

## Лабораторная работа № 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА СДВИГУ В ПРИБОРЕ ТРЕХОСНОГО СЖАТИЯ

#### 1. Общие положения.

Цель работы: ознакомление с методом трехосного сжатия и проведение испытания грунта. Обработка результатов испытания и определение прочностных параметров грунта.

Основные термины и определения:

**Стабилометр** – прибор для испытания грунтов в условиях трехосного сжатия.

**Консолидация** – процесс уплотнения грунта, сопровождающийся отжатием воды из пор.

**Дренаживание** – процесс отведения воды из грунта.

**Схемы испытаний** на трехосное сжатие – неконсолидированно-недренированное (НН) – «быстрая схема», консолидированно-недренированное (КН) и консолидированно-дренированное (КД).

**Условная стабилизация деформаций** – падение скорости нарастания деформаций до некоторой заданной величины.

#### 2. Схема прибора.

Испытания цилиндрических образцов грунта проводится в условиях осесимметричной деформации, в рабочей камере, схема которой показана на рис. 1. Образец грунта имеет отношение высоты ( $H$ ) к диаметру ( $D$ ), как правило, не менее 2. Обычно диаметр образцов принимается равным 38 или 50 мм, значительно реже, диаметром 100 мм.

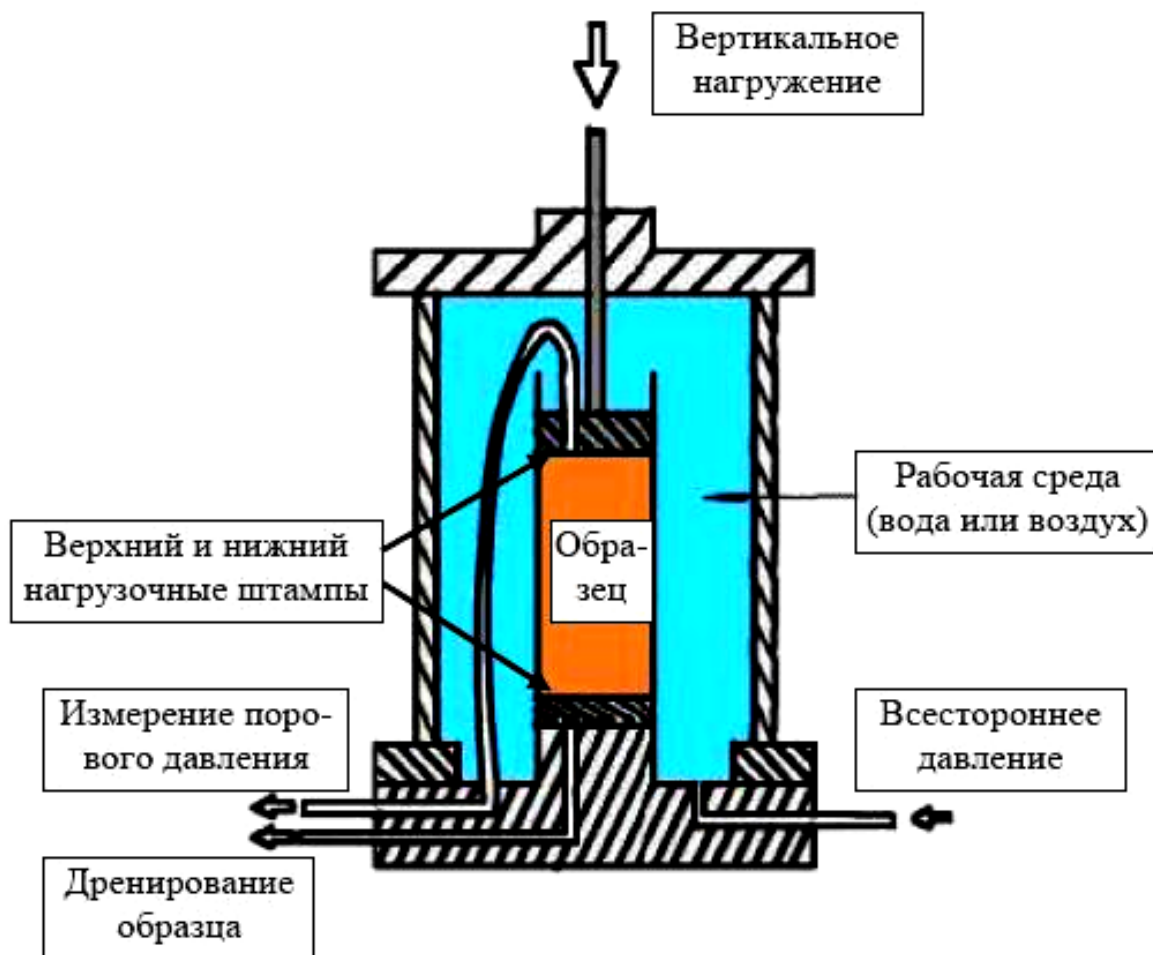


Рис. 1. Схема стабилометра.

