

Лекция 4

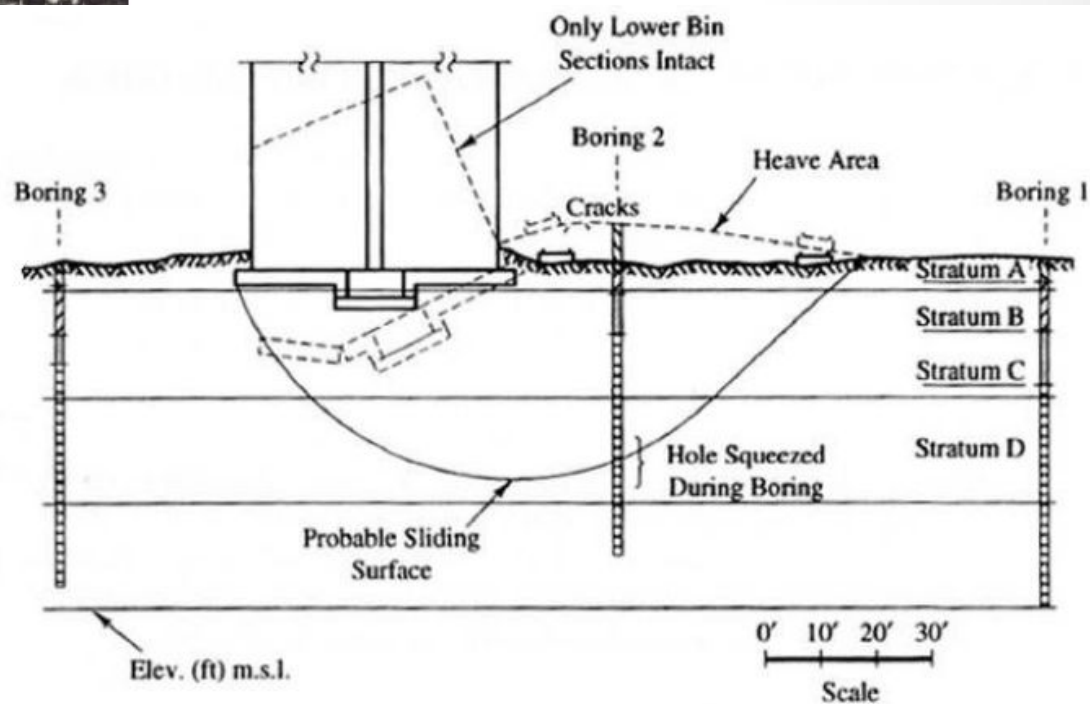
Закон сопротивления грунта сдвигу

Потеря несущей способности основания

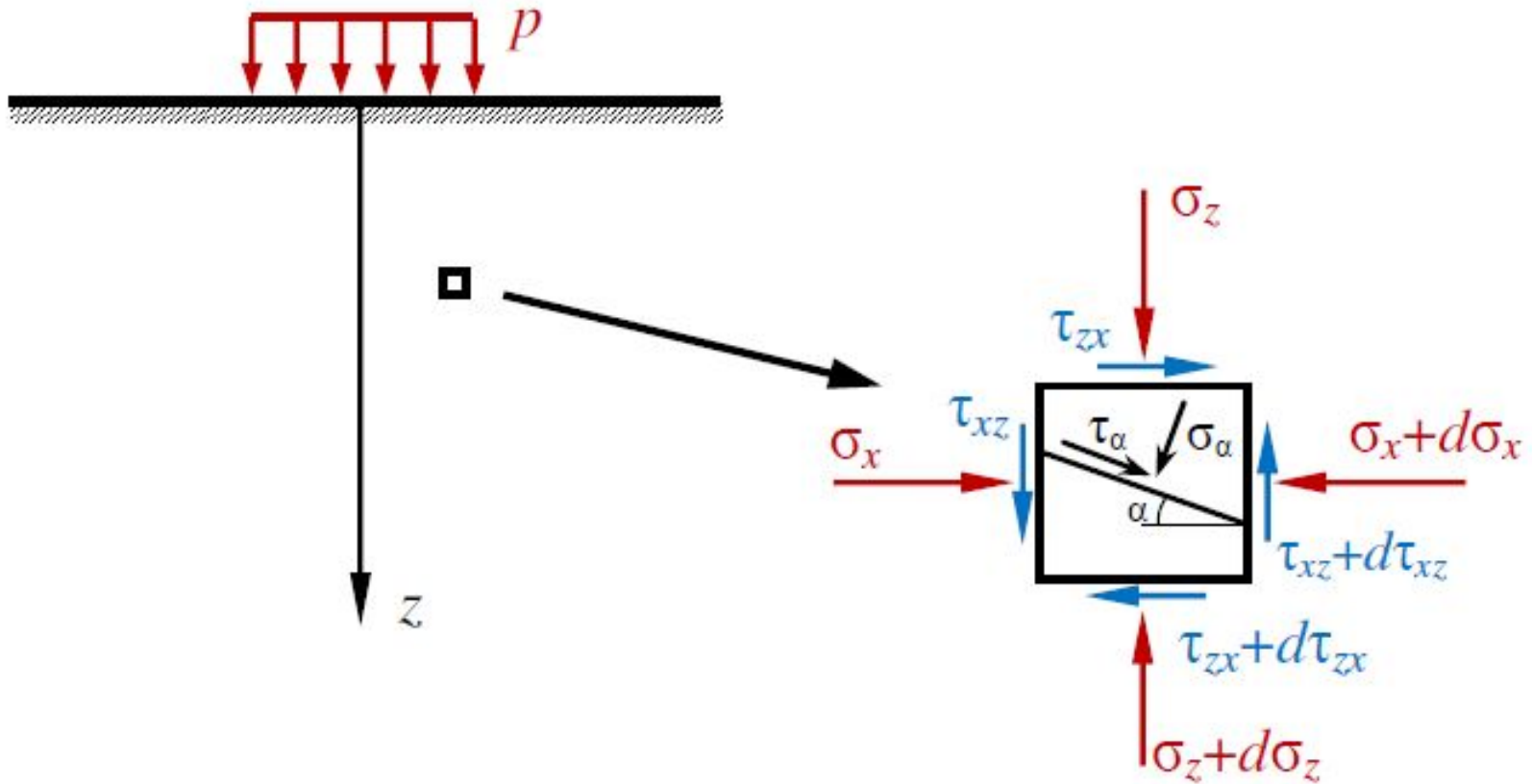


