

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кузбасский государственный технический
университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра автомобильных дорог и городского кадастра

ОСНОВЫ ГЕОТЕХНИКИ

Методические материалы для обучающихся направления
подготовки 08.03.01 Строительство всех форм обучения

Составитель Н. В. Крупина

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 6 от 25.06.2019
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
направления подготовки 08.03.01
Протокол № 11 от 26.06.2019

Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

Содержание

	ПРЕДИСЛОВИЕ	2
1	ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ	3
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 «Определение гранулометрического состава песчаного грунта ситовым методом»	3
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 «Определение плотности пылевато-глинистого грунта методом режущего кольца»	7
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 «Определение влажности методом высушивания до постоянной массы»	11
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 «Определение влажности на границе текучести пылевато-глинистого грунта»	12
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 «Определение влажности на границе раскатывания пылевато-глинистого грунта»	15
2	ФУНДАМЕНТЫ И ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ	17
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 «Определение угла естественного откоса песка в приборе конструкции И.М. Литвинова»	17
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 «Определение усредненного значения удельного веса грунтов»	20
	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 «Определение расчетных сопротивлений грунтов основания»	23
3	САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	26
	3.1 Структура самостоятельной работы	26
	3.2 Подготовка отчетов по лабораторным работам	26
	3.3 Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам	27
	3.4 Подготовка к промежуточной аттестации	30
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	30
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	32
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	34
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	35
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г	36

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Основы геотехники» и предназначены для студентов направления подготовки бакалавров 08.03.01 Строительство. Дисциплина «Основы геотехники» является комплексной, охватывающей широкий круг вопросов, связанных с оценкой грунтов для работы в качестве оснований зданий и сооружений, дорог различного назначения или использования этих грунтов в виде строительного материала. В методических материалах даны сведения о природе грунтов, влиянии влажности на несущую способность грунтов, а также рассмотрены физические, механические, прочностные и деформационные свойства грунтов; напряжения в грунтах, вызванные дополнительной нагрузкой и внутренними силами. При расчете фундаментов одним из основных вопросов является оценка инженерно-геологических условий площадки строительства, т. е. вопросов, которые рассматривает дисциплина «Основы геотехники»: прочность, устойчивость и нормальная эксплуатация фундаментов зданий и сооружений определяется, в том числе свойствами грунтов, составляющих основание. Прежде чем приступить к выполнению лабораторных работ, внимательно прочитайте следующие указания: Номер варианта выбирается по последней цифре зачетной книжки обучающегося.

1. Все расчёты заносятся в таблицы, находящиеся в самой лабораторной работе.
2. В конце каждой лабораторной работы находится таблица для выбора варианта.
3. После ознакомления с теоретическим материалам и порядком выполнения работы, посмотрите ролик о выполнении лабораторной работы (Приложение Г).

1. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ГРУНТОВ

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕСЧАНОГО ГРУНТА СИТОВЫМ МЕТОДОМ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определение гранулометрического (зернового) состава грунта, вычисление коэффициента неоднородности. Построение кривой гранулометрического состава.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Весовое содержание в грунте частиц различной крупности, выраженное в процентах от веса грунта, взятого для анализа, называется гранулометрическим составом грунта.

Совокупность частиц грунта с приблизительно одинаковыми размерами называется фракцией.

Песчаные грунты разделяются на: гравелистые – 25 % частиц крупнее 2 мм; крупные – 50 % частиц крупнее 0,5 мм; средней крупности – 50 % частиц крупнее 0,25 мм; мелкие – 75 % и более частиц крупнее 0,1 мм; пылеватые – менее 75 % частиц крупнее 0,1 мм.

Существуют различные методы определения гранулометрического состава грунта:

- 1) ситовый;
- 2) ареометрический;
- 3) полевой метод Рутковского;
- 4) пипеточный;
- 5) отмучивания и набухания.

Результаты гранулометрического анализа могут быть представлены в виде таблицы и изображены в графическом виде.

По кривой гранулометрического состава (кумулятивной кривой) определяют два цифровых показателя: эффективный диаметр частиц и коэффициент неоднородности (рис. 1).

Диаметр частиц, процентное содержание которых в грунте менее 10, называется эффективным диаметром (d_{10}).

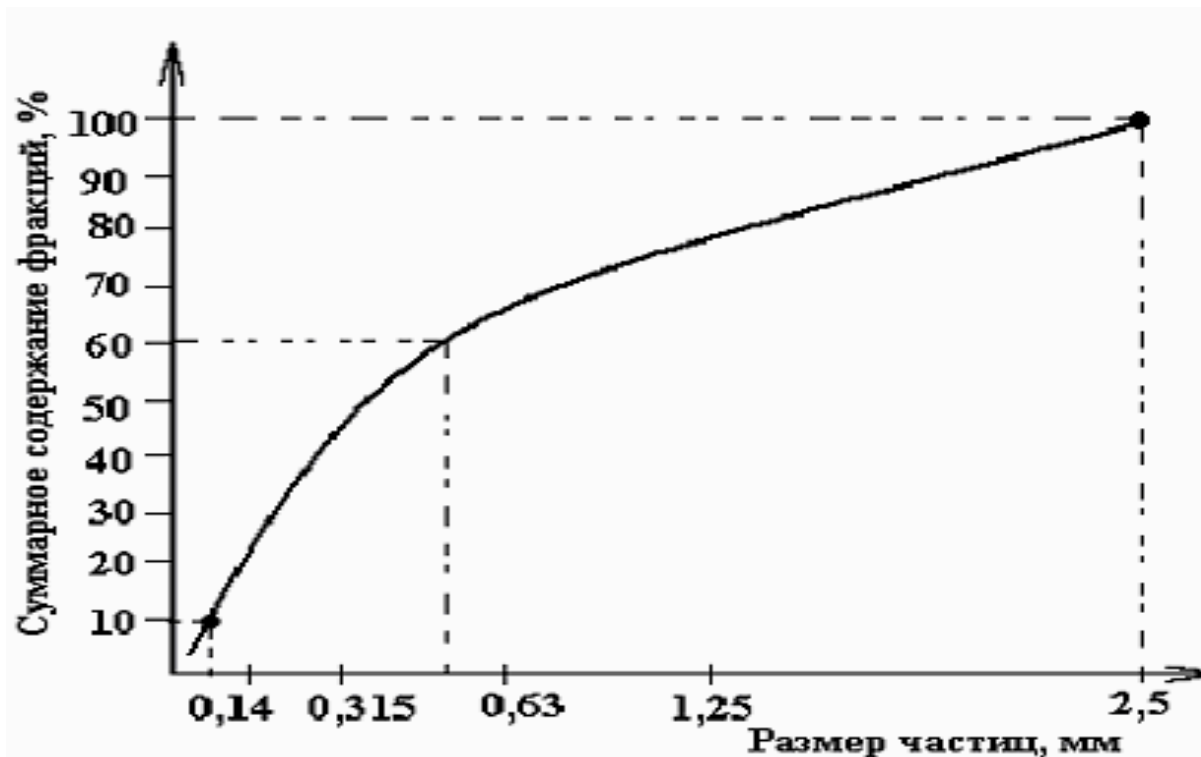


Рис. 1. Кривая гранулометрического состава

Под коэффициентом неоднородности грунта принято понимать отношение диаметра частиц, процентное содержание которых в грунте менее 60, к эффективному диаметру:

$$C_n = \frac{d_{60}}{d_{10}}. \quad (1)$$

Если коэффициент неоднородности $C_n > 3$, то грунт считают неоднородным.

