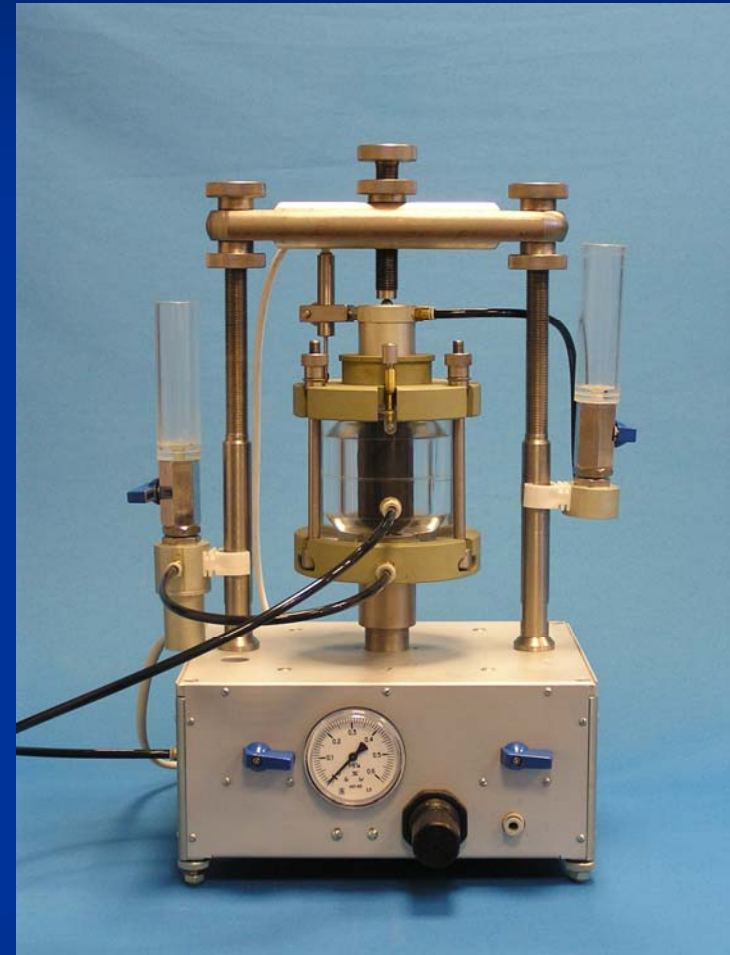
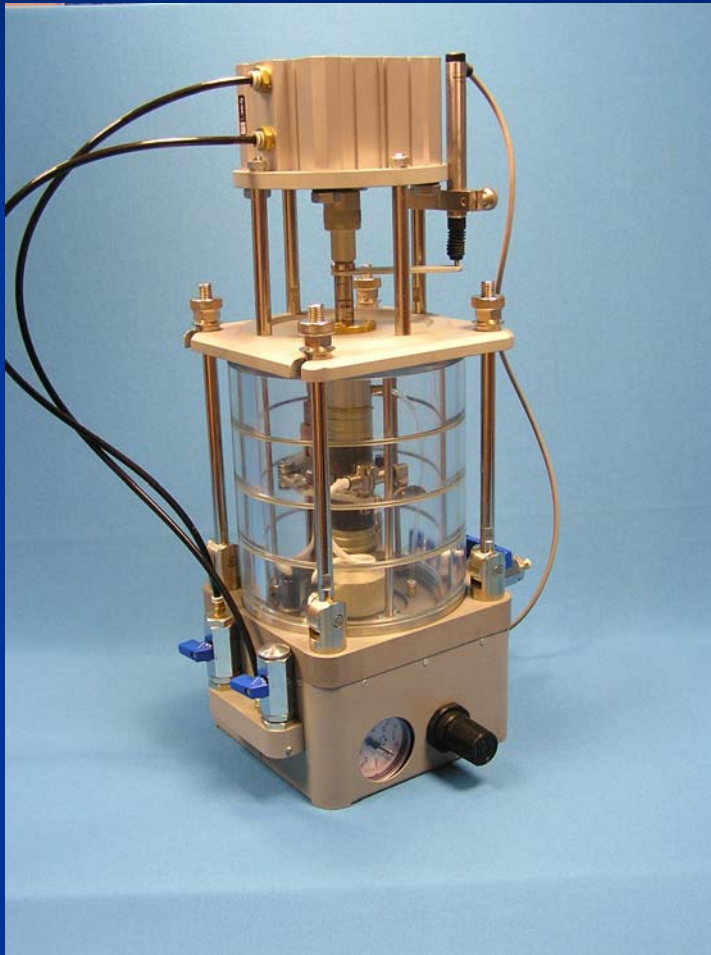


# ТРЕХОСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Болдырев Г.Г.  
ООО «Геотек»

# Приборы трехосного сжатия



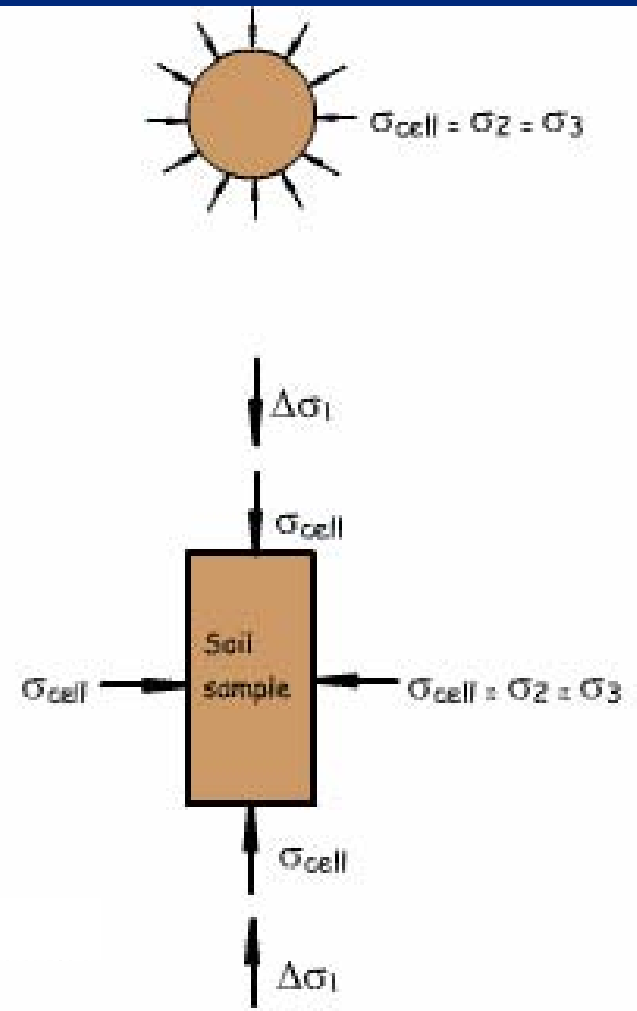
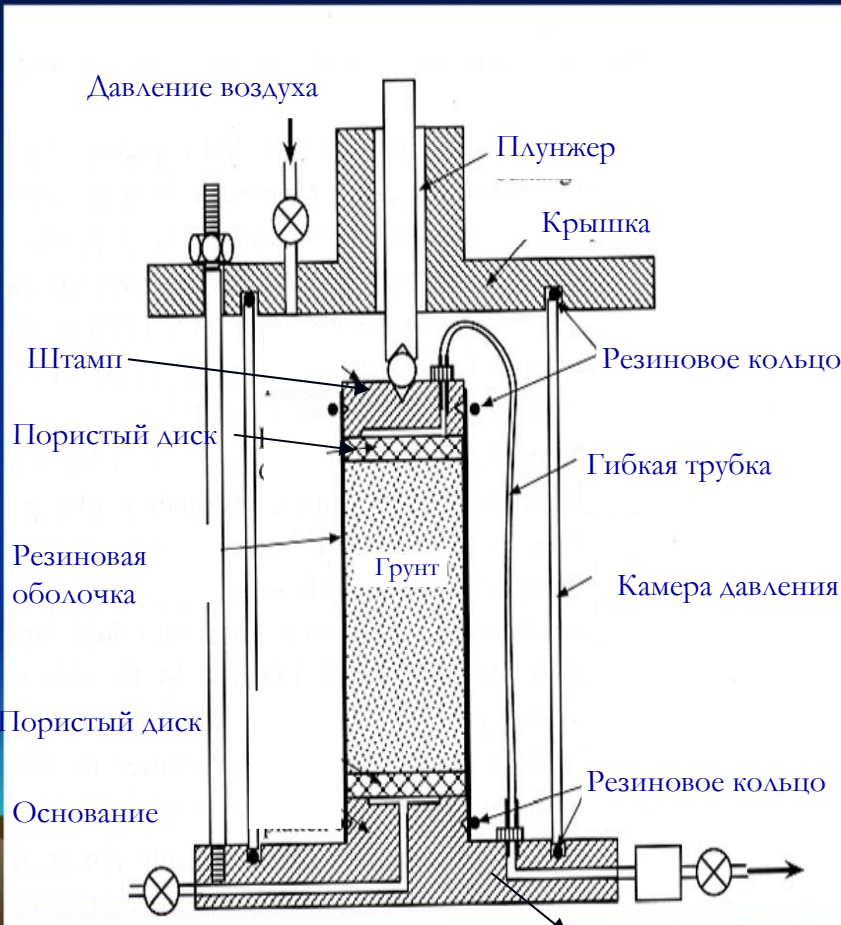
# Приборы трехосного сжатия

- Скорость нагружения  
0,01 – 5 мм/мин
- Осевая деформация до  
10 мм
- Измерение радиальной  
деформации через  
изменение объема

