

## ЧАСТЬ ВТОРАЯ ЗАДАЧИ

### Раздел 1

#### Физические свойства грунтов

В данном разделе необходимо ознакомиться с классификацией грунтов и грунтовыми отложениями, рассмотреть физические характеристики грунтов и методы их определения, выяснить какие показатели грунтов характеризуют тип, вид и разновидность грунтов.

Ответ на поставленные вопросы в задачах 1.1 и 1.2 можно найти в [1], а также в [9, 10, 11, 12]. Для решения задачи 1.3 следует использовать формулу для определения плотности сухого грунта  $\rho_d$  (см. приложение 1). Для решения задачи 1.4 следует использовать формулы для определения пористости грунта  $n$  и коэффициента пористости грунта  $e$  (см. приложение 1).

Ответы на вопросы в задачах 1.5–1.9 можно найти в [1, 9, 10, 11, 12]. Задачи 1.10 и 1.12 необходимо решать с использованием формулы для определения степени влажности грунта  $S_r$  (см. приложение 1), а задачи 1.11 и 1.13 — с применением формул для определения показателей пластичности  $I_L$  и  $I_P$  (см. приложение 1) и провести классификацию глинистых грунтов. Для решения задачи 1.14 следует совместно применять выражения для определения  $S_r$  и  $I_L$  (см. приложение 1).

## ЗАДАЧИ

1.1. Дать определение понятий:

- а) грунт;
- б) структура грунта;
- в) относительная деформация набухания;
- г) текстура грунта;
- д) относительная деформация просадочности.

1.2. Дать определения:

а) удельного веса  $\gamma_s$  и плотности  $\rho_s$  минеральных частиц грунта, описать порядок определения  $\rho_s$  в лабораторных условиях;

б) удельного веса  $\gamma$  и плотности  $\rho$  грунта, описать порядок определения  $\rho$  в лабораторных условиях;

в) природной влажности грунта  $W$ , описать порядок определения  $W$  в лабораторных условиях;

г) удельного веса  $\gamma_d$  и плотности  $\rho_d$  сухого грунта, привести формулу, по которой вычисляется  $\rho_d$ ;

д) пористости  $n$  и коэффициента пористости  $e$  грунта, привести соответствующие формулы.

1.3. Определить плотность сухого грунта  $\rho_d$ , если плотность грунта  $\rho$  [т/м<sup>3</sup>] и влажность  $W$ :

$\rho$ : а) 1,65; б) 1,70; в) 1,75; г) 1,80; д) 1,85.

$W$ : а) 0,10; б) 0,15; в) 0,18; г) 0,20; д) 0,22.

1.4. Определить пористость  $n$  и коэффициент пористости  $e$  грунта, если удельный вес грунта  $\gamma$  [кН/м<sup>3</sup>], влажность  $W$  и удельный вес минеральных частиц  $\gamma_s$  [кН/м<sup>3</sup>].

$\gamma$ : а) 16,5; б) 17,0; в) 17,5; г) 18,0; д) 18,5.

$W$ : а) 0,12; б) 0,14; в) 0,16; г) 0,18; д) 0,20.

$\gamma_s$ : а) 26,5; б) 26,6; в) 26,8; г) 27,0; д) 26,7.

1.5. Дать определение:

а) степени влажности;

б) гранулометрического состава;

в) числа пластичности  $I_P$ ;

г) показателя текучести  $I_L$ ;

д) относительная плотность сложения  $I_D$ .

1.6. Классифицировать песчаные грунты:

а) по гранулометрическому составу;

б) по коэффициенту пористости;

в) по относительной плотности сложения  $I_D$ ;

г) по степени неоднородности гранулометрического состава;

д) по степени влажности  $S_r$ .

