

# Компрессионные и срезные испытания грунтов

«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
Инженерно-строительный институт  
Кафедра «Строительная механика и строительные конструкции»

Доклад по дисциплине:  
«Совместный расчет оснований и фундаментов»

Тема: «Компрессионные и срезные испытания  
грунтов»

Группа: 13141/19

Выполнил: Шегай Р.А.

Преподаватель: Яваров А.В.

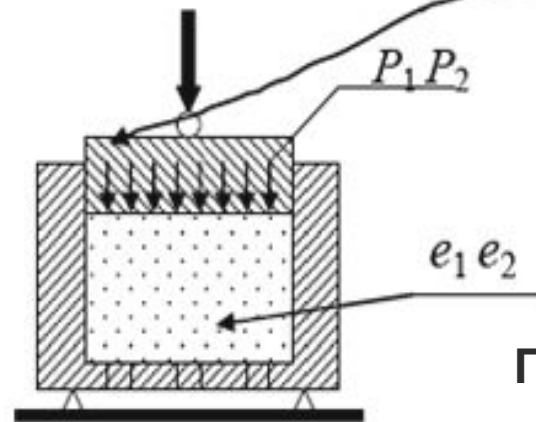
Санкт-Петербург  
2019г.

# Метод компрессионного сжатия

**Компрессионные испытания** - наиболее распространенный вид лабораторных исследований для определения деформационных характеристик (свойств) грунтов. Компрессия — это процесс сжатия грунта без возможности бокового расширения ( $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 0$ ), т.е. уплотнение образца без его разрушения.



Исследуем грунт ненарушенной структуры, помещая его **в одометр**.

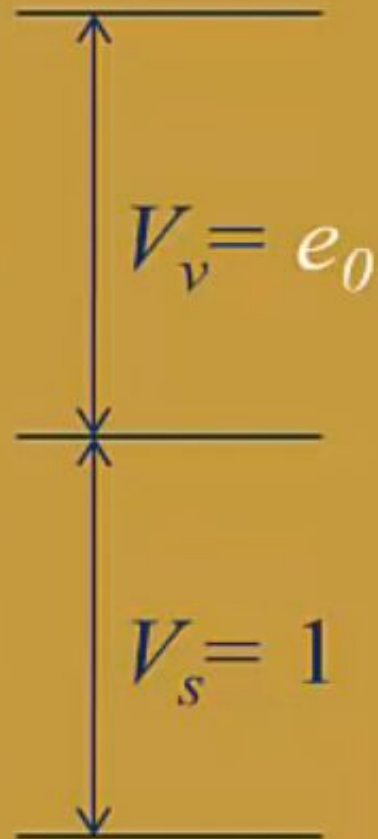
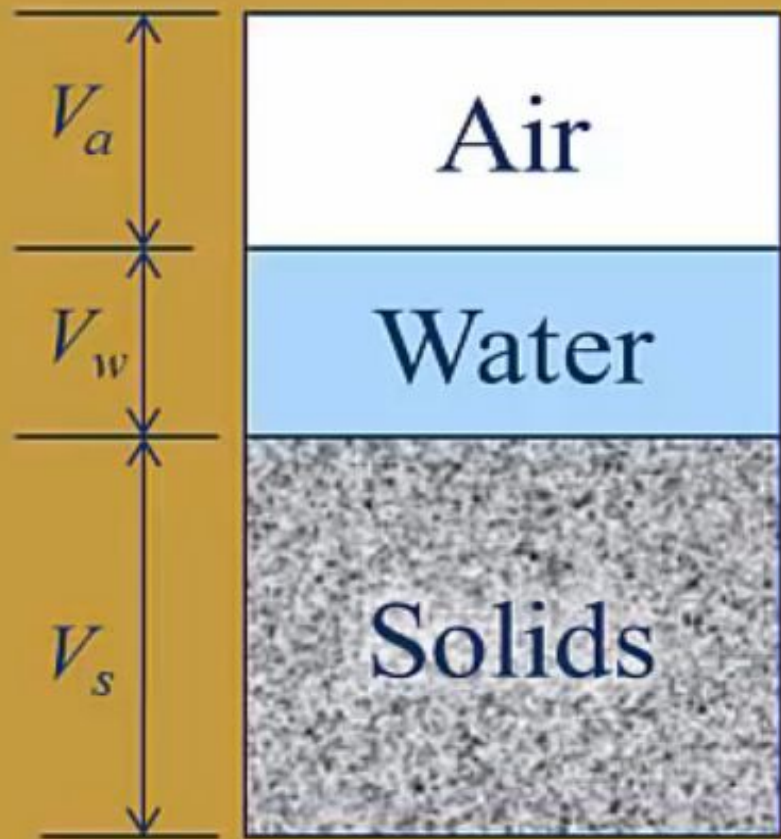


Прикладываем нагрузку  $P_1$  – произойдет уплотнение грунта, и коэффициент пористости станет  $e_1$ .  
Нагрузка  $P_2 \rightarrow e_2$  и т. д. (4–5 ступеней).

