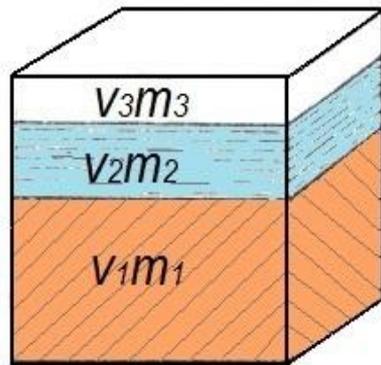


Лабораторная работа № 1

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

Физические свойства грунтов.

Характеристики, определяемые опытным путем



Схематическое изображение содержания компонент в объеме грунта

M – масса трехкомпонентного грунта;
 V – объем трехкомпонентного грунта;
 m_1 – масса твердых частиц грунта;
 V_1 – объем твердых частиц грунта;
 m_2 – масса жидкой компоненты (воды в порах);
 V_2 – объем жидкой компоненты (пустот заполненных водой).
 m_3 – масса газообразной компоненты (массу воздуха не учитываем);
 V_3 – объем газообразной компоненты.

$$V = V_1 + V_2 + V_3;$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 \cong m_1 + m_2,$$

1. Плотность грунта ($\text{г/см}^3, \text{т/м}^3$)

$$\rho = M / V = (m_1 + m_2) / (V_1 + V_2 + V_3).$$

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

2. Плотность частиц грунта ($\text{г/см}^3, \text{т/м}^3$)

$$\rho_s = m_1 / V_1.$$

Удельный вес частиц γ_s (кН/м^3): $\gamma_s = \rho_s \cdot g$

3. Влажность грунта

$$w = m_2 / m_1 = (M - m_1) / m_1$$

**Характеристики консистенции
глинистых грунтов**

4. Влажность на границе раскатывания w_p

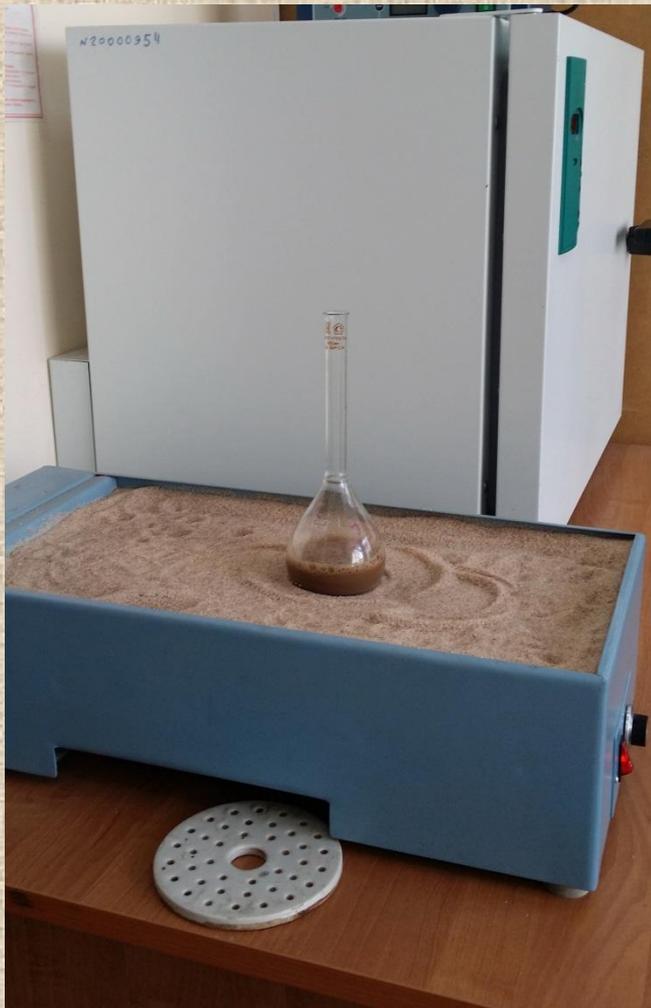
5. Влажность на границе текучести w_L

Оборудование для выполнения лабораторной работы



1. Пикнометр и воронка, с помощью которой в него засыпается грунт или наливается вода.
2. Емкость с дистиллированной водой и стеклянной пипеткой.
3. Стаканчики для грунта (бюксы).
4. Столик со стаканчиком для грунта.
5. Грунт, высушенный до постоянной массы.
6. Балансирный конус.

