

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.

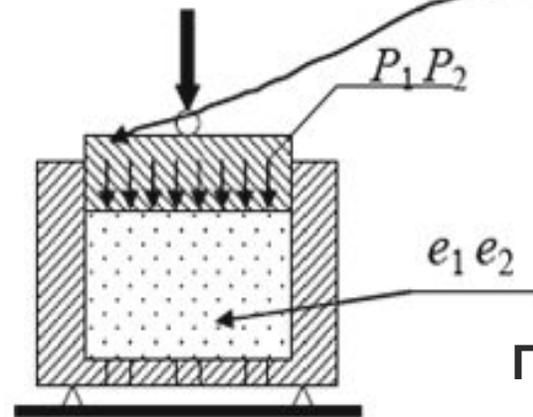
Санкт-Петербург
2019г.

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**.

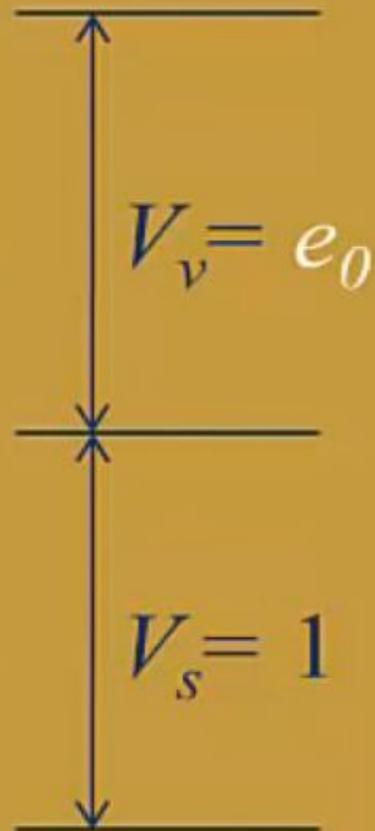
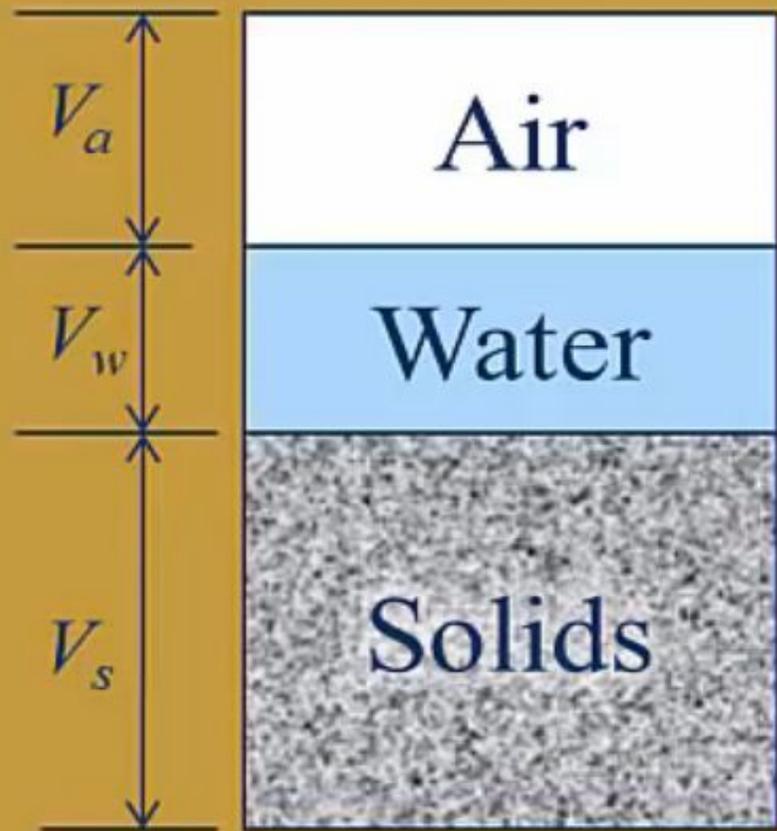


Прикладываем нагрузку P_1 – произойдет уплотнение грунта, и коэффициент пористости станет e_1 .
Нагрузка $P_2 \rightarrow e_2$ и т. д. (4–5 ступеней).

