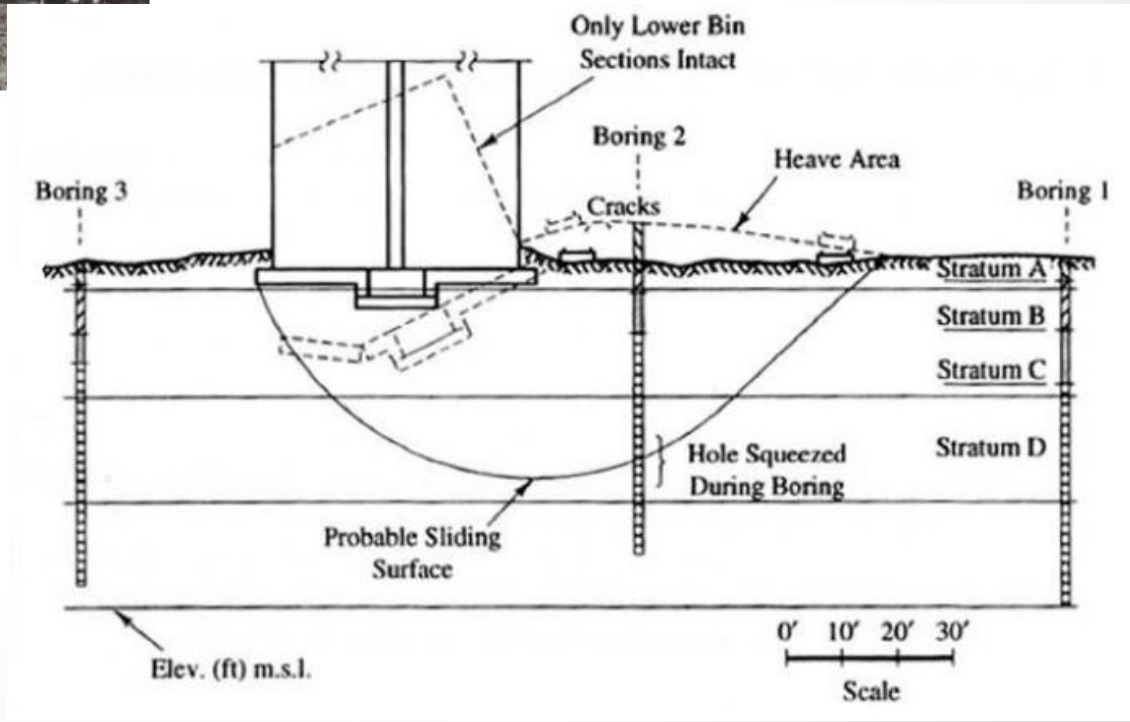
Лекция 4

Закон сопротивления грунта сдвигу