Трансконский элеватор (Канада)

Угол наклона – 63°
Авария произошла из-за
быстрой загрузки основания

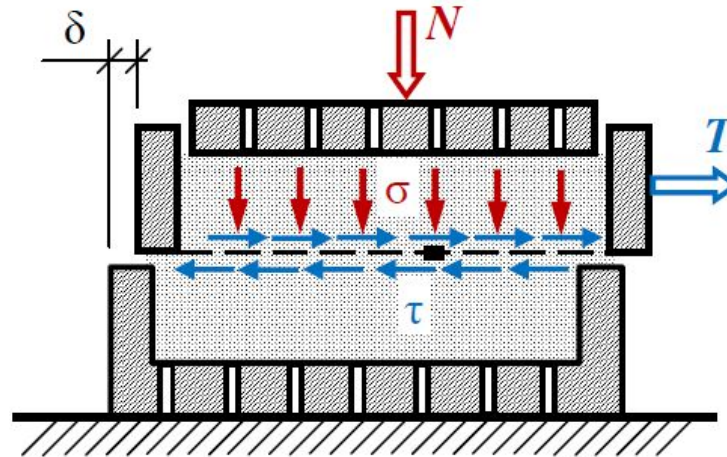
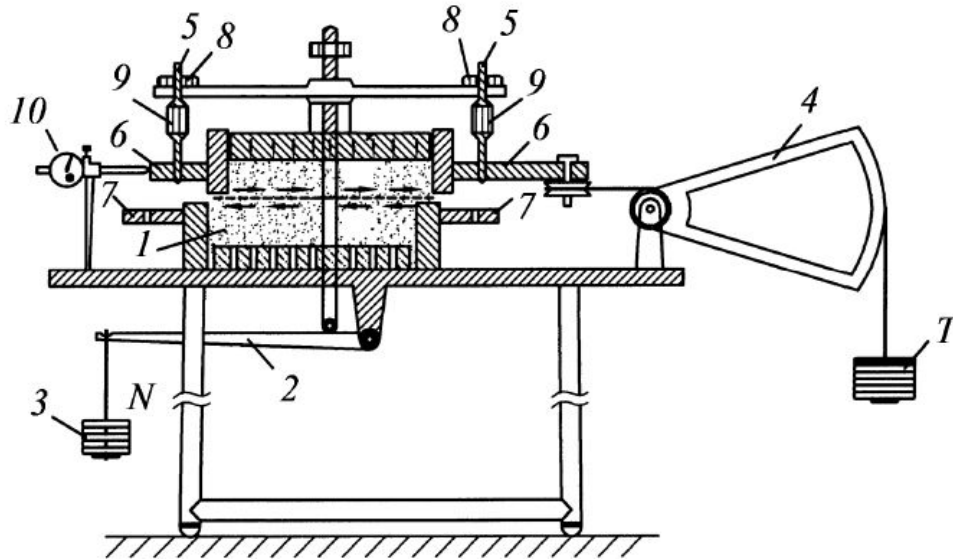