### 3. Проведение испытаний.

Испытание грунта методом трехосного сжатия проводят для определения следующих характеристик прочности и деформируемости: угла внутреннего трения; удельного сцепления, модуля деформации, порового давления для песков, глинистых, органо-минеральных и органических грунтов.

Испытания проводятся по методике ГОСТ 12248-96 в приборе трехосного сжатия (стабилометр), в условиях трехосного осесимметричного статического нагружения при

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3,$$

где  $\sigma_1$  – максимальное главное напряжение;

$\sigma_2 = \sigma_3$  – минимальные, они же промежуточные главные напряжения.

Результаты испытаний оформляют в виде графиков зависимостей деформаций образца от нагрузки и изменения деформаций во времени.

Испытания вертикальной нагрузкой проводят при заданном всестороннем давлении на образец грунта или заданном среднем нормальном напряжении.

Боковое давление, создаваемое воздухом или жидкостью в рабочей камере стабилометра,  $\sigma_2 = \sigma_3$ , поддерживается постоянным, а вертикальное напряжение  $\sigma_1$  увеличивается ступенями  $\Delta\sigma$  (рис. 2). При определенной величине разности (девиаторе) напряжений ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) наступает разрушение образца по наклонной плоскости. В отличие от испытаний на прямой срез, где плоскость среза определена конструктивно (горизонтальна) в приборе трехосного сжатия положение плоскости разрушения зависит от условий нагружения. В некоторых случаях в образце не образуется видимой плоскости разрушения, образец деформируется в виде «бочки». В этом случае, за разрушающую нагрузку принимается значение, соответствующее 15% относительной вертикальной деформации (рис. 3).

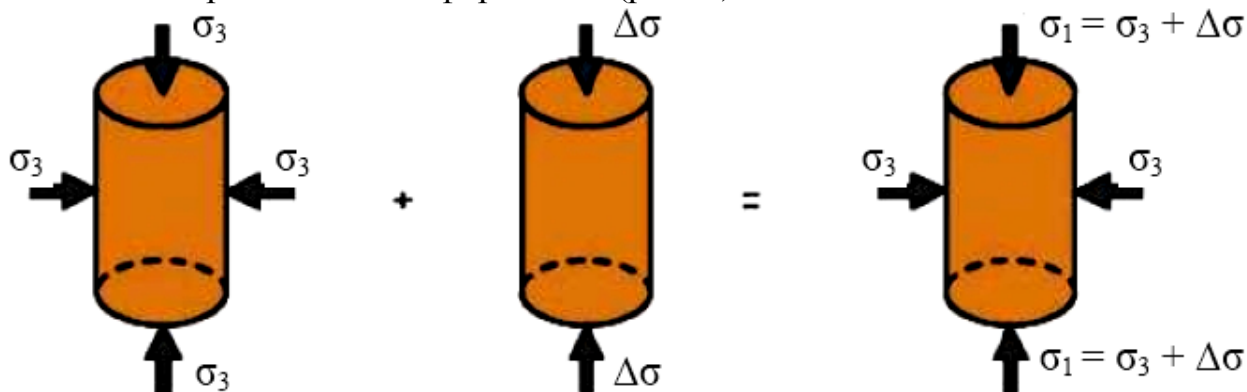


Рис. 2. Схема нагружения образца.