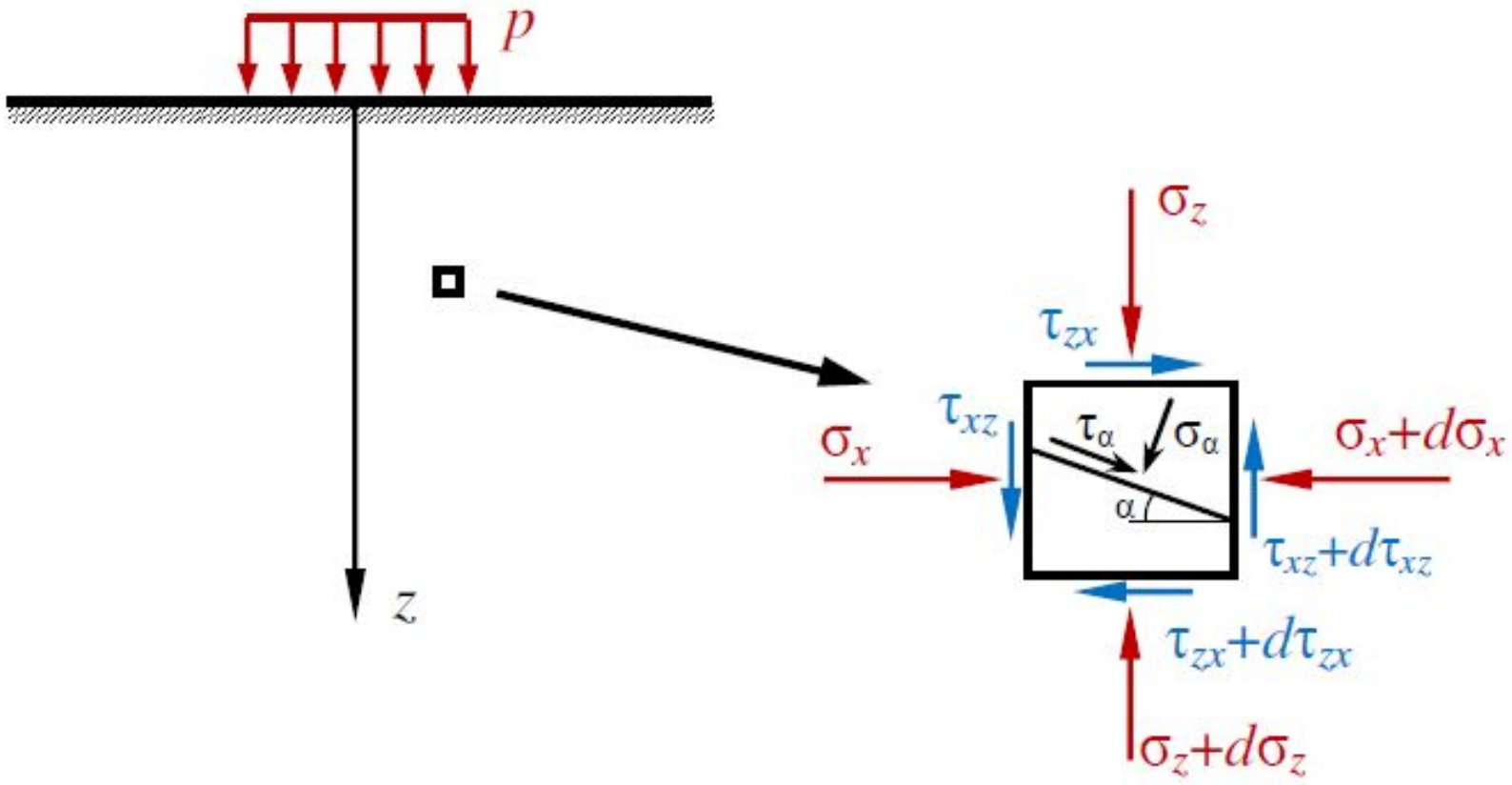
Потеря несущей способности основания

Трансконский элеватор (Канада)

