

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

### «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТИ ГРУНТА В ПРИБОРЕ ОДНОПЛОСКОСТНОГО СРЕЗА»

Разрушение грунтовых оснований или сооружений из грунта под действием касательных напряжений является характерной формой потери ими прочности вследствие слабой сопротивляемости грунта сдвигу.

Сопротивление грунта сдвигу зависит от величины действующих в грунте нормальных к плоскости сдвига напряжений.

Для небольших напряжений (до 300 кПа) можно считать, что сопротивление грунта сдвигу состоит из двух частей. Одна из них - удельное сцепление грунта, вторая - трение. Причём, трение является функцией нормального напряжения ( $\sigma$ ), действующего по площадке сдвига.

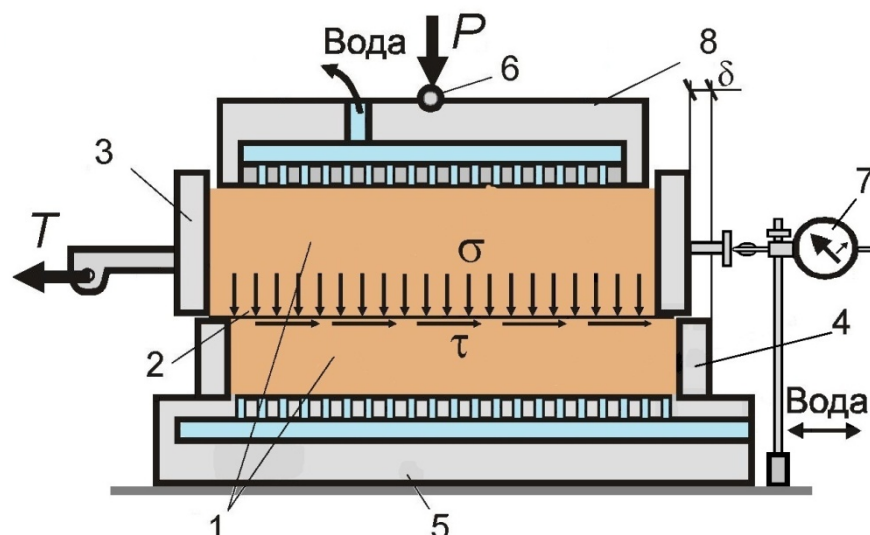
Условие прочности для глинистых грунтов, предложенное Ш. Кулоном в 1773г. (закон Кулона), записывается в виде:

$$\tau_{np} = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c, \quad (5.1.)$$

а для песчаных грунтов:

$$\tau_{np} = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (5.2.)$$

Параметры сопротивления грунта сдвигу  $\varphi$  – угол внутреннего трения и  $c$  – удельное сцепление являются двумя параметрами прочности грунта, которые используются в решениях задач, связанных с определением несущей способности оснований и сооружений, устойчивости откосов выемок и насыпей, давления грунтов на подпорные сооружения. Для определения параметров  $\varphi$  и  $c$  в лабораторных условиях используется либо метод трёхосного сжатия (см. лабораторную работу №4), либо метод прямого среза по фиксированной плоскости, рассматриваемый в настоящей лабораторной работе. Используемое оборудование - прибор одноплоскостного среза, схема которого представлена на рис. 5.1.



**Рис. 5.1. Прибор одноплоскостного среза.**

1. Образец грунта; 2. Фиксированная плоскость среза; 3. Подвижная каретка прибора; 4. Неподвижная каретка прибора; 5. Станина прибора с каналами для отвода воды; 6. Шток; 7. Индикатор часового типа; 8. Штамп с перфорированным вкладышем.

Значения параметров прочности для одних и тех же грунтов зависят от схемы испытания. В приборе одноплоскостного среза можно проводить испытания по 2-м схемам.

При консолидированно-дренированном (медленном) срезе, горизонтальная нагрузка прикладывается ступенями после стабилизации деформаций от приложения предыдущей ступени. В процессе испытаний вода может свободно отжиматься из образца. По такой схеме испытываются пески, глинистые и органоминеральные грунты независимо от их коэффициента водонасыщения для определения эффективных значений  $\phi'$  и  $c'$ .