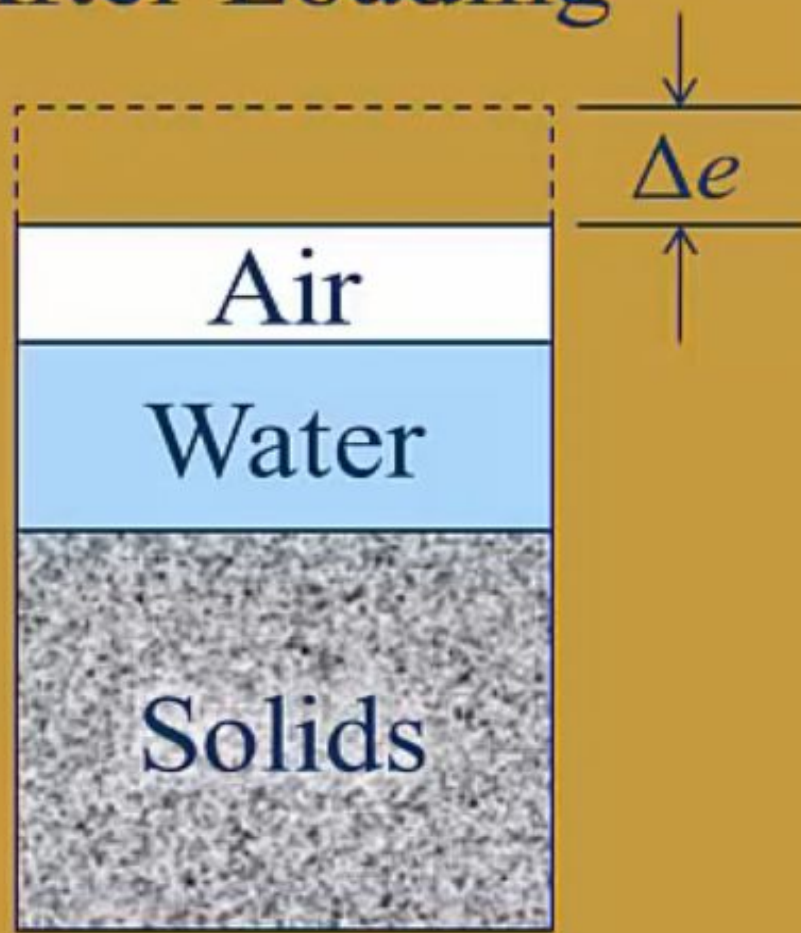
**ГОСТ 12248-2010 Грунты Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости**

Компрессионные испытания грунтов в лабораторных условиях проводятся в компрессионных приборах (**одометрах**).

## Initial Condition



## After Loading



$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

# В ходе компрессионного сжатия грунтов определяются следующие показатели:

- коэффициент сжимаемости грунта;
- модуль деформации грунта для ветвей первичного и повторного нагружения;
- структурная прочность грунта при сжатии;
- коэффициент фильтрационной и вторичной консолидации (только для песков, глинистых и органических грунтов);
- относительное суффозионное сжатие;
- начальное давление (для засоленных песков, суглинков и супесей).