Предельное состояние



- $\tau < \tau_u$ – грунт в состоянии *устойчивого равновесия*
- $\tau = \tau_u$ – грунт в состоянии *предельного равновесия*
- $\tau > \tau_u$ – равновесие в точке нарушено (*локальное разрушение грунта*)

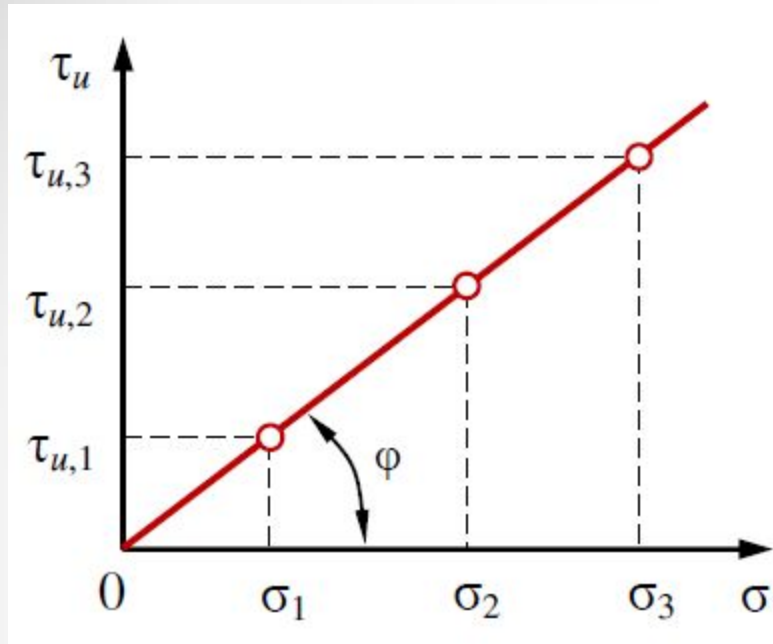
Сопротивление грунтов сдвигу



$$\sigma = \frac{N}{A}$$

