

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет»**

Кафедра механики грунтов и геотехники

**ЖУРНАЛ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕХАНИКА. МЕХАНИКА ГРУНТОВ»**

Студент_____

Курс_____

Группа_____

Учебный год 201_ /201_

Москва 20_____

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент М.В. Прошин

Составители:

*Л.И. Черкасова, И.М. Юдина, Д.Ю. Чунюк,
Г.В. Алексеев, Е.С. Гусева*

Лицензия ЛР №020675 от 09. 12. 1997г.

Подписано в печать	04г.	Формат 60х84х1/16	Печать офсетная
И-79	Объем	п.л.	Т.
			Заказ

Московский государственный строительный университет.

Типография МГСУ 129337, Москва. Ярославское ш., д.26

Лабораторная работа № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ, ИХ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, РАСЧЕТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ R_0

А) ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные характеристики физических свойств грунтов, определяемых экспериментально в лабораторных условиях, являются удельный вес грунта, удельный вес частиц грунта, весовая влажность.

Задание 1. Определение плотности - ρ и удельного веса - γ грунта естественной ненарушенной структуры методом взвешивания в воде.

Плотность грунта (ρ) – отношение массы грунта к его объему [г/см^3 ; т/м^3].
Удельный вес грунта (γ) – вес единицы объема грунта в его естественном состоянии $\gamma = \rho \cdot g$ [кН/м^3], g – ускорение свободного падения.

Запись результатов:

Масса образца грунта, (г) $m =$ _____

Масса парафинированного образца грунта, (г) $m_1 =$ _____

Масса парафинированного образца, погруженного в воду, (г) $m_2 =$ _____

Плотность парафина $\rho_{\text{п}}$, принимаемая равной $0,900 \text{ г/см}^3$;

Плотность воды при температуре испытаний $\rho_w \approx 1,00 \text{ г/см}^3$

Плотность грунта вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{гр}}},$$

где $V_{\text{гр}} = V_1 - V_2$ – объем образца грунта;

$$V_1 = \frac{m_1 - m_2}{\rho_w} \text{ – объем образца с парафиновой оболочкой;}$$

$$V_2 = \frac{m_1 - m}{\rho_{\text{п}}} \text{ – объем парафиновой оболочки;}$$

$$\rho = \frac{m \rho_n \rho_w}{\rho_n (m_1 - m_2) - \rho_w (m_1 - m)} = \text{_____} \text{ г/см}^3$$

Удельный вес грунта: $\gamma = \rho \cdot g =$ _____ кН/м^3

Задание 2. Определение плотности - ρ_s и удельного веса - γ_s частиц грунта пикнометрическим методом.

Плотность частиц грунта (ρ_s) – отношение массы частиц грунта к их объему [г/см^3 ; т/м^3]. Удельный вес частиц грунта (γ_s) – вес твердых частиц единицы объема образца грунта, высушенного при температуре 105°C до постоянной массы:

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g \text{ [кН/м}^3\text{]}$$

Запись результатов:

Масса пикнометра, (г) $m_b =$ _____

Масса пикнометра с грунтом (из расчета 15 грамм предварительно высушенного до постоянной массы грунта на 100 мл емкости пикнометра), (г) $m_r =$ _____

Масса грунта, (г) $m_0 = m_r - m_b =$ _____

Масса пикнометра с грунтом и дистиллированной водой, залитой до мерной риски на горлышке пикнометра после кипячения на песчаной бане (длительность кипячения составляет 1 час), (г) $m_1 =$ _____

Масса пикнометра с дистиллированной водой, залитой до мерной риски, (г) $m_2 =$ _____

Плотность частиц грунта (ρ_s) вычисляется исходя из равенства объема грунта с дистиллированной водой, залитой до мерной риски на горлышке пикнометра (m_1) и объема дистиллированной воды, залитой до той же мерной риски (m_2) по формулам:

- Объем пикнометра с грунтом и дистиллированной водой:

$$V_{\text{пикном}} = V_{\text{гр}} + V_{\text{воды}} = \frac{m_0}{\rho_s} + \frac{m_1 - m_0}{\rho_w}$$

- Объем пикнометра с дистиллированной водой:

$$V_{\text{пикном}} = V_{\text{воды}} = \frac{m_2}{\rho_w}$$

- Получено уравнение:

$$\frac{m_0}{\rho_s} + \frac{m_1 - m_0}{\rho_w} = \frac{m_2}{\rho_w}$$

Решая это уравнение относительно ρ_s получим:

$$\rho_s = \frac{\rho_w m_0}{m_0 + m_2 - m_1} = \frac{\rho_w m_0}{m_0 + m_2 - m_1} = \text{_____} \text{ г/см}^3$$

где ρ_w – плотность воды при температуре испытания ($\rho_w \approx 1 \text{ г/см}^3$).

Удельный вес частиц грунта: $\gamma_s = \rho_s \cdot g =$ _____ кН/м^3

Задание 3. Определение природной влажности грунта W .