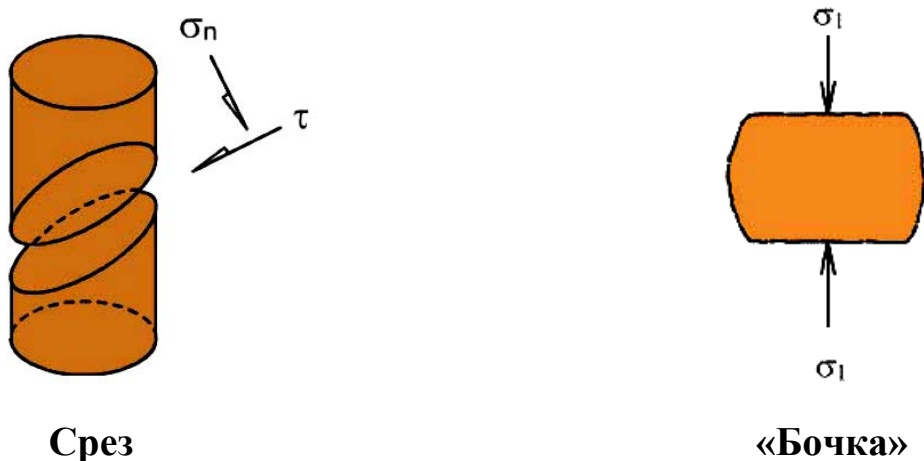


Рис. 3. Схемы разрушения образца.

#### 4. Обработка результатов испытаний вручную по ГОСТ 12248-96.

По результатам испытаний получаем значения бокового давления  $\sigma_3^P$  и соответствующие разрушающие вертикальные давления  $\sigma_1^P$ , заносим эти данные в таблицу испытаний и выполняем там же вспомогательные вычисления. Все дальнейшие действия выполняем на основе этих данных.

##### Результаты определения сопротивления грунта сдвигу

Схема испытаний	Бок. давление $\sigma_3^P$ , кПа	Разруш. вертик. давление $\sigma_1^P$ , кПа	Центр круга Мора на оси $\sigma^P$ $Ox_i = \frac{\sigma_{1i}^P + \sigma_{3i}^P}{2}$	Радиус круга Мора $R_i = \frac{\sigma_{1i}^P - \sigma_{3i}^P}{2}$
	100			
	200			
	300			

Вначале строят вспомогательный график (рис. 4) зависимости  $\sigma_1^P = f(\sigma_3^P)$ , представляющий собой прямую, по которому графическим методом определяют следующие вспомогательные параметры:

- М – как отрезок, отсекаемый проведенной прямой на оси  $\sigma_1^P$  (кПа);
- N – как тангенс угла наклона  $\theta$  проведенной прямой к оси  $\sigma_3^P$ ;

**При этом масштабы по обеим осям графика принимают одинаковыми.**

Полученные графическим методом параметры записываем рядом с графиком.

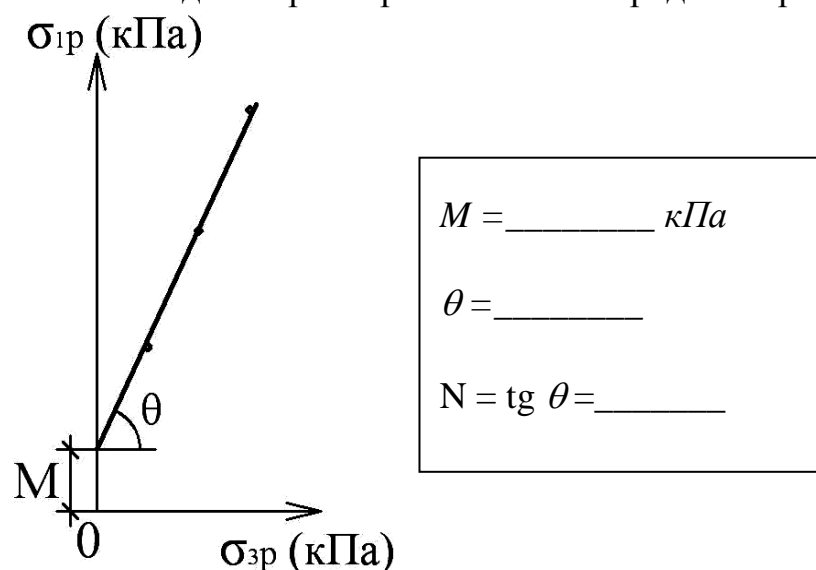


Рис. 4. График зависимости  $\sigma_1^P = f(\sigma_3^P)$ .