Оборудование для выполнения лабораторной работы



1. Песчаная баня.



2. Печь для сушки образцов грунта.

А) ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Задание 1. Определение плотности - ρ и удельного веса - γ грунта

1. Образец грунта ненарушенной структуры.



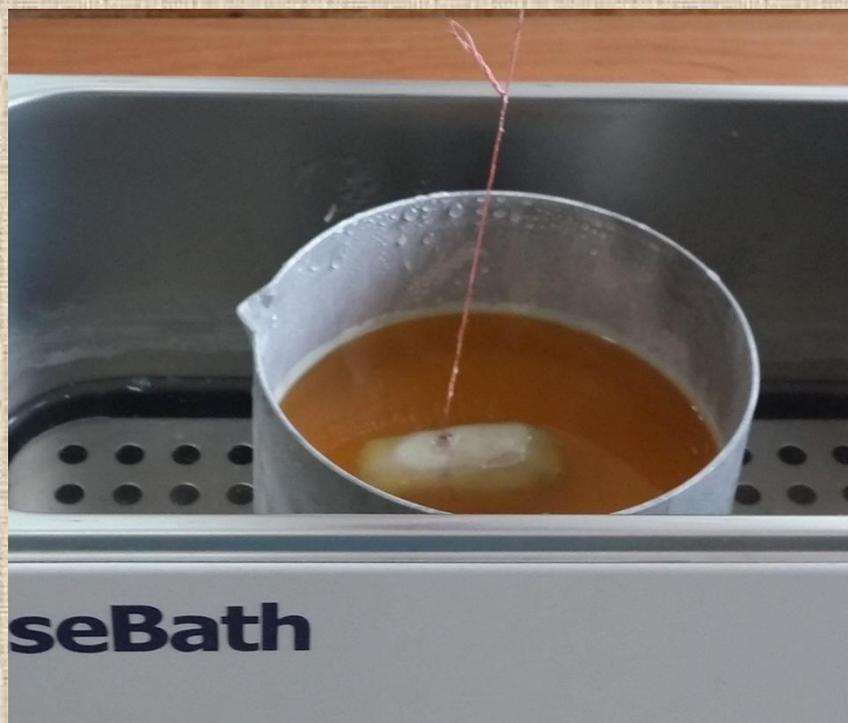
2. Образец грунта зачищается от
верхнего подсохшего слоя.



3. Образец грунта ненарушенной структуры обвязывается нитью и взвешивается на электронных весах, *m*.



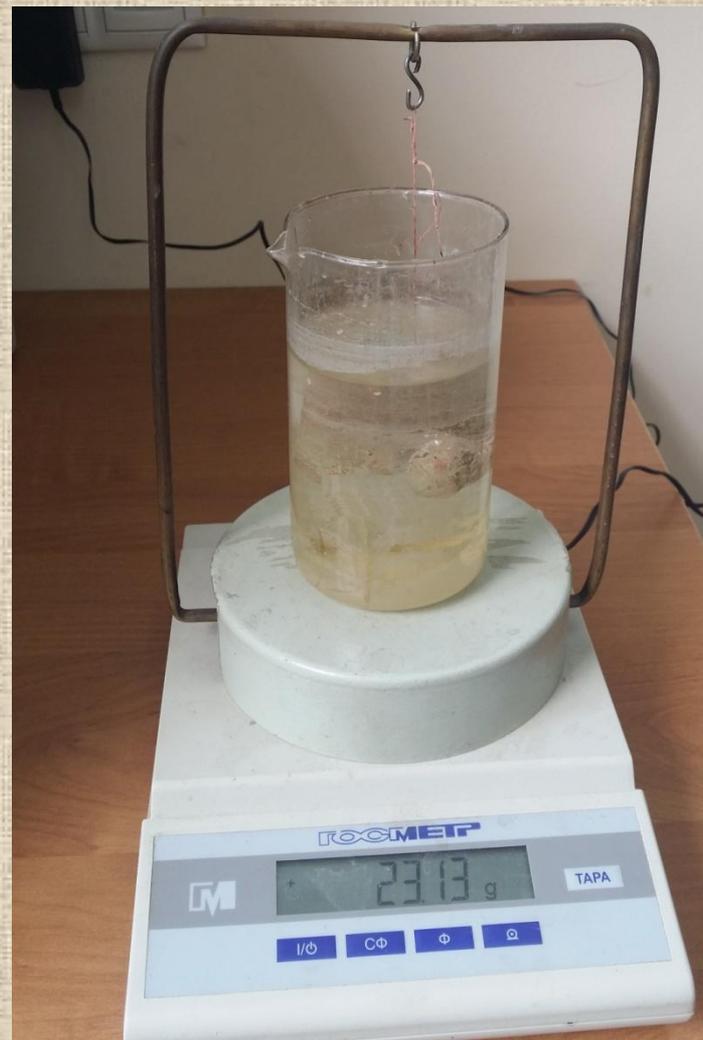
4. Перед взвешиванием на архимедовых весах образец грунта 3 раза опускается в кипящий парафин.



