

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

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**Кафедра механики грунтов и геотехники**

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

Студент \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Учебный год 201\_ /201\_

Москва 2018

**Рецензент:**

канд. техн. наук, доцент М.В. Прошин

**Составители:**

*Л.И. Черкасова, И.М. Юдина, Д.Ю. Чунюк, Г.В.*

*Алексеев, К.М. Тугаринова, Е.С. Гусева*

Лицензия ЛР №020675 от 09. 12. 1997г.

---

Подписано в печать	04г.	Формат 60x84x1/16	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 - $\rho$ и удельного веса - $\gamma$ грунта естественной ненарушенной структуры методом взвешивания в воде.

Плотность грунта ( $\rho$ ) – отношение массы грунта к его объему [ $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $\text{т}/\text{м}^3$ ].  
Удельный вес грунта ( $\gamma$ ) – вес единицы объема грунта в его естественном состоянии  $\gamma = \rho \cdot g$  [ $\text{кН}/\text{м}^3$ ],  $g$  – 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  $0,900 \text{ г}/\text{см}^3$ ;

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

Плотность грунта вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{гр}}},$$

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

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

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

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

Удельный вес грунта:  $\gamma = \rho \cdot g = \frac{\quad}{\quad} \text{ кН/м}^3$

**Задание 2. Определение плотности -  $\rho_s$  и удельного веса -  $\gamma_s$  частиц грунта пикнометрическим методом.**

Плотность частиц грунта ( $\rho_s$ ) – отношение массы частиц грунта к их объему [г/см<sup>3</sup>; т/м<sup>3</sup>]. Удельный вес частиц грунта ( $\gamma_s$ ) – вес твердых частиц единицы объема образца грунта, высушенного при температуре 105<sup>0</sup>С до постоянной массы:

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

**Запись результатов:**

Масса пикнометра, (г)  $m_b = \frac{\quad}{\quad}$

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

Масса грунта, (г)  $m_0 = m_r - m_b = \frac{\quad}{\quad}$

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)  $m_1 = \frac{\quad}{\quad}$

Масса пикнометра с дистиллированной водой, залитой до мерной риски, (г)  $m_2 = \frac{\quad}{\quad}$

Плотность частиц грунта ( $\rho_s$ ) 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:

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

Решая это уравнение относительно  $\rho_s$  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  $\rho_w$  – плотность воды при температуре испытания ( $\rho_w \approx 1 \text{ г/см}^3$ ).

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

### **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  $105^{\circ}\text{C}$  грунта.

#### **Запись результатов:**

Номер стаканчика \_\_\_\_\_

Масса пустого стаканчика с крышкой, (г)  $m = \text{_____}$

Масса влажного грунта со стаканчиком и крышкой, (г)  $m_1 = \text{_____}$

Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, (г)  $m_0 = \text{_____}$

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 выражать 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 балансирный 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 ( $\rho_\alpha$ ) – отношение массы частиц грунта к объему образца ненарушенной структуры.

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

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:

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

4. Объем твердых частиц грунта:

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

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

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

## В) КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИССЛЕДУЕМОГО ГРУНТА (по ГОСТ 25100-2011).

### Задание 6. Определение разновидности глинистого грунта.

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:

$$J_p = W_L - W_P = \text{_____} = \text{_____}$$

(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.

Исследуемый грунт имеет число (индекс) пластичности:

$J_p =$  \_\_\_\_\_ и является *супесью, суглинком, глиной* (нужное подчеркнуть).

### **Задание 7. Определение консистенции глинистого грунта.**

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

$$J_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{W - W_p}{J_p} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\quad}{\quad}$$

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.

Исследованный грунт \_\_\_\_\_ имеет показатель консистенции  
(супесь, суглинок, глина)

(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 $P, \text{ Н}$	Вертикальное напряжение $\sigma_z, \text{ кПа}$	$t,$ мин	Показания индикаторов			Осадка $S, \text{ мм}$
			левый ( $u_1$ )	правый ( $u_2$ )	Среднее значение ( $u_{\text{ср}}$ )	
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; $S_i = u_{\text{ср}i} - u_{\text{ср}(p=0)}$  – среднее значение показания индикаторов в начале опыта;\* если индикаторы выведены на “ноль” в начале опыта, то  $u_{\text{ср}(p=0)} = 0$ , а  $S_i = u_{\text{ср}}$