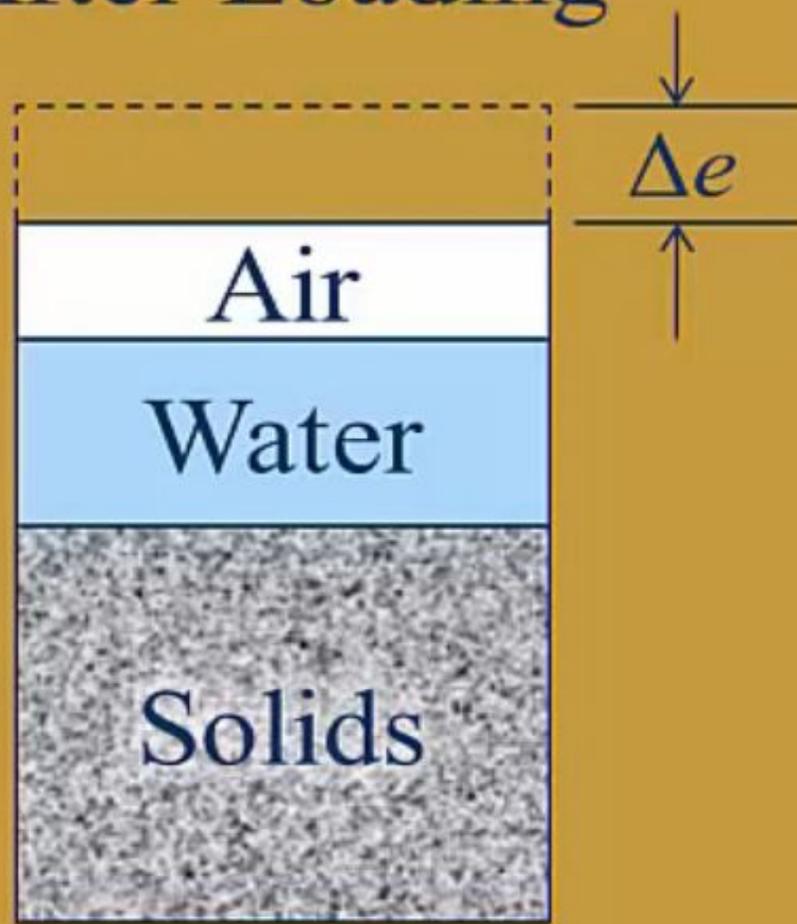
ГОСТ 12248-2010 Грунты Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости

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

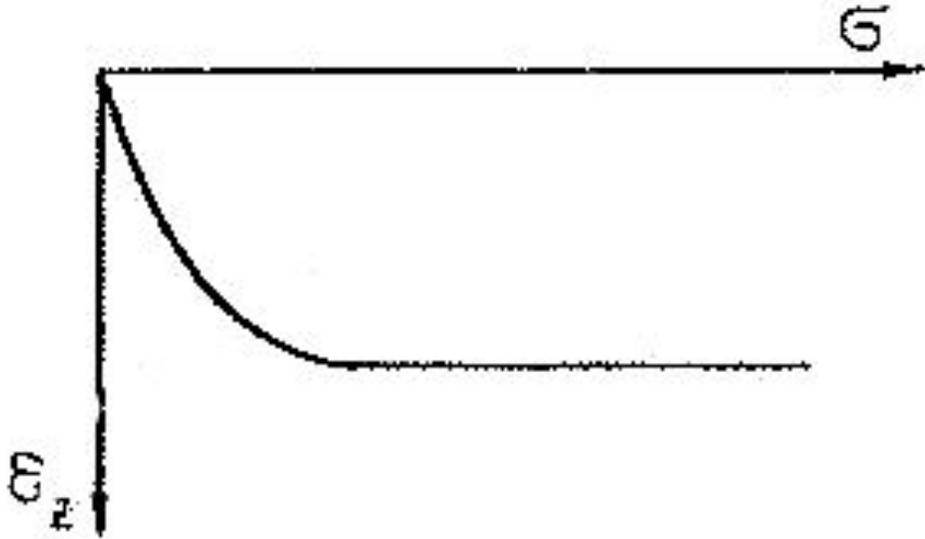
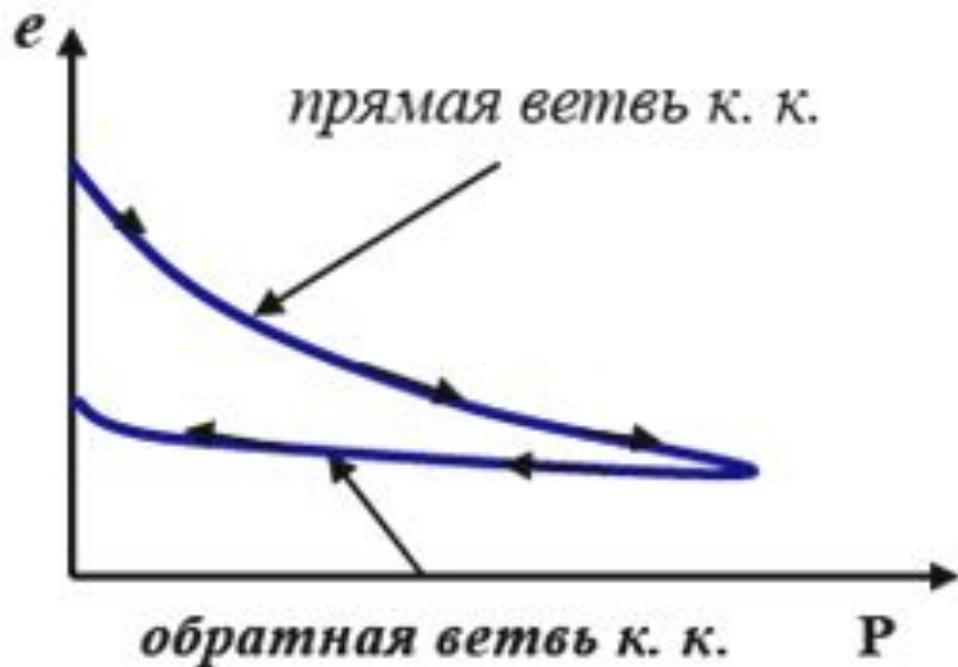