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



Предельное состояние

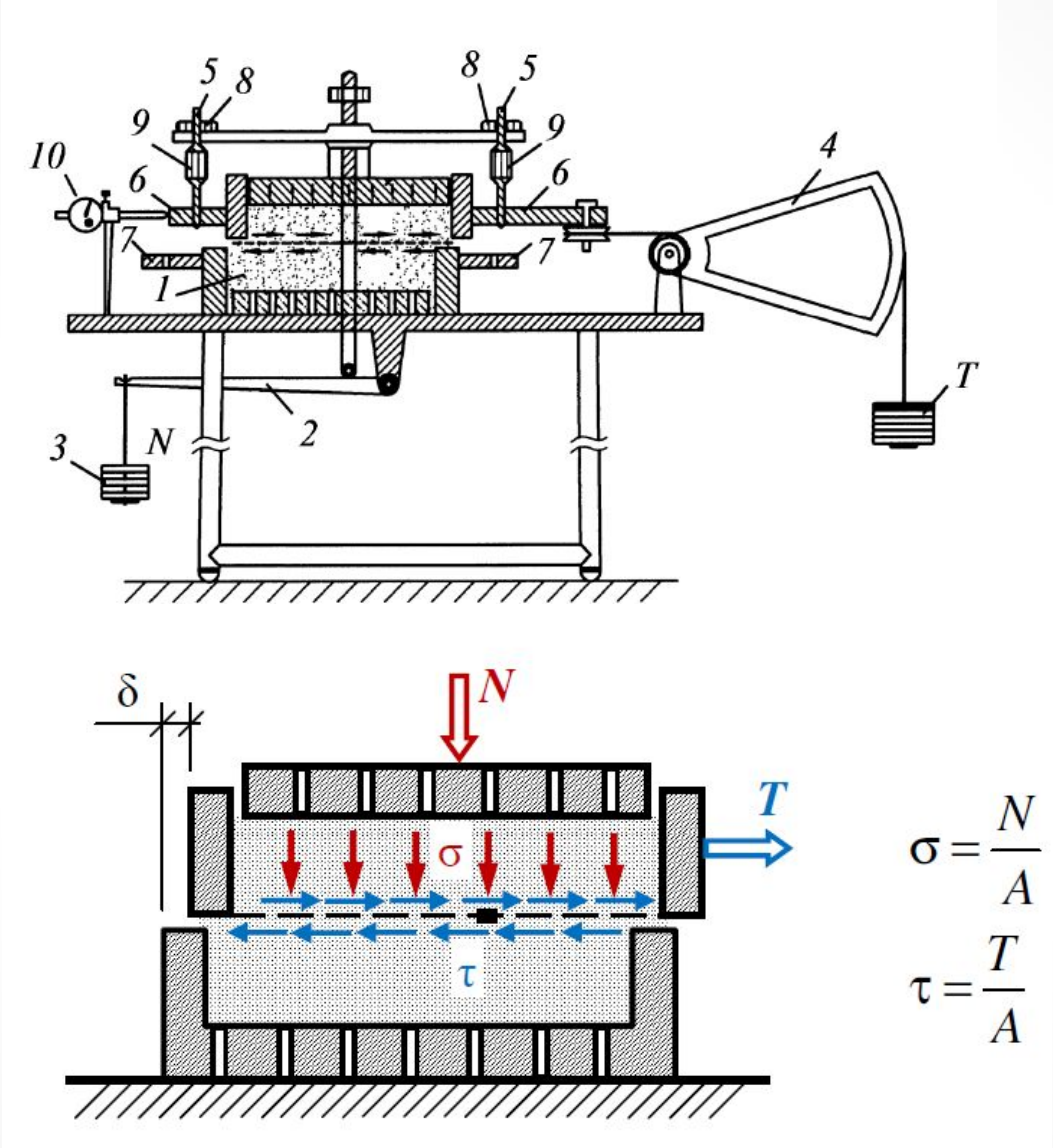


$\tau < \tau_u$ – грунт в состоянии *устойчивого равновесия*

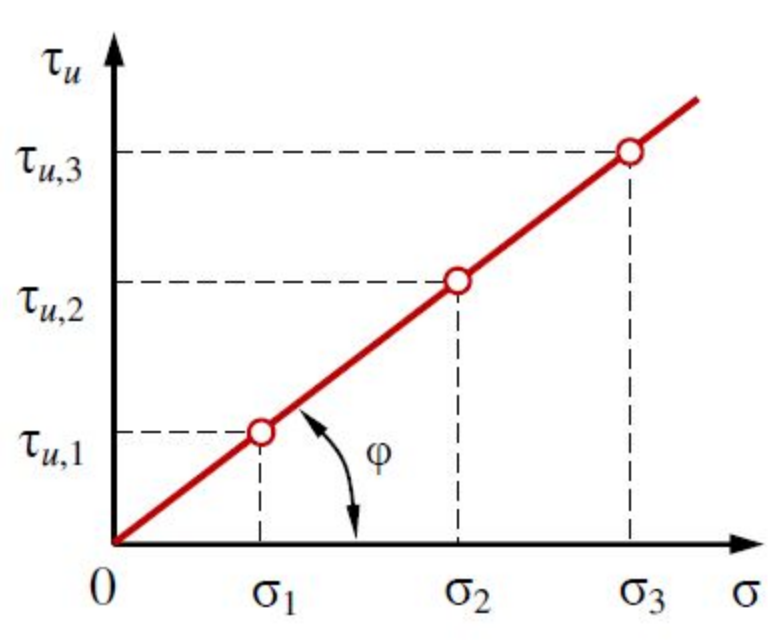
$\tau = \tau_u$ – грунт в состоянии *предельного равновесия*