Характер кумулятивной кривой показывает степень однородности частиц, составляющих грунт, если кривая крутая, то грунт однородный, если пологая – неоднородный.

Данные зернового (гранулометрического) состава используют для установления вида грунта, оценки пригодности грунта для отсыпки насыпей, дамб, плотин, оценки грунта как материала для покрытия дорог и в качестве заполнителя бетона и асфальтобетона.

Гранулометрический состав грунта может быть определен в лаборатории ситовым методом (просеивание грунта через набор сит).

Посмотрите ролик о выполнении лабораторной работы (приложение Г).

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Весы лабораторные, набор стандартных сит, нож, стаканчики, песчаный грунт, совок.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Методом квартования (разделение ножом на 4 приблизительно равные части) определить среднюю пробу грунта. Масса средней пробы должна составлять 250–500 г.

1. Стандартные сита монтируют в колонку, перемещая их от поддона в порядке увеличения размера отверстий. На верхнее сито надеть крышку.

2. Среднюю пробу грунта взвесить на лабораторных весах.

3. Взвешенную пробу просеять через набор сит с поддоном.

4. Фракции грунта, задержавшиеся после просеивания на каждом сите и прошедшие в поддон, следует пересыпать в заранее взвешенные стаканчики и взвесить.

5. Сложить веса всех фракций. Если полученная сумма превышает вес взятой для анализа пробы более чем на 1 %, то анализ следует повторить.

Таблица 1

Результаты определения гранулометрического состава грунта						
Показатели	Диаметр отверстий сит, мм					
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	Поддон
Фракция грунта, мм						
Масса фракций, г						
Содержание фракций, %						

6. Определить процентное содержание каждой фракции грунта и занести в табл. 1, в порядке накопления (кумуляции). Суммируйте каждую фракцию последующего сито с предыдущим, начиная с наименьшей.

7. По данным таблицы построить кривую гранулометрического состава, в порядке накопления (кумуляции).

8. Проведя горизонтали на 60 % и 10 % до пересечения с кривой и опустив перпендикуляры, определить коэффициент неоднородности.

9. Определить вид песчаного грунта (см. теоретические положения по процентному содержанию различных частиц).

10. Данные для выполнения лабораторной работы находятся в табл. 2.

Таблица 2

Варианты для определения гранулометрического состава грунта

№ варианта	Диаметр отверстий сит, мм					
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	Поддон
1	112	98	24	29	17	20
2	19	31	52	67	37	44
3	37	44	60	45	29	35
4	49	43	54	53	43	18
5	51	28	34	52	73	12
6	56	35	66	24	46	23
7	31	77	14	63	22	43
8	29	63	37	25	33	51
9	41	53	42	16	67	34
0	57	27	13	89	41	23

ВЫВОДЫ

По коэффициенту неоднородности и кривой гранулометрического состава студент делает краткие выводы по лабораторной работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое гранулометрический состав грунта?
2. Какие методы определения гранулометрического состава существуют?
3. Что называется фракцией?
4. Что такое эффективный диаметр грунта?
5. Как по характеру кривой можно определить однородность грунта?
6. Что такое коэффициент неоднородности?
7. Где используют данные зернового состава?

Лабораторная работа № 2
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТОГО
ГРУНТА МЕТОДОМ РЕЖУЩЕГО КОЛЬЦА**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определение плотности пылевато-глинистого грунта методом режущего кольца, ознакомление с другими методами определения плотности грунта.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ:

Плотностью (ρ) называется величина, равная отношению массы грунта (m) ко всему занимаемому им объему (V), выражается в тоннах на кубический метр (t/m^3), в граммах на кубический сантиметр ($г/см^3$):

$$\rho = m/V. \quad (2)$$

Для большинства грунтов, встречающихся в практике строительства, плотность составляет 1,4–2,2 $г/см^3$.

Существует несколько лабораторных методов определения плотности грунта:

- 1) метод режущего кольца;
- 2) метод парафинирования;
- 3) метод непосредственных измерений;
- 4) метод взвешивания в нейтральной жидкости.

В полевых условиях плотность грунта определяется зондированием или радиоизотопным методом, а для крупнообломочных грунтов – методом «шурфа-лунки».

Посмотрите ролик о выполнении лабораторной работы (приложение Г).

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Монолит грунта, режущее кольцо с заточенной кромкой с внутренним диаметром более 50 мм, штангенциркуль, нож с прямым лезвием длиной более диаметра кольца, плоское стекло 10×10 см, технические весы с разновесами, технический вазелин.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. При помощи штангенциркуля определить высоту (h) и внутренний диаметр (d) режущего кольца.

2. Определить внутренний объем кольца (V) по формуле

$$V = \pi d^2 h / 4, \quad (3)$$

где $\pi = 3,14$.

Точность определения внутреннего объема кольца $0,1 \text{ см}^3$.

3. Смазать с внутренней стороны техническим вазелином пустое режущее кольцо и взвесить его (m_1 , г).

4. Поверхность монолита грунта зачистить ножом.

5. В средней части монолита установить режущее кольцо и слегка вдавить его в грунт. Затем грунт снаружи кольца обрезать на глубину 5–10 мм ниже режущего края кольца, формируя столбик диаметром на 1–2 мм больше наружного диаметра кольца. Периодически, по мере срезки грунта, легким нажатием насаживать кольцо на столбик грунта, не допуская перекосов. После заполнения кольца грунт подрезать на 8–10 мм ниже режущего края кольца и отделить его от монолита.

6. Кольцо с грунтом установить на стеклянную пластину режущей кромкой вверх. Грунт, выступающий выше режущей кромки кольца, осторожно отрезать и поверхность обреза зачистить ножом вровень с краем кольца. Зачистку произвести от центра к периферии. Мелкие раковины зашпаклевать грунтом (без нажима).

7. Кольцо с грунтом перевернуть и поместить защищенной стороной на стекло. Произвести зачистку грунта с другой стороны, как указано в п. 6. После этого объем грунта станет равным внутреннему объему кольца.

8. Тщательно очистить наружную поверхность кольца и взвесить его вместе с грунтом (m_2 , г).

9. Данные измерений занести в табл. 3 и определить плотность грунта по формуле (3). Точность определения плотности $0,01 \text{ г/см}^3$.