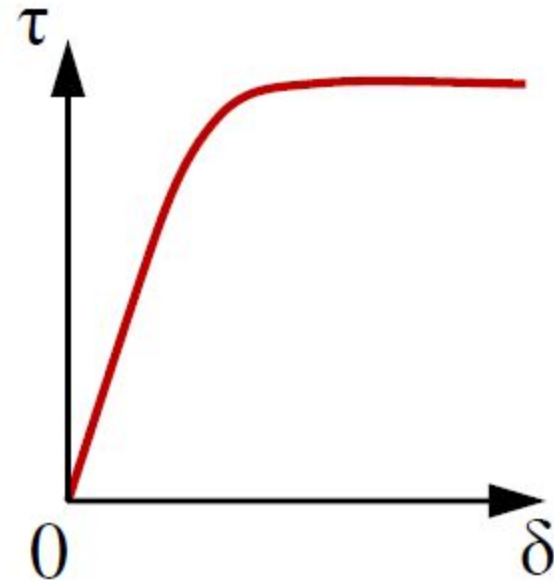
$$\tau = \frac{T}{A}$$

Сопротивление грунтов сдвигу



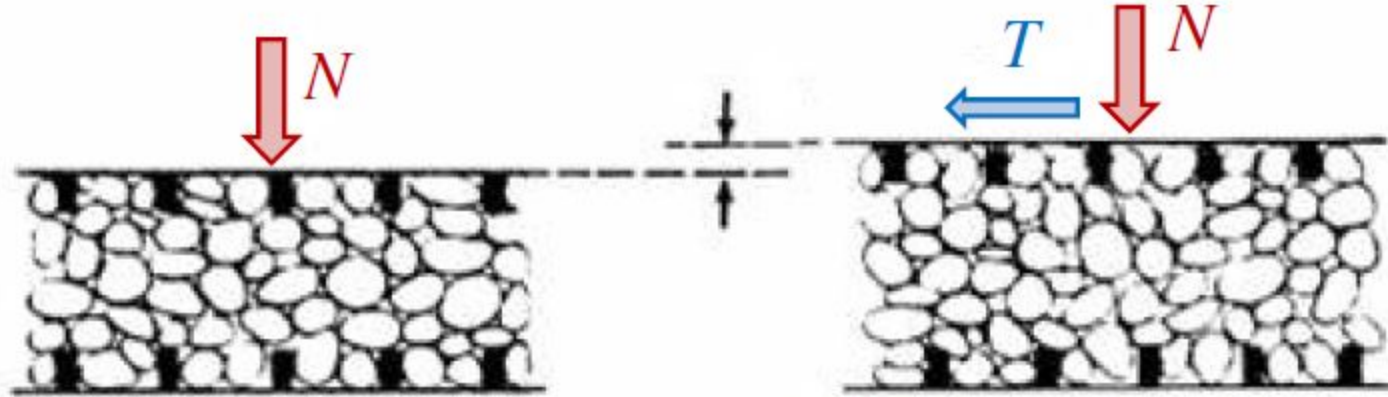
$$\tau_u = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

φ – угол внутреннего трения



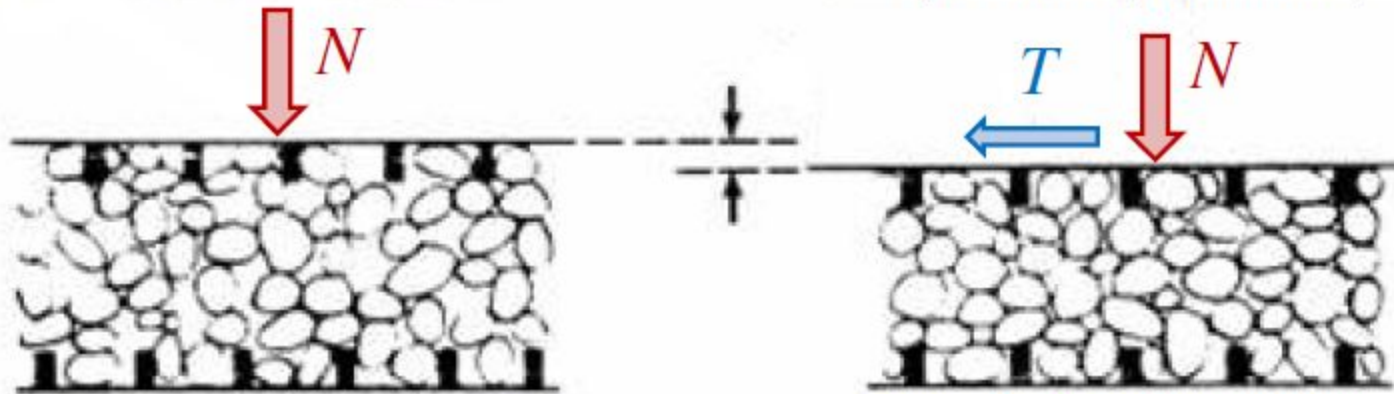
Зависимость горизонтальных деформаций грунта при плоском сдвиге