5. Определение массы парафинированного образца на электронных весах, m_1 .



6. Парафинированный образец грунта взвешивается на архимедовых весах, m_2 .



Обработка результатов

Плотность грунта $\rho = \frac{M}{V}$ [г/см³; т/м³] – отношение массы грунта к его объему.

- Масса образца грунта, $m = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса парафинированного образца грунта, $m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса парафинированного образца, погруженного в воду, (г) $m_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Плотность парафина ρ_n , принимаемая равной 0,900 г/см³;
- Плотность воды при температуре испытаний $\rho_w = 1,00$ г/см³

• Плотность грунта вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{m \cdot \rho_n \cdot \rho_w}{\rho_n(m_1 - m_2) - \rho_w(m_1 - m)} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ г/см}^3$$

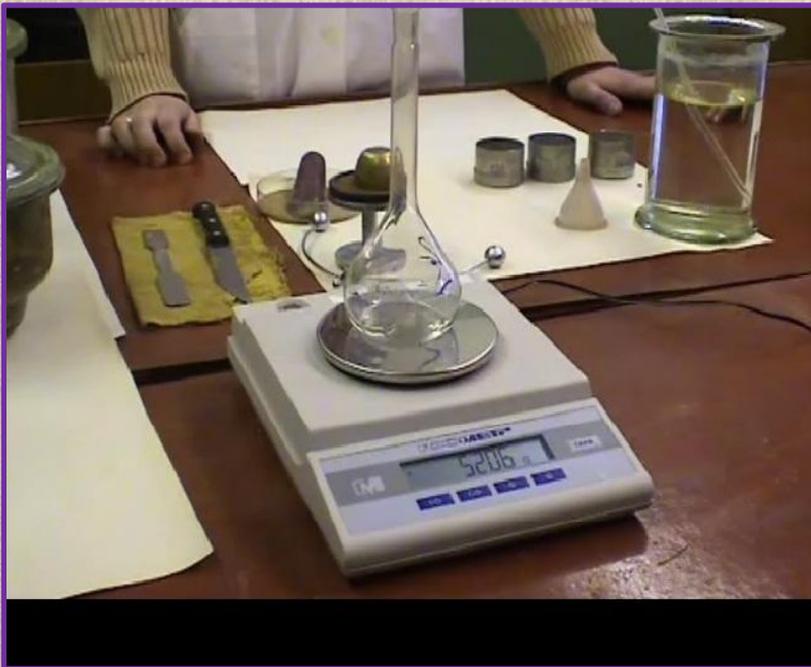
• **Удельный вес** $\gamma = \rho \cdot g$ [кН/м³] – единицы объема грунта в его естественном состоянии, $g = 9,81 \approx 10 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения,

$$\gamma = \rho \cdot g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН/м}^3$$