10. Данные для выполнения лабораторной работы находятся в табл. 4.

Таблица 3

№ опыта	Высота кольца h , см	Внутренний диаметр кольца d , см	Объем кольца V , см ³	Масса, г			Плотность ρ , г/см ³	
				пустого кольца, m_1	кольца с грунтом m_2	грунта $m = m_2 - m_1$	из опыта	средняя

Таблица 4

Варианты для определения плотности грунта

№ варианта	Высота кольца h , см	Внутренний диаметр кольца d , см	Масса, г	
			пустого кольца m_1	кольца с грунтом m_2
1	2,0	5,9	37	106
2	2,1	5,8	36	102
3	2,2	5,7	35	103
4	2,3	5,4	33	100
5	2,4	5,6	34	101
6	2,5	5,2	36	103
7	2,6	5,5	34	100
8	2,7	5,3	35	105
9	2,8	5,6	39	108
0	2,9	5,5	38	107

ВЫВОДЫ

По результатам опытов сделать вывод о среднем значении плотности грунта входит ли ваш результат в пределы допустимых значений (см. теоретические положения).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется плотностью грунта и как она определяется?
2. Методы определения плотности грунта (лабораторные и полевые).
3. Назовите показатели физических свойств грунтов, определяемые экспериментальным путем.
4. Какие характеристики физических свойств грунтов определяются расчетным путем?
5. Какие факторы влияют на величину плотности грунта?

Лабораторная работа № 3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ МЕТОДОМ
ВЫСУШИВАНИЯ ДО ПОСТОЯННОЙ МАССЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы, ознакомление с другими методами определения естественной влажности.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Природной (естественной) влажностью грунта (W) называется отношение массы содержащейся в нем воды (m_B) к массе высушенного грунта (m_c):

$$W = \left(\frac{m_B}{m_c} \right) \cdot 100\%. \quad (4)$$

Влажность выражается в процентах или в долях единицы. Она является важнейшим показателем состава и физического состояния связных грунтов, определяющим их прочность и деформативность. Для песчаных грунтов влажность колеблется от 1 до 100 %, для глинистых может достигать 200 %, а для ленточных набухающих глин и торфа – 400 %.

Влажность грунтов определяют различными методами:

- весовым;
- термостатным;
- гидростатическим;
- радиометрическим;
- нейтронным;
- электрометрическим;
- спирто-бензометодом.

По коэффициенту водонасыщения крупнообломочные и песчаные грунты делятся на маловлажные ($S_r \leq 0,5$), влажные ($S_r \leq 0,8$) и насыщенные водой ($S_r > 0,8$).

Посмотрите ролик о выполнении лабораторной работы приложение Г).

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Технические весы с разновесами, сушильный шкаф, алюминиевые бюксы.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Взвесить пустой бюкс (m_0 , г). Поместить в бюкс примерно четверть грунта, оставшегося в режущем кольце после определения плотности.

2. Бюкс с влажным грунтом взвесить (m_1 , г).

3. Бюкс с грунтом поставить в сушильный шкаф, где он будет высушиваться в течении 6–8 часов при температуре 105 °С до постоянной массы.

4. На следующем занятии бюкс с высушенным грунтом взвесить (m_2 , г)

5. Результаты взвешивания занести в табл. 5 и определить влажность по формуле (4).

6. Данные для выполнения лабораторной работы находятся в табл. 6.

Точность определения влажности 0,1 %.

Таблица 5

Результаты взвешивания

№ опыта	№ бюкса	Масса бюкса, г			Масса воды в грунте $m_B = m_1 - m_2$	Масса сухого грунта $m_C = m_2 - m_1$	Влажность грунта W , %	
		пустого m_0	с влажным грунтом m_1	с сухим грунтом m_2			из опыта	средняя

Таблица 6

Варианты для определения природной влажности грунта

№ варианта	Масса бюкса, г		
	пустого M_0	с влажным грунтом m_1	с сухим грунтом m_2
1	65	151	132
2	63	149	129
3	68	162	140
4	69	138	122
5	64	156	132

№ варианта	Масса бюкса, г		
	пустого M_0	с влажным грунтом m_1	с сухим грунтом m_2
6	66	144	121
7	67	161	134
8	63	148	125
9	66	153	126
0	68	162	133

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется природной (естественной) влажностью и как она определяется?
2. Методы определения влажности грунта.
3. В каких пределах измеряется влажность для песчаных, пылевато-глинистых грунтов, ленточных набухающих глин и торфа?

Лабораторная работа № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ГРАНИЦЕ ТЕКУЧЕСТИ ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТОГО ГРУНТА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определение влажности на границе текучести пылевато-глинистого грунта.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Влажность на верхней границе пластичности называется границей текучести (W_L) и характеризует переход грунта из пластичного в текучее состояние. Эту влажность условно определяют как влажность такой грунтовой пасты, при которой стандартный конус весом 75 г, с углом при вершине 30° , погружается под собственным весом в грунтовую пасту на 10 мм за 5 с.

Влажность границы текучести определяют в лабораторных условиях только для пылевато-глинистых грунтов. Она является косвенным показателем гранулометрического и минералогического состава пылевато-глинистых грунтов. Высокое содержание этой характеристики свойственно грунтам с большим содержанием глинистых частиц.

Влажность границы текучести определяют по формуле

$$W_L = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \right) \cdot 100\%, \quad (5)$$

где m_1 – масса бюкса до высушивания; m_2 – масса бюкса с грунтом после высушивания; m_0 – масса пустого бюкса.

Определение границы текучести состоит в подборе соответствующей влажности испытываемого грунта.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Грунт в воздушно-сухом состоянии (в порошке), фарфоровая чашка, шпатель, колба с водой, металлический стаканчик и подставка, балансирный конус А. М. Васильева, технический вазелин, алюминиевые бюксы, технические весы с разновесами, сушильный шкаф.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Образец воздушно-сухого грунта поместить в фарфоровую чашку и увлажнить водой до состояния густой пасты, тщательно перемешивая ее при помощи шпателя.

2. Подготовленную грунтовую пасту небольшими порциями (без воздушных полостей) уложить в металлический стаканчик. Поверхность пасты загладить шпателем вровень с краями стаканчика.

3. Балансирный конус, смазанный тонким слоем вазелина, подвести к поверхности грунтовой пасты так, чтобы его острие касалось пасты. Затем плавно опустить конус, позволяя ему погружаться в пасту под действием собственного веса.

4. При погружении конуса в пасту в течение 5 с на глубину более 10 мм, грунтовую пасту извлечь из стаканчика, присоединить к оставшейся в чашке пасте, добавить немного воды, тщательно перемешать ее и повторить операции, указанные в пп. 2–4.

5. При погружении конуса за 5 с на глубину более 10 мм грунтовую пасту из стаканчика переложить в фарфоровую чашку, слегка подсушить на воздухе, непрерывно перемешивая шпателем, и повторить операции, указанные в пп. 2–4.