(для песчаного и глинистого грунта)

Влажность грунта – это отношение массы воды к массе твердых частиц грунта. Влажность грунта определяется, как отношение массы воды, испарившейся из пор природного грунта при его высушивании, к массе высушенного при температуре 105°C грунта.

Запись результатов:

Номер стаканчика _____

Масса пустого стаканчика с крышкой, (г) $m =$ _____Масса влажного грунта со стаканчиком и крышкой, (г) $m_1 =$ _____Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, (г) $m_0 =$ _____

Влажность грунта определяется по формуле:

(Допускается выразить влажность грунта в долях единицы.)

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100 = \text{_____} \cdot 100 = \text{_____} (\%)$$

Задание 4. Определение границы раскатывания W_p .

(для глинистого грунта)

Влажность на границе раскатывания – это влажность, при которой грунт из пластичного состояния переходит в твердое состояние.

Границу раскатывания (пластичности) следует определять, как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой паста, раскатываемая в жгут диаметром 3мм, начинает распадаться на кусочки длиной 3-10 мм.

Запись результатов:

Номер стаканчика _____

Масса пустого стаканчика с крышкой, (г) $m =$ _____Масса стаканчика с кусочками распадающегося жгута и крышкой, (г) $m_1 =$ _____Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, (г) $m_0 =$ _____

Влажность грунта на границе раскатывания определяется по формуле:

(Допускается выразить влажность грунта на границе раскатывания в долях единицы.)

$$W_p = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100 = \text{_____} \cdot 100 = \text{_____} (\%)$$

Задание 5. Определение границы текучести W_L .

(для глинистого грунта)

Влажность на границе текучести – это влажность, при которой грунт из пластичного состояния переходит в текучее состояние.

Границу текучести следует определять, как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирующий конус погружается в пасту под действием собственного веса за 5с на глубину 10мм.

Запись результатов:

Номер стаканчика _____

Масса пустого стаканчика с крышкой, (г) $m =$ _____Масса стаканчика с пробой грунта и крышкой, (г) $m_1 =$ _____Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, (г) $m_0 =$ _____

Влажность грунта на границе текучести определяется по формуле:

(Допускается выражать влажность грунта на границе текучести в долях единицы.)

$$W_L = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100 = \text{_____} \cdot 100 = \text{_____} (\%)$$

Б) ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ РАСЧЕТОМ.

1. Плотность скелета грунта (ρ_a) – отношение массы частиц грунта к объему образца ненарушенной структуры.

$$\rho_a = \frac{\rho}{1 + W} = \text{_____} = \text{_____} \text{ г/см}^3$$

где W – природная влажность (в долях единицы).

2. Коэффициент пористости грунта (e) – отношение объема пор к объему твердых частиц грунта.

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + W) - 1 = \text{_____}$$

где W – природная влажность (в долях единицы).

3. Пористость грунта (n) – отношение объема пор к полному объему образца:

$$n = \frac{e}{1 + e} = \text{_____} = \text{_____}$$

4. Объем твердых частиц грунта:

$$m = \frac{1}{1 + e} = \text{_____} = \text{_____}$$

5. Удельный вес грунта, залегающего ниже уровня грунтовых вод, по закону Архимеда, с учетом взвешивающего действия воды равен:

$$\gamma_{\text{взв}} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \text{_____} = \text{_____}$$

Разновидность глинистого грунта определяется по числу (индексу) пластичности (J_p).

Число (индекс) пластичности J_p характеризует интервал влажности, в пределах которого грунт имеет пластичное состояние:

(значения W_L и W_P смотри в заданиях 4,5)

Число (индекс) пластичности J_p косвенно показывает “глинистость” грунта, содержание в нем глинистых и коллоидных частиц. Определяется в процентах или долях единицы. По величине J_p устанавливается разновидность глинистого грунта – супесь, суглинок, глина.

$J_p =$ _____ и является супесью, суглинком, глиной (нужное подчеркнуть).

Консистенция глинистого грунта определяется по индексу текучести J_L показывающему, в каком состоянии находится грунт в условиях естественного залегания.

Индекс текучести определяется в долях единицы. Супесь может находиться в твердом, пластичном и текучем состоянии. Суглинок и глина: в твердом, полутвердом, тугопластичном, мягкопластичном, текучепластичном, и текучем состояниях.

(индекс текучести) $J_L =$ _____ и находится в _____ состоянии.

Задание 8. Определение расчетного сопротивления R_0 глинистых грунтов.

Расчетное сопротивление R_0 глинистых грунтов определяется по СП 22.13330.2011, приложение В, табл. В.3) (взамен СНиП 2.02.01-83* приложение 3, табл.3, стр. 37) в зависимости от вида грунта, коэффициента пористости (e) и индекса текучести J_L .

Исследуемый грунт _____ имеет коэффициент пористости
(супесь, суглинок, глина)
 $e =$ _____ (см. п.2 раздела Б) и индекс текучести $J_L =$ _____ (см. задание 7).

Расчетное сопротивление исследованного грунта R_0 определяется линейной интерполяцией табличных данных. Экстраполяция за пределы табличных данных не допускается.