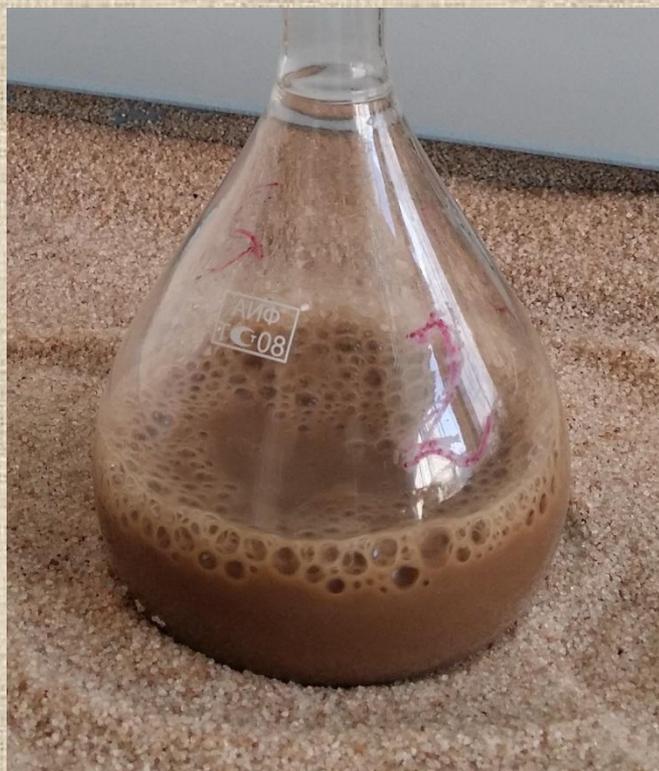
Задание 2. Определение плотности - ρ_s и удельного веса - γ_s частиц грунта пикнометрическим методом.

1. Определение массы сухого пикнометра, m_v

2. Определение массы пикнометра с грунтом, предварительно высушенным до постоянной массы, m_g



3. Добавление в пикнометр с грунтом воды на 1/3 высоты его широкой части и кипячение на песчаной бане, для удаления воздуха – 1 час.



4. Определение массы пикнометра с грунтом и дистиллированной водой, залитой до мерной риски на горлышке пикнометра, m_1



5. Наполнение пикнометра дистиллированной водой до мерной риски (последние капли добавляются стеклянной пипеткой).



6. Определение массы пикнометра с дистиллированной водой, залитой до мерной риски, m_2



Обработка результатов

Плотность частиц грунта $\rho_s = \frac{m_1}{v_1}$ [г/см³; т/м³] – отношение массы частиц

к их объему.

Удельный вес частиц грунта γ_s – в 105°С рыхлых частиц единицы объема образца

грунта, высушенного при температуре _____ до постоянной массы

- Масса пикнометра $mв = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса пикнометра с грунтом (из расчета 15 грамм предварительно высушенного до постоянной массы грунта на 100 мл емкости пикнометра) $mг = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса грунта $m_0 = mг - mв = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса пикнометра с грунтом и дистиллированной водой, залитой до мерной риски на горлышке пикнометра после кипячения на песчаной бане $m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ г (длительность кипячения составляет 1 час)

- Масса пикнометра с дистиллированной водой, залитой до мерной риски

$$\rho_s = \frac{\rho_w \cdot m_0}{m_0 + m_2 - m_1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ г/см}^3 \quad m_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ г}$$

- Плотность частиц грунта вычисляется по формуле ($\rho_w \approx 1 \text{ г/см}^3$)

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ кН/м}^3$$

где ρ_w – плотность воды при температуре испытания

Задание 3. Определение природной влажности грунта w .

1. Определение массы пустого стаканчика с крышкой, m



2. Определение массы грунта природной влажности со стаканчиком и крышкой, m_1



**Задание 3. Определение природной влажности грунта w .
(применяется
для песчаного и глинистого грунта).**

Влажность грунта W – отношение массы воды к массе твердых частиц грунта,
определяется как отношение массы воды, испарившейся из пор **105°С**дного грунта при его высушивании, к массе высушенного при температуре грунта.

Запись результатов

- Номер стаканчика № 1
- Масса пустого стаканчика с крышкой $m = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса влажного грунта со стаканчиком и крышкой $m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса высушенного грунта со стаканчиком и крышкой $m_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Влажность $w = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100\% = \underline{\hspace{2cm}}\%$ (в долях единицы):
- допускается выразить влажность грунта в долях единицы.)

Задание 4. Определение границы раскатывания W_p .

1. Определение массы пустого стаканчика с крышкой, m



2. Определение массы стаканчика с кусочками распадающегося жгута и крышкой, m_1



Задание 4. Определение границы раскатывания W_p .