6. При достижении границы текучести (п. 4) из пасты отобрать пробу массой 15–20 г для определения влажности, поместить ее в бюкс, взвесить, поместить в сушильный шкаф, после высушивания

до постоянной массы взвесить опять и определить влажность по формуле (5).

7. Результаты определения влажности на границе текучести занести в табл. 7.

8. Данные для выполнения лабораторной работы находятся в табл. 8.

Посмотрите ролик о выполнении лабораторной работы (приложение Г).

Таблица 7

№ опыта	№ бюкса	Масса бюкса, г			Влажность грунта на границе текучести W_L , %	
		пустого m_0	с влажным грунтом m_1	с сухим грунтом m_2	отдельной пробы	средняя

Таблица 8

Варианты для определения влажности на границе текучести

№ варианта	Масса бюкса, г		
	пустого m_0	с влажным грунтом m_1	с сухим грунтом m_2
1	65	153	118
2	63	151	117
3	68	161	125
4	69	140	114
5	64	157	121
6	66	146	117
7	67	163	126
8	63	151	120
9	66	154	121
0	68	164	128

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется границей текучести?
2. Как определить влажность на границе текучести?
3. Показателем чего является влажность на границе текучести?
4. Что характеризует влажность границы текучести?

Лабораторная работа № 5
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ГРАНИЦЕ
РАСКАТЫВАНИЯ ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТОГО ГРУНТА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определить влажность на границе раскатывания пылеватого-глинистого грунта.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Влажность на нижней границе пластичности называется границей раскатывания (W_p). При этой влажности происходит потеря пластичности. Это влажность, при которой грунтовое тесто, раскатанное в жгут размером 3 мм, начинает крошиться. Влажность границы раскатывания определяется по формуле

$$W_p = \frac{m_b}{m_c} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где m_b – масса воды, г; m_c – масса сухого грунта, г.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Грунт в воздушно-сухом состоянии и в виде пасты, фарфоровая чашка, шпатель, алюминиевые бюксы, технические весы с разновесами, сушильный шкаф.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В чашку с грунтовой пастой, оставшейся после определения границы текучести, добавить немного воздушно-сухого грунта и хорошо перемешать массу шпателем или руками.

2. Взять небольшой кусочек приготовленного теста и раскатать ладонью на стеклянной пластинке или листе плотной бумаги до образования жгута диаметром 3 мм. Если при этой толщине жгут сохраняет связность и пластичность и не распадается на кусочки, его собирают в комок и вновь раскатывают до образования жгута диаметром 3 мм. Раскатывать следует, слегка нажимая на жгут, длина жгута не должна превышать ширину ладони. Раскатывание продолжают до тех пор, пока жгут не начнет распадаться по поперечным трещинам на кусочки длиной 3–10 мм.

3. Кусочки распадающегося грунта собрать в бюкс. Когда масса грунта в бюксе достигнет 10–15 г, поместить его в сушильный

шкаф и после высушивания до постоянной массы определить влажность границы раскатывания по формуле (6).

4. Результаты определения влажности границы раскатывания занести в табл. 9.

5. Данные для выполнения первой части лабораторной работы находятся в табл. 10.

Таблица 9

№ опыта	№ бюкса	Масса бюкса, г			Масса воды в грунте $m_w = m_1 - m_2$	Масса сухого грунта $m_s = m_2 - m_1$	Влажность грунта W_p
		пустого, m_0	с влажным грунтом, m_1	с сухим грунтом, m_2			

Таблица 10

Варианты для определения влажности на границе раскатывания

№ варианта	Масса бюкса, г		
	пустого, m_0	с влажным грунтом, m_1	с сухим грунтом, m_2
1	30	45	42
2	33	48	44
3	31	46	43
4	34	49	45
5	32	47	43
6	31	46	42
7	29	44	41
8	32	46	43
9	30	45	42
10	32	47	43

ВЫВОДЫ

По полученным данным сделать выводы о названии грунта (определяется по табл. Приложения А) и о состоянии грунта (определяется по табл. Приложения А).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется границей раскатывания?
2. Как определить влажность на границе раскатывания?
3. Что характеризует влажность на границе раскатывания?

2. ФУНДАМЕНТЫ И ОСНОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Лабораторная работа № 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА ПЕСКА В ПРИБОРЕ КОНСТРУКЦИИ И. М. ЛИТВИНОВА

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определить угол естественного откоса песка, построить график зависимости угла естественного откоса грунта от размеров частиц.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Угол естественного откоса – это предельный угол, при котором откос грунта имеет устойчивое положение. Он является характеристикой грунта и зависит от гранулометрического состава, влажности и плотности.

В лабораторных условиях угол естественного откоса определяется только для песчаных и гравелистых грунтов. Чем больший объем грунта подвергается испытанию, тем точнее получаются результаты. Угол естественного откоса определяется для грунта, находящегося в воздушно-сухом состоянии. При определении угла естественного откоса обучающийся выполняет три расчета по трем последним цифрам номера зачетной книжки в табл. 12.

Прибор для определения угла естественного откоса конструкции И. М. Литвинова (рис. 2) представляет собой параллелепипед из оргстекла, разделенный посредством внутренней створки (2) на две части: меньшую (3) и большую (4). В меньшую часть засыпается испытуемый грунт, в большую (если испытания проводятся в воде) наливается вода.

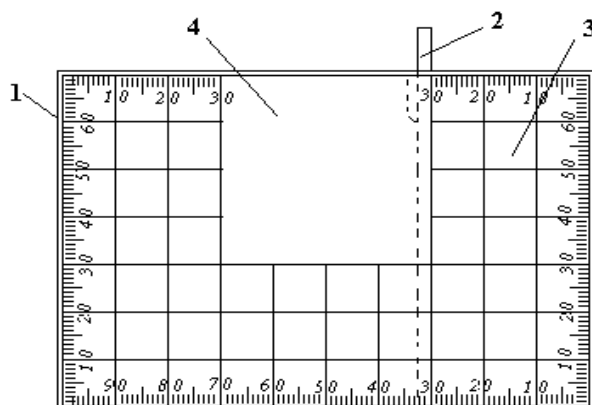


Рис. 2. Прибор для определения угла естественного откоса конструкции И. М. Литвинова

<i>a, град</i>	<i>tga</i>
0	
1	0,017
2	0,035
3	0,052
4	0,069
5	0,087
6	0,105
7	0,123
8	0,140
9	0,158
10	0,176
11	0,194
12	0,212
13	0,231
14	0,249
15	0,268
16	0,287
17	0,305
18	0,325
19	0,344
20	0,364
21	0,384
22	0,404
23	0,424

Рис. 3. Боковая поверхность прибора

На боковых поверхностях прибора нанесена миллиметровая координатная сетка (рис. 3). На торцевых (матовых) плоскостях значения углов от 0 до 54 градусов и соответствующие им значения тангенсов этих углов.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Прибор для определения угла естественного откоса песка конструкции И. М. Литвинова, навеска песчаного грунта, сосуд с водой, набор сит.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Подготавливают песок для испытания (просеивают через сито).
2. В меньшую часть (3) прибора (1) насыпают песок, а в большую часть (4) – наливают воду.
3. Внутреннюю створку (2) поднимают на 3–5 мм и ждут, пока вода не вытеснит воздух из песка и установится на одном уровне в обеих частях сосуда (1).
4. Осторожно приподнимают вверх внутреннюю створку (2) до тех пор, пока откос не установится в положении равновесия, соот-

ветствующего углу естественного откоса грунта. Угол определяется по его тангенсу.