График зависимости относительных деформаций (ε_z) от сжимающих напряжений при компрессионном испытании

При **испытании грунта** на компрессию предварительно определяют плотность грунта ρ , плотность частиц грунта ρ_s и природную влажность ω со грунта ω , по которым вычисляют начальный (до сжатия) коэффициент пористости грунта e_0 :

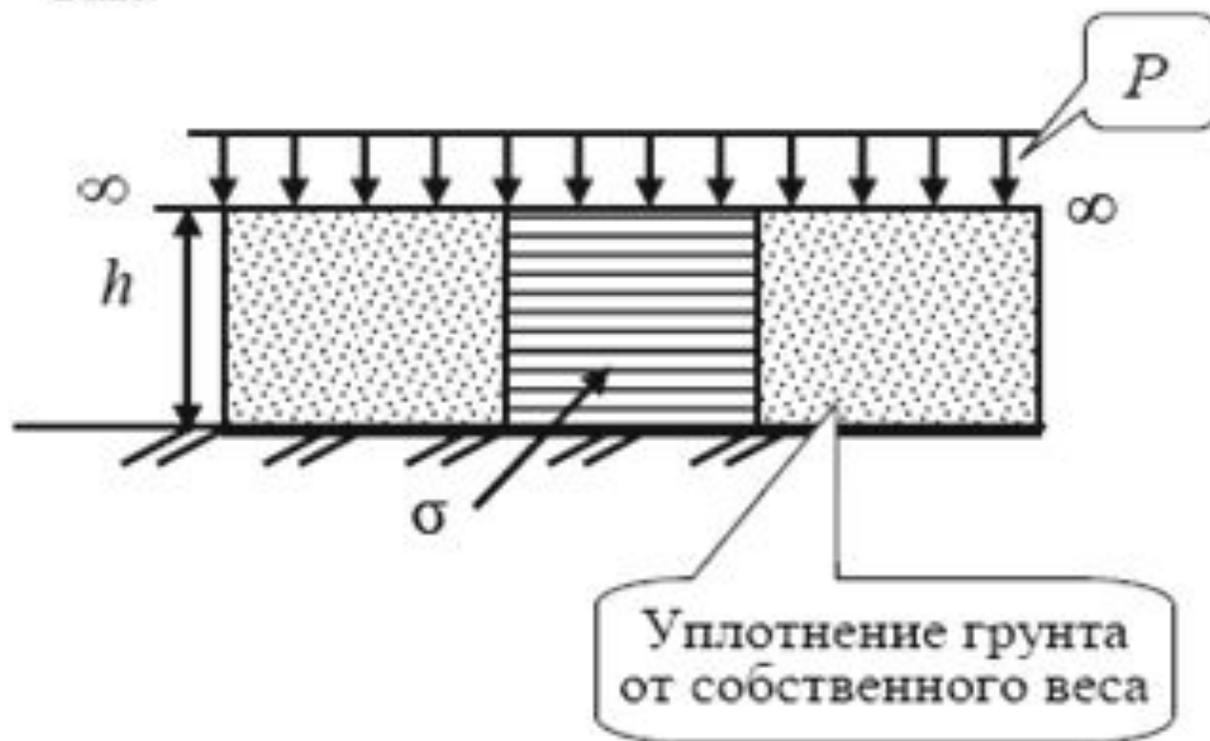
$$e_0 = \frac{\rho_s}{\rho} (1 + \omega) - 1$$