1.7. Классифицировать пылевато-глинистые грунты:

а) по гранулометрическому составу и числу пластичности  $I_P$ ;

б) по числу пластичности  $I_P$ ;

в) по показателю текучести  $I_L$ ;

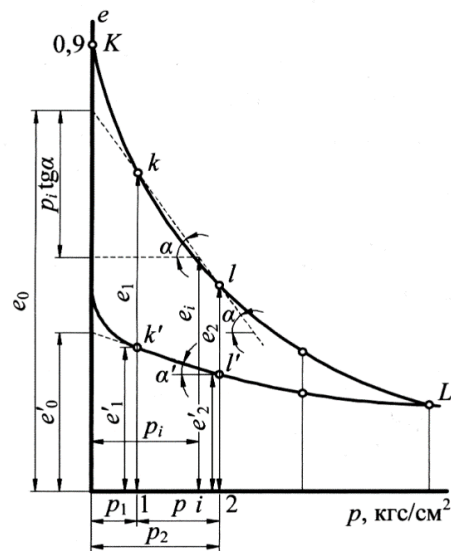
г) по относительной деформации набухания  $\varepsilon_{sw}$ ,

д) по относительной деформации просадочности  $\varepsilon_{SL}$ .

## Раздел 2

### Механические характеристики грунтов

В данном разделе необходимо ознакомиться с механическими характеристиками грунтов, их применением и способами определения [9, 10, 11, 12].



**Рис. 2.1.** Компрессионная кривая и определение по ней коэффициента сжимаемости

Ответ на вопрос в задаче 2.1 можно найти при изучении материала по теме «Сжимаемость грунтов. Закон уплотнения» в учебниках [9, 10, 11, 12].

Для решения задач 2.2 и 2.3 следует использовать зависимость коэффициента пористости грунта  $e$  от давления  $P$ . По значению коэффициента сжимаемости грунта из задачи 2.3, можно определить компрессионный модуль деформации  $E_k$  в задаче 2.4, используя выражение:

$$E_k = \frac{(1+e_0)\beta}{m_0}. \quad (2.1)$$

В задаче 2.5 модуль общей деформации грунта  $E_0$  следует определять по формуле:

$$E_0 = E_k m_k, \quad (2.2)$$

где  $m_k$  — коэффициент Агисева, принимаемый по таблице 2.1.

Таблица 2.1

Вид грунта	Коэффициент $m_k$ при коэффициенте пористости $e$										
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
Супеси	4	4	3,5	3	2	—	—	—	—	—	—
Суглинки	5	5	4,5	4	3	2,5	—	—	—	—	—
Глины	—	—	6	6	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	2,5	2,0

Для решения задачи 2.6 следует использовать формулу Буссинеска — Шлейхера

$$E_0 = \frac{P b \omega (1-\mu^2)}{s}, \quad (2.3)$$

где  $b = d$  — диаметр круглого штампа, принять равным 0,79 м;

$\omega$  — коэффициент, зависящий от формы и жесткости штампа (для круглого штампа  $\omega = 1$ ).

Ответы на вопросы задачи 2.7 можно найти при изучении материала по теме «Сопротивление грунтов сдвигу» в учебниках [9, 10, 11, 12].

При решении задачи 2.8 и 2.10 следует использовать закон Кулона для связных грунтов.

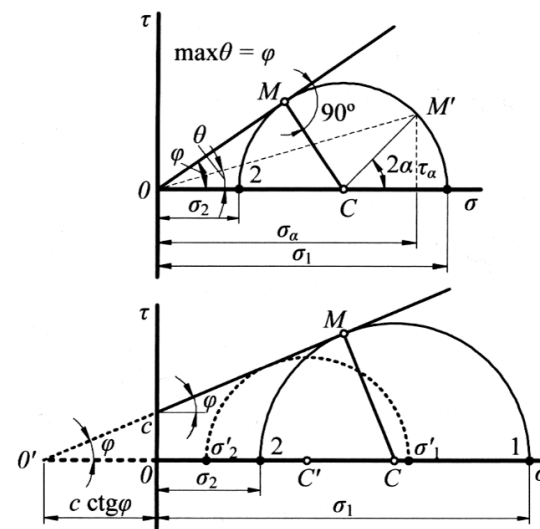


Рис. 2.2. Огибающие кривые предельных напряжений при сдвиге грунтов: сыпучих (сверху), связанных (снизу)