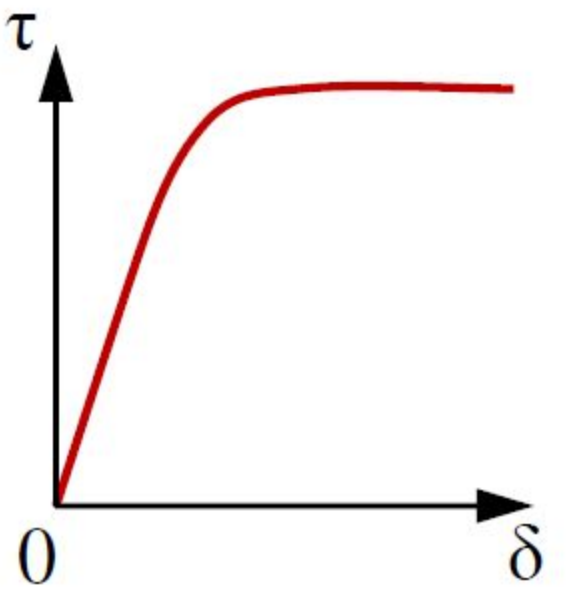
$\tau > \tau_u$ – равновесие в точке нарушено (*локальное разрушение грунта*)

Сопротивление грунтов сдвигу



Сопротивление грунтов сдвигу



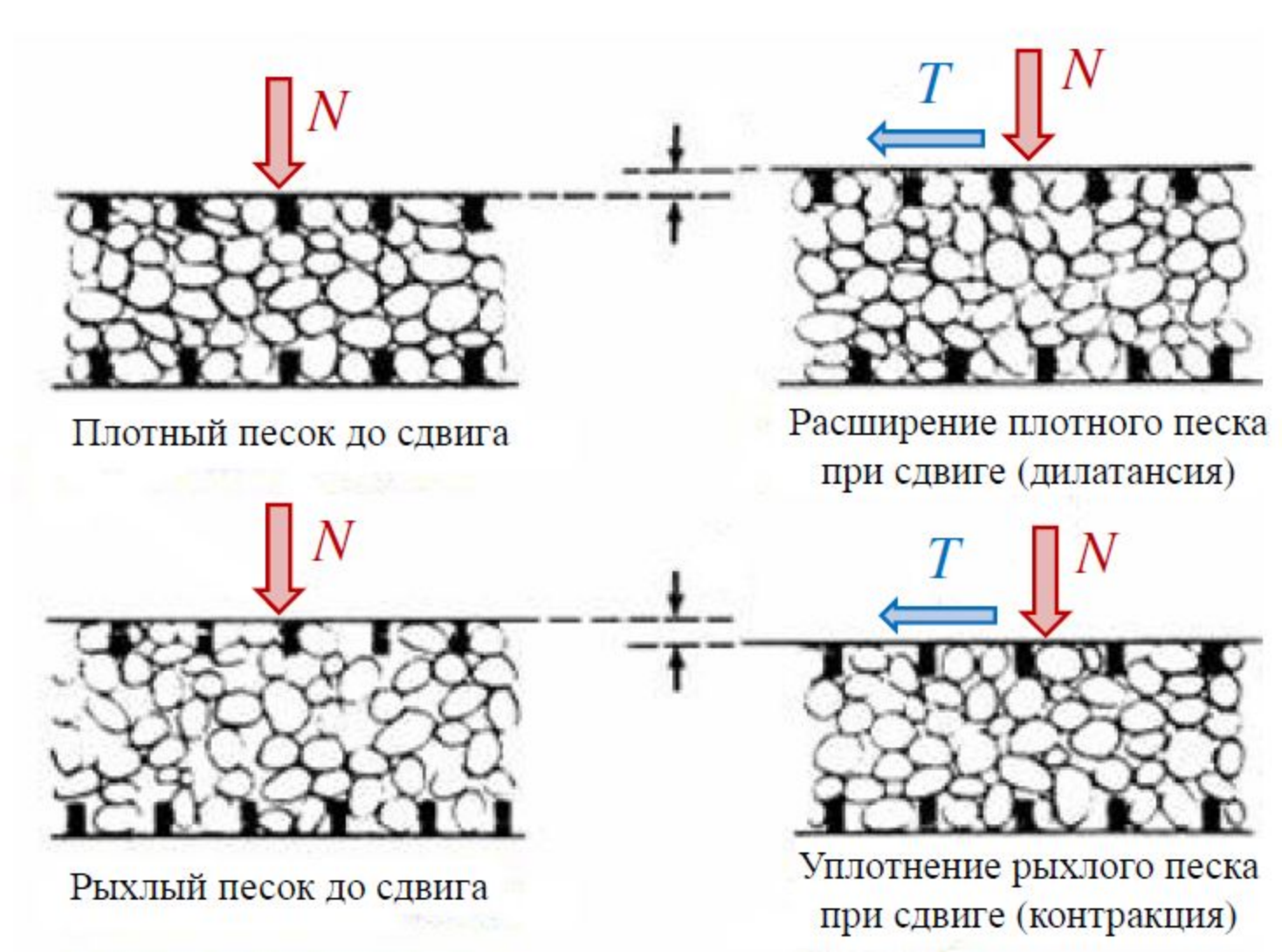


Зависимость горизонтальных деформаций грунта при плоском сдвиге