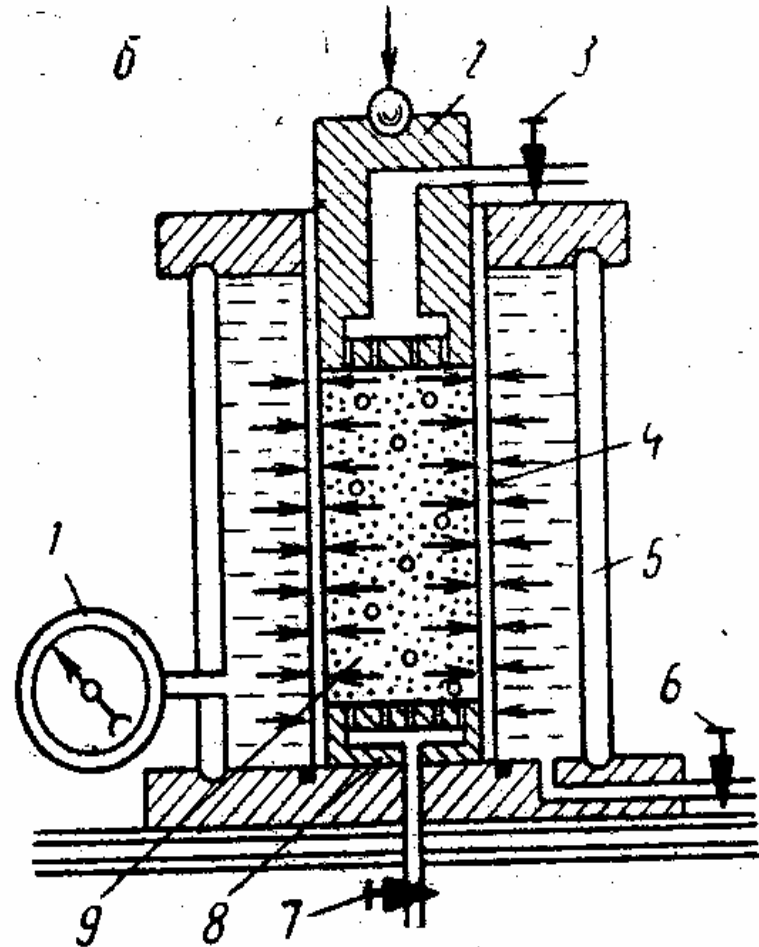
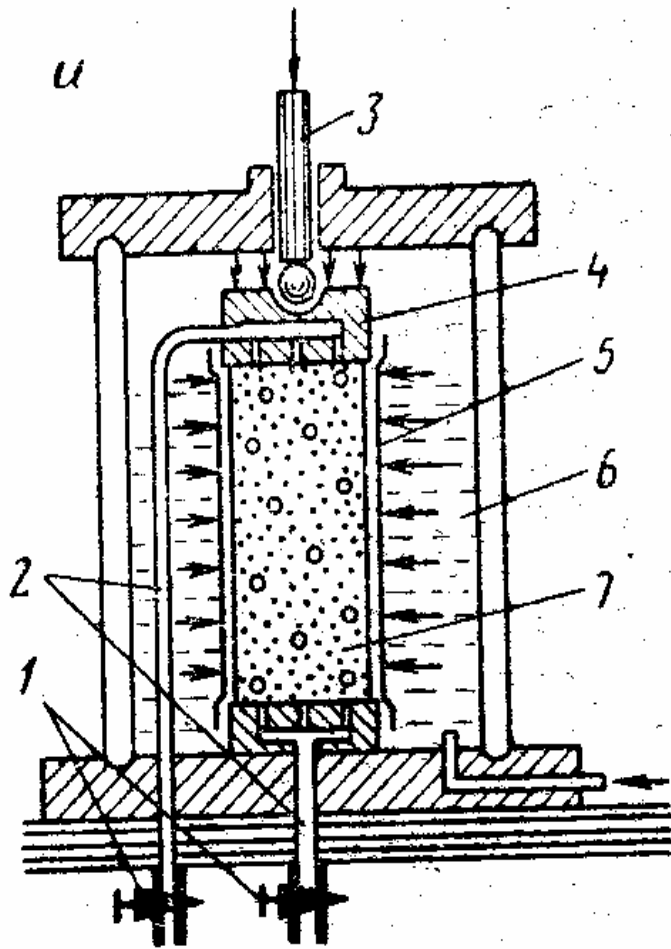
$$\Delta\varepsilon_3 = \frac{\Delta\varepsilon_v - \Delta\varepsilon_1}{2}$$



# Рабочая камера стабилометра



# Стабилметры типа А и Б

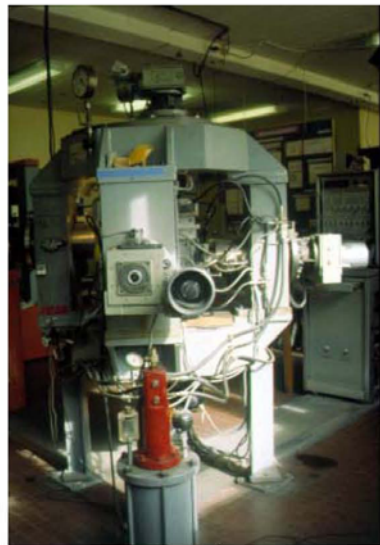


# Вакуумный стабиллометр

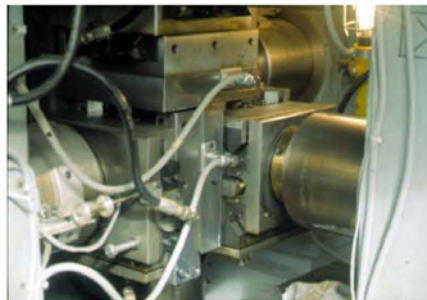


University of Washington. Soil Mechanic Laboratory

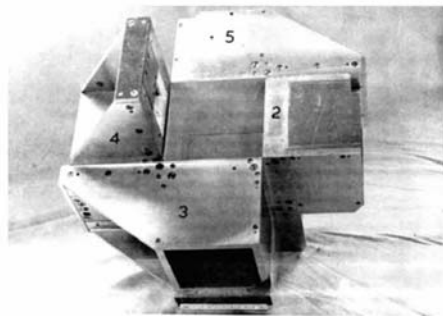
# Истинное трехосное сжатие



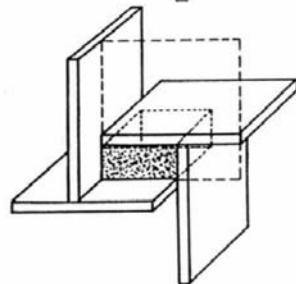
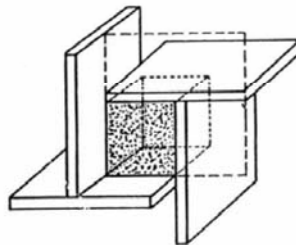
a)



b)



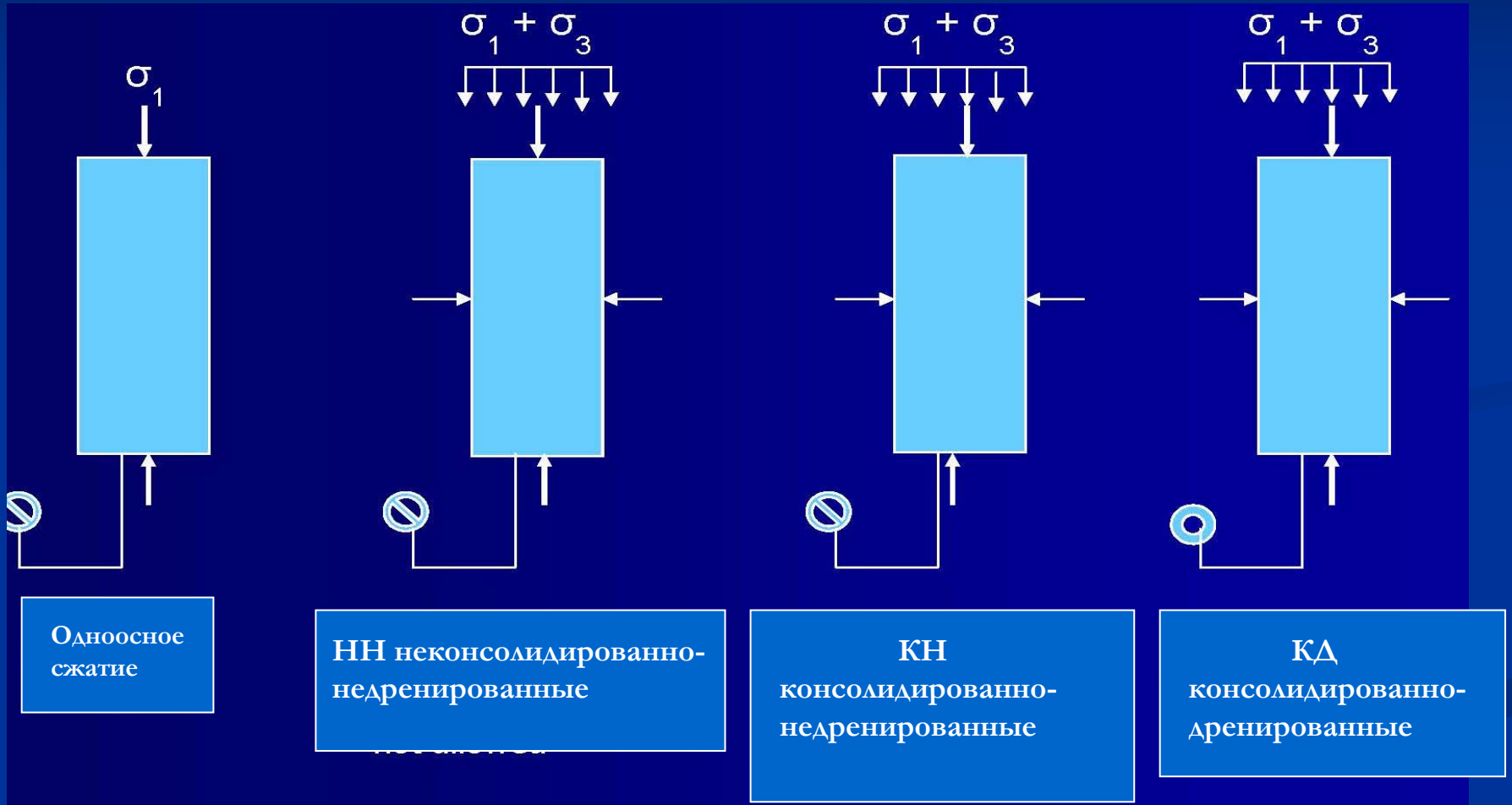
c)



d)