# Метод компрессионного сжатия

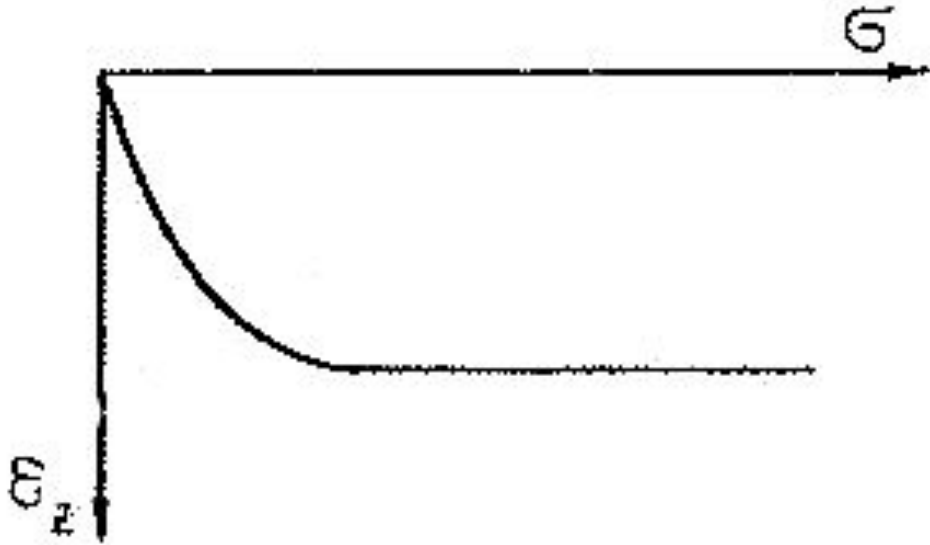
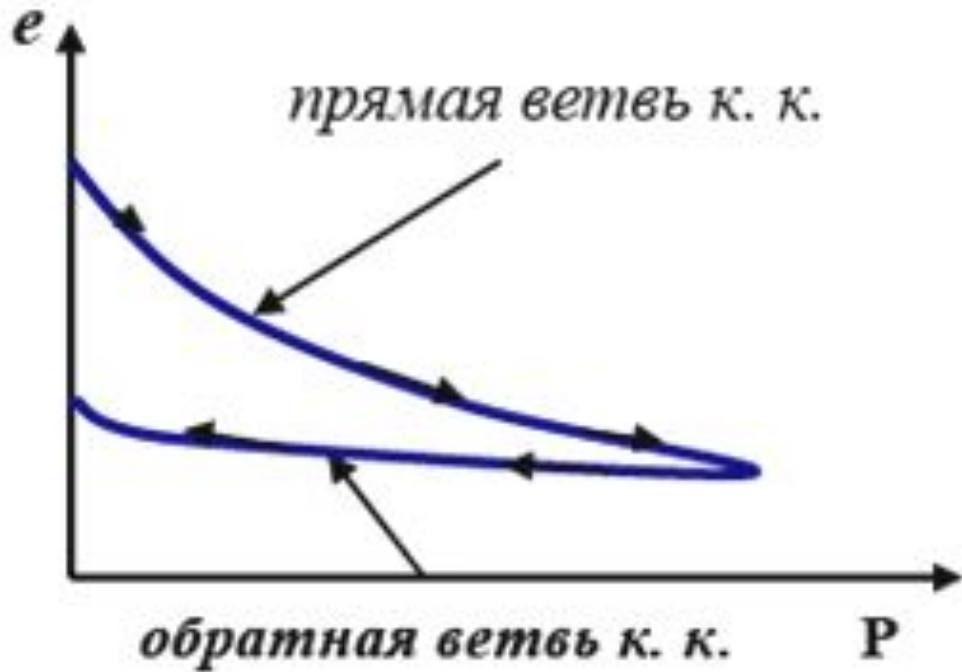


График зависимости относительных деформаций ( $\varepsilon_z$ ) от сжимающих напряжений при компрессионном испытании

При **испытании грунта** на компрессию предварительно определяют плотность грунта  $\rho$ , плотность частиц грунта  $\rho_s$  и природную влажность  $\omega$  со грунта  $\omega$ , по которым вычисляют начальный (до сжатия) коэффициент пористости грунта  $e_0$ :