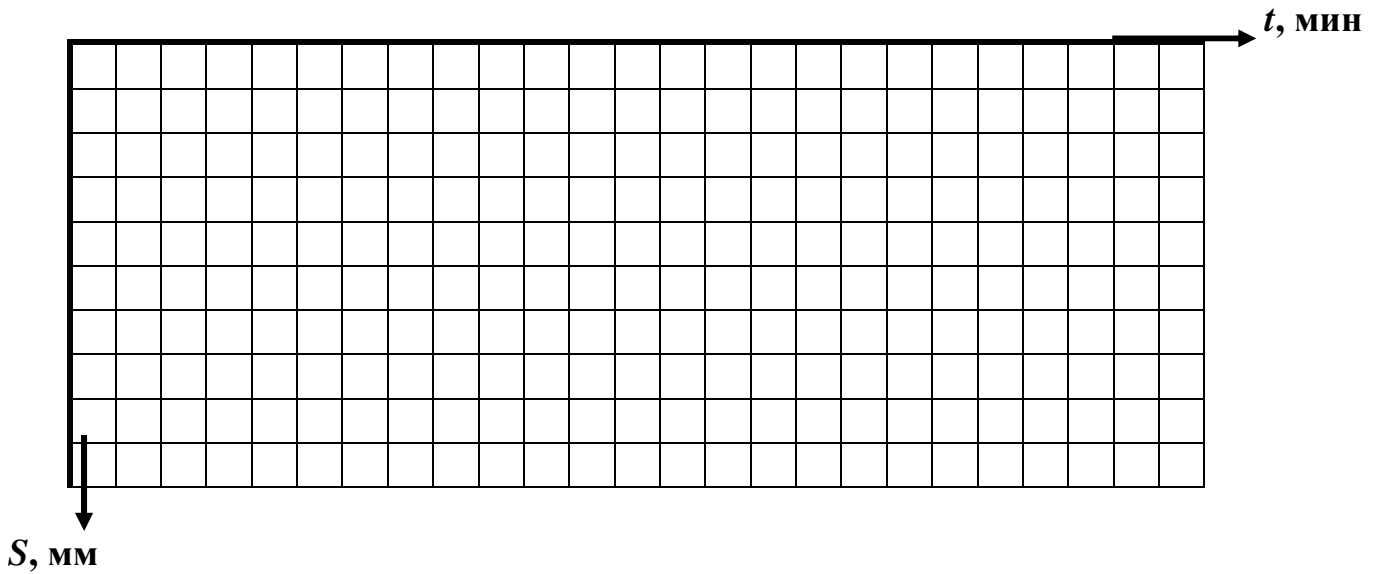


Рис.2. График зависимости осадки от времени при компрессионном испытании.

Определение коэффициента пористости

Таблица 2

Вертикальное напряжение в образце грунта $\sigma_{zi}$ , кПа	Условно стабилизированная осадка образца $S_i$ ст, мм	Относительная деформация сжатия $\epsilon_z = \frac{S_i}{h_0}$	Изменение коэффициента пористости на ступень нагрузки $\Delta e = \epsilon_z (1 + e_0)$	Значение коэффициента пористости, соответствующее напряжению $\sigma_{zi}$ $e = e_0 - \Delta e$
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)