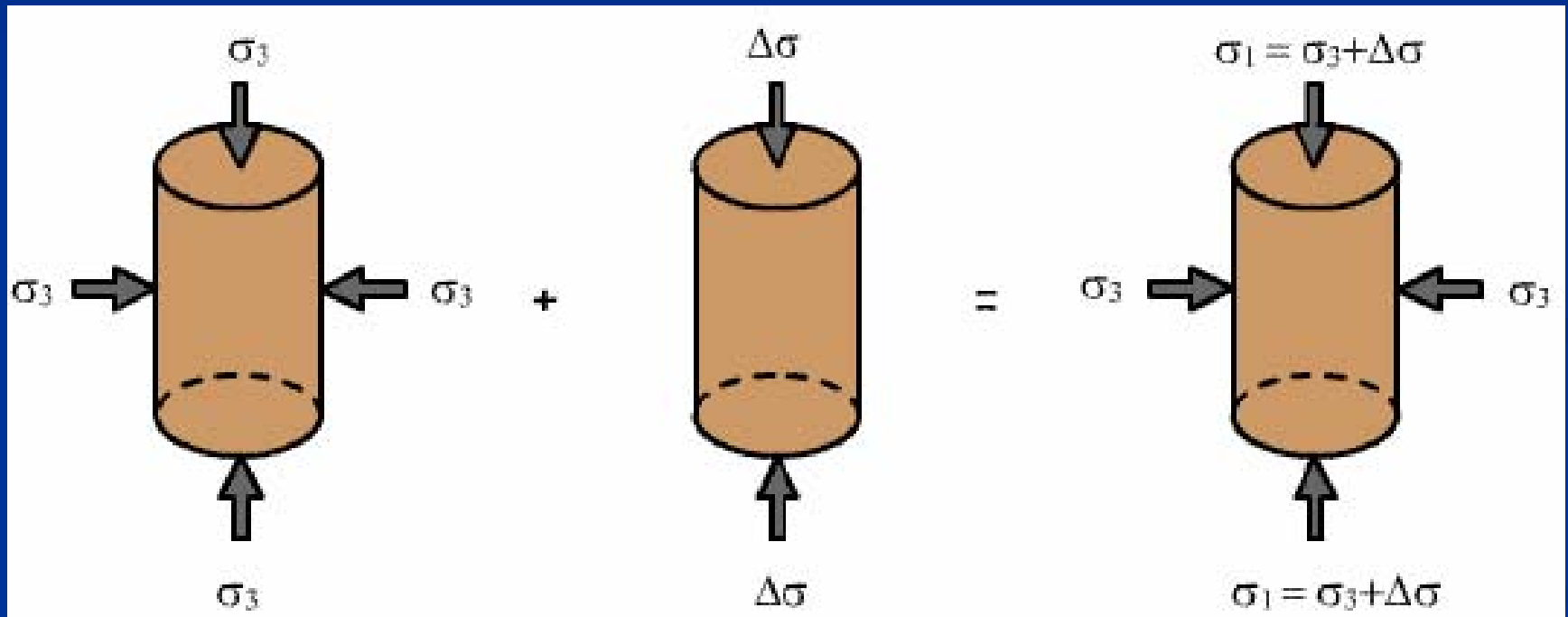
Milan University of Technology

# Типы трехосных испытаний

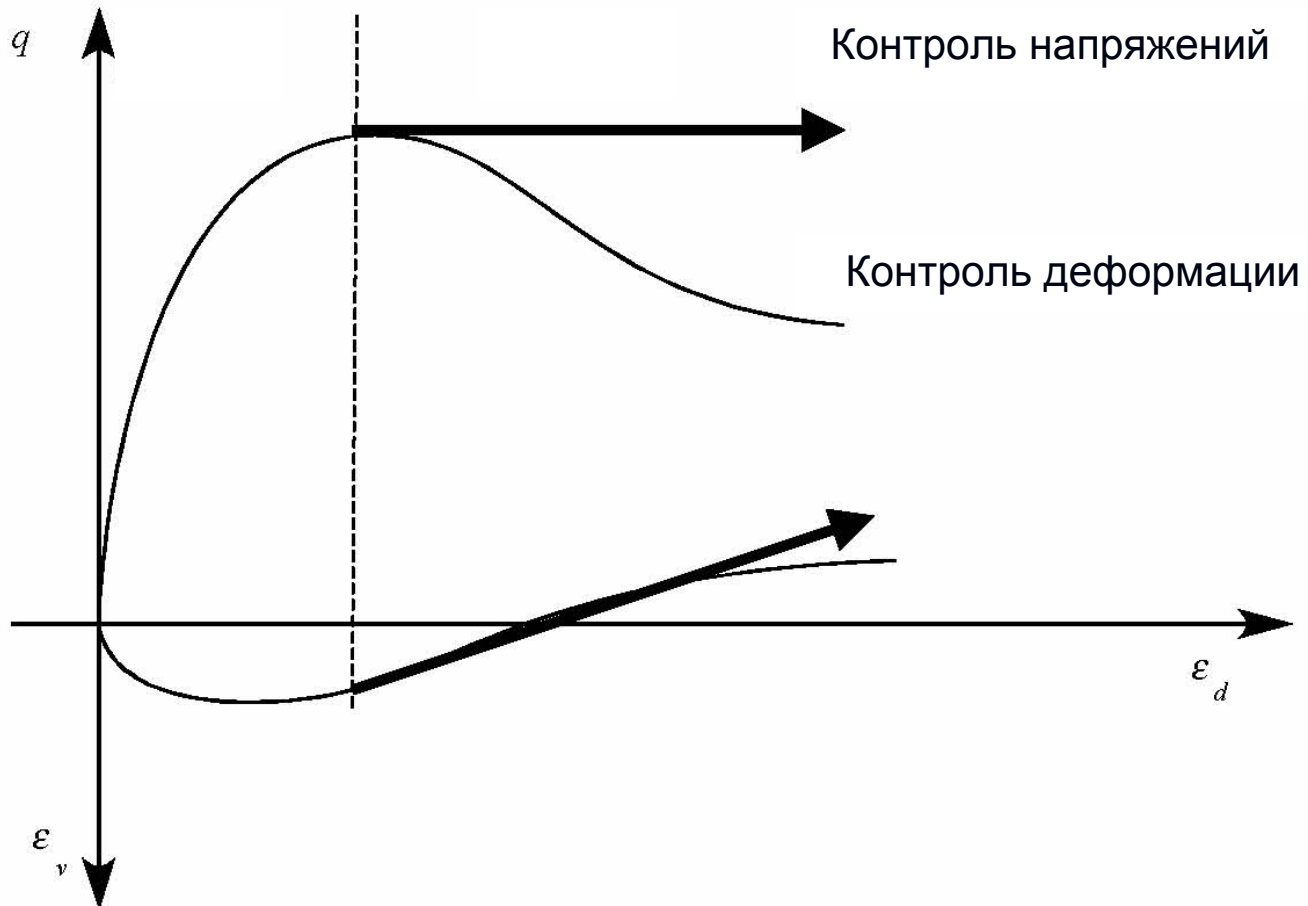




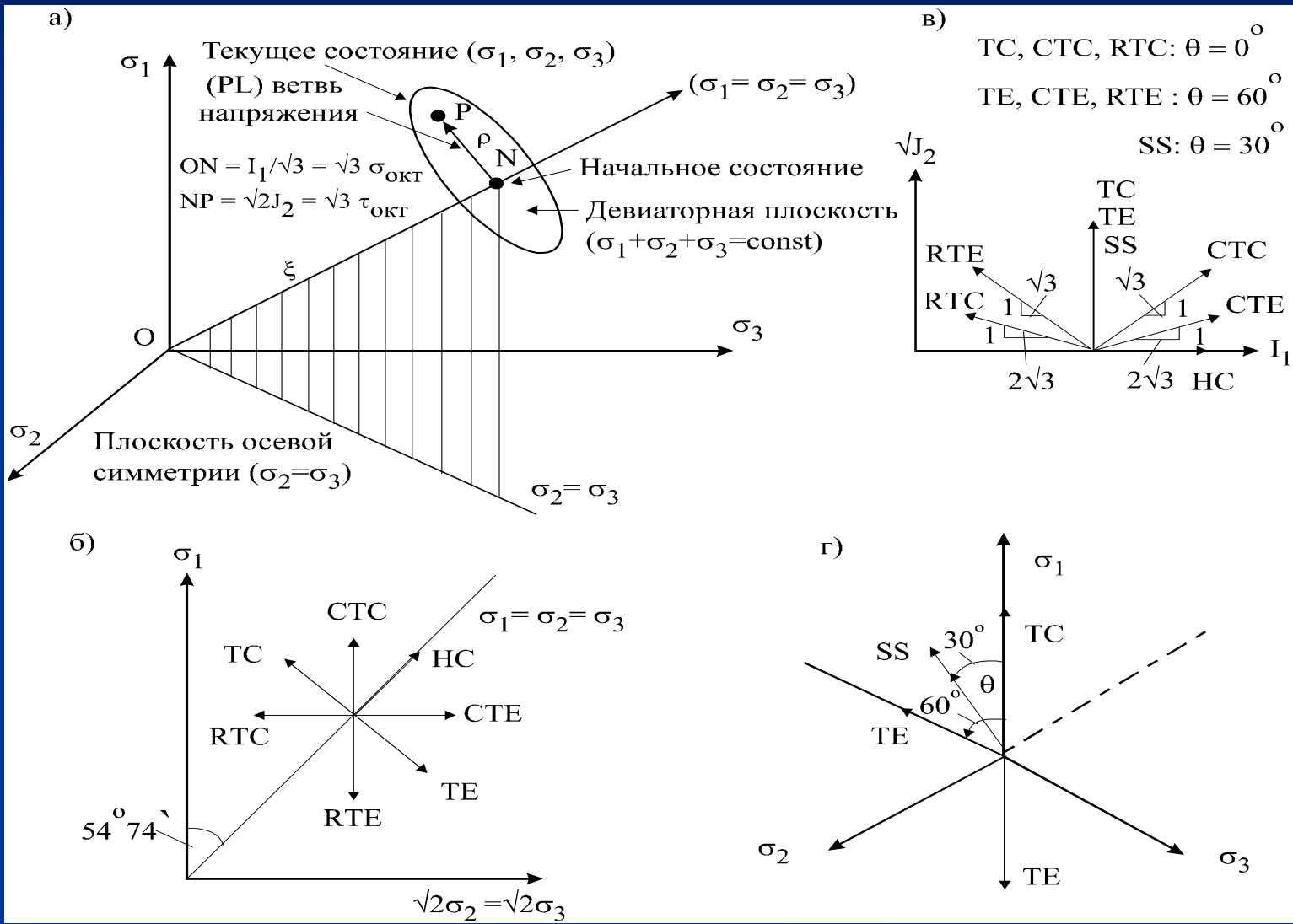
# Боковое давление + девиатор



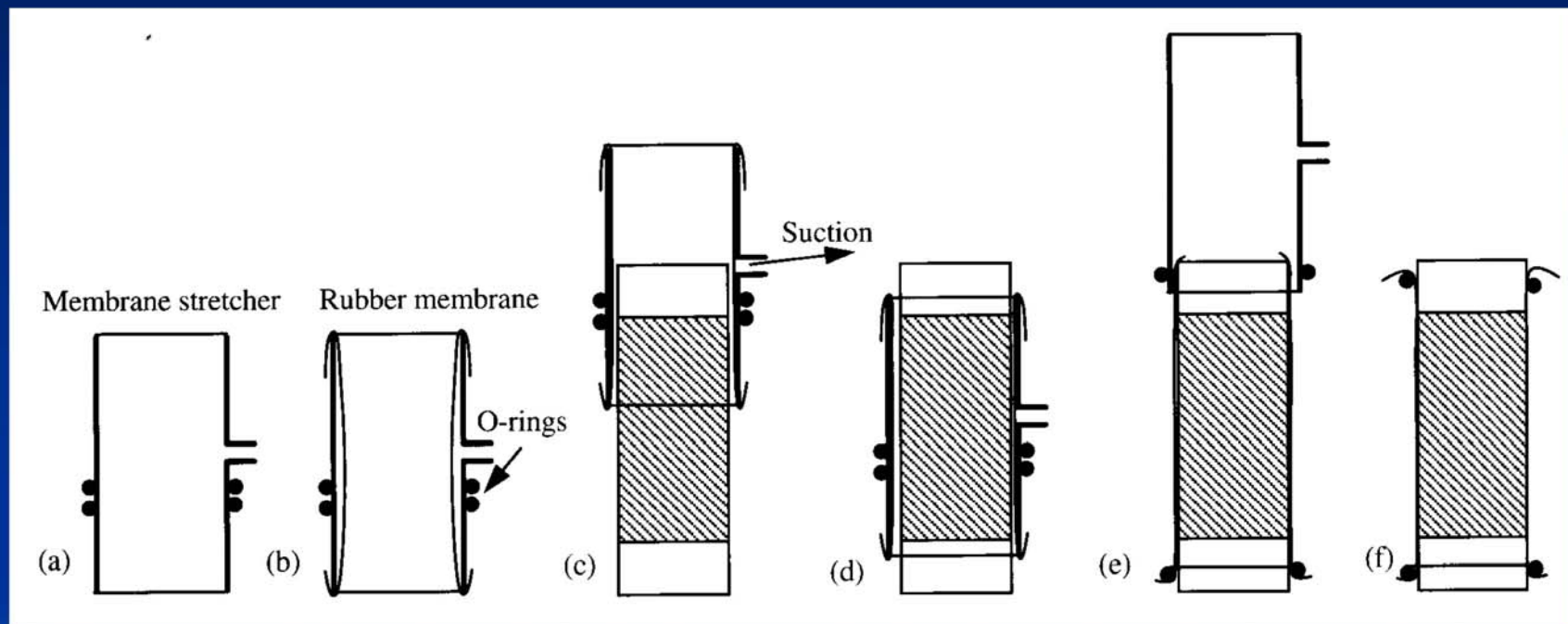
# Типы нагружения



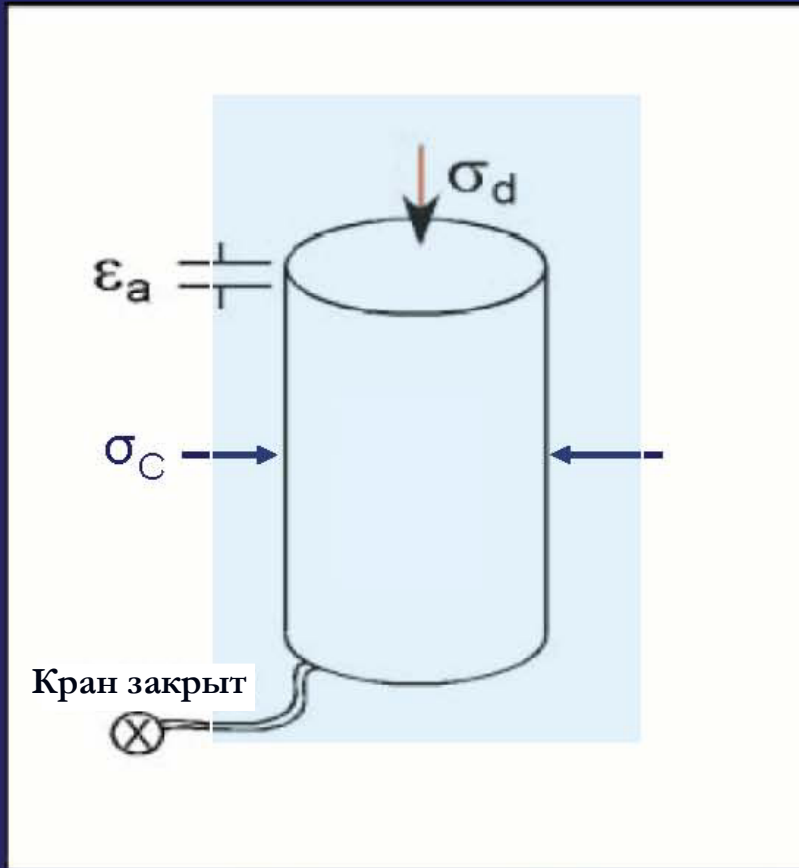
# Траектории нагружения



# Подготовка образца грунта



# Неконсолидированно-недренированные испытания



- Быстрые испытания
- Дешевые и простые испытания