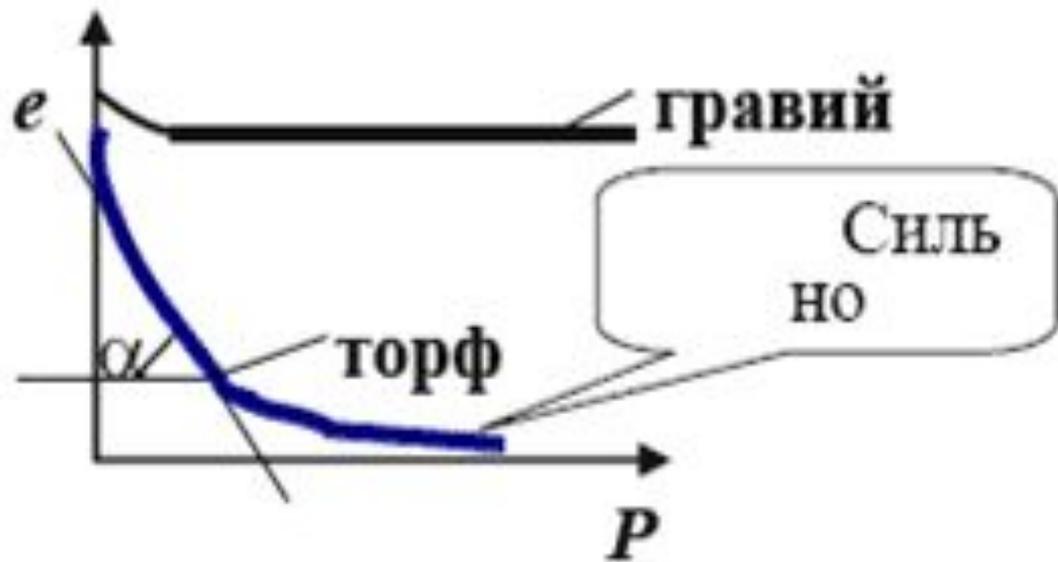
Уплотнение и разрушение грунта



e – коэффициент пористости грунта

Схематично это можно представить так:

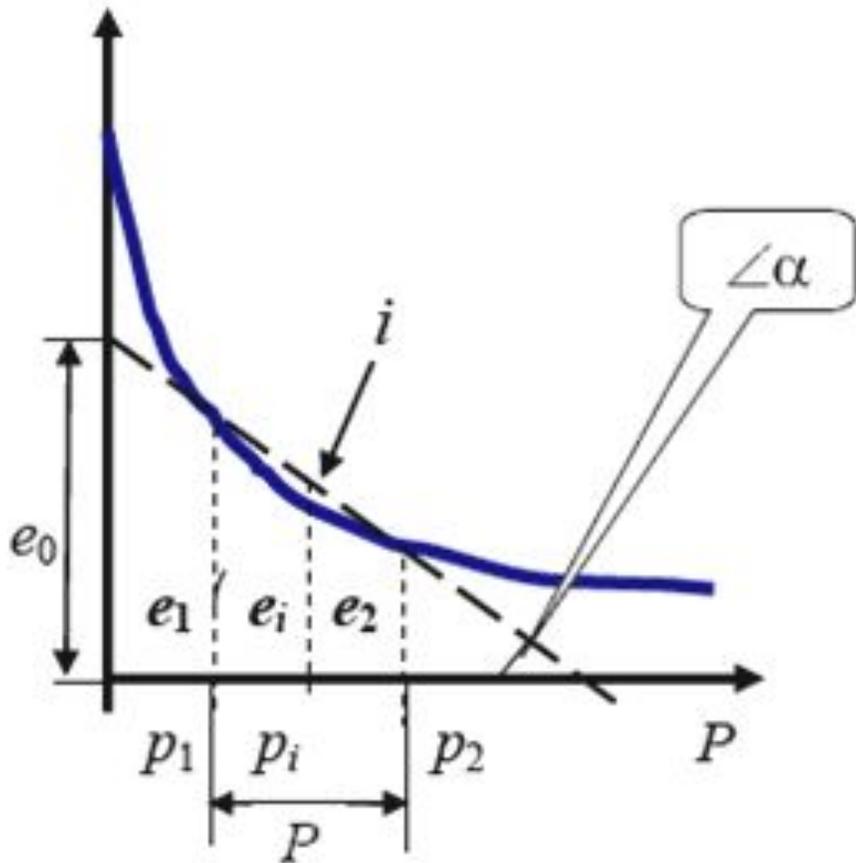




Компрессионная кривая позволяет судить о сжимаемости грунта. α – может характеризовать сжимаемость.

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

Основная математическая форма закона компрессии:



$$\Delta e = - \operatorname{tg} \alpha \Delta P$$

$$\bullet de = m_0 dP$$

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

m_0 - коэффициент сжимаемости грунта, МПа^{-1}

$m_0 < 0,005$ – грунт *малосжимаемый*

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

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

Коэффициент относительного сжатия грунта m_v

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

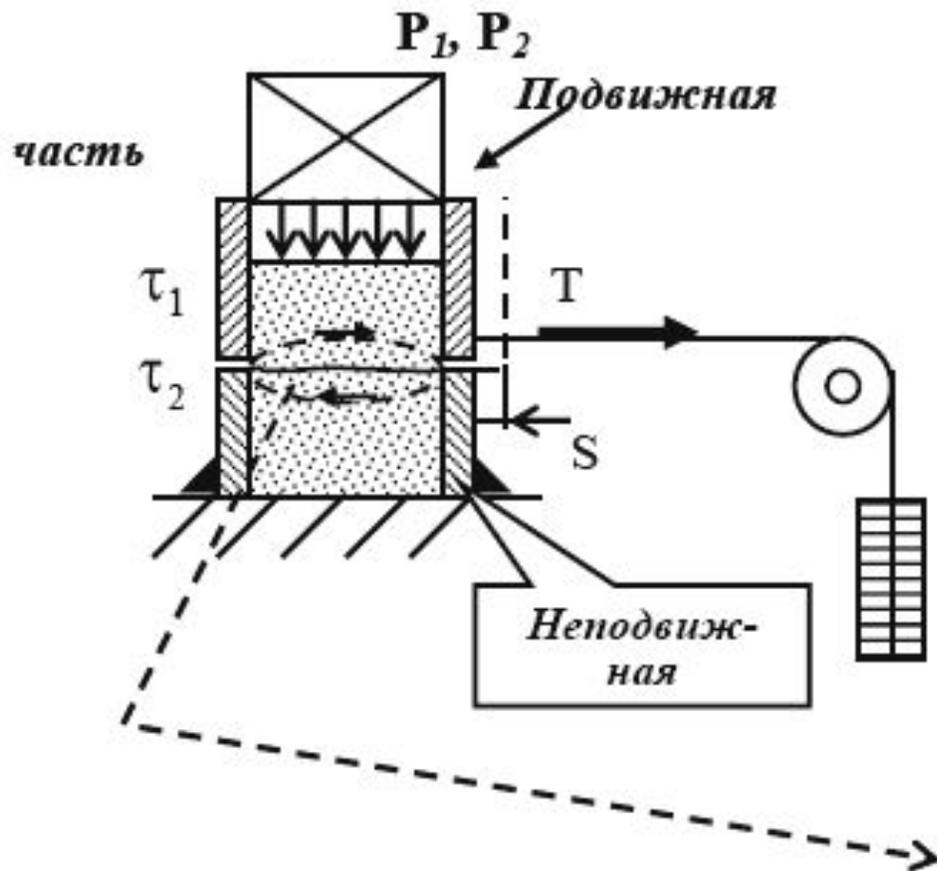
Расчет оснований II группе ПС (по деформациям) требует выполнения следующего условия: $S \leq S_U$