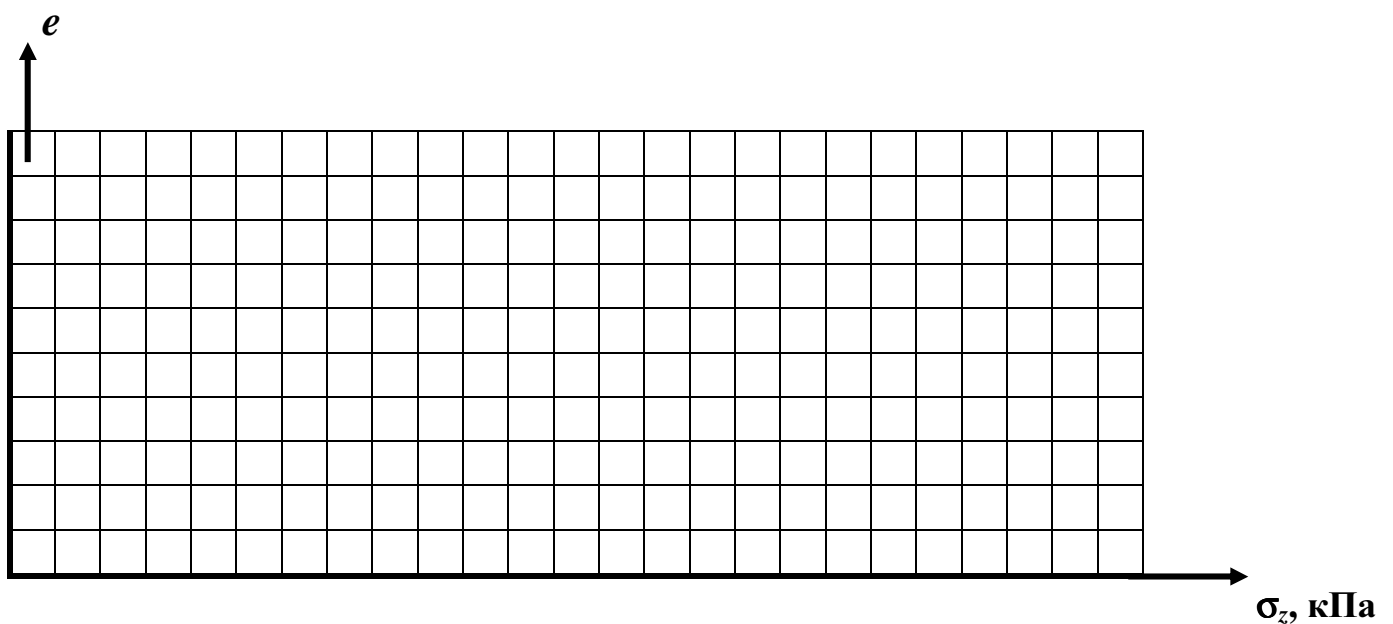


Рис.3. Компрессионная кривая. Зависимость коэффициента пористости  $e$  от напряжений  $\sigma_z$

### Определение показателей сжимаемости грунта по компрессионной кривой.

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

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

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.

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

Модуль общей (линейной) деформации:

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

Коэффициент  $\beta$  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

$$E_0 = E_{\text{комп.}} \cdot m = \frac{\quad}{\quad} = \quad \text{кПа}$$

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 $P$ , 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  $S_i = u_{cpi}$

По результатам опыта строятся графики зависимости боковых реактивных напряжений  $\sigma_r$  от вертикальных сжимающих напряжений  $\sigma_z$  и зависимости вертикальных относительных деформаций  $\varepsilon_z$  от  $\sigma_z$  (Рис.5).

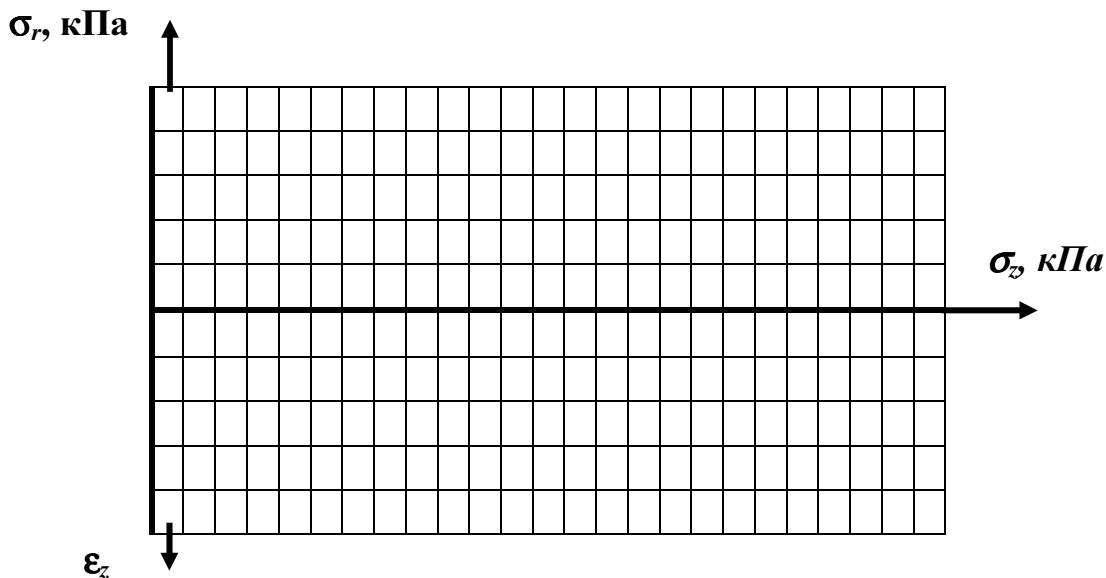


Рис.5. График зависимости боковых реактивных напряжений  $\sigma_r$  от вертикальных сжимающих  $\sigma_z$  напряжений (вверху), и зависимости вертикальных относительных деформаций  $\varepsilon_z$  от вертикальных напряжений  $\sigma_z$  (внизу).