Для решения задачи 2.9 необходимо дать схему кругов предельных напряжений Мора и касательную предельного сопротивления сдвигу. Из треугольника  $СМО'$  определить угол  $\varphi$  через значения главных напряжений  $\sigma'_1, \sigma'_2, \sigma_1, \sigma_2$ , а величину удельного сцепления грунта  $c$  можно определить по формуле:

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2 + 2c \cdot \operatorname{ctg} \varphi}. \quad (2.4)$$

Для решения задачи 2.11 необходимо использовать формулу предельного равновесия связного грунта.

### ЗАДАЧИ

2.1. Дать определение:

- а) модуля деформации грунта;
- б) сжимаемости грунта;
- в) 3-х осного сжатия;
- г) компрессионного сжатия;
- д) относительной деформации.

2.2. Определить коэффициенты пористости  $e_i$ , по результатам компрессионных испытаний грунта при начальной высоте образца  $h_0$  [см] и деформации образца  $s_1$  [мм] и  $s_2$  [мм] под давлением соответственно 1 кгс/см<sup>2</sup> и 2 кгс/см<sup>2</sup>.

$h_0$ : а) 3,5; б) 4,0; в) 4,5; г) 5,0; д) 5,5.

$s_1$ : а) 2,0; б) 2,4; в) 1,8; г) 3,0; д) 2,8.

$s_2$ : а) 3,2; б) 3,6; в) 2,6; г) 4,2; д) 4,0.

Построить компрессионную кривую  $e = f(P)$ . Начальный коэффициент пористости  $e_0$  принять для грунтов задачи 1.4.

2.3. Определить коэффициент сжимаемости грунта  $m_0$ , если изменение коэффициента пористости  $\Delta e$  и нагрузки  $\Delta P$  [МПа]:

$\Delta e$ : а) 0,01; б) 0,03; в) 0,05; г) 0,07; д) 0,10.

$\Delta P$ : а) 0,05; б) 0,10; в) 0,15; г) 0,20; д) 0,30.

2.4. Определить компрессионный модуль деформации грунта  $E_k$  (коэффициент сжимаемости грунта  $m_0$  принять из задачи 2.3), если начальный коэффициент пористости  $e_0$  и коэффициент Пуассона  $\mu$

$e_0$ : а) 0,80; б) 0,75; в) 0,70; г) 0,65; д) 0,60.

$\mu$ : а) 0,25; б) 0,30; в) 0,35; г) 0,40; д) 0,42.

2.5. Определить скорректированный модуль общей деформации грунта  $E_0$  с числом пластичности  $I_p$  (начальный коэффициент пористости  $e_0$  и компрессионный модуль деформации грунта  $E_k$  взять из задачи 2.4)

$I_p$ : а) 0,06; б) 0,08; в) 0,14; г) 0,18; д) 0,22.

2.6. Определить модуль общей деформации грунта  $E_0$  по данным испытания статической нагрузкой круглого стандартного штампа, если при коэффициенте Пуассона  $\mu$  увеличение давления на  $\Delta P$  [МПа] вызвало приращение осадки  $\Delta s$  [см]

### Раздел 3

#### Напряженное состояние грунтов

Для решения задач о напряженном состоянии массива грунта от различных воздействий следует изучить соответствующий раздел курса «Механика грунтов» [9, 10, 11, 12].

При решении задачи 3.1 необходимо использовать принципы определения напряжений в массиве грунта от сосредоточенной нагрузки [9, 10, 11, 12]

$$\sigma_z = K \frac{P}{z^2}. \quad (2.5)$$

При решении задачи 3.2 следует воспользоваться выражением Буссинеска по определению напряжений в массиве от нескольких сосредоточенных нагрузок

$$\sigma_z = \sum_{i=1}^n K_i \frac{P_i}{z^2}. \quad (2.6)$$

При решении задачи 3.3 следует воспользоваться способом элементарного суммирования и выражением (2.6).