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

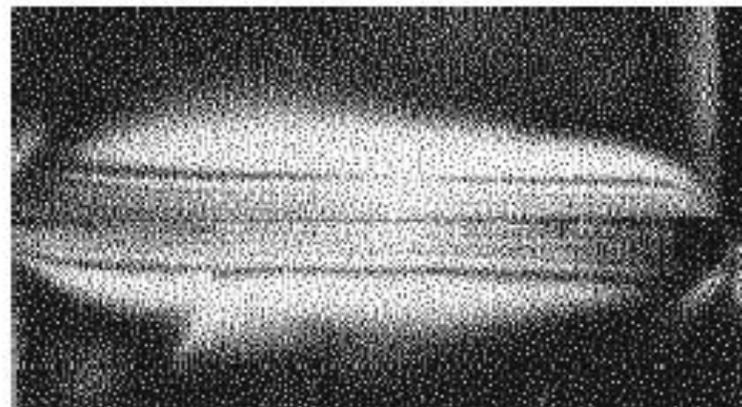
$$E_0 = \frac{\beta}{m_v} \quad s_i = \frac{\beta}{E_0} h \sigma_{zpi} = m_v h \sigma_{zpi}$$

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 τ_1 . Берем второй образец с P_2 и получаем τ_2 .



Фотографии локализованного объема сдвига грунта в сдвиговом приборе

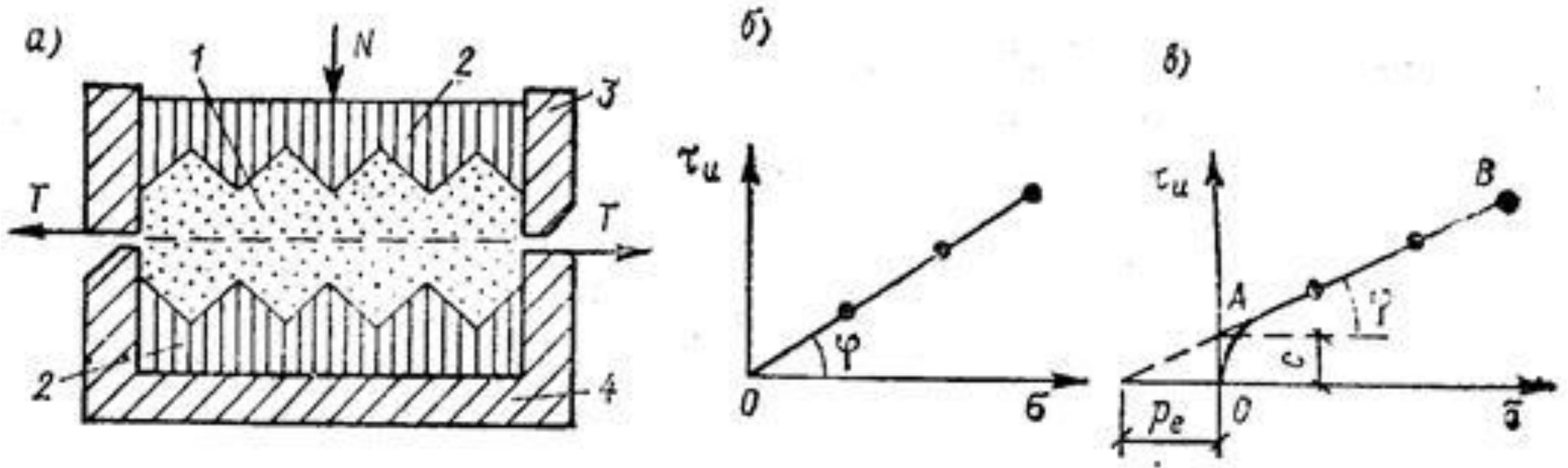


Схема прибора для испытания грунта на сдвиг (а)