Поведение песчаных грунтов при сдвиге



Плотный песок до сдвига

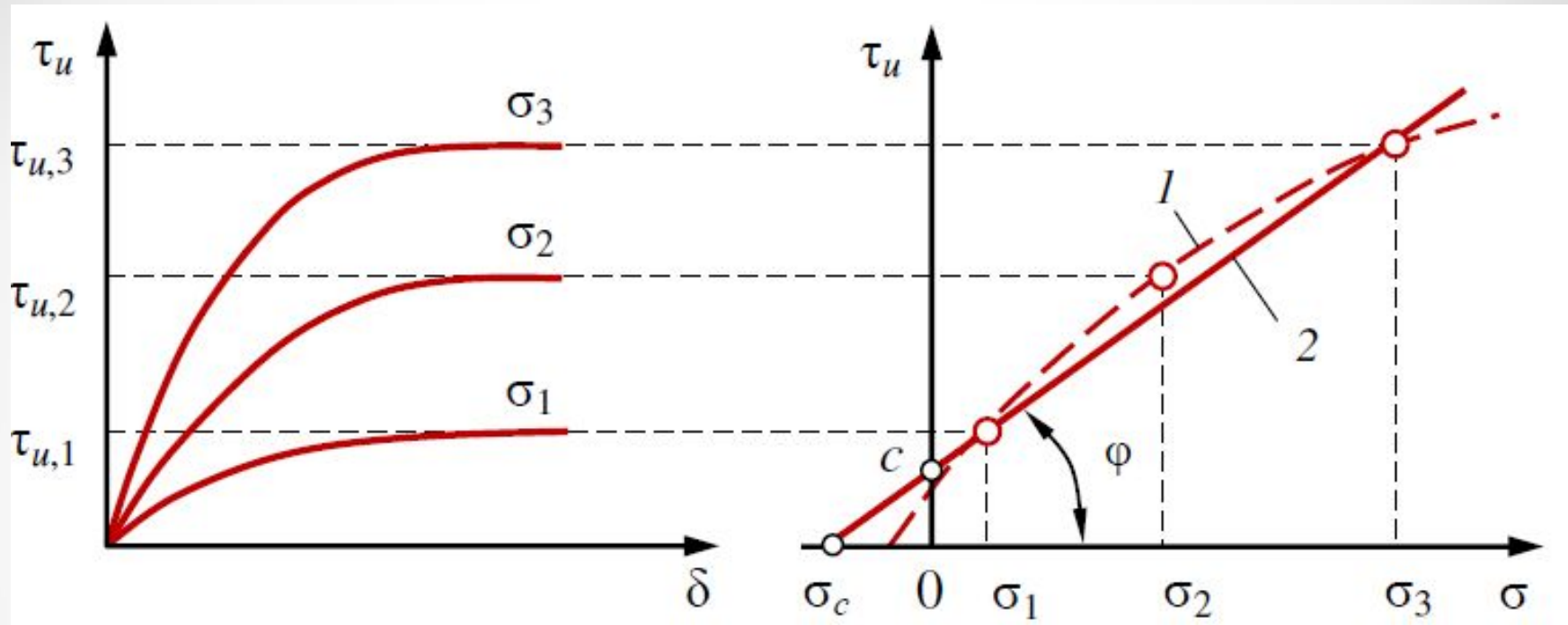
Расширение плотного песка при сдвиге (дилатансия)



Рыхлый песок до сдвига

Уплотнение рыхлого песка при сдвиге (контракция)