Коэффициент бокового давления  $\xi$  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)

### 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 гири на подвеске $P$ , Н	Вертикальное напряжение $\sigma_z$ кПа	Показания манометра, п	Горизонтальное напряжение, кПа $\sigma_r = m \cdot n$	Показания индикаторов			Деформация	
				левый ( $u_1$ )	правый ( $u_2$ )	среднее значение $u_{cp} = \frac{u_1 + u_2}{2}$	абсолют- ная $S_i^*$ , мм	относи- тельная $\epsilon_z = \frac{S_i}{h_0}$
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:

$S_i = u_{cpi} - u_{cp(p=0)}$  – 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 вертикальной деформации  $\epsilon_z$  от вертикального напряжения  $\sigma_z$  (Рис.7) и график зависимости сопротивления грунта сдвигу  $\tau_{пред}$  от нормального напряжения  $\sigma_z$  (Рис.8).

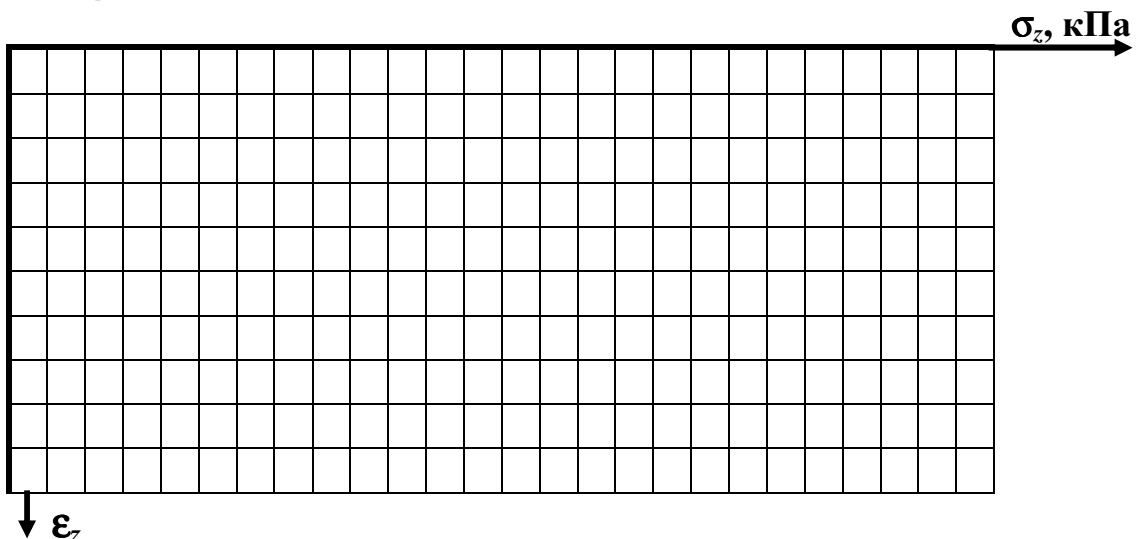


Рис.7. График зависимости вертикальной деформации  $\epsilon_z$  от вертикального напряжения  $\sigma_z$