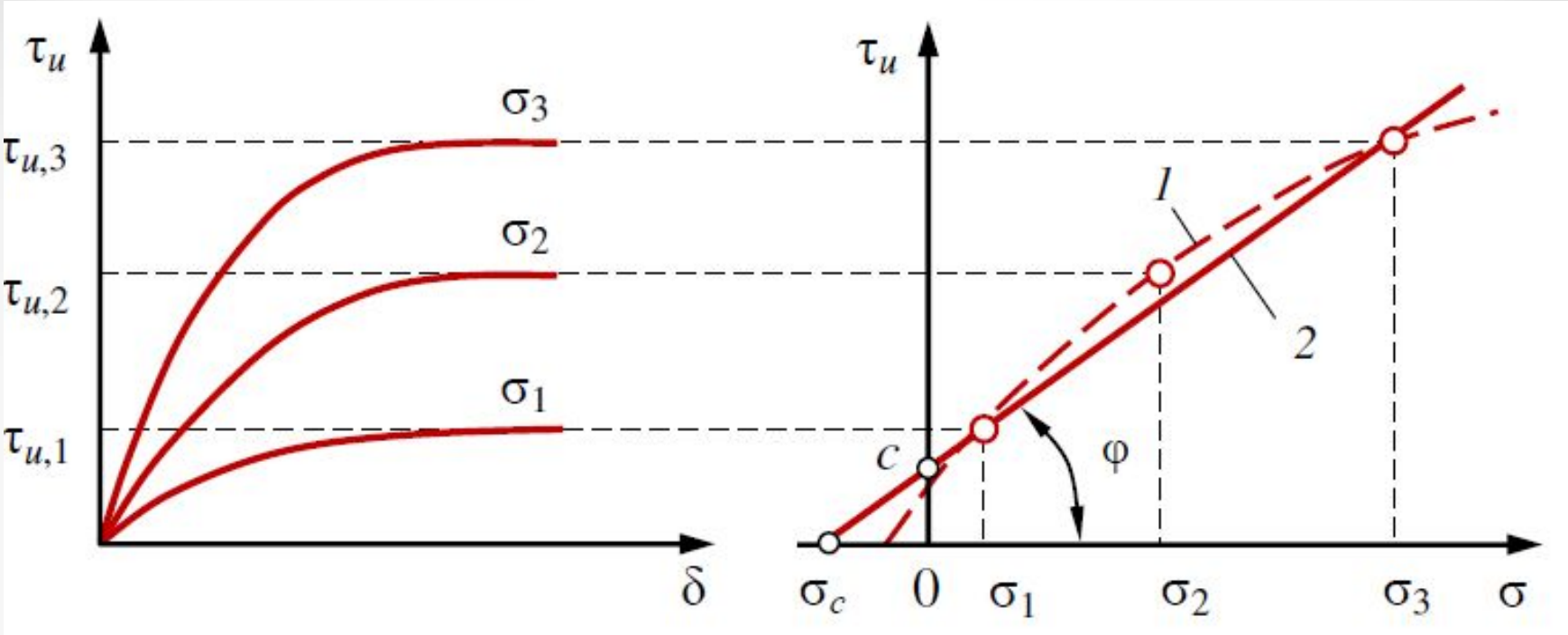
$$\tau_u = \sigma \cdot tg\varphi$$

φ – угол внутреннего трения

Поведение песчаных грунтов при сдвиге



Сопротивление связных грунтов сдвигу

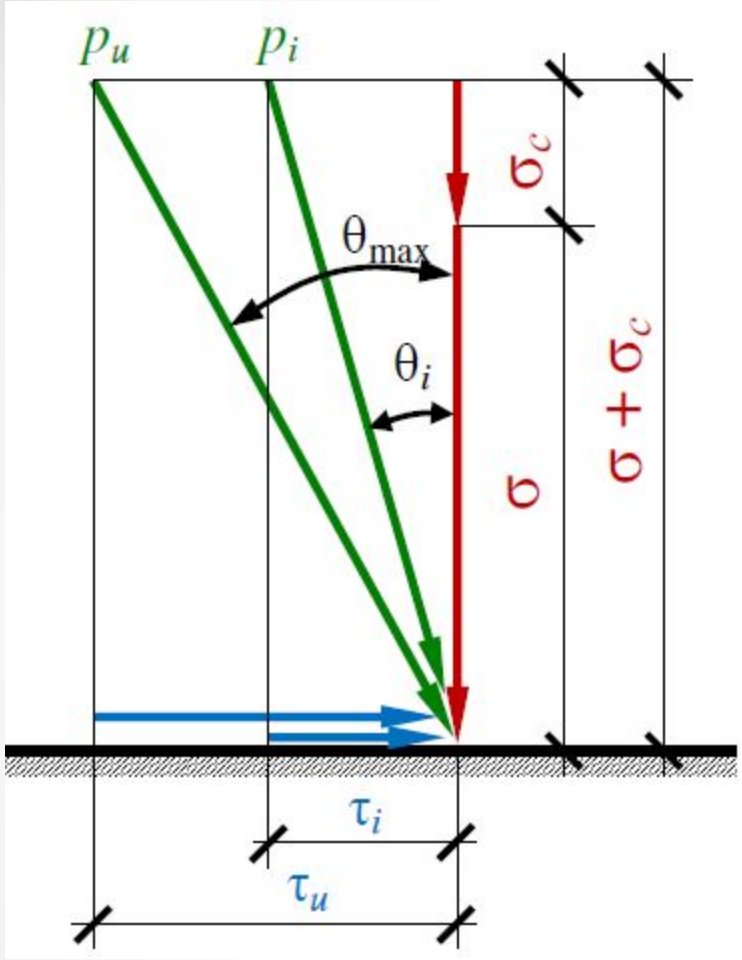


$$\tau_u = \sigma \cdot tg\varphi + c$$