При решении задачи 3.4 методом угловых точек следует использовать табличные значения коэффициентов  $K_0$  и  $K_c$ , которые можно найти в [9]. Напряжения в заданной точке под центром загруженного прямоугольника определять по формуле

$$\max \sigma_{z_0} = K_0 P. \quad (2.7)$$

Напряжения в заданной точке под углом загруженного прямоугольника определять по формуле

$$\sigma_{zc} = K_c P. \quad (2.8)$$

При определении напряжений  $\sigma_z$ ,  $\sigma_y$ ,  $\tau$  в задаче 3.5 необходимо использовать аналитические выражения для плоской задачи

$$\sigma_z = \frac{P}{\pi} \left[ \beta_1 + \frac{1}{2} \sin 2\beta_1 - (\pm \beta_2) - \frac{1}{2} \sin(\pm 2\beta_2) \right]; \quad (2.9)$$

$$\sigma_y = \frac{P}{\pi} \left[ \beta_1 - \frac{1}{2} \sin 2\beta_1 - (\pm \beta_2) + \frac{1}{2} \sin(\pm 2\beta_2) \right]; \quad (2.10)$$

$$\tau = \frac{P}{2\pi} (\cos 2\beta_2 - \cos 2\beta_1), \quad (2.11)$$

где  $\beta_1$  и  $\beta_2$  — углы видимости, определяемые по формулам

$$\beta_1 = \arctg \left( \frac{r+b}{z} \right), \quad \beta_2 = \arctg \left( \frac{r}{z} \right). \quad (2.12, 2.13)$$

## ЗАДАЧИ

3.1. Определить напряжение  $\sigma_z$  в точке А, расположенной на глубине  $z$  [м] от дневной поверхности и на расстоянии  $r$  [м] от точки приложения сосредоточенной нагрузки  $N$  [кН]:

- $z$ : а) 1,0; б) 2,0; в) 3,0; г) 4,0; д) 5,0.  
 $r$ : а) 5,0; б) 4,0; в) 3,0; г) 2,0; д) 1,0.  
 $N$ : а) 500; б) 700; в) 1000; г) 1200; д) 1500.

3.2. Определить напряжение от пяти нагрузок, расположенных с шагом 1 м, в точке А, расположенной на глубине  $z$  [м] от поверхности земли и на расстоянии  $r$  [м] от крайней колонны при нагрузке на колонны  $N$  [кН]:

- $z$ : а) 1,0; б) 2,0; в) 3,0; г) 4,0; д) 5,0,  
 $r$ : а) 5,0; б) 4,0; в) 3,0; г) 2,0; д) 1,0,  
 $N$ : а) 1000; б) 1300; в) 500; г) 1800; д) 2000.

3.3. Определить напряжения под фундаментом с размерами в плане 4×4 м и давлением  $P$  [кПа] в точке А, расположенной на глубине  $z = 3,0$  м с координатами  $x$  [м] и  $y$  [м] оси фундамента, используя способ элементарного суммирования.

- $P$ : а) 500; б) 450; в) 650; г) 1000; д) 750,  
 $x$ : а) 1,0; б) 2,0; в) 3,0; г) 4,0; д) 5,0,  
 $y$ : а) 8,0; б) 2,0; в) 4,0; г) 1,0; д) 3,0.

3.4. Определить напряжения под фундаментом с размерами в плане 6×6 м и давлением  $P$  [кПа] в точке А, расположенной на глубине  $z = 4,0$  м с координатами  $x$  и  $y$  от оси фундамента, используя метод угловых точек.

- $P$ : а) 2500; б) 2000; в) 1500; г) 3000; д) 3500.  
 $x$ : а) 5,0; б) 4,0; в) 6,0; г) 2,0; д) 1,0.  
 $y$ : а) 1,0; б) 6,0; в) 4,0; г) 5,0; д) 2,0.