- Результаты используются при проектировании быстро возводимых сооружений, когда не происходит рассеивания порового давления

# Эффективные напряжения

Эффективные и полные напряжения

$$\sigma = \sigma' + u$$

$$\sigma' = \sigma - u$$

$$u = \gamma_w z_w$$

# Сравнение консолидированно-недренированных и неконосолидированно-недренированных испытаний

## Прочность глин

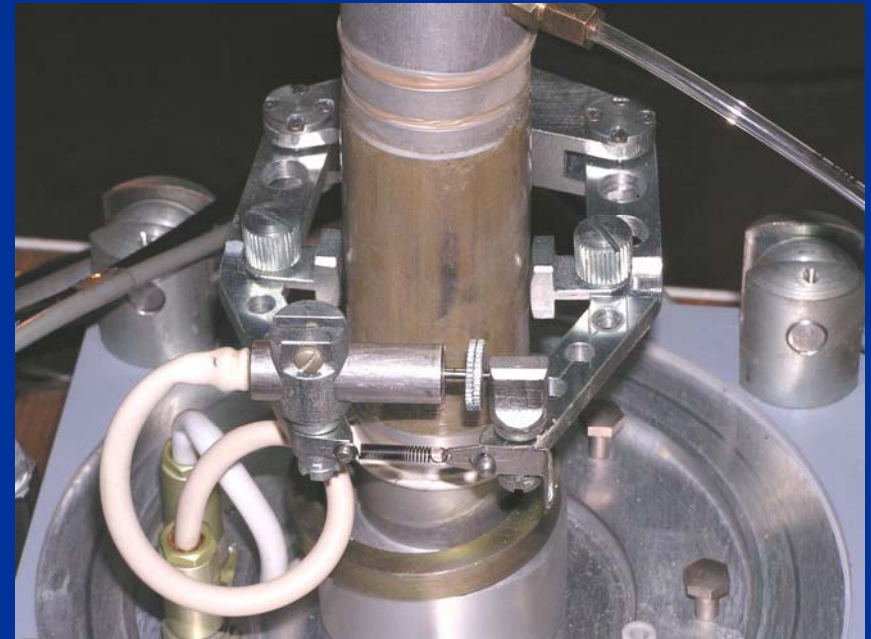
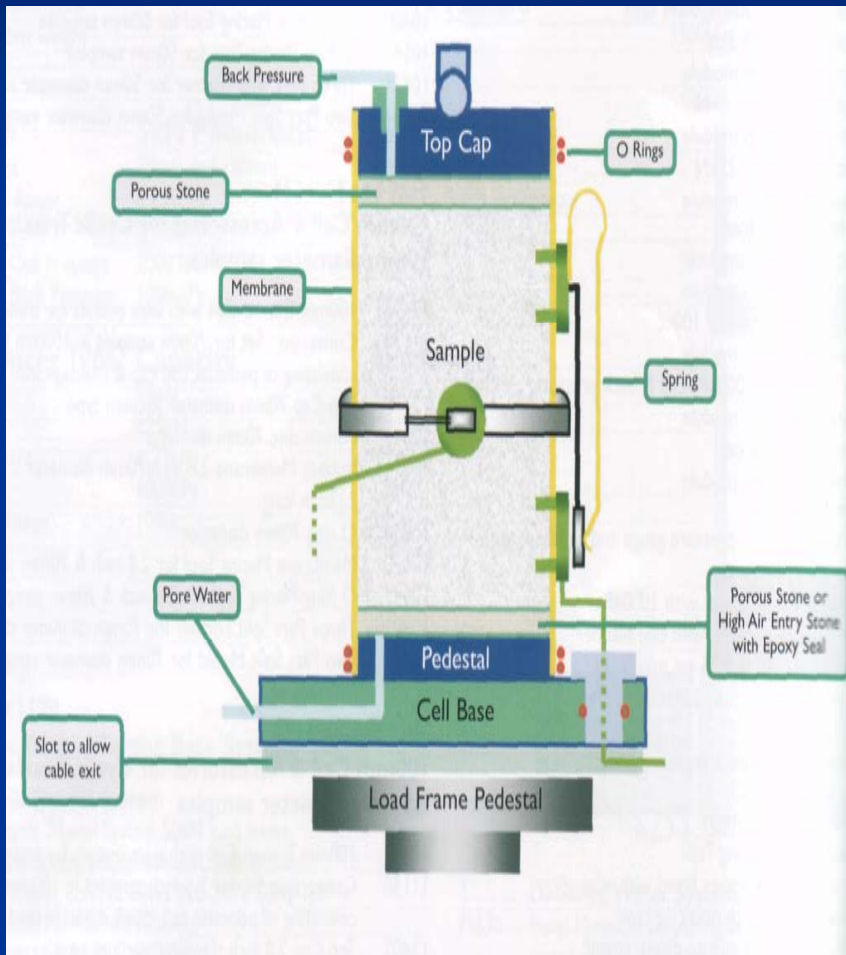
### КН испытания