$$\sigma_c = c \cdot ctg\varphi$$

φ – угол внутреннего трения
c - удельное сцепление
σ_c – давление связности

Прочность грунта в точке



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

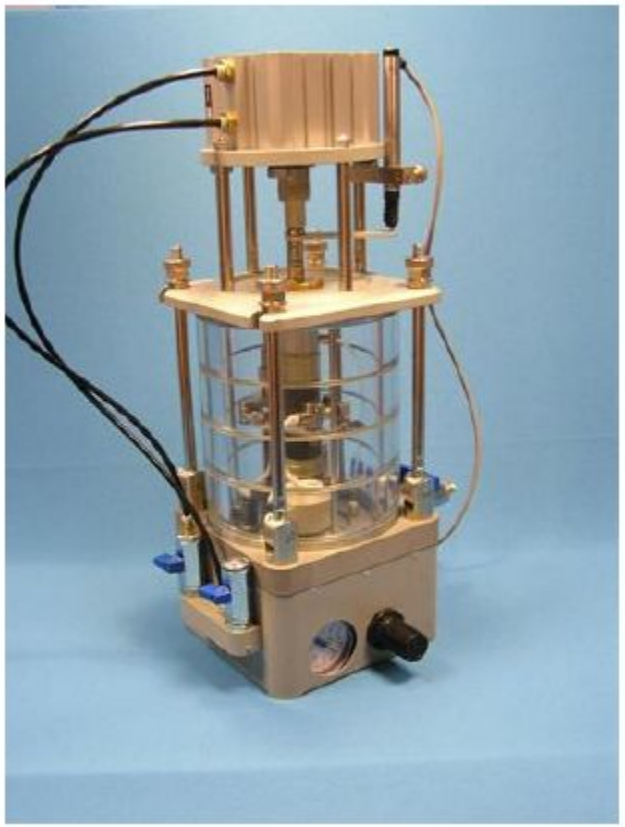
$$tg\varphi = \frac{\tau_u}{\sigma + \sigma_c}$$