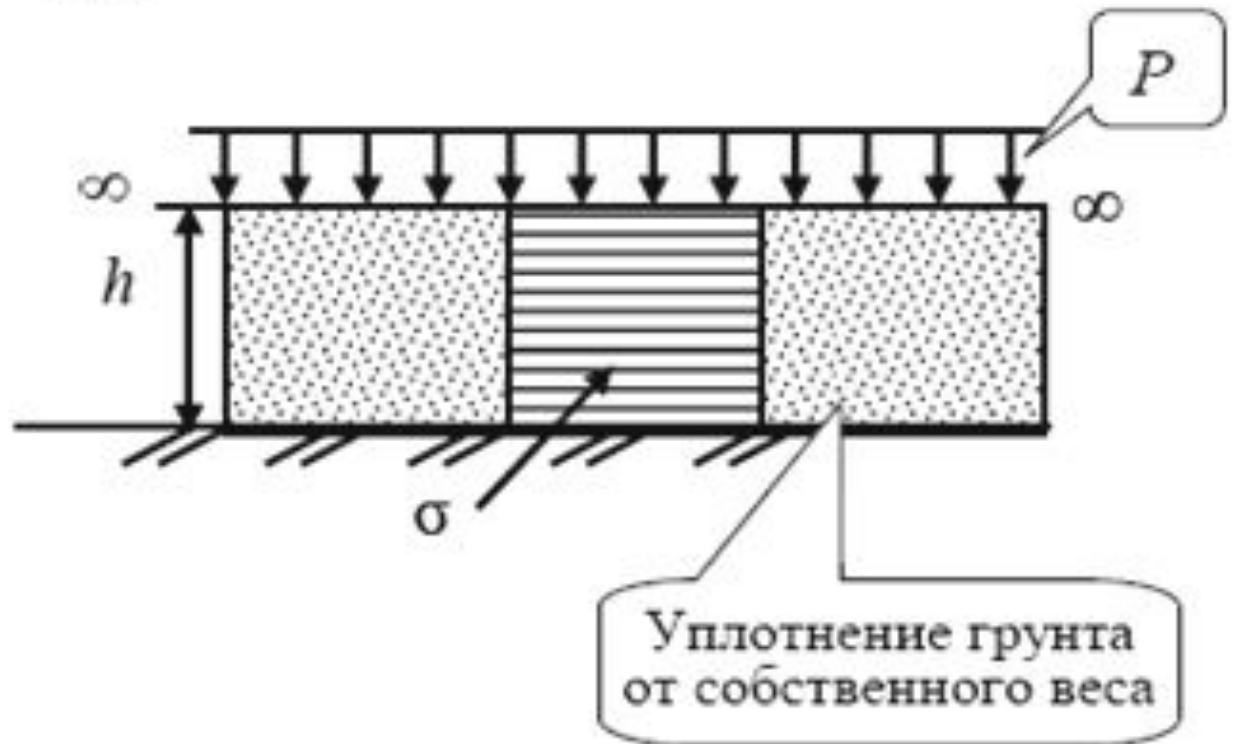
$$e_0 = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + \omega) - 1$$

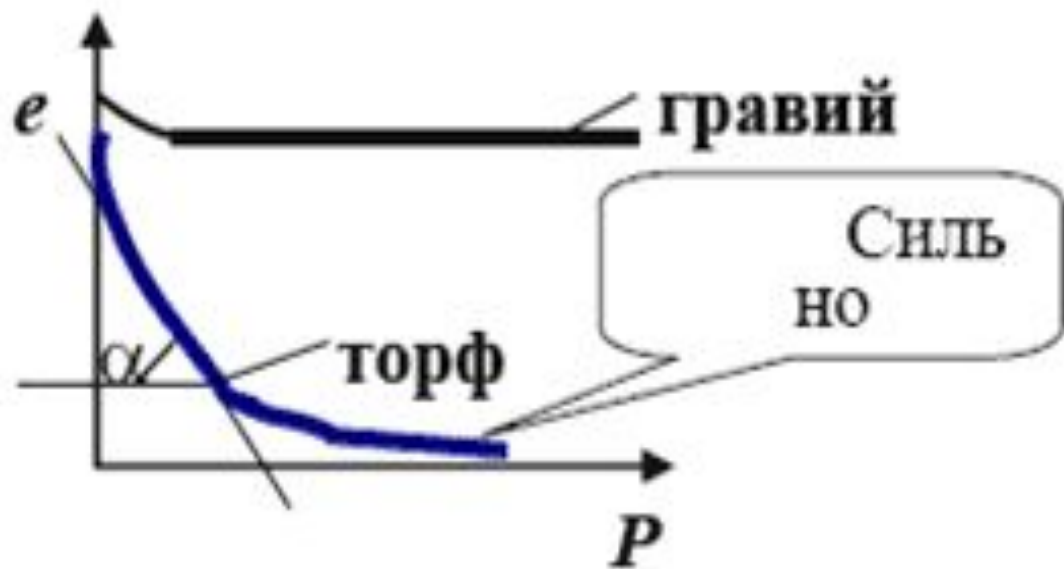
# Уплотнение и разрушение грунта



$e$  – коэффициент пористости грунта

Схематично это можно представить так:



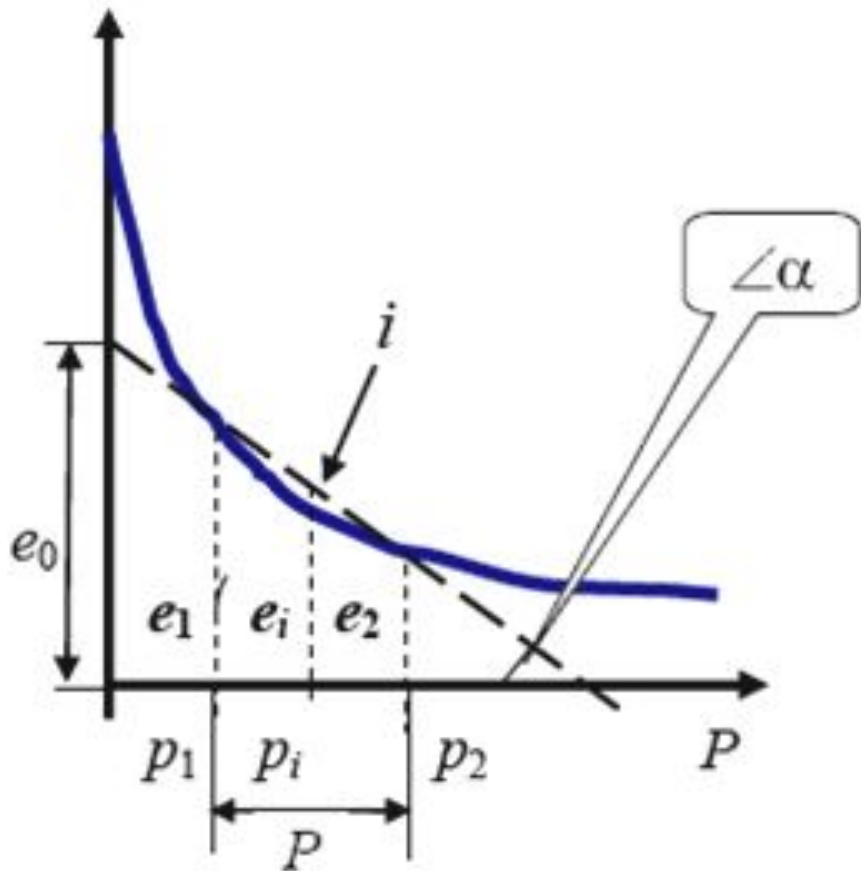


*Компрессионная кривая позволяет судить о сжимаемости грунта.  $\alpha$  – может характеризовать сжимаемость.*

Относительное изменение коэффициента пористости пропорционально изменению нагрузки (при малых интервалах нагрузок)



# Основная математическая форма закона компрессии:



$$\Delta e = -tg \alpha \Delta P$$

$$\bullet de = m_0 dP$$

$$m_0 = tg \alpha = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1}$$

$m_0$  - коэффициент сжимаемости грунта, МПа<sup>-1</sup>

$m_0 < 0,005$  – грунт *малосжимаемый*

$m_0 = 0,005 \div 0,05$  – грунт *среднесжимаемый*

$m_0 > 0,05$  – грунт *сильносжимаемый*

Коэффициент относительного сжатия грунта  $m_v$

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e}$$

Расчет оснований II группе ПС (по деформациям) требует выполнения следующего условия:  $S \leq S_U$