$R_0 =$ _____ кПа.

Работу выполнил _____ Работу принял _____ Дата _____

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ГРУНТА МЕТОДОМ КОМПРЕССИИ В ОДОМЕТРЕ

Рис.1. Схема одометра (начертить)

Построение компрессионной кривой по данным испытания.

Исходные данные для испытания:

- площадь поперечного сечения образца $F = 60 \text{ см}^2$ —
- высота образца $h_0 = 2,5 \text{ см}$
- начальный коэффициент пористости $e_0 =$
- отношение плеч рычага $1:10$

Таблица 1

Вес гирь на подвеске P , Н	Вертикальное напряжение σ_z , кПа	t , мин	Показания индикаторов			Осадка S , мм
			левый (u_1)	правый (u_2)	Среднее значение (u_{cp})	
0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0000
30	50	1				
		2				
		4				
60	100	1				
		2				
		4				
120	200	1				
		2				
		4				

В табл.1 даны обозначения:

t – время отсчета, считая от момента приложения очередной ступени нагрузки;

$S_i = u_{cpi} - u_{cp(p=0)}$ – среднее значение показания индикаторов в начале опыта;

* если индикаторы выведены на “ноль” в начале опыта, то $u_{cp(p=0)} = 0$, а $S_i = u_{cp}$

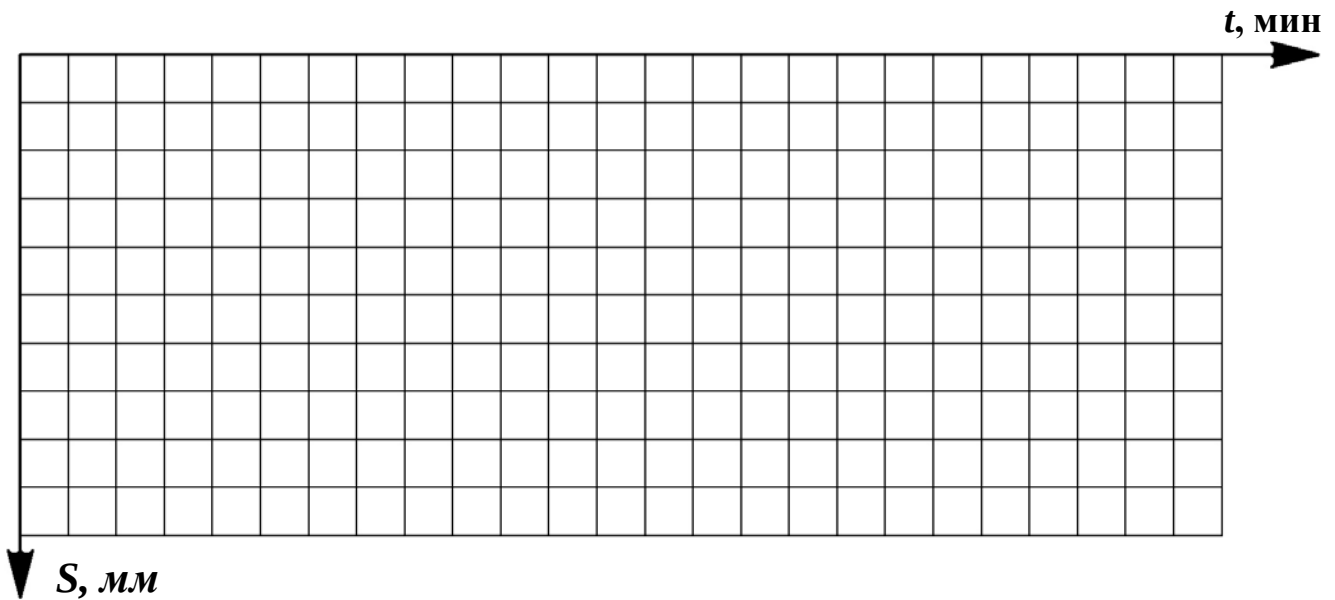


Рис.2. График зависимости осадки от времени при компрессионном испытании.

Определение коэффициента пористости

Таблица 2

Вертикальное напряжение в образце грунта σ_{zi} , кПа	Условно стабилизиро- ванная осадка образца* S_i ст, мм	Относительная деформация сжатия $\varepsilon_z = \frac{S_{-4}}{h_0}$	Изменение коэффициента пористости на ступень нагрузки $\Delta e = \varepsilon_z (1 + e_0)$	Значение коэффициента пористости, соответствующее напряжению $\sigma_{я}$ $e = e_0 - \Delta e$
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
50				
100				
200				

S^* - стабилизированная (постоянная) осадка. Это осадка, соответствующая условному времени стабилизации, принятому равным 4 мин (см. табл.1)