Влажность на границе раскатывания w_p – влажность грунта, при которой
грунт из пластичного состояния переходит в твердое состояние.
Влажность на границе раскатывания (пластичности) следует определять из
пасты исследуемого грунта, когда паста, раскатываемая в жгут диаметром 3мм,
начинает распадаться на кусочки длиной 3-10мм.

Запись результатов

- Номер стаканчика № 2
- Масса пустого стаканчика с крышкой $m = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса влажного грунта со стаканчиком и крышкой $m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса высу $w_p = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100\% = \underline{\hspace{2cm}}\%$ л и крышкой $m_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Влажность w_p определяется по формуле:
- допускается выражать влажность грунта в долях единицы.)

Задание 5. Определение границы текучести W_L .

1. Определение массы пустого стаканчика с крышкой, m



2. При достижении влажности на границе текучести балансирующий конус погружается в пасту грунта под действием собственного веса за 5 сек на глубину 10 мм.



2. Определение массы стаканчика с пробой грунта и крышкой, m_2



3. Высушивание проб грунта (не менее 6 часов) и определение массы высушенного грунта со стаканчиком и крышкой, m_0 .



Задание 5. Определение границы текучести w_L .

Влажность на границе текучести w_L – влажность грунта, при которой грунт из

пластичного состояния переходит в текучее состояние.

Влажность на границе текучести следует определять как влажность, приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирующий конус

погружается в пасту под действием собственного веса за 5 секунд на глубину 10мм.

Запись результатов

- Номер стаканчика № 3
- Масса пустого стаканчика с крышкой $m = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса влажного грунта со стаканчиком и крышкой $m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Масса в $w_L = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100\% = \underline{\hspace{2cm}}\%$ стаканчиком и крышкой $m_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ г
- Влажность грунта на границе текучести определяется по формуле:
- допускается выразить влажность грунта в долях единицы.

Б). Характеристики, определяемые расчетом для пылевато-глинистых и песчаных грунтов

1. Плотность скелета грунта ρ_d – отношение массы частиц грунта к объему образца ненарушенной структуры

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

где w – природная влажность в долях единицы.

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

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

где w – природная влажность в долях единицы.

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

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

4. Объем твердых частиц грунта m

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

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

$$\gamma_{sb} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e} = \text{_____} \text{ кН/м}^3$$

В). Определение классификационных показателей исследуемого грунта (по ГОСТ 25100-95).

Задание 6. Определение разновидности глинистого грунта.

Разновидность глинистого грунта определяется по числу пластичности (I_p).
Число (индекс) пластичности I_p характеризует интервал влажности, в пределах которого грунт имеет пластичное состояние:

$$I_p = w_L - w_p = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (значения } w_L \text{ и } w_p \text{ смотри в заданиях 4,5)}$$

Число пластичности I_p косвенно показывает “глинистость” грунта, содержание в нем глинистых и коллоидных частиц. Определяется в процентах или долях единицы.

По величине I_p устанавливается разновидность глинистого грунта: супесь, суглинок, глина.

Исследуемый грунт имеет число (индекс) пластичности:

$I_p = _$ и является **супесью, суглинком, глиной** (нужное отметить).

Определение расчетного сопротивления R_0 для глинистых грунтов

Таблица 5. Разновидности глинистых грунтов по числу пластичности I_p

Разновидности		
$0,01 \leq I_p \leq 0,07$	$0,07 < I_p \leq 0,17$	$I_p > 0,17$
супесь	Суглинок	глина

Таблица 6. Разновидности глинистых грунтов по показателю текучести I_L

Супеси		Суглинки и глины	
твердые	$I_L < 0$	Твердые	$I_L < 0$
пластичные	$0 \leq I_L \leq 1$	полутвердые	$0 \leq I_L \leq 0,25$
текучие	$I_L > 1$	тугопластичные.	$0,25 < I_L \leq 0,5$
		мягкопластичные	$0,5 < I_L \leq 0,75$
		текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1$
		Текучие	$I_L > 1$

Таблица 7. Расчетные сопротивления R_0 , глинистых грунтов

Глинистые грунты	Коэффициент пористости e	Значения R_0 при показателе текучести	
		$I_L = 0$	$I_L = 1$
Супеси	0,5	300	300
	0,7	250	200
Суглинки	0,5	300	250
	0,7	250	180
	1,0	200	100
Глины	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,1	250	100

Задание 7. Определение консистенции глинистого грунта.