- консолидированные
- недренированные
- поровое давление измеряется
- полные и эффективные напряжения
- стоимость ~ 500 \$
- испытания глин

### НН испытания

- неконосолидированные
- недренированные
- поровое давление не измеряется
- полные напряжения
- стоимость 100-200 \$
- испытания глин, илов, торф

# Измерение радиальной деформации





# Форма деформации образца



До нагружения



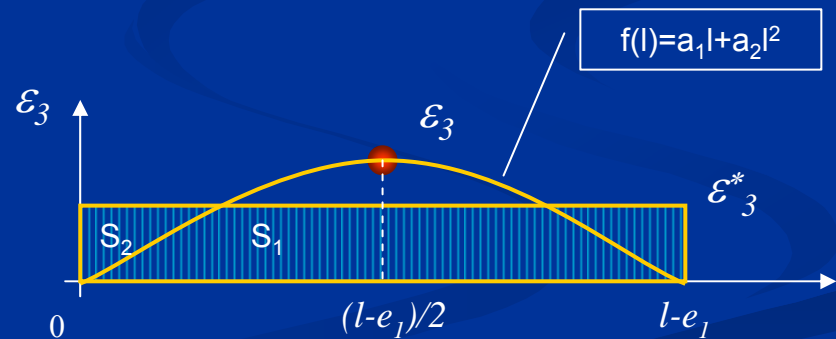
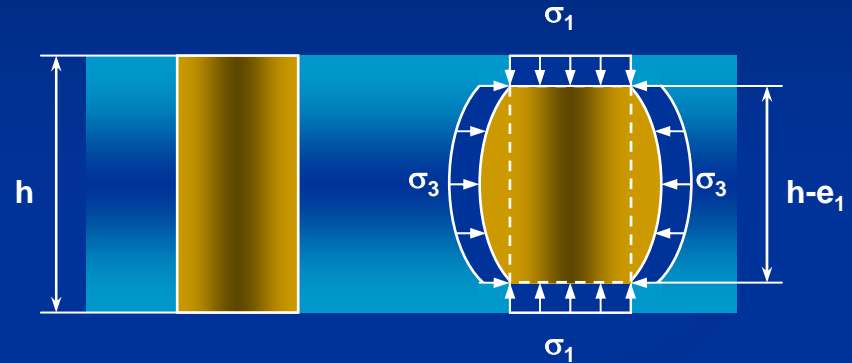
Предельное состояние

# Корректировка радиальной деформации

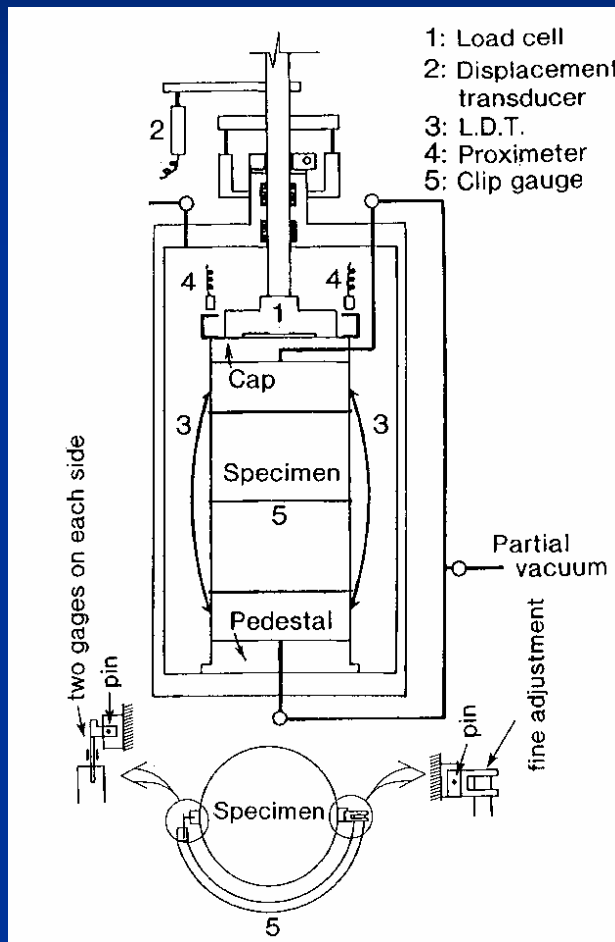
■ Необходимые условия соотношения:

- $S_1 = S_2$ ;
- $f(0) = 0$ ;
- $f(l - e_1) = 0$ ;
- $f((l - e_1)/2) = \varepsilon_3$ .

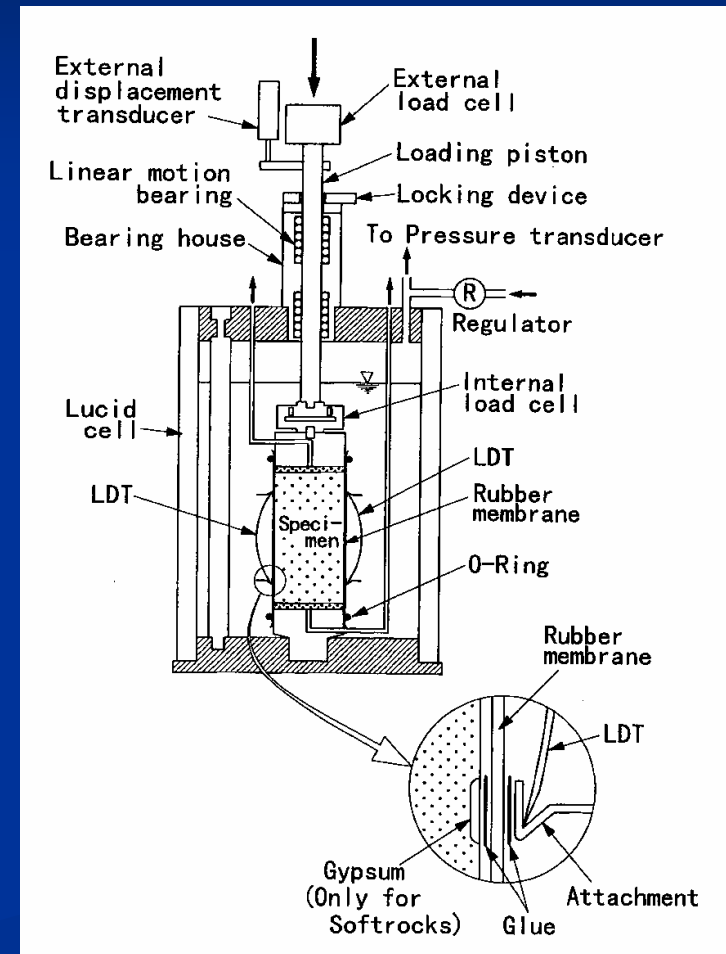
$$\varepsilon^* = 2\varepsilon/3$$



# Измерение локальной деформации



(Tatsuoka et al., 1994a).

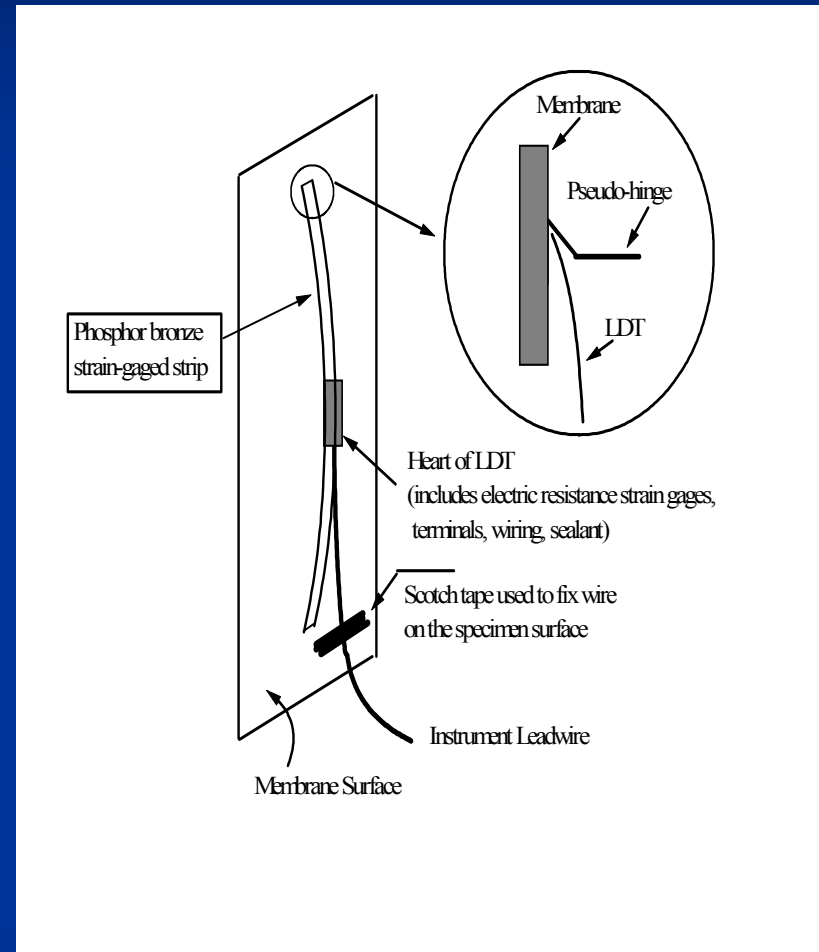


(Tatsuoka et al., 1995a, 1999a)