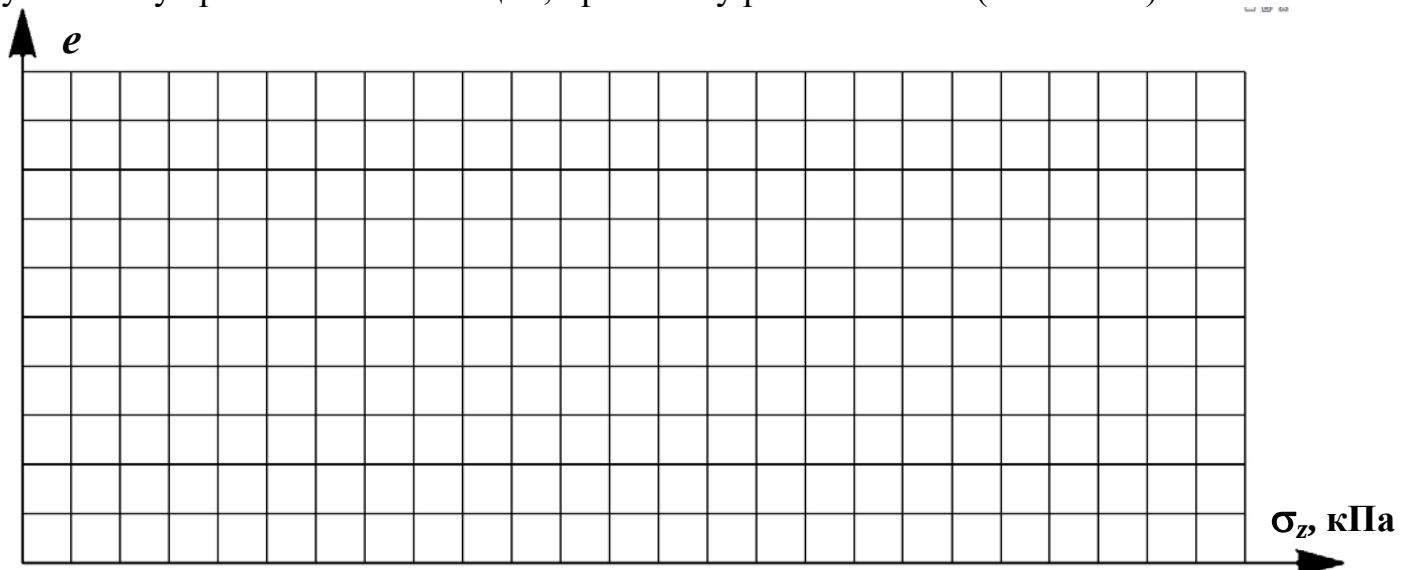


Рис.3. Компрессионная кривая. Зависимость коэффициента пористости e от напряжений σ_z

Определение показателей сжимаемости грунта по компрессионной кривой.

Вычислить коэффициент сжимаемости (в пределах одного из диапазонов напряжений: 50-200кПа, 100-400кПа) по формуле:

$$m_0 = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_{z,2} - \sigma_{z,1}} = \text{_____} \text{ кПа}^{-1}$$

где: e_1 – коэффициент пористости, например, при $\sigma_{z,1} = 50 \text{ кПа}$;

e_2 – коэффициент пористости при $\sigma_{z,2} = 200 \text{ кПа}$ (или, соответственно, $\sigma_{z,1} = 100 \text{ кПа}$; $\sigma_{z,2} = 400 \text{ кПа}$ и т.д.).

Данные для вычисления приведены в табл.2.

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e_1} = \text{_____} \text{ кПа}^{-1}$$

Модуль общей (линейной) деформации:

$$E = \frac{\beta}{m_v} = \text{_____} \text{ кПа}^{-1}$$

Коэффициент β зависит от коэффициента относительной поперечной деформации грунта.

Принять: для песков $\beta = 0,80$; для супесей $\beta = 0,74$;
для суглинков $\beta = 0,62$ и для глин $\beta = 0,40$.

При расчетах осадки полученный компрессионный модуль следует корректировать по испытаниям того же грунта в полевых условиях штампом.

Для четвертичных супесей, суглинков и глин корректирующие коэффициенты m можно принять по табл. 2.1. При этом значение модуля необходимо определять в интервале давлений $\sigma_z = 100 \dots 200 \text{ кПа}$

Коэффициенты m при показателе текучести $I_L < 0,75$

Таблица 2.1.

Грунты	Значения m при коэффициенте пористости e						
	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Супесь	4,0	4,0	3,5	3,0	2,0	-	-
Суглинок	5,0	5,0	4,5	4,0	3,0	2,5	2,0
Глина	-	-	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5

$$E_0 = E_{\text{ком.}} \cdot m = \text{_____} \text{ кПа}$$

Работу выполнил _____ Работу принял _____ Дата _____

Лабораторная работа № 3**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ГРУНТА
ПРИ ИСПЫТАНИИ В ПРИБОРЕ ТРЕХОСНОГО СЖАТИЯ
(СТАБИЛОМЕТРЕ)**

Рис.4. Испытание грунта в стабилометре: а – схема рабочей камеры стабилометра;
б – схема нагружения образца (построить)

Определение показателей деформируемости грунта.