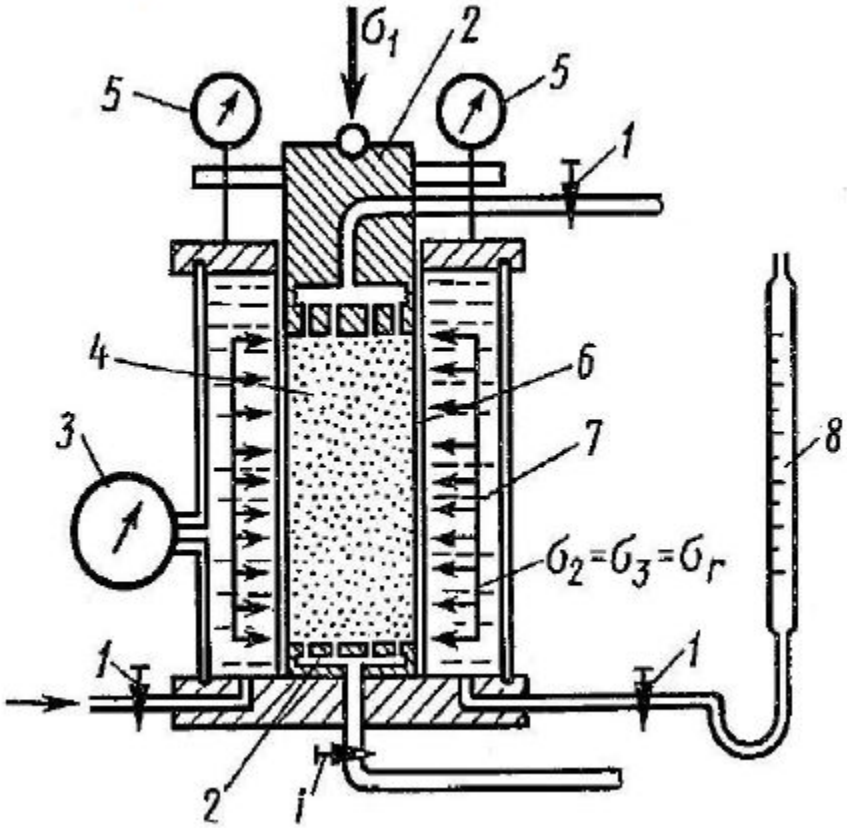
$\theta < \varphi$ – грунт находится в состоянии *устойчивого равновесия*;