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

залегания.

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p} = \frac{w - w_p}{I_p} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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) $I_L =$ _____ и находится в _____ состоянии.

Определение расчетного сопротивления R_0 для глинистых грунтов

Таблица 5. Разновидности глинистых грунтов по числу пластичности I_p

Разновидности		
$0,01 \leq I_p \leq 0,07$	$0,07 < I_p \leq 0,17$	$I_p > 0,17$
супесь	Суглинок	глина

Таблица 6. Разновидности глинистых грунтов по показателю текучести I_L

Супеси		Суглинки и глины	
твердые	$I_L < 0$	Твердые	$I_L < 0$
пластичные	$0 \leq I_L \leq 1$	полутвердые	$0 \leq I_L \leq 0,25$
текучие	$I_L > 1$	тугопластичные.	$0,25 < I_L \leq 0,5$
		мягкопластичные	$0,5 < I_L \leq 0,75$
		текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1$
		Текучие	$I_L > 1$

Таблица 7. Расчетные сопротивления R_0 , глинистых грунтов

Глинистые грунты	Коэффициент пористости e	Значения R_0 при показателе текучести	
		$I_L = 0$	$I_L = 1$
Супеси	0,5	300	300
	0,7	250	200
Суглинки	0,5	300	250
	0,7	250	180
	1,0	200	100
Глины	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,1	250	100

Задание 8. Определение расчетного сопротивления R_0 глинистых грунтов.

Расчетное сопротивление R_0 глинистых грунтов определяется по СНиП 2.02.01-83*

(приложение 3, табл.3, стр. 37) в зависимости от разновидности грунта, коэффициента пористости e и индекса текучести J_L .

Исследуемый грунт _____ имеет коэффициент пористости $e =$ _____
(супесь, суглинок, глина)

(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.

Определение расчетного сопротивления R_0 для глинистых грунтов

Таблица 5. Разновидности глинистых грунтов по числу пластичности I_p

Разновидности		
$0,01 \leq I_p \leq 0,07$	$0,07 < I_p \leq 0,17$	$I_p > 0,17$
супесь	Суглинок	глина

Таблица 6. Разновидности глинистых грунтов по показателю текучести I_L

Супеси		Суглинки и глины	
твердые	$I_L < 0$	Твердые	$I_L < 0$
пластичные	$0 \leq I_L \leq 1$	полутвердые	$0 \leq I_L \leq 0,25$
текучие	$I_L > 1$	тугопластичные.	$0,25 < I_L \leq 0,5$
		мягкопластичные	$0,5 < I_L \leq 0,75$
		текучепластичные	$0,75 < I_L \leq 1$
		Текучие	$I_L > 1$

Таблица 7. Расчетные сопротивления R_0 , глинистых грунтов

Глинистые грунты	Коэффициент пористости e	Значения R_0 при показателе текучести	
		$I_L = 0$	$I_L = 1$
Супеси	0,5	300	300
	0,7	250	200
Суглинки	0,5	300	250
	0,7	250	180
	1,0	200	100
Глины	0,5	600	400
	0,6	500	300
	0,8	300	200
	1,1	250	100

Контрольные вопросы.

1. Дать определение физическим характеристикам грунта.
2. Дать определение механическим характеристикам грунта.
3. Дать определение влажности грунта.
4. Дать определение плотности скелета грунта.
5. Какая характеристика определяет вид грунта
 - а) песчаного;
 - б) пылевато-глинистого?
6. Какие характеристики определяют разновидность глинистого грунта?
7. Какие характеристики определяют разновидность песчаного грунта?
8. Дать определение коэффициента пористости e .
9. Что можно определить, зная физические характеристики грунтов и их наименование?
10. Какой параметр наибольший, какой наименьший. ρ , ρ_s ИЛИ ρ_d ?
11. Какие характеристики надо знать для определения условного расчетного сопротивления R_0
 - а) для песчаного грунта;
 - б) для пылевато-глинистого грунта?
12. Как используется закон Архимеда для определения плотности частиц ρ_s грунта ?