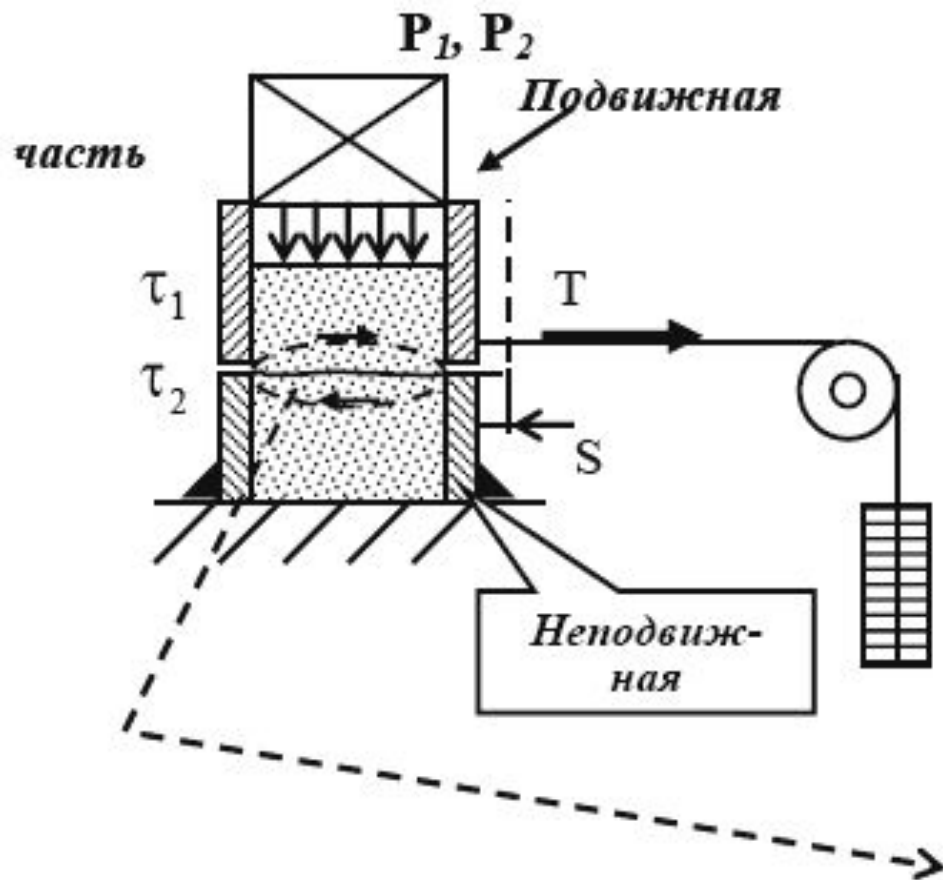
$$S = \sum s_i \quad \beta = 1 - \frac{2\nu^2}{1 - \nu}$$

$$E_0 = \frac{\beta}{m_v} \quad s_i = \frac{\beta}{E_0} h \sigma_{zpi} = m_v h \sigma_{zpi}$$

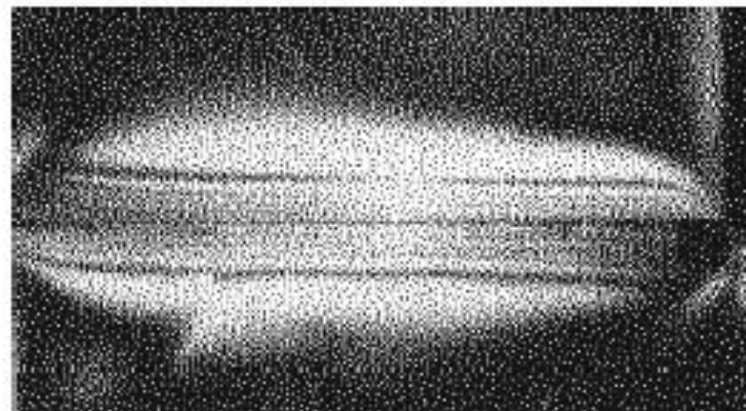
Таким образом,  $m_0$  является той характеристикой, которая, как правило, решает выбор основания: можно строить или нельзя (тогда возникает необходимость перехода на искусственное основание).



# Срезные испытания грунтов



Прикладываем  $P_1$ , затем прикладываем ступенями сдвигающую нагрузку ( $T$ ), происходит сдвиг (разрушение образца) при  $\tau_1$ . Берем второй образец с  $P_2$  и получаем  $\tau_2$ .