Сопротивление связных грунтов сдвигу



$$\tau_u = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + c$$

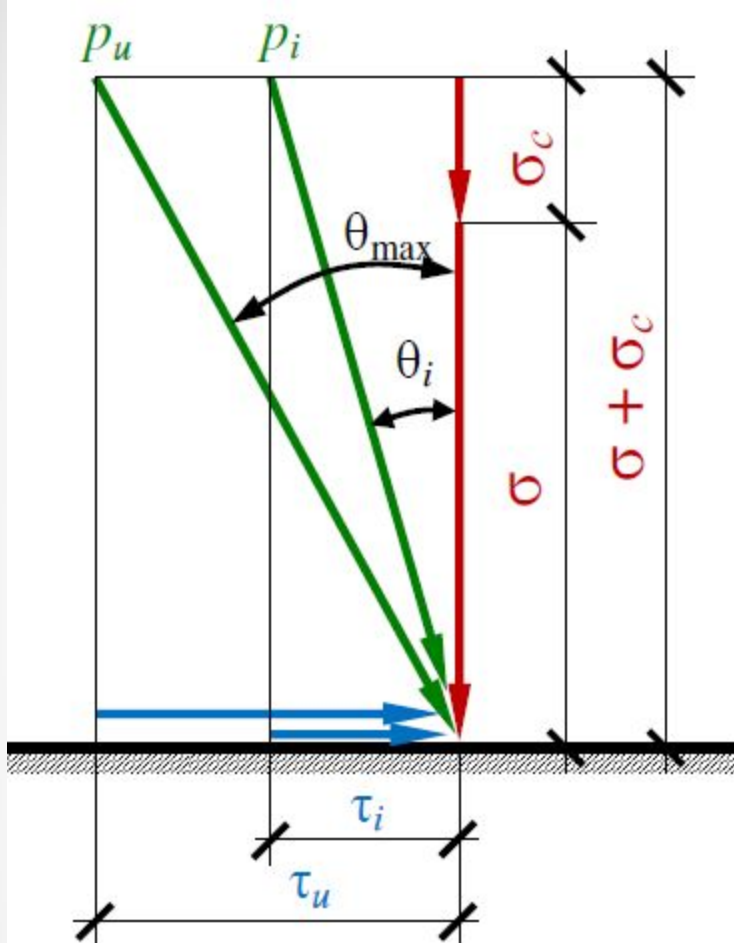
$$\sigma_c = c \cdot \operatorname{ctg} \varphi$$

φ – угол внутреннего трения

c – удельное сцепление

σ_c – давление связности

Прочность грунта в точке



$$\theta_{max} = \varphi$$

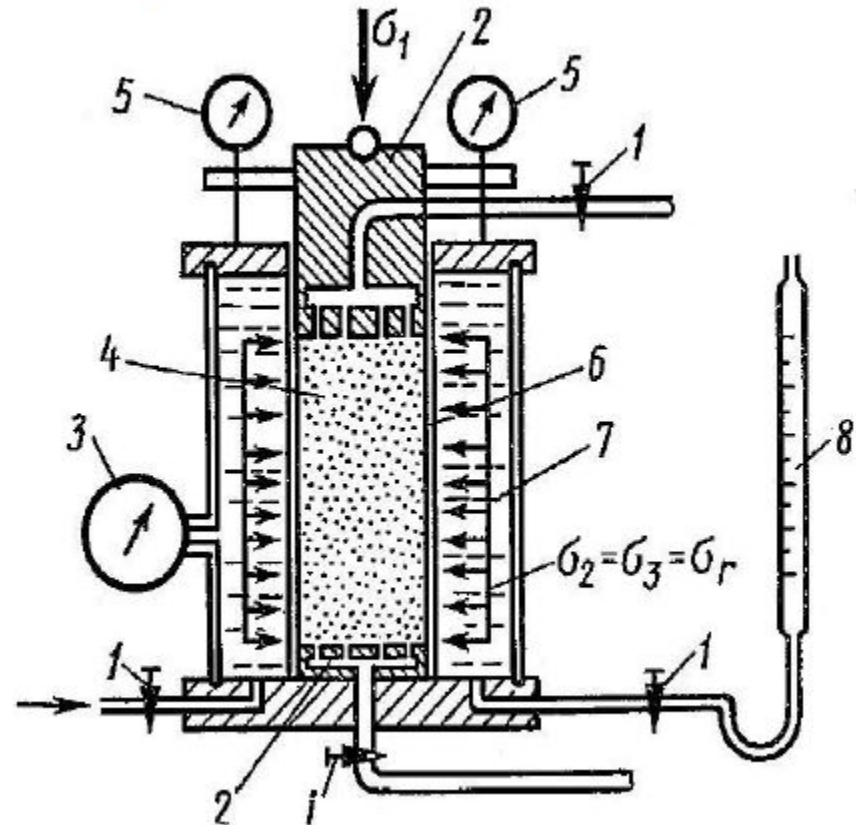
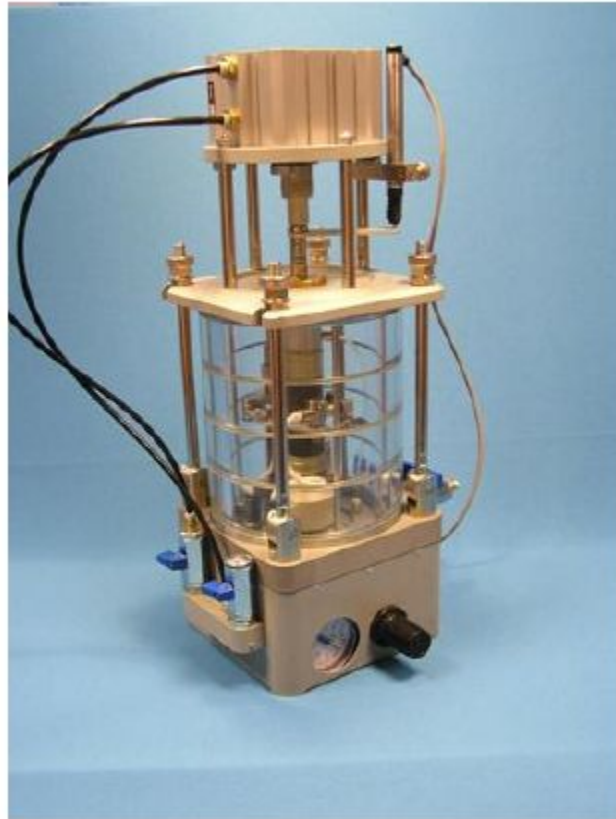
$$tg\varphi = \frac{\tau_u}{\sigma + \sigma_c}$$