5. Результаты испытаний записываются в табл. 11.

Таблица 11

№ опыта	Размеры частиц, мм	Высота откоса h , см	Длина откоса L , см	$\operatorname{tg} \alpha = h/L$	Угол естественного откоса α , град.	Среднее значение угла естественного откоса $\alpha_{\text{ср}}$, град.
	i.	ii.	iii.	iv.	v.	vi.

По результатам испытаний строится график зависимости угла естественного откоса от размеров частиц (рис. 4).

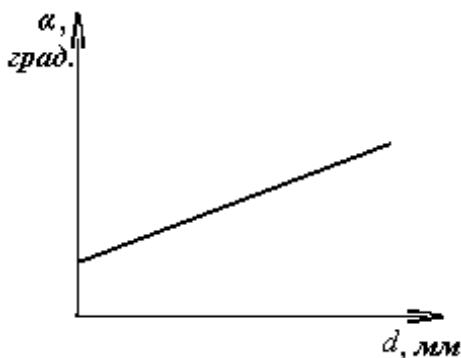


Рис. 4. График зависимости угла естественного откоса от размеров частиц

Таблица 12

Результаты испытаний

№ варианта	Высота откоса h , см	Длина откоса L , см	Примечание
0	25	83	
1	20	55	
2	22	89	
3	31	64	
4	45	77	
5	13	59	
6	27	90	
7	42	73	
8	33	81	
9	24	49	

В случае исследования влияния гранулометрического состава на величину угла естественного откоса, грунт разделяют на фракции с помощью сит, а затем с каждой фракцией проводят испытания согласно пп. 1–4.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется углом естественного откоса грунта?
2. Порядок выполнения работы.
3. От чего зависит угол естественного откоса грунта?
4. С помощью какого прибора можно определить угол естественного откоса?
5. Почему угол естественного откоса песка в воде меньше, чем в воздушно-сухом состоянии?

Лабораторная работа № 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСРЕДНЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ УДЕЛЬНОГО ВЕСА ГРУНТОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определить расчетами физико-механические свойства грунтов, усредненные значения удельного веса грунтов в каждой точке элементарного слоя.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Калькулятор, карандаши, миллиметровая бумага.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Первый геологический слой грунта студент проставляет по своим данным лабораторных и расчетных работ, два следующих геологических слоя студент принимает по приложению В табл. 1 по номерам грунтов, выданных преподавателем. Далее студент заполняет таблицу 12. После этого необходимо вычертить на отдельном листе схему напластования грунтов (с указанием мощности каждого слоя), заштрихованную под свои виды грунтов. Расчеты физических характеристик грунтов заносятся в таблицу 12. В конце таблицы необходимо сделать выводы о виде грунтов и состоянии каждого грунта по таблицам приложения.

Таблица 13

Сводная таблица физико-механических свойств грунтов

№ п/ п	Показатели	Обозначения	Номер геологического слоя			Формула для расчета
			1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7
1	Удельный вес твердых частиц грунта	γ_s , кН/м ³				Из задания
2	Удельный вес грунта	γ , кН/м ³				Из задания
3	Влажность грунта	W , доли ед.				Из задания
4	Удельный вес скелета грунта	γ_d , кН/м ³				$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+W}$
5	Коэффициент пористости	e , доли ед.				$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$
6	Степень влажности	S_r , доли ед.				$S_r = \frac{\gamma_s \cdot W}{e \cdot \gamma_w}$
7	Граница раскатывания	W_p , доли ед.				Из задания
8	Граница текучести	W_L , доли ед.				То же
9	Число пластичности	I_p , доли ед.				$I_p = W_L - W_p$
10	Показатель текучести	I_L , доли ед.				$I_L = \frac{W - W_p}{I_p}$
11	Модуль деформации	E , кПа				Из задания
12	Угол внутреннего трения	φ , град				Из задания
13	Удельное сцепление	c , кПа				Из задания
14	Удельный вес воды	γ_w , кН/м ³				$\gamma_w = \rho_w \cdot g$

Наименование грунтов и их состояние:

Песчаных по e , S_r _____

Глинистых по I_p , I_L _____

Усредненные значения удельного веса грунта можно определить по следующей формуле:

$$\gamma_{срi} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\sum h_i}, \quad (7)$$

где γ_i – значение удельного веса i -го слоя грунта; h_i – мощность i -го слоя грунта.

Например, нам необходимо определить среднее значение удельного веса грунта в пятой точке (рисунок 5), рассчитаем

$$\gamma_{ср,5} = \frac{H_1 \gamma_1 + H_2 \gamma_2 + h_7 \gamma_3}{H_1 + H_2 + h_7}. \quad (8)$$

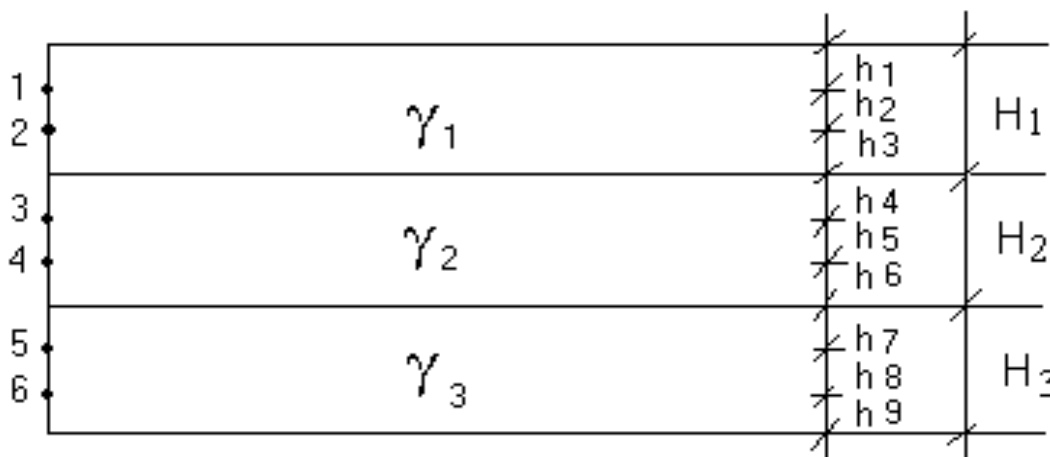


Рис. 5. Деление слоёв грунта на элементарные слои

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определяется удельный вес твердых частиц грунта?
2. Что называется коэффициентом пористости?
3. По какой формуле рассчитываются число пластичности и показатель текучести?
4. Дайте определению степени влажности грунта.
5. Определите усредненное значение удельного веса грунта по данным, указанным преподавателем.