Исходные данные для испытания:

- площадь образца $F = 24 \text{ см}^2$ —
- высота образца $h_0 = 10 \text{ см}$
- цена деления шкалы манометра $m = 6 \text{ кПа}$
- отношение плеч рычага $1:12$
-

Порядок записи результатов опыта приводится в табл. 3.

Таблица 3

Вес гирь на подвеске Р, Н	Вертикальное напряжение в образце исследуемого грунта, кПа $\sigma_z = \frac{12 \cdot P}{F}$	Показания манометра	Горизонтальное напряжение, кПа $\sigma_r = m \cdot n$	Показания индикаторов			Осадка штампа* S_i , мм	Относительная деформ. $\varepsilon_z = \frac{S_i}{h_0}$
				левый (u_1)	правый (u_2)	среднее значение $u_{cp} = \frac{u_1 + u_2}{2}$		
0	0	0					0,00	0,000
20	100							
40	200							
60	300							

В табл.3 даны обозначения:

$S_i = u_{cpi} - u_{cp(p=0)}$ – среднее значение показания индикаторов в начале опыта;

* если индикаторы выведены на “ноль” в начале опыта, то $u_{cp(p=0)} = 0$, а $S_i = u_{cp}$

По результатам опыта строятся графики зависимости боковых реактивных напряжений σ_r от вертикальных сжимающих напряжений σ_z и зависимости вертикальных относительных деформаций ε_z от σ_z (Рис.5).

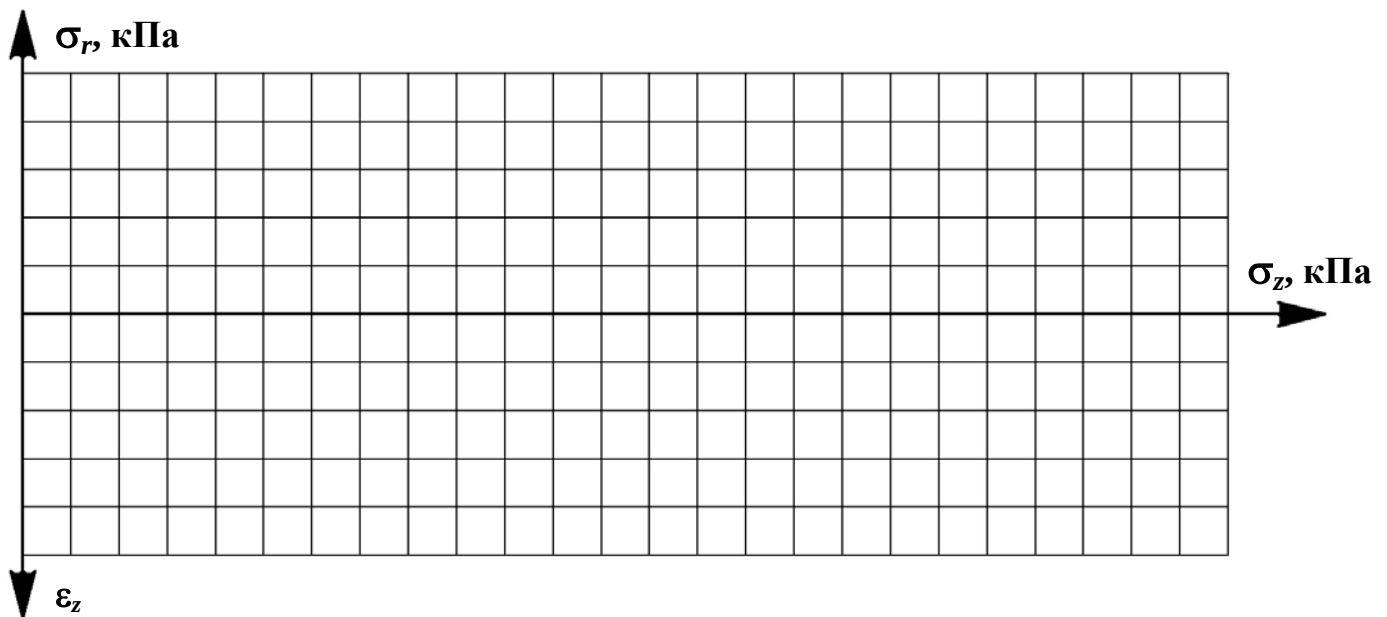


Рис.5. График зависимости боковых реактивных напряжений σ_r от вертикальных сжимающих σ_z напряжений (вверху), и зависимости вертикальных относительных деформаций ε_z от вертикальных напряжений σ_z (внизу).

Коэффициент бокового давления ξ вычисляется для некоторого интервала напряжений:

$$\xi = \frac{\Delta \sigma_r}{\Delta \sigma_z} = \frac{\sigma_{r,2} - \sigma_{r,1}}{\sigma_{z,2} - \sigma_{z,1}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad$$

Например, в интервале $\sigma_{z,1} = 100 \text{ кПа}$, $\sigma_{z,2} = 400 \text{ кПа}$ (соответствующие значения $\sigma_{z,1}$ и $\sigma_{z,2}$ определяются по графику на рис.2).