$\theta < \varphi$ – грунт находится в состоянии устойчивого равновесия;

$\theta = \varphi$ – грунт находится в состоянии предельного равновесия;

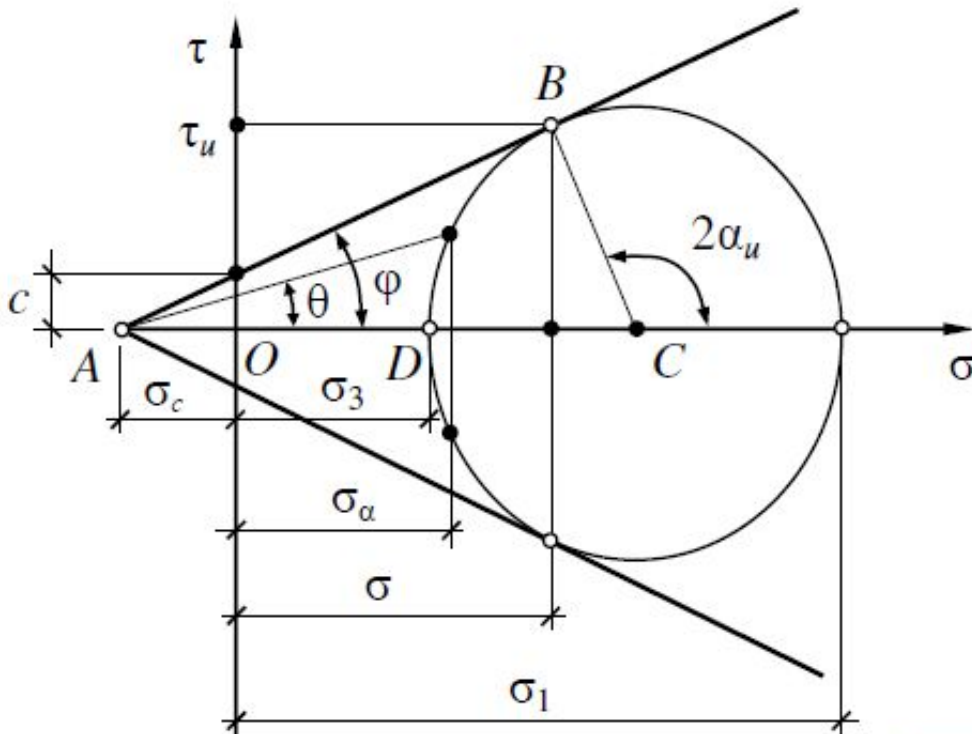
$\theta > \varphi$ – равновесие в точке нарушено, разрушение грунта.