Лабораторная работа № 8 **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Определить расчетные сопротивления в каждой точке элементарного слоя, построить на миллиметровой бумаге эпюру расчетных сопротивлений грунтов, сделать выводы о пригодности грунтов в качестве основания для ФМЗ.

ПРИБОРЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Калькулятор, карандаши, миллиметровая бумага.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Расчетное сопротивление грунта основания R можно определить по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c1}}{k} [M_{\gamma}k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}], \quad (9)$$

где γ_{c1} и γ_{c2} – коэффициенты условий работы, принимаемые по таблице 19; k – коэффициент, принимаемый равным: $k = 1$, если прочностные характеристики грунта (φ и c) определены непосредственными испытаниями, и $k = 1,1$, если они приняты по заданию; M_{γ} , M_q , M_c – коэффициенты, принимаемые по таблице 20; k_z – коэффициент, принимаемый равным: при $b < 10$ м – $k_z = 1$, при $b \geq 10$ м – $k_z = z_0 / b + 0,2$ (здесь $z_0 = 8$ м);

b – ширина подошвы фундамента, м; γ_{II} – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды), кН/м^3 (тс/м^3); γ'_{II} – то же, залегающих выше подошвы; c_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа (тс/м^2); d_1 – глубина заложения точки, для которой определяется расчетное сопротивление. При определении расчетного сопротивления в грунте по несущей способности принимается $b = 1$ м; d_b – глубина заложения точки, для которой определяется R . Все

данные грунтов берутся по I предельному состоянию, т. е. по несущей способности.

Таблица 14

Коэффициенты условий работы

Грунты	Коэффициент γ_{c1}	Коэффициент γ_{c2} для сооружений с жесткой конструктивной схемой при отношении длины сооружения или его отсека к высоте L/H , равном:	
		4 и более	1,5 и менее
1	2	3	4
Крупнообломочные с песчаным заполнителем и песчаные, кроме мелких и пылеватых	1,4	1,2	1,4
Пески мелкие	1,3	1,1	1,3
Пески пылеватые: маловлажные и влажные насыщенные водой	1,25	1,0	1,2
	1,1	1,0	1,1
Пылевато-глинистые, а также крупнообломочные с пылевато-глинистым заполнителем с показателем текучести грунта или заполнителя	$I_L \leq 0,25$	1,25	1,1
	$0,25 \leq I_L \leq 0,5$	1,2	1,1
	$I_L > 0,5$	1,1	1,0

Таблица 15

Коэффициенты, принимаемые по углу внутреннего трения грунта

Угол внутреннего трения φ_{II} , град.	Коэффициенты			Угол внутреннего трения φ_{II} , град.	Коэффициенты		
	M_v	M_q	M_c		M_v	M_q	M_c
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	1,00	3,14	23	0,69	3,65	6,24
1	0,01	1,06	3,23	24	0,72	3,87	6,45
2	0,03	1,12	3,32	25	0,78	4,11	6,67
3	0,04	1,18	3,41	26	0,84	4,37	6,90
4	0,06	1,25	3,51	27	0,91	4,64	7,14
5	0,08	1,32	3,61	28	0,98	4,93	7,40
6	0,10	1,39	3,71	29	1,06	5,25	7,67
7	0,12	1,47	3,82	30	1,15	5,59	7,95
8	0,14	1,55	3,93	31	1,24	5,95	8,24
9	0,16	1,64	4,05	32	1,34	6,34	8,55

Угол внутреннего трения Φ_{II} , град.	Коэффициенты			Угол внутреннего трения Φ_{II} , град.	Коэффициенты		
	M_v	M_q	M_c		M_v	M_q	M_c
10	0,18	1,73	4,17	33	1,44	6,76	8,88
11	0,21	1,83	4,29	34	1,55	7,22	9,22
12	0,23	1,94	4,42	35	1,68	7,71	9,58
13	0,26	2,05	4,55	36	1,81	8,24	9,97
14	0,29	2,17	4,69	37	1,95	8,81	10,37
15	0,32	2,30	4,84	38	2,11	9,44	10,80
16	0,36	2,43	4,99	39	2,28	10,11	11,25
17	0,39	2,57	5,15	40	2,46	10,85	11,73
18	0,43	2,73	5,31	41	2,66	11,64	12,24
19	0,47	2,89	5,48	42	2,88	12,51	12,79
20	0,51	3,06	5,66	43	3,12	13,46	13,37
21	0,56	3,24	5,84	44	3,38	14,50	13,98
22	0,61	3,44	6,04	45	3,66	15,64	14,64

1. Для определения R по несущей способности отношение L / H принимается равным 4 и более.

2. Слой грунта делится на 3 части, приблизительно одинаковой мощности слоя.

3. Ширина подошвы фундамента принимается равной 1 м, а глубина заложения фундамента d_b и d_1 равна глубине заложения точки, для которой определяется расчетное сопротивление.

4. После того, как будут определены расчетные сопротивления во всех шести точках, по этим данным необходимо построить эпюру расчетных сопротивлений грунта (рис. б) этим данным.

ВЫВОДЫ

Сделать выводы о пригодности грунтов в качестве основания для фундамента мелкого заложения. Необходимо при этом помнить, что грунты пригодны в качестве основания, начиная с той точки, в которой расчетное сопротивление равно или более 200 кПа.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На какие приблизительно равные части делится геологический слой?

2. Чему принимается равным ширина подошвы фундамента b при определении расчетного сопротивления в точке?

3. Почему расчетное сопротивление грунта в одном и том же слое тем больше, чем ниже находится точка?

4. Дайте определение степени влажности грунта.