Коэффициент относительной поперечной деформации (поперечного расширения):

$$\nu = \frac{\xi}{1 + \xi} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

Модуль общей деформации E (кПа) вычисляется по формуле:

$$E = \frac{\sigma_{z,2} - \sigma_{z,1}}{\varepsilon_{z,2} - \varepsilon_{z,1}} \left(1 - \frac{2\nu^2}{1 - \nu}\right) = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{кПа}$$

Например, в интервале $\sigma_{z,1}=100\text{кПа}$, $\sigma_{z,2}=400\text{кПа}$ (соответствующие значения $\sigma_{z,1}$ и $\sigma_{z,2}$ определяются по графику на рис.2).

Модуль объемной деформации вычисляется по формуле:

$$E_{об} = \frac{E}{1 - 2\nu} = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{кПа}$$

Работу выполнил _____ Работу принял _____ Дата _____

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТИ ГРУНТА МЕТОДОМ РАЗДАВЛИВАНИЯ ОБРАЗЦА В ПРИБОРЕ ТРЕХОСНОГО СЖАТИЯ (СТАБИЛОМЕТРЕ)

Рис.6. Схема нагружения образца

Определение предельного сопротивления грунтов сдвигу в стабилометре.

Исходные данные для испытания:

- площадь образца $F = 24 \text{ см}^2$
- высота образца $h_0 = 10 \text{ см}$
- цена деления шкалы манометра $m = 6 \text{ кПа}$
- отношение плеч рычага $1:12$

Порядок записи результатов опыта приводится в табл.4.

Таблица 4

Вес гирь на подвеске Р, Н	Вертикальное напряжение σ_z кПа	Показания манометра, n	Горизонтальное напряжение, кПа $\sigma_r = m \cdot n$	Показания индикаторов			Деформация	
				левый (u_1)	правый (u_2)	среднее значение $u_{cp} = \frac{u_1 + u_2}{2}$	абсолютная S_i^* , мм	относительная $\varepsilon_z = \frac{S_i}{h_0}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	100	16,6	100					
30	150							
40	200							
50	250							
60	300							
65	325							
70	350							
75	375							
80	400							

В табл.4 даны обозначения:

$S_i = u_{cp i} - u_{cp(p=0)}$ – среднее значение показания индикаторов в начале опыта;

* если индикаторы выведены на “ноль” в начале опыта, то $u_{cp(p=0)} = 0$, а $S_i = u_{cp}$

По результатам опыта строятся графики зависимости вертикальной деформации ε_z от вертикального напряжения σ_z (Рис.7) и график зависимости сопротивления грунта сдвигу $\tau_{пред}$ от нормального напряжения σ_z (Рис.8).



Рис.7. График зависимости вертикальной деформации ε_z от вертикального напряжения σ_z

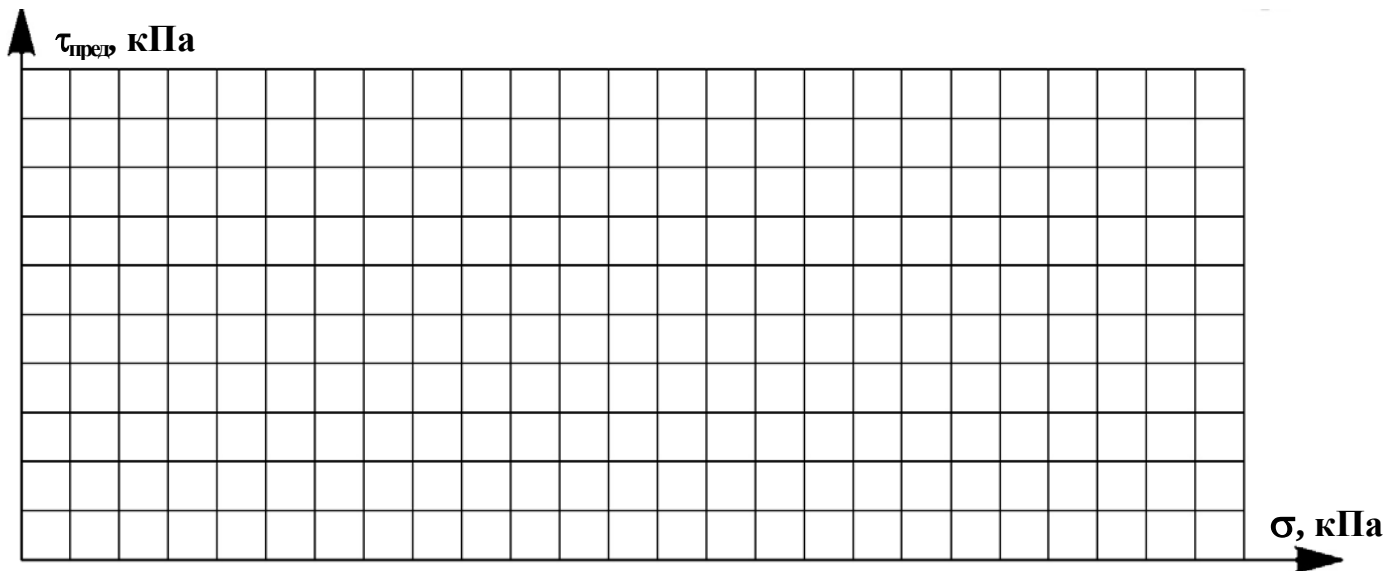


Рис.8. График зависимости сопротивления грунту сдвигу $\tau_{пред}$ от напряжения σ