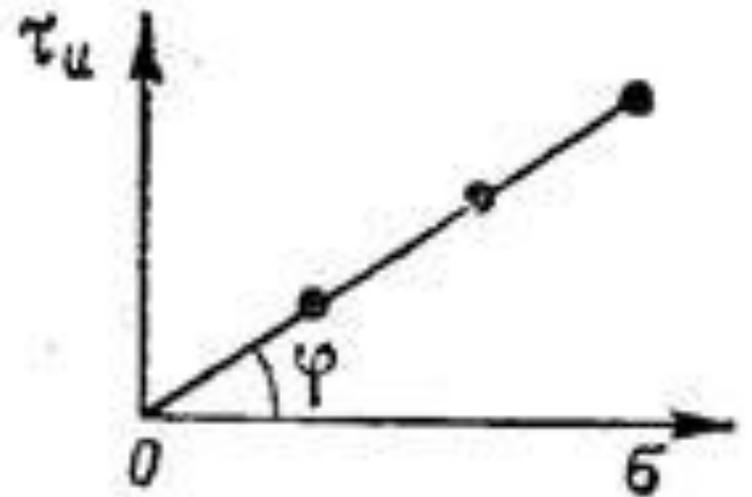
Графики сопротивления сдвигу сыпучего (б) и связного (в) грунта.

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: φ – угол внутреннего трения.



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

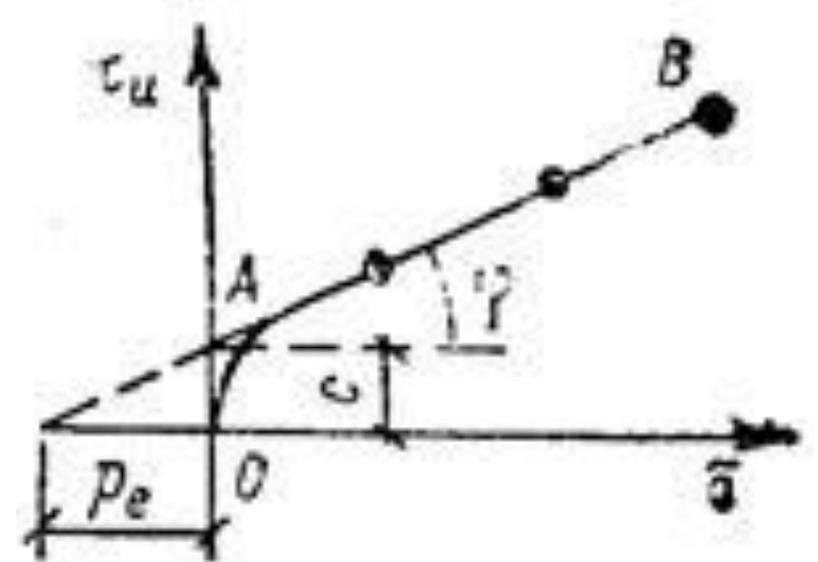
Для связанных грунтов в условиях полного дренирования:

Образцы испытывают на сдвиг после консолидации грунта.

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

Параметры прямой графика: c - удельное сцепление, φ - 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

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

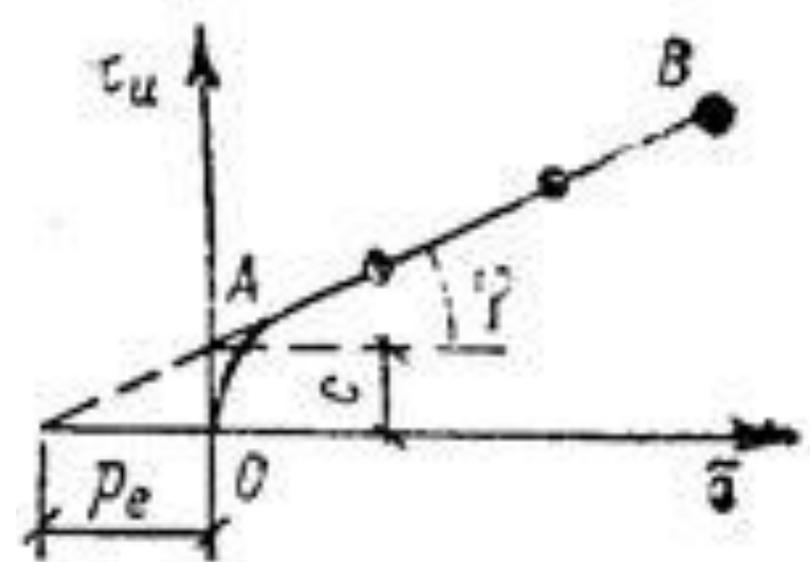
$$\sigma_i' = (\sigma_i - u_w)$$

σ_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 < 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> <p>$u_w = 0$</p>	<p>Поровое давление</p> <p>$u_w > 0$</p>	<p>Поровое давление</p> <p>$u_w > 0$</p>