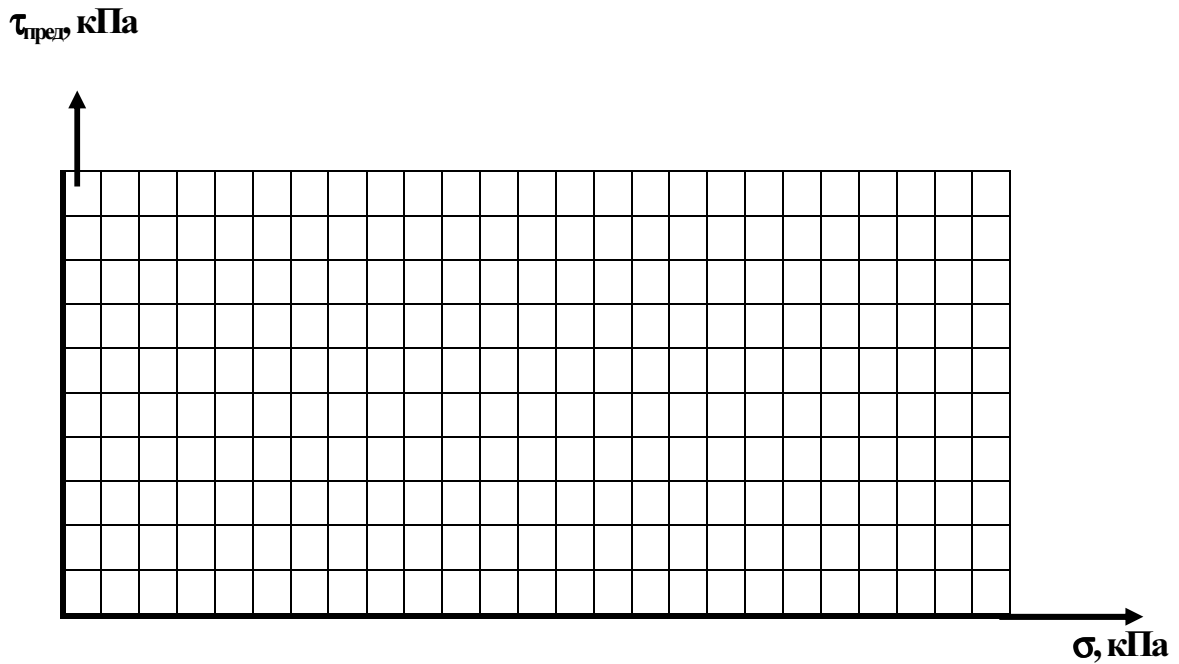


Рис.8. График зависимости сопротивления грунту сдвигу  $\tau_{пред}$  от напряжения  $\sigma$

По результатам опыта для песчаного грунта вычисляется угол внутреннего трения  $\varphi$  по формуле предельного равновесия:

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

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

По результатам определения  $\varepsilon_z$  (рис. 7) можно вычислить модуль общей деформации для заданного интервала напряжений  $\sigma_z$  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  $\varphi$  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 $\sigma$	Сдвигающее $\tau$	Показание индикатора $u$ , мм	Величина горизонтального перемещения $\delta$ , 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  $\tau$  от горизонтального перемещения подвижной обоймы  $\delta$  (Рис.10) и график зависимости предельных сдвигающих напряжений  $\tau_{\text{пред}}$  от нормального напряжения  $\sigma$  (Рис.11).