При неконсолидированном (быстром) срезе испытываются водонасыщенные глинистые и органоминеральные грунты, имеющие показатель текучести  $I_L > 0,5$  для определения  $\phi$  и  $c$  в нестабилизированном состоянии.

Для испытаний используют образцы грунта ненарушенного сложения с природной влажностью или в водонасыщенном состоянии или образцы

нарушенного сложения с заданными значениями плотности и влажности (в том числе при полном водонасыщении), или образцы, отобранные из массива искусственно уплотненных грунтов.

При необходимости предварительного уплотнения образца могут применяться уплотнители, позволяющие проводить уплотнение при заданном давлении и сохранении природной или заданной влажности, а также в условиях полного водонасыщения.

В данной работе определяются прочностные характеристики глинистого грунта по первой схеме испытаний (консолидированно-дренированные испытания), то есть, приложение следующей ступени горизонтальной нагрузки происходит после стабилизации деформаций от предыдущей ступени горизонтальной нагрузки. Предполагается также, что вертикальные деформации от вертикальной нагрузки также стабилизировались. Свободный отток воды из образца обеспечивается перфорированными вкладышами в штампе и неподвижной каретке прибора. Для получения параметров  $\phi'$  и  $c'$  необходимо провести испытания на сдвиг нескольких образцов одного и того же грунта при разной величине вертикальных сжимающих напряжений.

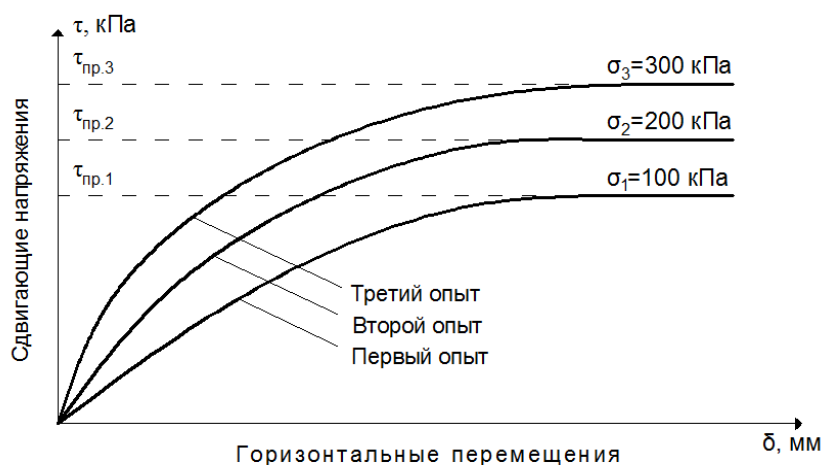
Перед началом испытаний, проводимых во время лабораторной работы, студентам выдаются образцы грунта, предварительно уплотненные давлением  $P$ . Значение давления  $P$  устанавливают в зависимости от предполагаемого напряженного состояния грунтового массива с учетом передаваемых на основание нагрузок и бытового (природного) давления. Зная  $\tau_{np}$  и  $\sigma$  для каждого опыта, можно найти значения  $\phi'$  и  $c'$  исследуемого грунта. Эта задача обычно решается графически, путём построения [6] по экспериментальным точкам линейной зависимости  $\delta = f(\tau)$  (рис.5.2.).

Рекомендуется выполнять три опыта на срез грунта при вертикальных напряжениях - 100, 200 и 300 кПа. Сдвигающую нагрузку в каждом опыте прикладывают ступенями так, чтобы приращение касательных напряжений  $\Delta\tau$  не превышало  $0,1\sigma_z$ . Таким образом, соответствующие ступени для трёх опытов составят 10, 20 и 30 кПа, причём каждую новую ступень сдвигающей