Фотографии локализованного объема сдвига грунта в сдвиговом приборе

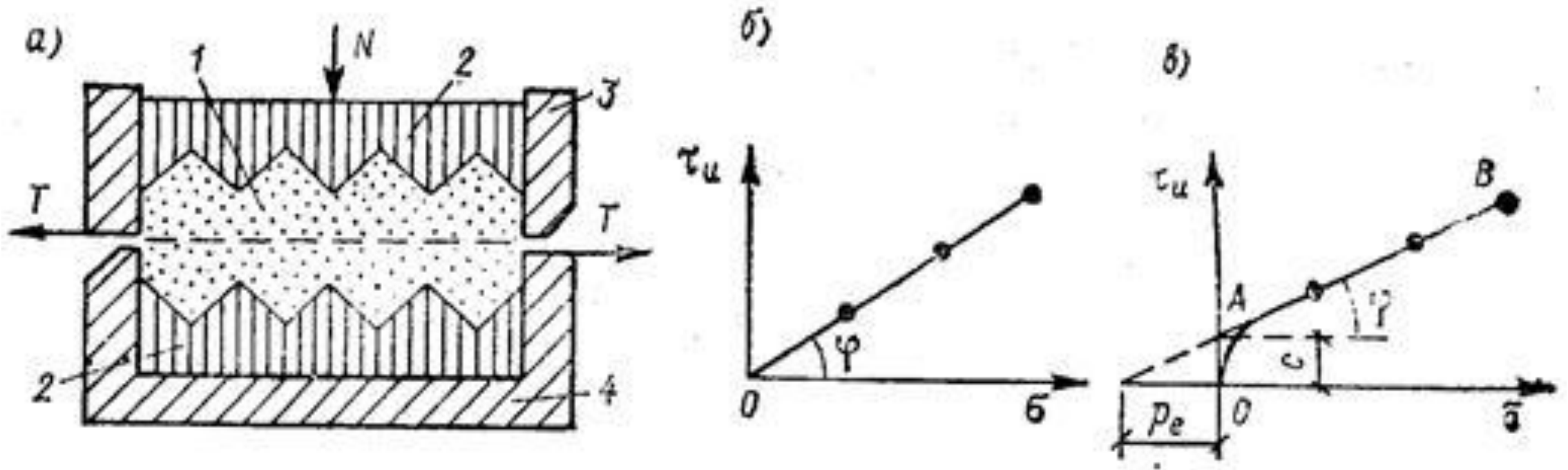


Схема прибора для испытания грунта на сдвиг (а)

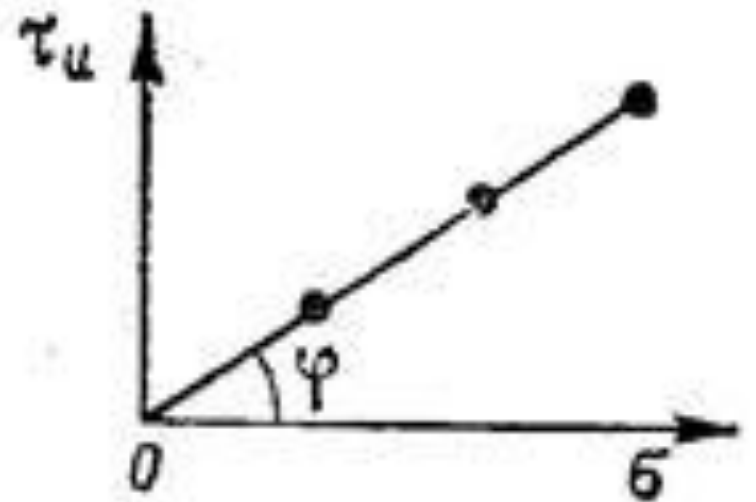
Графики сопротивления сдвигу сыпучего (б) и связного (в) грунта.

Для несвязных (идеально сыпучих) грунтов экспериментальные точки в пределах обычных изменений напряжений (до 0,5 МПа) оказываются на прямой, выходящей из начала координат.

В таком случае для любого нормального напряжения:

$$\tau_{ui} = \sigma_i \operatorname{tg} \varphi$$

Параметры прямой графика:  $\varphi$  – угол внутреннего трения.



Ш. Кулон в 1773 г. Закон сопротивления сыпучих грунтов сдвигу: **предельное сопротивление сыпучих грунтов сдвигу прямо пропорционально нормальному напряжению.**

