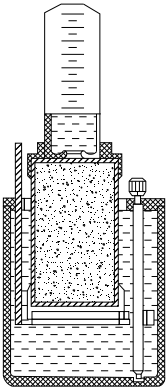
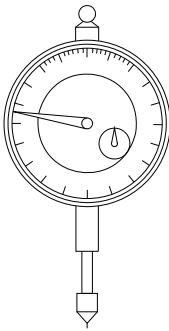
№ п/п	Схема прибора	Название прибора	Характеристика грунта
1		одометр	<p>коэффициент сжимаемости m_0, коэффициент относительной сжимаемости m_v, модуль деформации E</p>
2		пресс	предел прочности на одноосное сжатие R_c
3		КФ-01	коэффициент фильтрации K_f
4		индикатор часового типа	вертикальные и горизонтальные деформации грунта

Таблица 3

Приборы для определения прочностных характеристик грунта

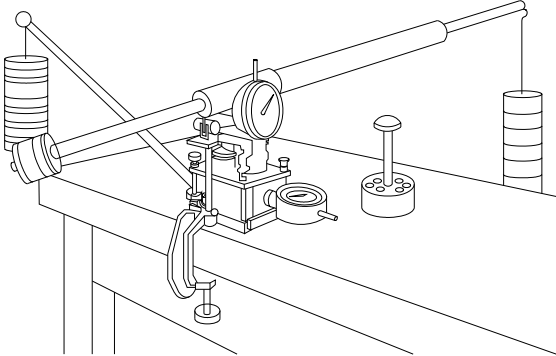
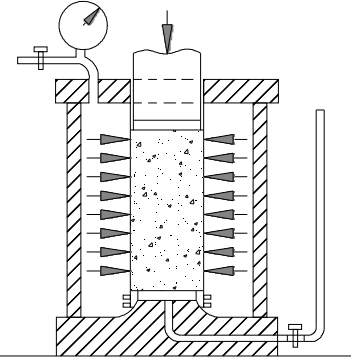
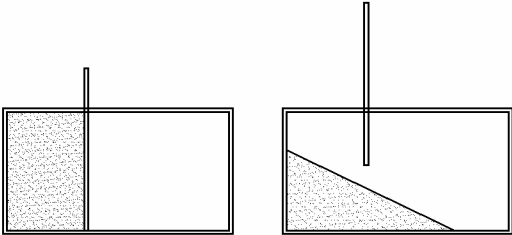
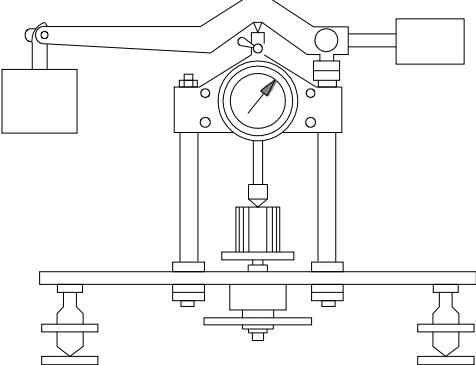
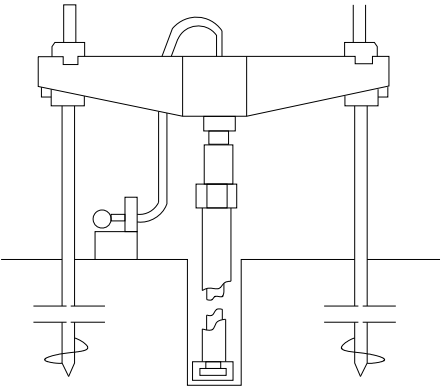
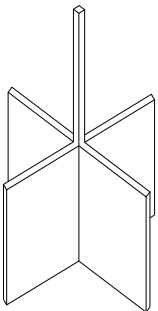
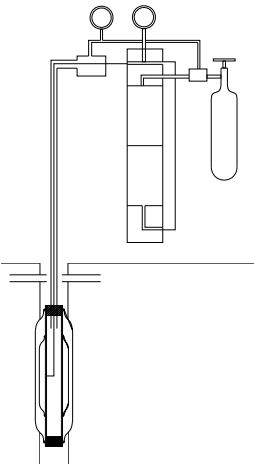
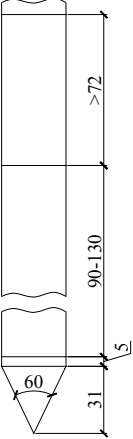
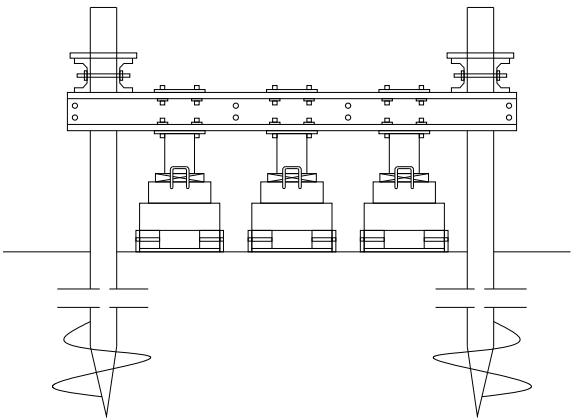
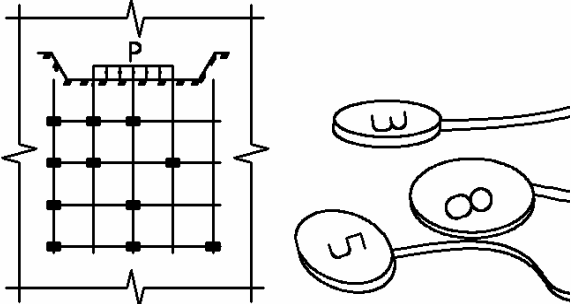
№ п/п	Схема прибора	Название прибора	Характеристика грунта
1		сдвиговой прибор	<p>угол внутреннего трения φ, удельное сцепление c</p>
2		стабилометр	<p>угол внутреннего трения φ, удельное сцепление c, модуль деформации E</p>
3		прибор для определения угла естественного откоса песчаного грунта	<p>угол естественного откоса песчаного грунта α</p>
4		шариковый штамп	<p>удельное сцепление c, модуль деформации E</p>