По результатам опыта для песчаного грунта вычисляется угол внутреннего трения φ по формуле предельного равновесия:

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$\varphi = \quad^\circ$$

По результатам определения ε_z (рис. 7) можно вычислить модуль общей деформации для заданного интервала напряжений σ_z по формуле:

$$E = \frac{\Delta \sigma_z}{\Delta \varepsilon_z} = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{кПа}$$

Работу выполнил _____ Работу принял _____ Дата _____

Лабораторная работа № 5**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТИ ГРУНТА (УГЛА
ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ φ И УДЕЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ c) В
ПРИБОРЕ ОДНОПЛОСКОСНОГО СРЕЗА**

Рис.9. Схема прибора одноплоскостного среза (начертить)

Определение показателей прочности грунта в приборе одноплоскостного среза.

Исходные данные для испытания:

- площадь образца $F = 40 \text{ см}^2$
- диаметр образца $d = 7,14 \text{ см}$
- высота образца $h_0 = 4 \text{ см}$
- цена деления шкалы манометра $m = 6 \text{ кПа}$
- отношение плеч рычага для вертикальной нагрузки $N 1:10$
- отношение плеч рычага для сдвигающей нагрузки $T 1:10$.

Порядок записи результатов опыта приводится в табл.5.

Таблица 5

Вес гирь на подвеске нагрузочного устройства, Н		Напряжение в плоскости среза, кПа		Горизонтальное перемещение подвижной обоймы	
Вертикального P	Горизонтального T	Нормальное σ	Сдвигающее τ	Показание индикатора u , мм	Величина горизонтального перемещения δ , мм
40,0	0,0	100,0	0		0,00
	4,0		10,0		
	8,0		20,0		
	12,0		30,0		
	16,0		40,0		
	20,0		50,0		
	24,0		60,0		
	28,0		70,0		
	32,0		80,0		
	36,0		90,0		
80,0	0,0	200,0	0,0		0,00
	8,0		20,0		
	16,0		40,0		
	24,0		60,0		
	32,0		80,0		
	40,0		100,0		
	48,0		120,0		
	56,0		140,0		
120,0	0,0	300,0	0,0		0,00
	12,0		30,0		
	24,0		60,0		
	36,0		90,0		
	48,0		120,0		
	60,0		150,0		
	72,0		180,0		

По результатам опыта строятся график зависимости сдвигающего напряжения τ от горизонтального перемещения подвижной обоймы δ (Рис.10) и график зависимости предельных сдвигающих напряжений $\tau_{пред}$ от нормального напряжения σ (Рис.11).