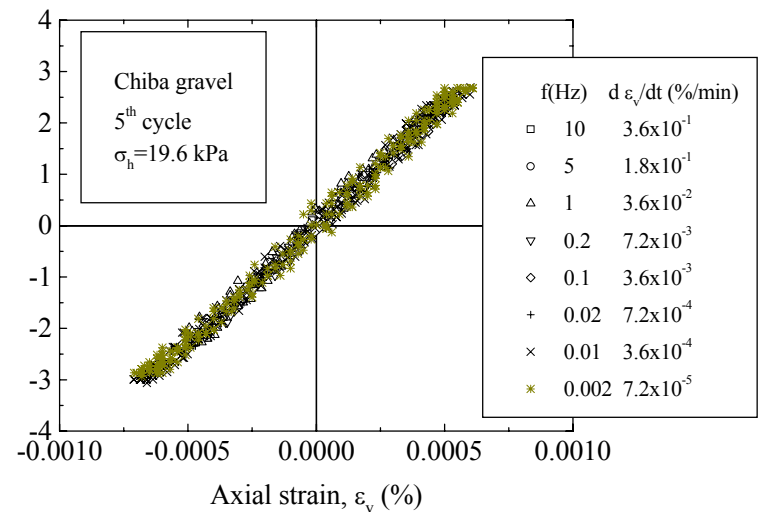
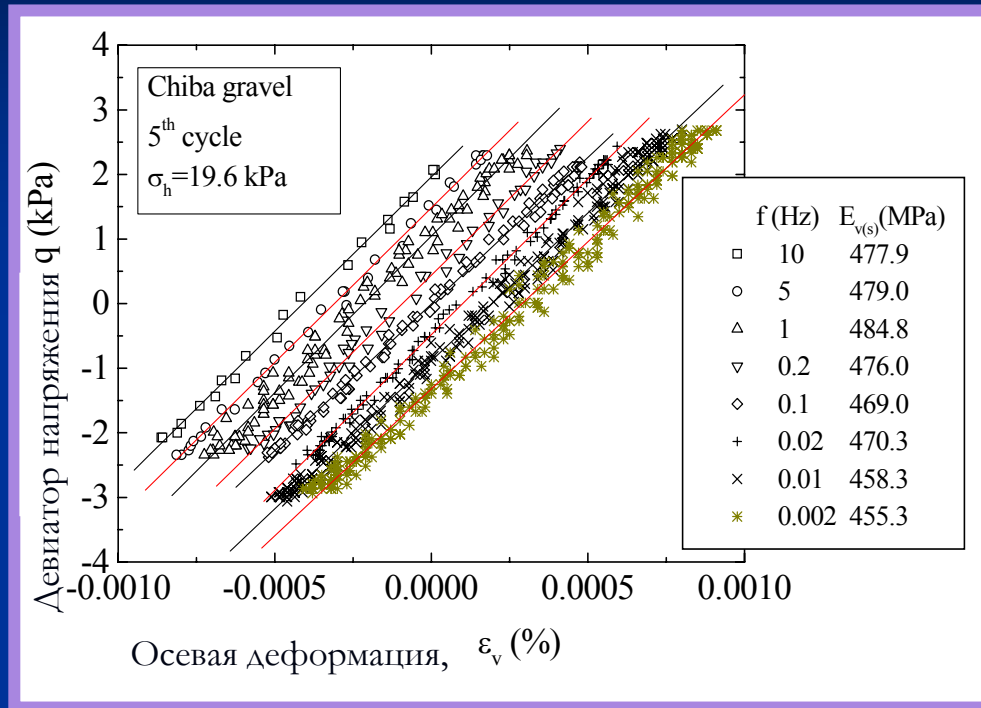
# University of Tokyo.



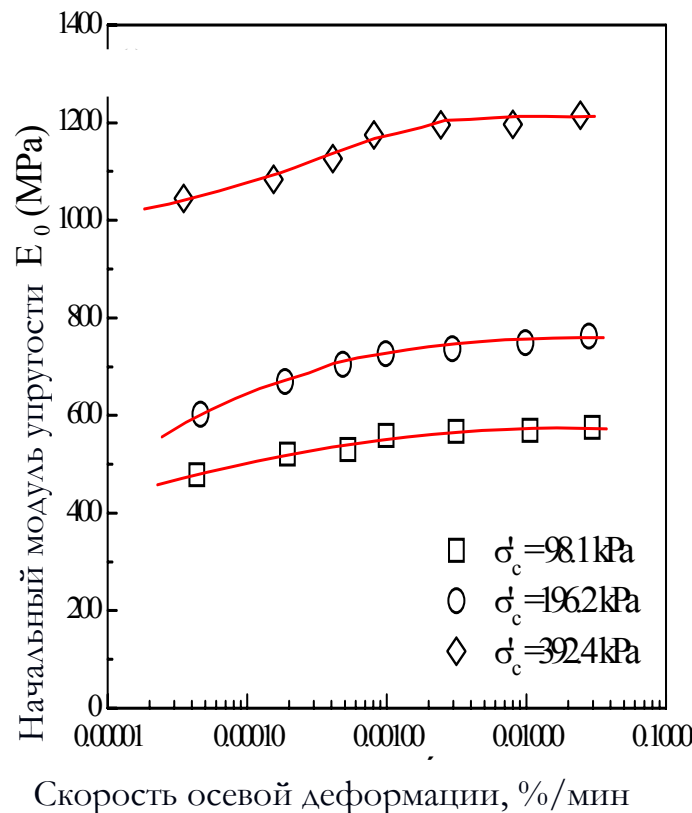
Прибор трехосного сжатия.  
Образец диаметром 30 см.