Таблица 4

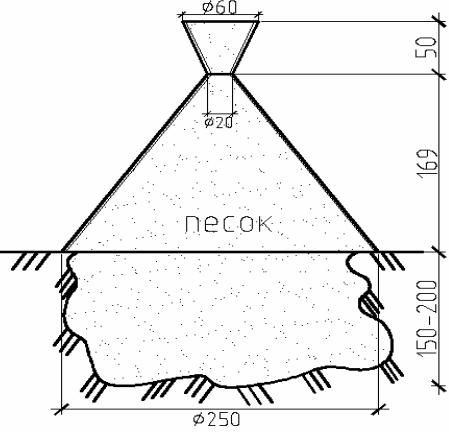
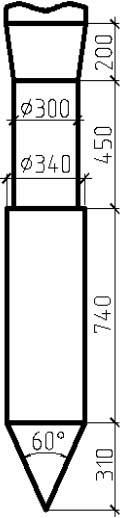
Оборудование для определения физико-механических характеристик
грунта в полевых условиях

№ п/п	Схема испытания	Название прибора	Характеристика грунта
1		штамп и домкрат	модуль деформации E
2		крыльчатка	предельное сопротивление сдвигу $\tau_{пред}$
3		прессиометр	модуль деформации в горизонтальном направлении E_x

Продолжение табл. 4

№ п/п	Схема испытания	Название прибора	Характеристика грунта
4		зонд для статического испытания	удельное сцепление c , угол внутреннего трения φ , модуль деформации E
5		трехсекционная установка для сдвига цилиндрических грунтовых целиков	угол внутреннего трения φ , удельное сцепление c
6		мездозы	напряжения в основании фундаментов (штампов)

Окончание табл. 4

№ п/п	Схема испытания	Название прибора	Характеристика грунта
7		<p>двойная жестяная воронка с диаметром основания 25 см (над лункой)</p>	<p>плотность крупнообломочного грунта ρ</p>
8		<p>зонд для динамического испытания</p>	<p>плотность ρ, угол внутреннего трения φ удельное сцепление c, модуль деформации E песчаных грунтов; ориентировочно модуль деформации E суглинков и глин</p>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. - М.: Изд-во стандартов, 1995. - 31с.
2. ГОСТ 30416-96. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. - М.: Изд-во стандартов, 1996. - 22с.
3. СНиП 2.02.01.-83. Основания зданий и сооружений/Госстрой СССР.- М., 1985. - 41с.
4. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01.-83)/Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1986. - 415с.
5. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – М.: ФГУП ЦПП.2004. – 95с.
6. Бартоломей А.А. Механика грунтов/ А.А. Бартоломей. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 304с.
7. Гриб С.И. Физические и механические характеристики грунтов. Методы определения: лабораторный практикум/ С.И. Гриб. - Красноярск: КрасГАСА, 2004. - 87с.
8. Далматов, Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты/ Б.И. Далматов. - Л.: Стройиздат, 1988. - 416с.
9. Иванов, П.Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений/ П.Л. Иванов. - М.: Высшая школа, 1985. - 352с.
10. Каган А.А. Расчетные характеристики грунтов/ А.А. Каган. – М.: Высшая школа, 1985. – 247с.
11. Котов, М.Ф. Механика грунтов в примерах/ М.Ф. Котов. - М.: Высшая школа, 1968. - 272с.
12. Маслов, Н.Н. Основы инженерной геологии и механики грунтов/Н.Н. Маслов. - М.: Высшая школа, 1982 -512с.
13. Тер – Мартиросян З.Г. Механика грунтов/ З.Г. Тер – Мартиросян.- М.: Издательство АСВ, 2009.- 552с.
14. Ухов, С.Б. Механика грунтов, основания и фундаменты/ С.Б. Ухов, В.В. Семенов, В.В. Знаменский, З.Г. Тер-Мартиросян, С.Н. Чернышев. – М.: Высшая школа, 2002. – 566с.
15. Цытович Н.А. Механика грунтов/ Н.А. Цытович. - М.: Высшая школа, 1983. - 288с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ.....	3
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1.....	4
Задача 1.1 Определение классификационных характеристик глинистых и песчаных грунтов.....	4
Задача 1.2 Определение гранулометрического (зернового) состава сыпучего грунта.....	9
Задача 1.3 Письменный ответ на вопросы по разделам дисциплины.....	13
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2.....	24
Задача 2.1 Построение эпюры вертикальных напряжений от собственного веса грунта.....	24
Задача 2.2 Построение эпюры контактного давления.....	33
Задача 2.3 Определение средней осадки основания методом послойного суммирования.....	38
Приложение 1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	43
Приложение 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ ГРУНТОВ.....	49
Приложение 3. ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ.....	55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	66