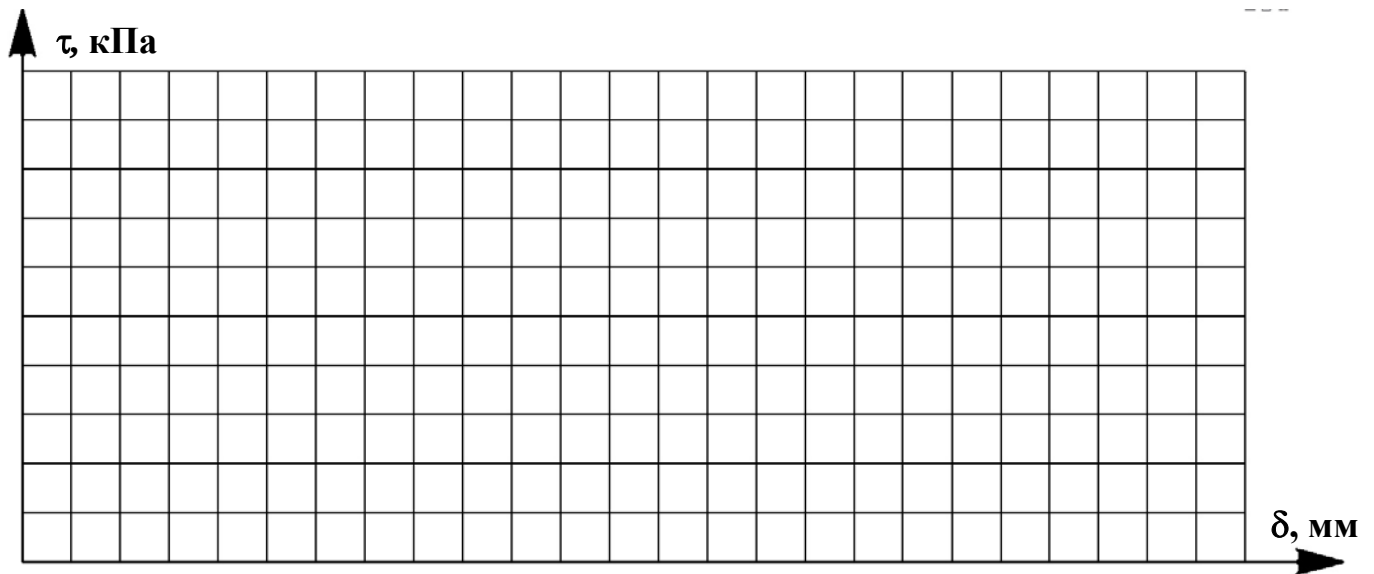


Рис.10. График зависимости горизонтального перемещения подвижной обоймы δ от сдвигающего напряжения τ

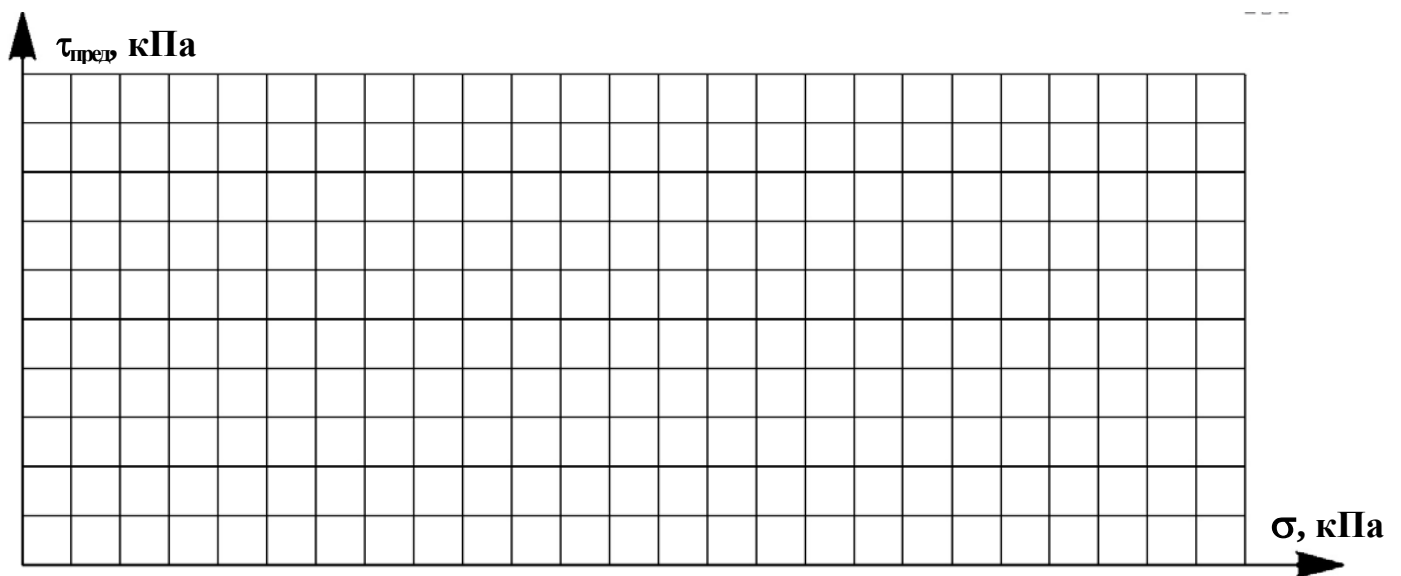


Рис.11 График зависимости предельных сдвигающих напряжений $\tau_{пред}$ от нормальных напряжений σ .

Угол внутреннего трения φ и удельное сцепление вычисляются по формулам:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{k \sum_{i=1}^k \tau_i \cdot \sigma_{z,i} - \sum_{i=1}^k \tau_i \cdot \sum_{i=1}^k \sigma_{z,i}}{\sum_{i=1}^k (\sigma_{z,i})^2 - (\sum_{i=1}^k \sigma_{z,i})^2}$$

$$c = \frac{1}{k} \left(\sum_{i=1}^k \tau_i - \operatorname{tg} \varphi \sum_{i=1}^k \sigma_{z,i} \right)$$

При трех определениях сопротивления грунта сдвигу формулы принимают вид:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\tau_{\text{пред.3}} - \tau_{\text{пред.1}}}{\sigma_{z,3} - \sigma_{z,1}} = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{кПа}$$

Значения $\tau_{\text{пред.3}}$, $\tau_{\text{пред.1}}$ определяются по графику (Рис.11) для соответствующих значений σ_3 и σ_1 .

$$\varphi = \quad^\circ$$

$$c = \frac{1}{3} \left(\sum_{i=1}^3 \tau_i - \operatorname{tg} \varphi \sum_{i=1}^3 \sigma_{z,i} \right) = \frac{1}{3} \left(\frac{\quad}{\quad} \right) = \quad \text{кПа}$$

Работу выполнил _____ Работу принял _____ Дата _____