Испытания грунтов в стабилометре



Стабилометр: 1 – кран; 2 – штамп; 3 – манометр; 4 – образец грунта; 5 – индикатор вертикальных перемещений; 6 – резиновая оболочка; 7 – рабочая камера прибора; 8 – волюмометр. Напряжение σ_2 не изменяют, а σ_1 увеличивают

Сопротивление сдвигу



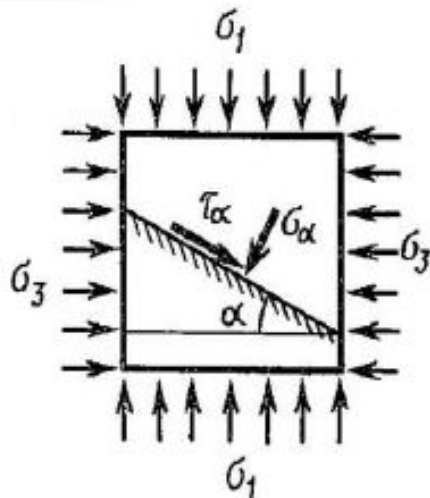
$$\sin \varphi = \frac{BC}{AC}$$

$$BC = DC = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

$$AC = AO + OD + DC$$

$$AO = \sigma_c$$

$$OD = \sigma_3$$



Условие предельного равновесия связного грунта:

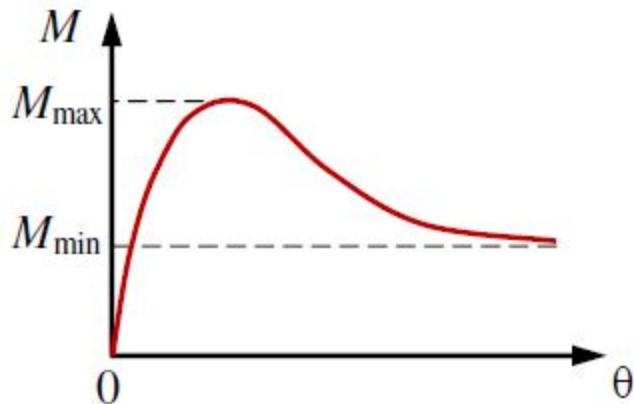
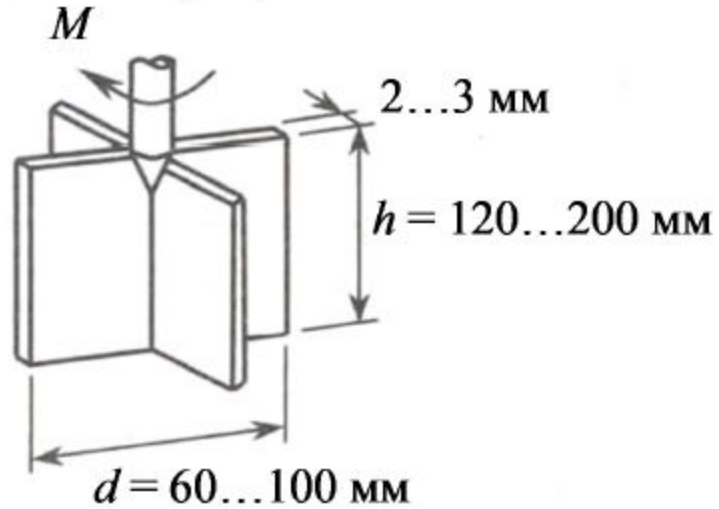
$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2c \cdot \operatorname{ctg} \varphi}$$

Условие предельного равновесия сыпучего грунта:

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}$$

Испытание на сдвиг

Крыльчатка для полевых испытаний слабых грунтов
методом вращательного среза по ГОСТ 20276-99



$$\tau'_u = \frac{M_{\max}}{B}; \quad \tau''_u = \frac{M_{\min}}{B}$$

$$B = \frac{\pi h d^2}{2} \left(1 + \frac{d}{3h} \right)$$

Испытание грунтов

Статическое зондирование



ГОСТ 19912–2001. Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.

Испытание грунтов