# Поведение гравия при малых деформациях. Динамический метод испытаний

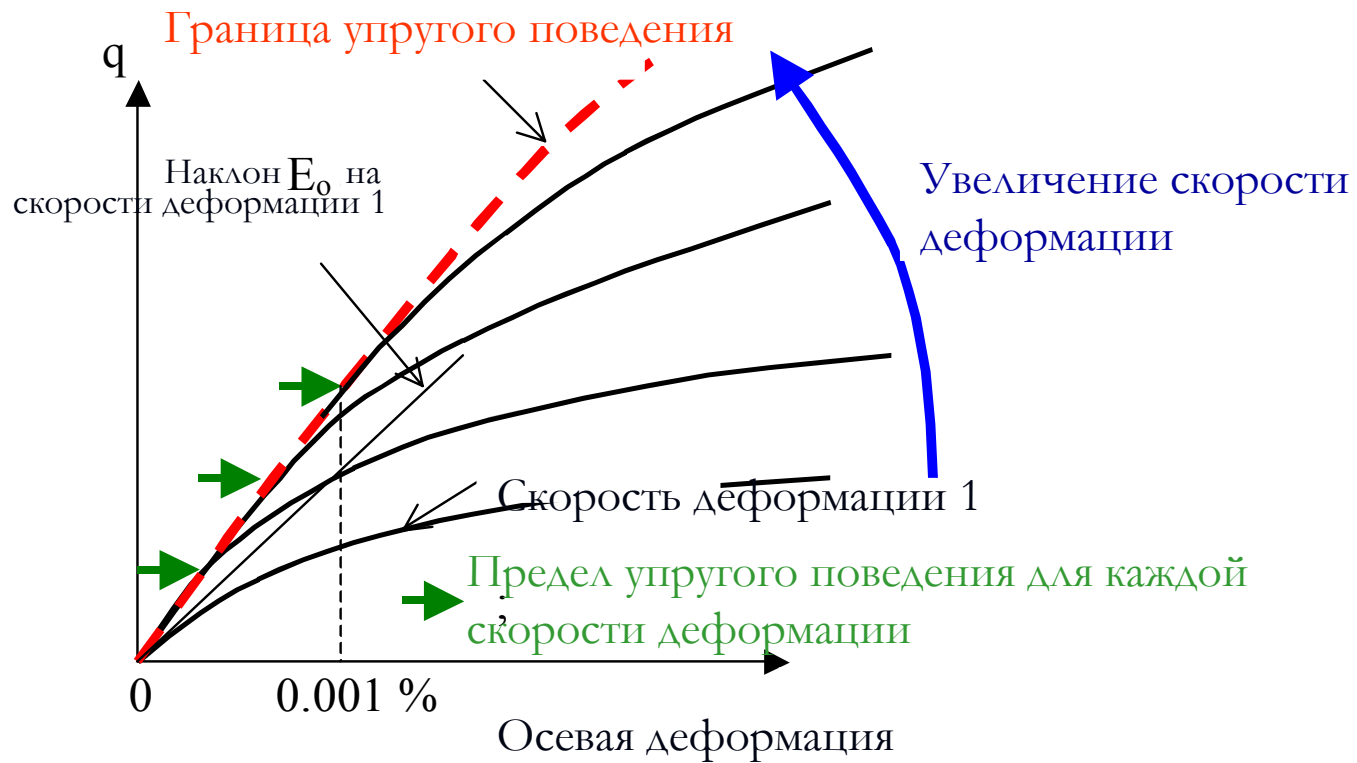


# Модуль упругости при малых деформациях

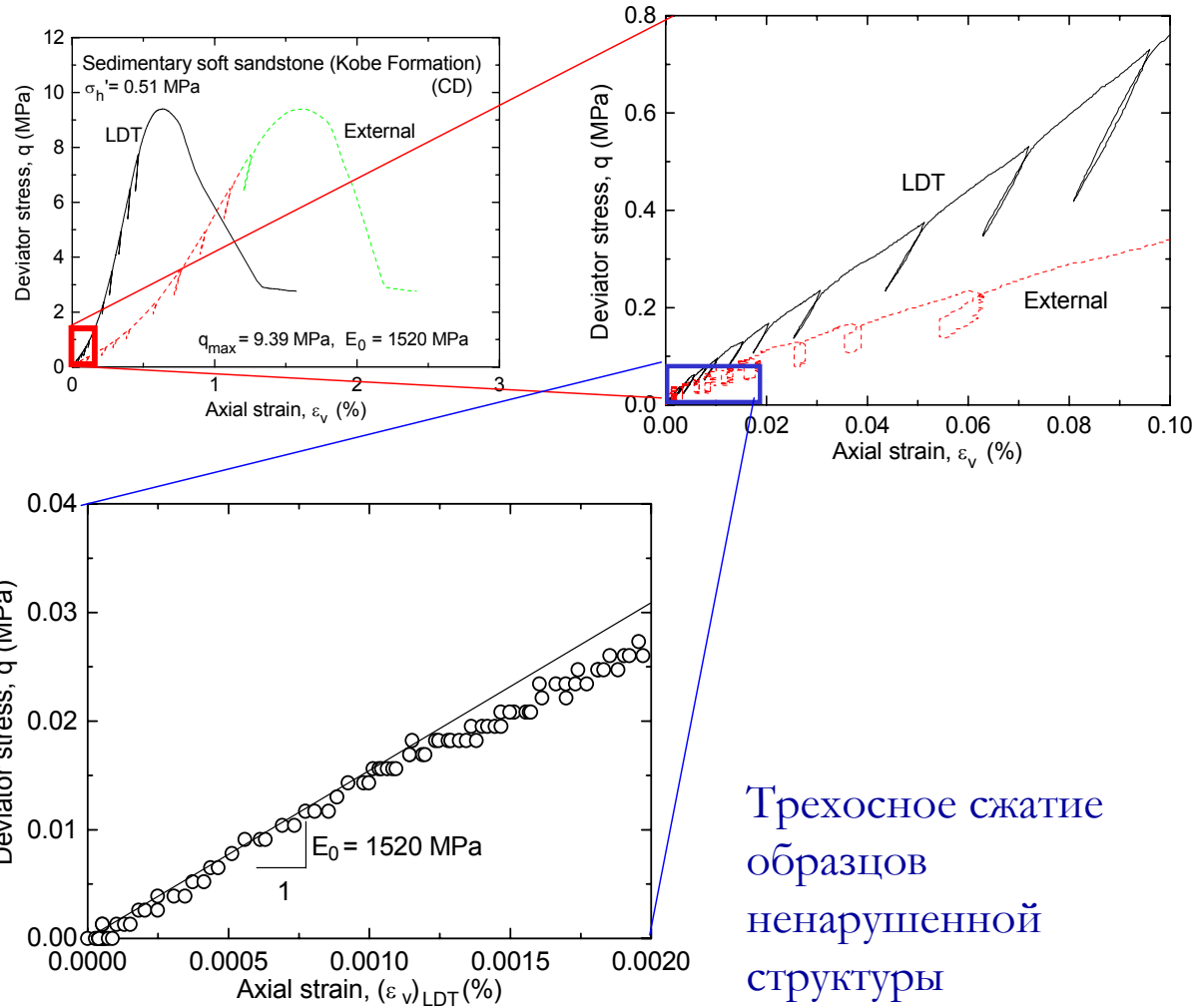


Начальный модуль упругости при деформации менее 0,001% из результатов циклических трехосных испытаний консолидированно-недренированных пылеватого песка (Santucci de Magistris et al., 1999)

# Зависимость модуля упругости от скорости деформации



# Локальная и полная деформация



Трехосное сжатие  
образцов  
ненарушенной  
структуры



# Модуль упругости цементированного песка

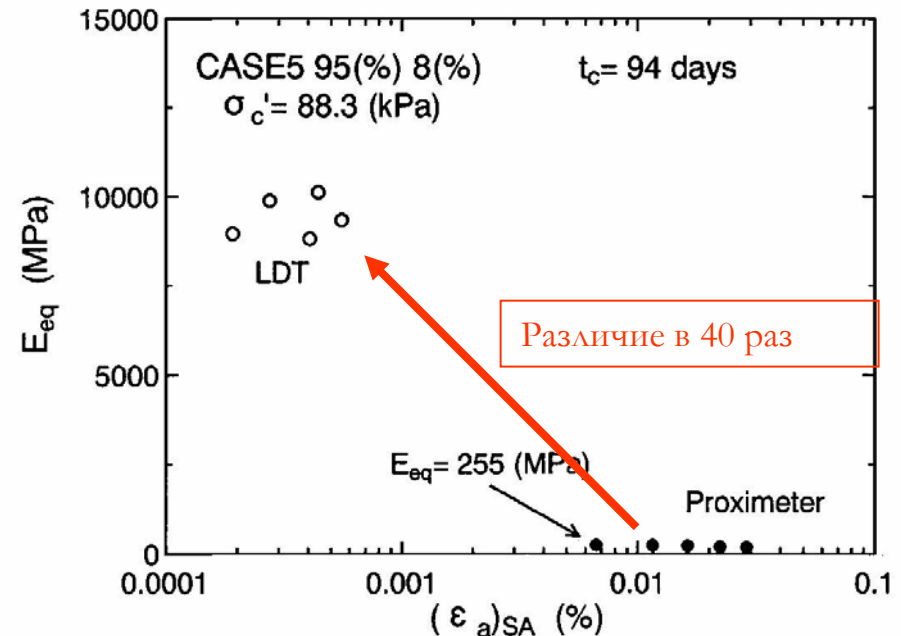
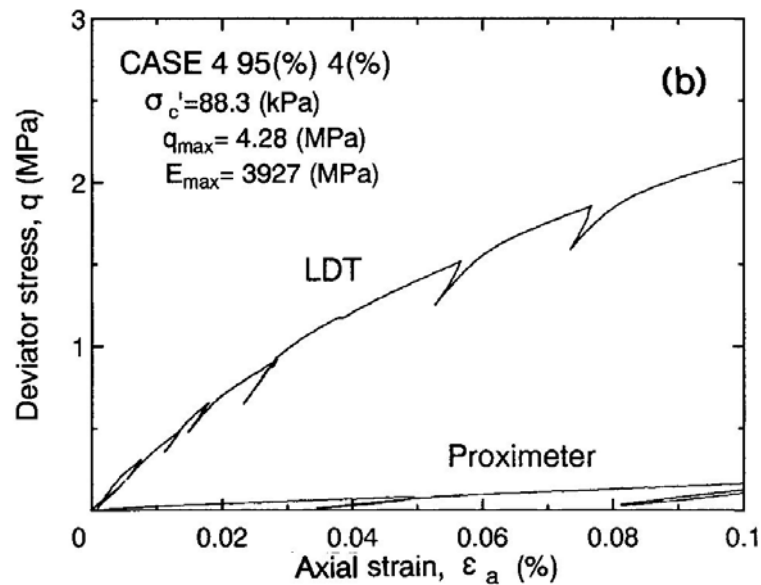
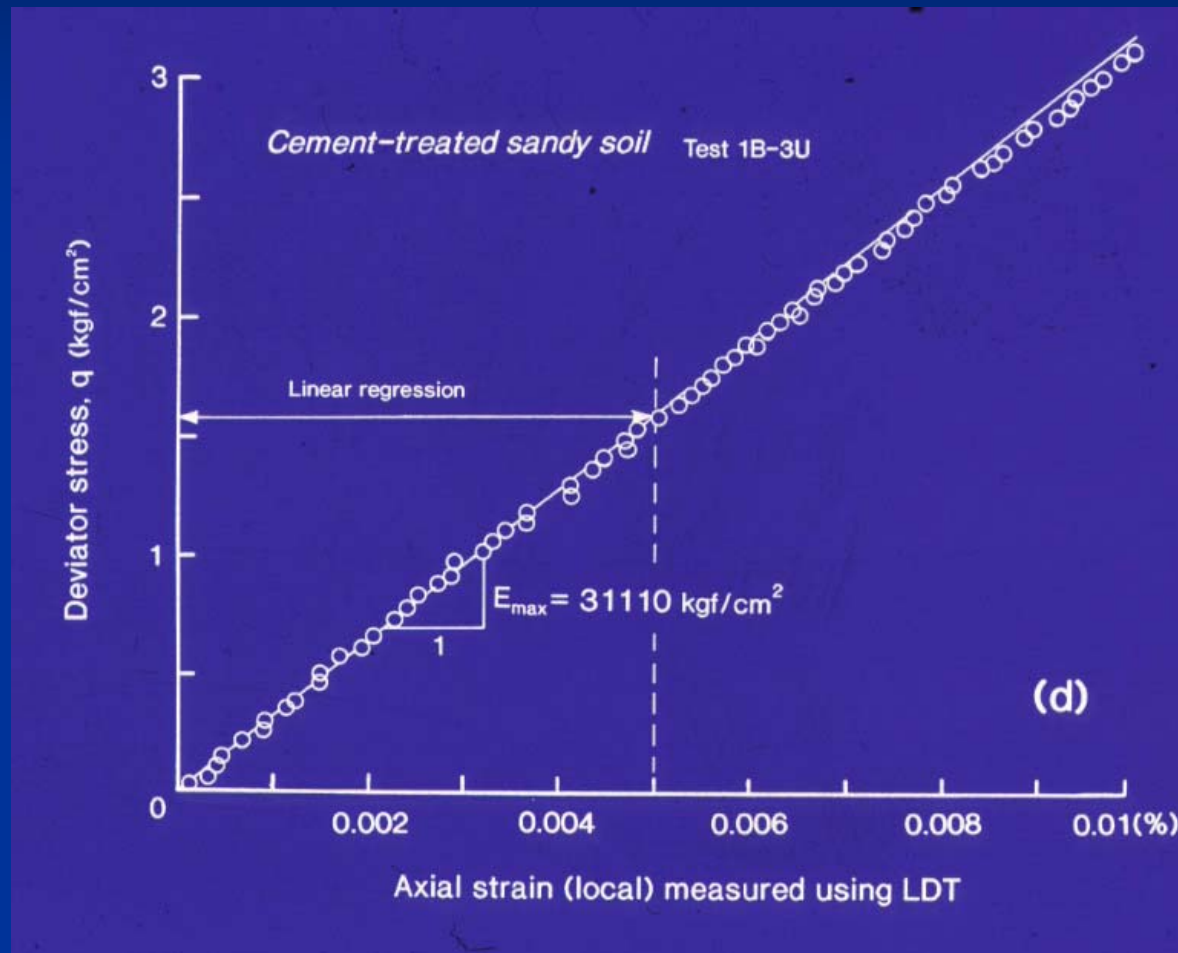