Эти же параметры определяют и аналитическим методом по формулам:

$$M = \frac{\sum(\sigma_{1i}^P) \times \sum(\sigma_{3i}^P)^2 - \sum\sigma_{3i}^P \times \sum(\sigma_{1i}^P \times \sigma_{3i}^P)}{n \times \sum(\sigma_{3i}^P)^2 - (\sum\sigma_{3i}^P)^2}$$

$$N = \text{tg } \theta = \frac{n \times \sum(\sigma_{1i}^P \times \sigma_{3i}^P) - \sum\sigma_{1i}^P \times \sum\sigma_{3i}^P}{n \times \sum(\sigma_{3i}^P)^2 - (\sum\sigma_{3i}^P)^2}$$

где n – число испытаний при разных значениях всестороннего давления  $\sigma_3^P$  (**n = 3**)

$\sigma_{ii}^P$  – опытные значения разрушающего вертикального давления, соответствующие боковым давлениям  $\sigma_{zi}^P$ .

На основе вычисленных ранее табличных данных в координатах  $\tau/\sigma^P$  строят круги Кулона-Мора, откладывая на оси  $\sigma^P$  центры этих кругов и проводя из них круги вычисленного радиуса (рис. 5):

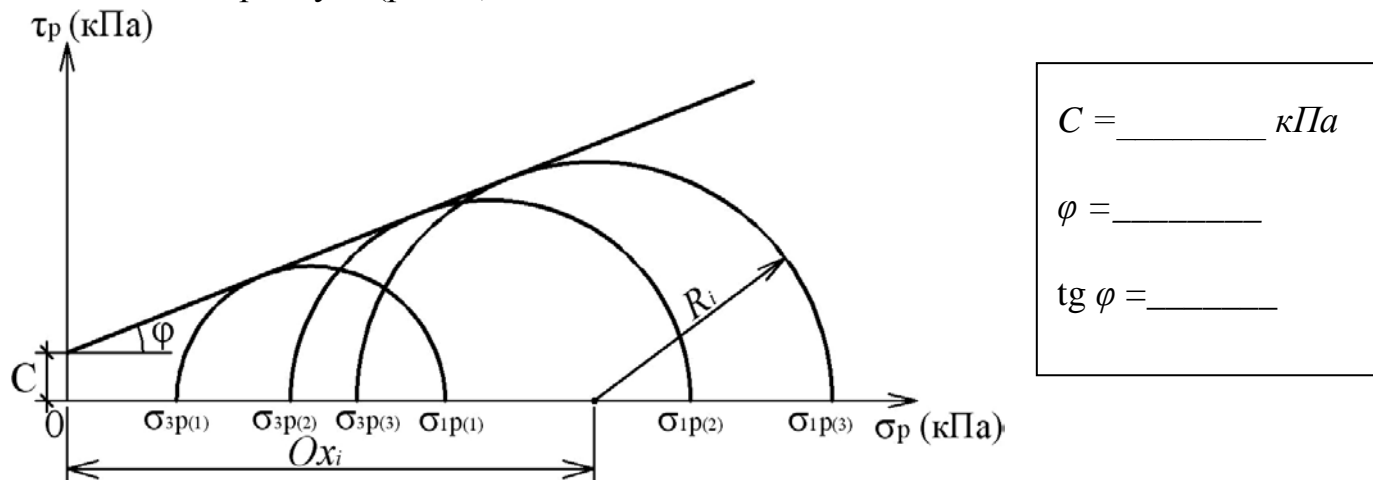


Рис. 5. Круги Мора.

Проведя касательную к построенным кругам Мора, получаем прямую предельного равновесия Кулона-Мора, из которой графическим методом можно получить параметры прочности грунта:

- угол внутреннего трения  $\varphi$  – как угол наклона построенной прямой к оси напряжений  $\sigma^P$ .
- удельной сцепление  $c$  – как отрезок, отсекаемый построенной прямой на оси напряжений  $\tau$ .

Полученные графическим методом параметры записываем рядом с графиком.

Эти же параметры можно определить и аналитическим методом, используя полученные ранее вспомогательные параметры, по формулам:

$$C = \frac{M}{2 \times \sqrt{N}};$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{N-1}{2 \times \sqrt{N}}; \rightarrow \varphi.$$

### Контрольные вопросы:

1. Что такое консолидация и дренирование?
2. Что такое условная стабилизация деформаций?
3. Назовите схемы испытаний в стабилометре?
4. Опишите схематичную конструкцию стабилометра.
5. Какова последовательность нагружения образца при испытании в стабилометре?
6. Назовите схемы разрушения образца при испытании в стабилометре?
7. В чем отличие испытаний в стабилометре от испытаний в сдвиговом приборе с точки зрения условий испытания образца?