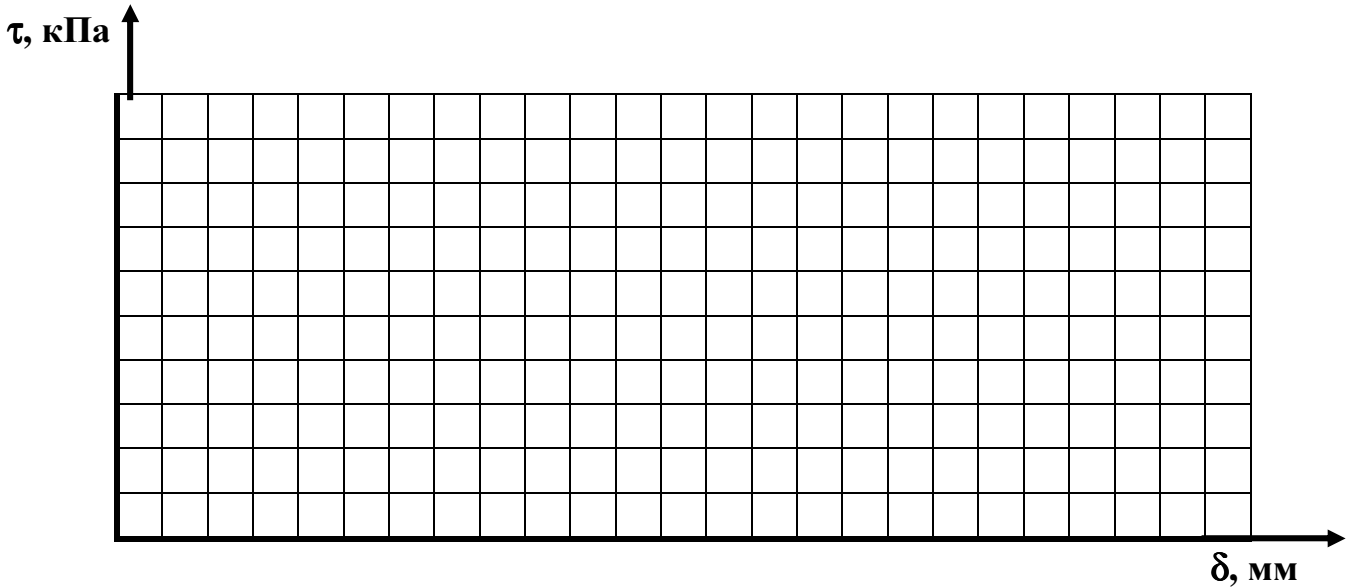


Рис.10. График зависимости горизонтального перемещения подвижной обоймы  $\delta$  от сдвигающего напряжения  $\tau$

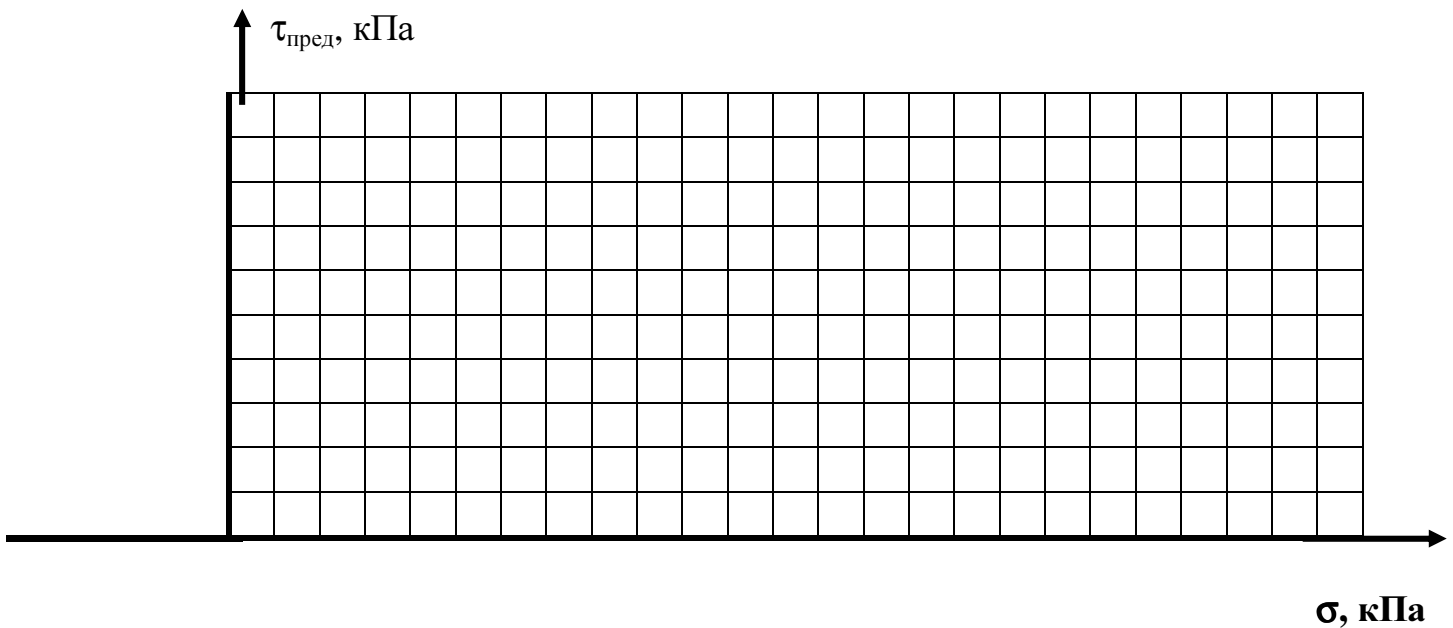


Рис.11 График зависимости предельных сдвигающих напряжений  $\tau_{\text{пред}}$  от нормальных напряжений  $\sigma$ .

Угол внутреннего трения  $\varphi$  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  $\sigma_3$  и  $\sigma_1$ .

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

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

Работу выполнил \_\_\_\_\_ Работу принял \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_