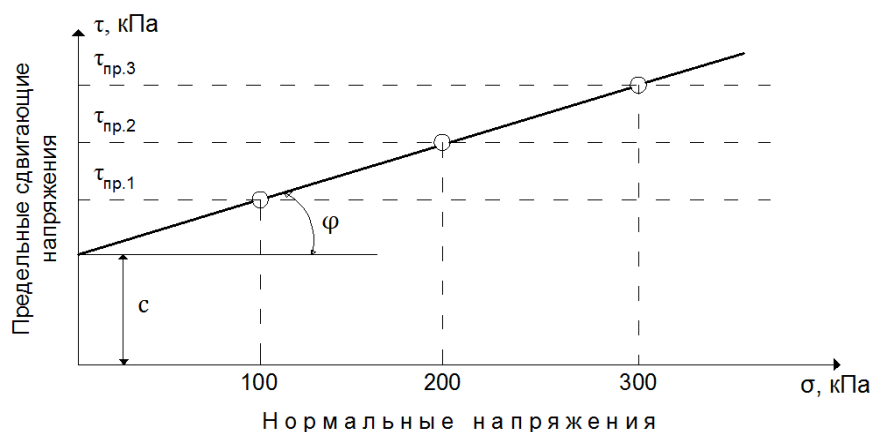
нагрузки прикладывают к образцу только после затухания деформации сдвига от действия предыдущей ступени. За критерий условной стабилизации деформации при условии ограниченного времени в учебных лабораториях принимают ее приращение, не превышающее 0,2мм за 1 мин.

Наращивание срезающей нагрузки проводится до тех пор, пока деформация сдвига не достигнет величины 3 мм (что соответствует трём кругам прохождения стрелки индикатора). При большей величине сдвига возрастает погрешность испытаний из-за уменьшения фиксированной площади среза. Соответствующее этой деформации значение срезающей нагрузки фиксируется в журнале испытаний, как предельное в условиях опыта, а в графе перемещения подвижной обоймы записывается слово “срез”.

По окончании опытов строят для каждого из них графики  $\delta = f(\tau)$  (рис. 5.2.) и обобщающий график  $\tau_{пр} = f(\sigma)$ , по которому находят  $\varphi$  и  $c$  (рис. 5.3.).



**Рис. 5.2. График зависимости горизонтального перемещения подвижной обоймы  $\delta$  от сдвигающего напряжения  $\tau$ .**



**Рис. 5.3. График зависимости предельных сдвигающих напряжений  $\tau_{\text{пред}}$  от нормальных напряжений  $\sigma$ .**

Угол внутреннего трения и сцепление определяются в соответствии с законом Кулона по формулам 5.1. и 5.2. используя график (Рис 5.3.).

Прямую на графике (Рис.5.3.) проводят методом наилучшего приближения к экспериментальным точкам [6], при этом **У**гол внутреннего трения  $\varphi$  и удельное сцепление  $c$  вычисляются в соответствии с по формулам:

$$tg\varphi = \frac{n \sum \tau_i \cdot \sigma_i - \sum \tau_i \cdot \sigma_i}{n \sum (\sigma_i)^2 - (\sum \sigma_i)^2} \quad (5.3.)$$

$$c = \frac{\sum \tau_i \cdot \sum \sigma_i^2 - \sum \sigma_i \cdot \sum \tau_i \cdot \sigma_i}{n \sum (\sigma_i)^2 - (\sum \sigma_i)^2} \quad (5.4)$$

где -  $\tau_i$  опытные значения сопротивления срез, определяемые при различных значениях  $\sigma_i$  и относящиеся к отдельному монолиту грунта (при  $n > 3$ ) или одному инженерно-геологическому элементу;  $n$  - число испытаний.

### **Вопросы к лабораторной работе №5**

1. Как нагружается образец в приборе одноплоскостного среза и что измеряется в процессе испытаний?
2. Каким образом определяются предельные значения касательных напряжений?
3. Как записывается зависимость Кулона для песков и глинистых грунтов? Её графическое представление.
4. Какие напряжения фиксируют при определении параметров прочности грунтов в лаб. раб. №4 и лаб. раб. №3?
5. Как называются параметры уравнения, выражающего закон сдвига? Единицы измерения.
6. Каково практическое применение в инженерных расчётах характеристик прочности грунтов?
7. Каким образом определяются характеристики прочности в приборе одноплоскостного среза?