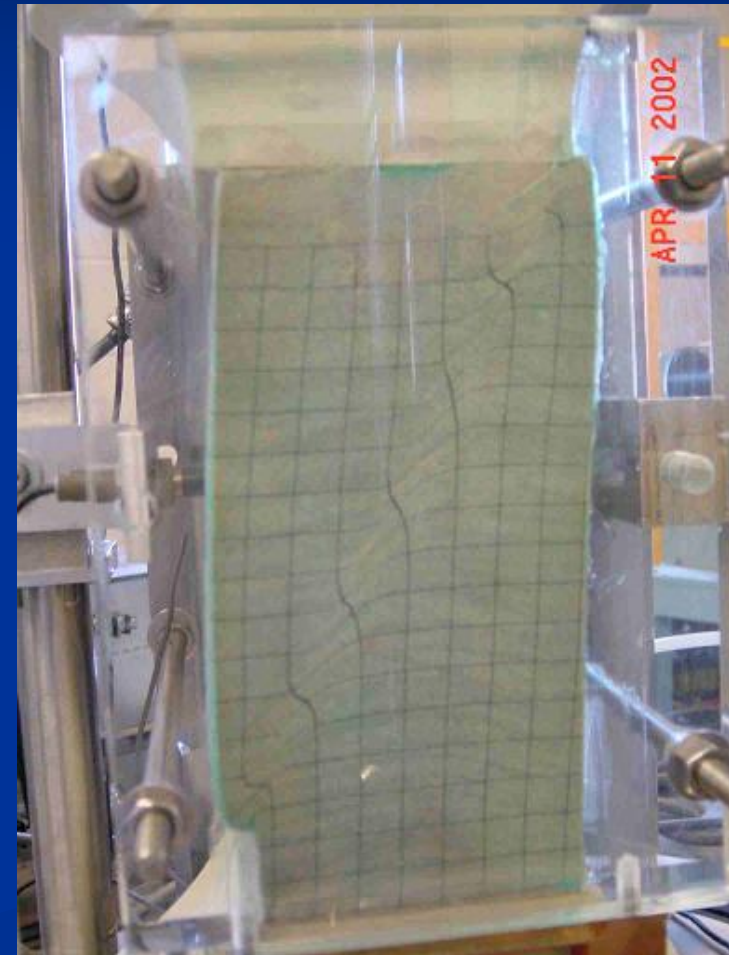
Рис. А. Измерение осевой деформации на локальной базе LDT и полной высоте образца (Proximeter)

Рис. В. Модуль упругости определен на локальной и полной базе

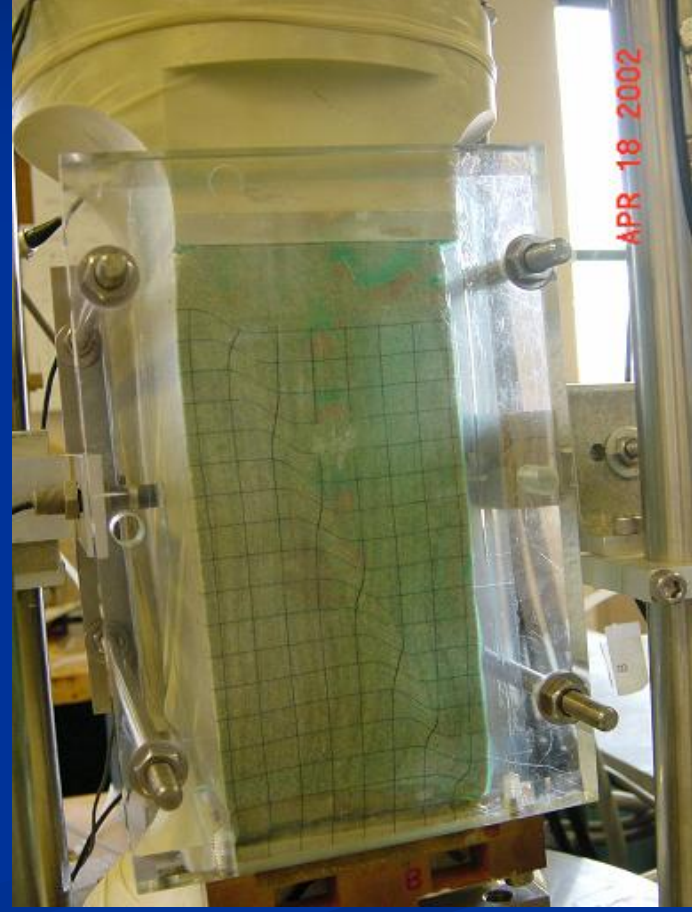
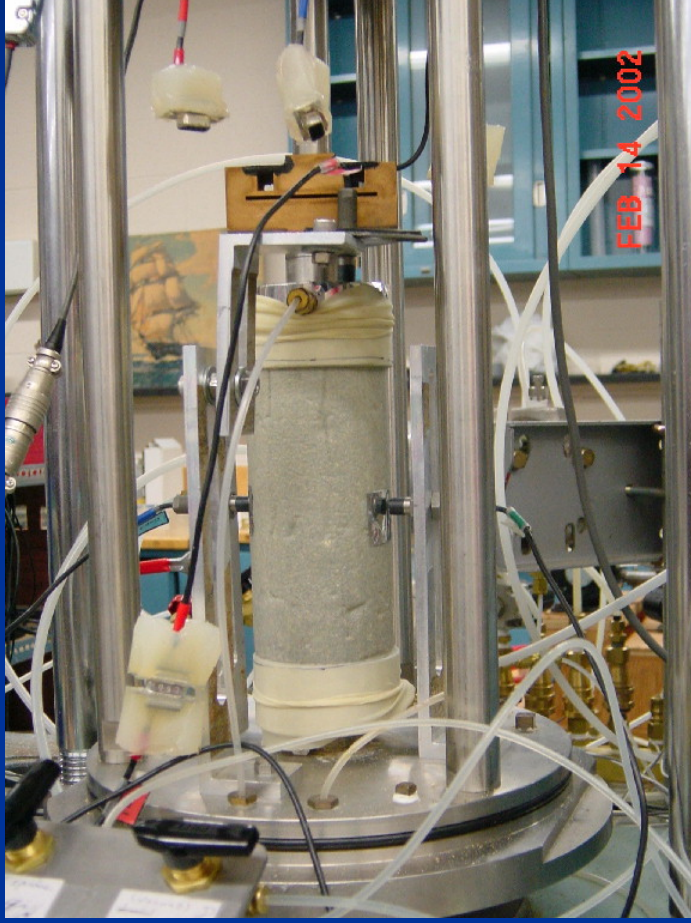
# Модуль упругости цементированного песка



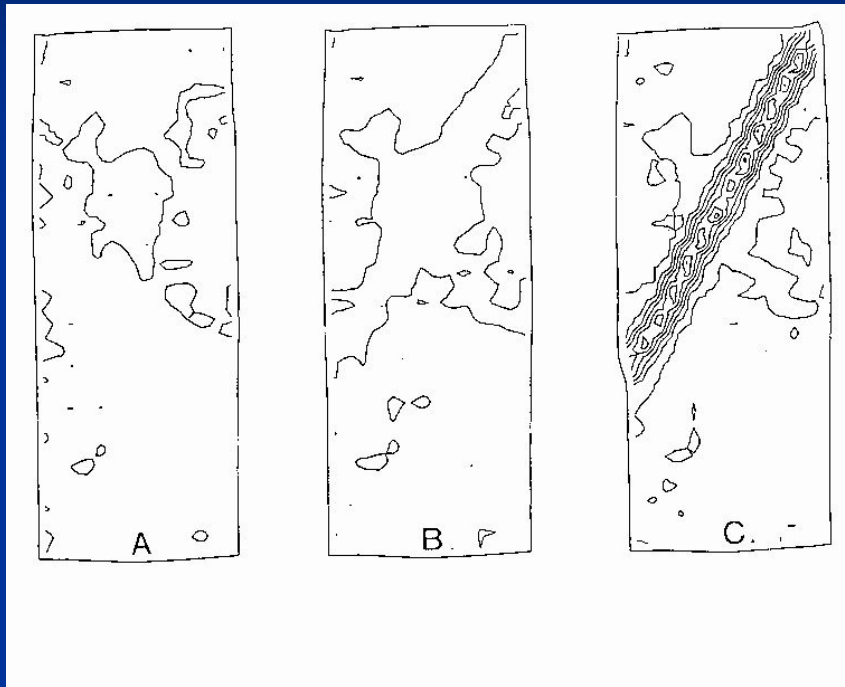
# Испытания в условиях плоской деформации



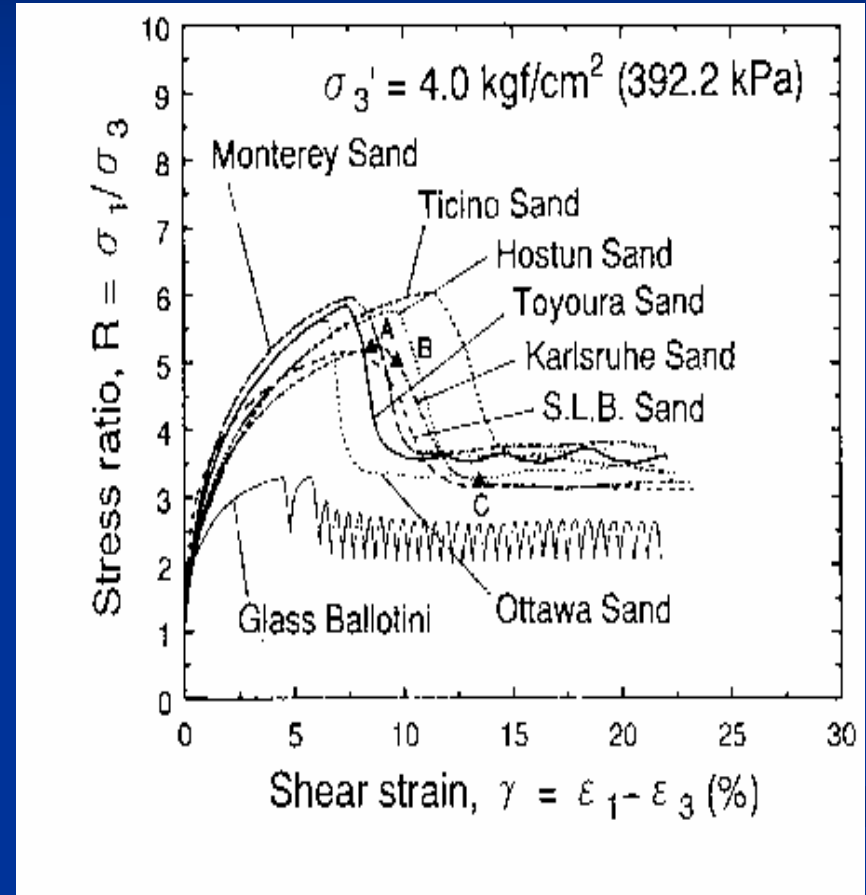
Предельное состояние



# Стадии локализация деформации



А – перед пиком нагрузки; В – пик нагрузки; С – вначале остаточной прочности



# Литература

1. Tatsouka F. Impacts on Geotechnical Engineering of Several Recent Findings from Laboratory Stress-Strain Tests on Geomaterials.