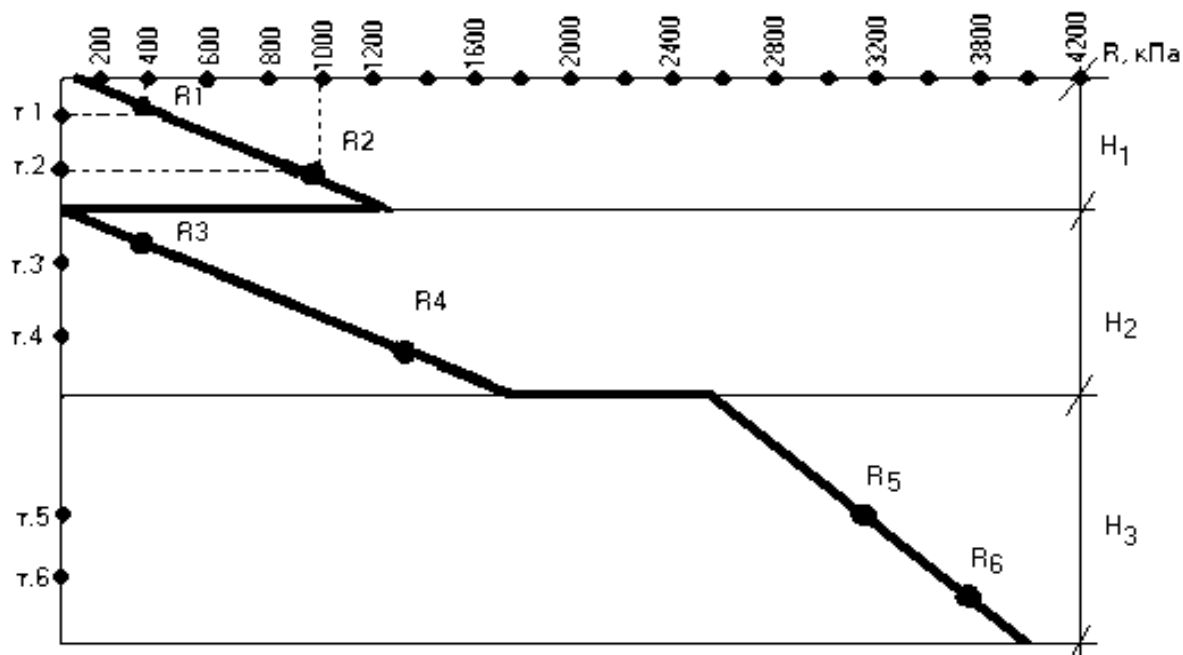


Рис. 6. Эпюра расчетных сопротивлений грунта

3 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

3.1 Структура самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов в рамках изучения данной дисциплины включает в себя:

- подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам;
- самостоятельное изучение теоретических вопросов при подготовке к промежуточной аттестации.

3.2 Подготовка отчетов по лабораторным работам

Подготовка и оформление отчетов производится с использованием текстового редактора Libre Office Writer или Microsoft Word, а также электронной таблицы Libre Office Calc или Microsoft Excel. При защите отчетов по лабораторным работам студенты должны представить отчет в электронном виде со всеми необходимыми расчетами, таблицами и графиками, сделанными соответствующими выводами.

3.3 Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Подготовка и оформление отчетов по лабораторным работам производится в электронном виде по ГОСТ 2.105-95 на одной стороне листов бумаги формата А4 (210×297 мм) в одну колонку, со следующими установками:

1) Параметры страниц: поля – верхнее, нижнее и правое по 1,5 см, левое – 3,0 см; колонтитулы от края – 1,25 см; ориентация книжная (допустима альбомная ориентация для отдельных страниц).

2) Шрифт Times New Roman, размер 14, междустрочный интервал полуторный, перенос слов в документе автоматический, выравнивание – по ширине страницы.

3) При вставке формул использовать редактор Microsoft Equation при установках: обычный – 14 пт.; крупный индекс – 12 пт.; мелкий индекс – 10 пт.; крупный символ – 16 пт.; мелкий символ – 14 пт. Русские и греческие буквы пишутся не курсивом, латинские – курсивом.

Оформление формул

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул. В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Расчет по формулам ведется в основных единицах измерения, формулы записываются следующим образом: сначала записывается формула в буквенном обозначении, после знака равенства вместо каждой буквы подставляется ее численное значение в основной системе единиц измерения; затем ставится знак равенства и записывается конечный результат с единицей измерения. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале

следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «×».

Формула нумеруется, если далее по тексту она будет востребована. Формулы, за исключением формул, помещаемых в приложение, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в круглых скобках, например, в формуле (7).

Формулы, помещаемые в приложениях, должны нумероваться отдельной нумерацией, арабскими цифрами в пределах каждого приложения с добавлением перед каждой цифрой обозначения приложения. Например, формула (А.1).

Оформление иллюстраций

Иллюстрационный материал может быть представлен в виде схем, графиков и т. п. Иллюстрации, помещенные в тексте и приложениях пояснительной записки, именуется рисунками.

Иллюстрации выполняются в графических редакторах и располагаются после первой ссылки на них и как можно ближе к ссылке на них в тексте.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами в пределах раздела, либо сквозной нумерацией. Например, «Рисунок 1», «Рисунок 1.1», «Рисунок 2.1».

Ссылку на иллюстрацию дают в следующем виде: «в соответствии с рисунком 1».

Иллюстрация при необходимости может иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительного текста без точки в конце.

Все рисунки формата большего, чем А4, выносятся в приложения.

Построение таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей, а также для оформления цифрового материала.

Слово «Таблица», ее номер и название помещают справа над таблицей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы записывают через тире после слова «Таблица» с прописной буквы без точки в конце. Например: «Таблица 2 Технические данные».

Заголовки граф и строк таблицы пишутся с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Заголовки граф записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Таблицу в зависимости от ее размера помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к документу. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа документа.

Если в конце страницы таблица прерывается, ее продолжение помещают на следующей странице. При переносе таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы. Слово «Таблица» указывают только один раз слева над первой частью таблицы а, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы.

Все таблицы, за исключением таблиц приложений, нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенного точкой.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например, «Таблица А.1», если она приведена в приложении А.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте, при ссылке слово «таблица» пишется полностью с указанием ее номера.

Оформление списка литературы

Список литературы является обязательным (нечисловым) разделом пояснительной записки, оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003, включается в содержание пояснительной записки.

Список должен содержать сведения обо всех источниках, использованных при подготовке отчета. Располагать источники в списке рекомендуется в порядке появления ссылок в тексте. Возможно и другое разрешенное нормативными документами расположение источников в списке.

3.4 Подготовка к промежуточной аттестации

Уточненный перечень вопросов для промежуточной аттестации приведен в рабочей программе дисциплины «Основы геотехники».

При подготовке к промежуточной аттестации рекомендуется использовать лекционные материалы, а также учебную литературу, приведенную в рабочей программе дисциплины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное методическое указание предназначено для того чтобы подготовить студентов к принятию самостоятельных решений, определению несущего слоя грунта основания.

После изучения материала, приведенного в методическом указании, выполнения лабораторных работ и вычисления основных показателей, сделаем некоторые обобщения, которые полезно знать каждому инженеру-строителю.

В зависимости от назначения, конструктивных и технологических особенностей сооружения, с одной стороны, особенностей геологического строения и физико-механических свойств грунтов основания, стоимость строительства может существенно изменяться. Поэтому всегда важно оценивать технико-экономическую целесообразность размещения объектов строительства в определенных инженерно-геологических условиях.

Следовательно, до начала проектных работ необходимо провести инженерно-геологические изыскания на площадке предполагаемого строительства. Опыт показывает, что недостаточное инженерно-геологическое обоснование проектных решений, ошибки в определении характеристик физико-механических свойств грунтов,

отсутствие возможности прогноза их изменения в результате строительства и эксплуатации сооружения являются причиной, приводящей к нарушению нормальной работы сооружений и даже к авариям.