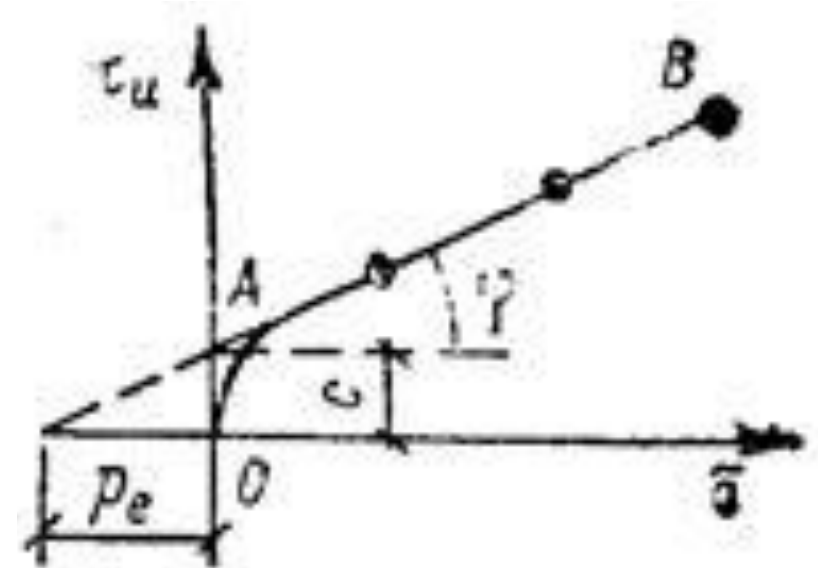
Для связанных грунтов в условиях полного дренирования:

Образцы испытывают на сдвиг после консолидации грунта.

$$\tau_{ui} = c + \sigma_i \operatorname{tg} \varphi$$

Параметры прямой графика:  $c$  - удельное сцепление,  $\varphi$  - угол внутреннего трения,  $p_e$  - давление связности.

$$p_e = \frac{c}{\operatorname{tg} \varphi}$$



Закон сопротивления пылевато-глинистых грунтов сдвигу: **предельное сопротивление связных грунтов сдвигу при завершённой их консолидации есть функция первой степени нормального напряжения.**





Для связанных грунтов при полном водонасыщении образцов:

Образцы испытывают по схеме неконсолидированно-недренированного или консолидированно-недренированного сдвига

$$\tau_{ui} = c' + \sigma_i' \operatorname{tg} \varphi$$

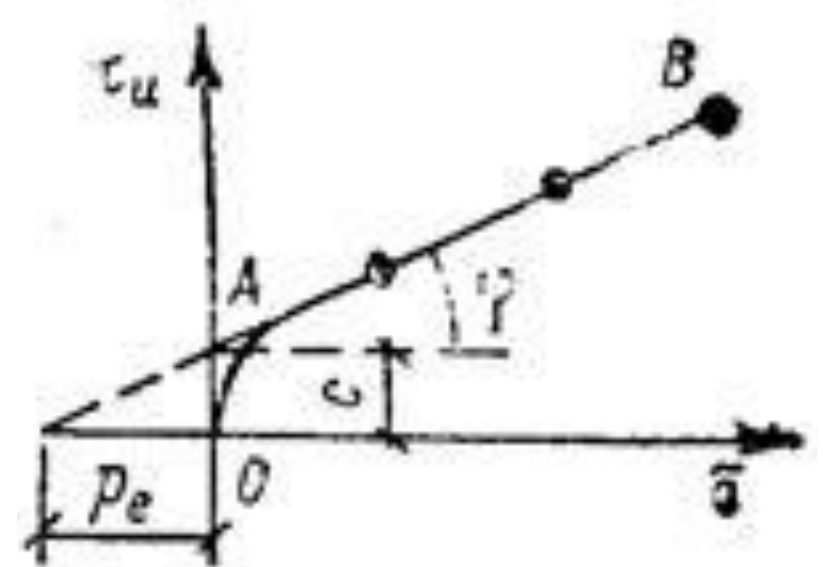
$$\sigma_i' = (\sigma_i - u_w)$$

$\sigma_i'$  - эффективное давление

$c'$  - удельное сцепление (в терминах эффективных напряжений)

$u_w$  - поровое давление

Чем больше поровое давление  $u$ , тем меньшая часть внешнего давления передается на скелет грунта.



КД	КН	НН
<p>По мере нагружения грунт уплотняется и упрочняется</p> <p>Пренебрегаем влиянием поровой жидкости на механические характеристики грунта</p> <p>(скорость возрастания нагрузки &lt; скорости консолидации)</p>	<p>Поровая жидкость не позволяет грунту упрочняться на сдвиговые усилия</p> <p>(Частично не реализуются механизмы трения)</p> <p>Быстрое нагружение (динамические нагрузки)</p>	<p>Вся сжимающая сила воспринимается жидкостью (не реализуются механизмы трения)</p> <p>Процесс консолидации не завершился</p>
<p>Поровое давление</p> $u_w = 0$	<p>Поровое давление</p> $u_w > 0$	<p>Поровое давление</p> $u_w > 0$