Развитие дисциплины «Основы геотехники» неразрывно связано с совершенствованием конструктивных и технологических решений в области строительства.

Таким образом, инженер-строитель должен постоянно помнить, что теория и практика дисциплины «Основы геотехники» находятся в постоянном развитии, следить за публикациями в современной научной литературе, не только российской, но и зарубежной. Накопленный сегодня уровень знаний завтра уже может оказаться недостаточным.

Приложение А
Таблица А1

Плотность частиц песчаных и пылевато-глинистых грунтов

Грунт	$\rho_s, \text{г/см}^3$	
	Диапазон	Среднее значение
Песок	2,65–2,67	2,66
Супесь	2,68–2,72	2,70
Суглинок	2,69–2,73	2,71
Глина	2,71–2,76	2,74

Таблица А2

Подразделение песчаных грунтов по коэффициенту пористости

Песок	Подразделение по плотности сложения		
	плотный	средней плотности	рыхлый
Гравелистый, крупный и средней крупности	$e > 0,5$	$0,55 < e < 0,7$	$e > 0,7$
Мелкий	$e < 0,6$	$0,6 < e < 0,75$	$e > 0,75$
Пылеватый	$e < 0,6$	$0,6 < e < 0,8$	$e > 0,8$

Таблица А3

Классификация пылевато-глинистых грунтов

Пылевато-глинистые грунты	Число пластичности пылевато-глинистого грунта $I_p, \%$
Супесь	$1 < I_p < 7$
Суглинок	$7 < I_p < 17$
Глина	$I_p > 17$

Таблица А4

Классификация пылевато-глинистых грунтов по консистенции

Разновидности пылевато-глинистых грунтов	Показатель текучести I_L
Супеси:	
твердые	$I_L < 0$
пластичные	$0 < I_L < 1$
текучие	$I_L > 1$
Суглинки и глины:	
твердые	$I_L < 0$
полутвердые	$0 < I_L < 0,25$
тугопластичные	$0,25 < I_L < 0,5$
мягкопластичные	$0,5 < I_L < 0,75$
текучепластичные	$0,75 < I_L < 1$
текучие	$I_L > 1$

Таблица А5

Разновидность грунта	Размер зерен, частиц d , мм	Содержание зерен, частиц, % по массе
Крупнообломочные:		
- валунный при преобладании неокатанных частиц – глыбовый)	>2 00	>50
- галечниковый (при неокатанных гранях – щебенистый)	> 10	> 60
- гравийный (при неокатанных гранях – дресвяный)	>2	>50
Пески:		
- гравелистый	>2	> 25
- крупный	>0,50	>50
- средней крупности	> 0,25	>50
- мелкий	>0,10	> 75
- пылеватый	>0,10	> 75

Характеристики физико-механических свойств грунтов

№ п/п	Наименование грунта	Для расчета по несущей способности			Для расчета по деформациям			Удельный вес твердых частиц грунта γ_s , кН/м ³	Влажность W , доли ед.	Предел текучести W_L , доли ед.	Предел раскатывания W_p , доли ед.	Коэффициент фильтрации Мощность слоя h , м K_f , см/с	Модуль деформации E , кПа	Мощность слоя h , м
		удельный вес грунта γ , кН/м ³	угол внутреннего трения ϕ , град	сцепление C_1 , кПа	удельный вес грунта γ , кН/м ³	угол внутреннего трения ϕ , град	сцепление C_1 , кПа							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Глина	15,5	13	13	18,2	15	18	27,1	0,40	0,46	0,28	$2,0 \times 10^{-8}$	5000	2
2		15,5	12	10	18,1	14	14	26,9	0,39	0,46	0,27	$2,2 \times 10^{-8}$	4000	2
3	Суглинок	18,3	20	30	21,5	16	40	26,5	0,15	0,24	0,11	$2,3 \times 10^{-6}$	22000	2
4		15,5	15	15	18,2	17	20	26,7	0,31	0,39	0,26	$2,7 \times 10^{-7}$	9000	3
5		15,7	15	9	18,5	18	12	27,8	0,31	0,36	0,22	$2,5 \times 10^{-7}$	10000	3
6	Супесь	16,4	20	6	19,2	24	8	26,5	0,22	0,24	0,18	$2,1 \times 10^{-5}$	14000	3
7		17,5	22	7	20,5	26	10	26,6	0,118	0,24	0,115	$2,7 \times 10^{-5}$	18000	3
8	Песок средней крупности	17,2	32	-	20,1	38	-	26,4	0,16	-	-	$2,0 \times 10^{-2}$	40000	2
9	Песок пылеватый	16,3	26	-	19,0	30	-	26,5	0,26	-	-	$8,1 \times 10^{-4}$	17000	8
10	Песок	16,3	24	-	19,0	28	-	26,8	0,29	-	-	$2,2 \times 10^{-4}$	11000	2

Приложение В

Таблица В1

Подразделение песчаных грунтов по плотности сложения

Разновидность песков	Коэффициент пористости e		
	Пески гравелистые крупные и средней крупности	Пески мелкие	Пески пылеватые
Плотный	<0,55	<0,60	<0,60
Средней плотности	0,55–0,70	0,60–0,75	0,60–0,80
Рыхлый	>0,70	>0,75	>0,80

Таблица В2

Подразделение песчаных грунтов по степени влажности S_r

Грунт	Степень влажности
Маловлажный	$0 < S_r \leq 0,5$
Влажный	$0,5 < S_r \leq 0,8$
Насыщенный водой	$0,8 < S_r \leq 1$

Таблица В3

Подразделение пылевато-глинистых грунтов по числу пластичности I_p

Грунт	Число пластичности
Супесь	$0,01 < I_p \leq 0,07$
Суглинок	$0,07 < I_p \leq 0,17$
Глина	$I_p \leq 0,17$

Таблица В4

Подразделение пылевато-глинистых грунтов по показателю текучести I_L

Грунт	I_L
Супесь:	
- твердая	<0
- пластичная	0–1
- текучая	>1
Суглинки и глины:	
- твердые	<0
- полутвердые	0–0,25
- тугопластичные	0,25–0,50
- мягкопластичные	0,50–0,75
- текучепластичные	0,75–1,00
- текучие	>1,00

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1. Определение гранулометрического состава песчаного грунта.
2. Определение плотности грунта методом режущего кольца.
3. Определение влажности грунта методом высушивания до постоянной массы.
4. Определение границы текучести для глинистых грунтов (конус Васильева).

Составитель
Крупина Наталья Васильевна

ОСНОВЫ ГЕОТЕХНИКИ

Методические материалы
для обучающихся направления подготовки 08.03.01 Строительство
всех форм обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.09.2019. Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 2,0

Тираж 50 экз. Заказ

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Издательский центр УИП КузГТУ. 560000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а