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

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

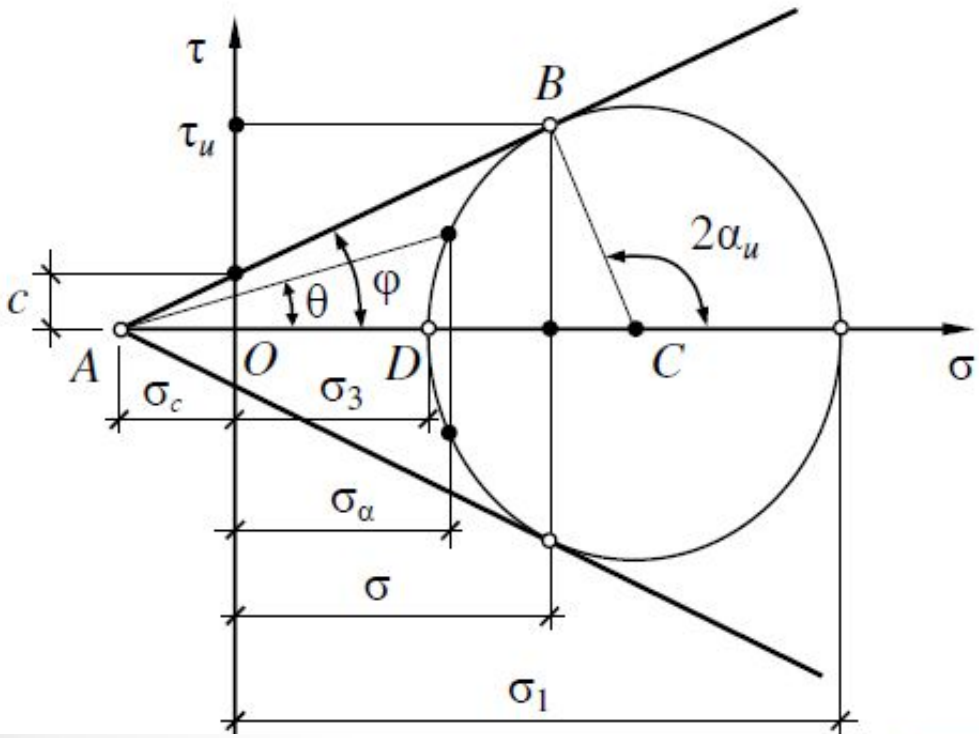
Испытания грунтов в стабилометре





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



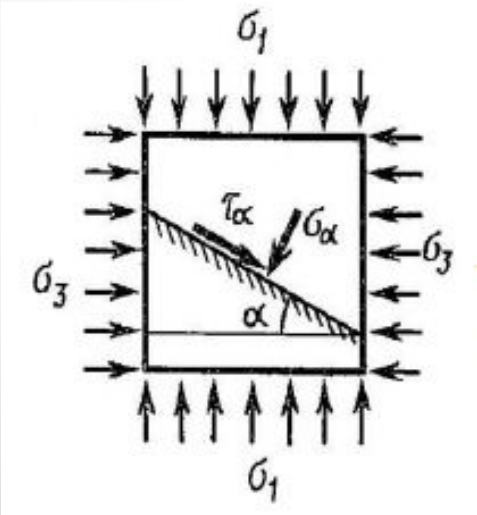
$$\sin\varphi = \frac{BC}{AC}$$

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

$$AC = AO + OD + DC$$

$$AO = \sigma_c$$

$$OD = \sigma_3$$



Условие предельного равновесия связного грунта:

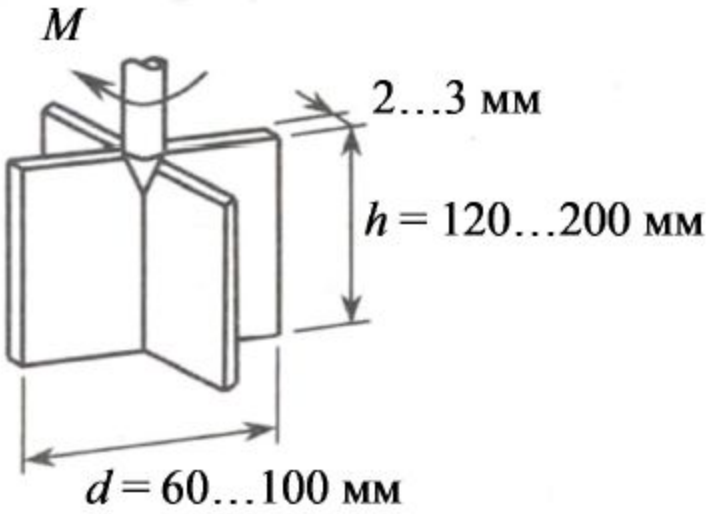
$$\sin\varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2c \cdot \mathrm{ctg}\,\varphi}$$

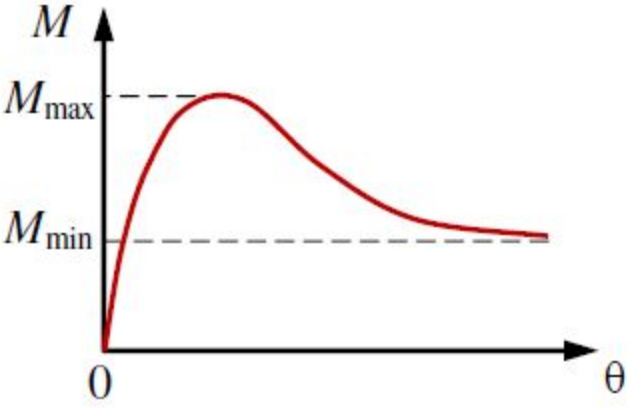
Условие предельного равновесия сыпучего грунта:

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

Испытание на сдвиг

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



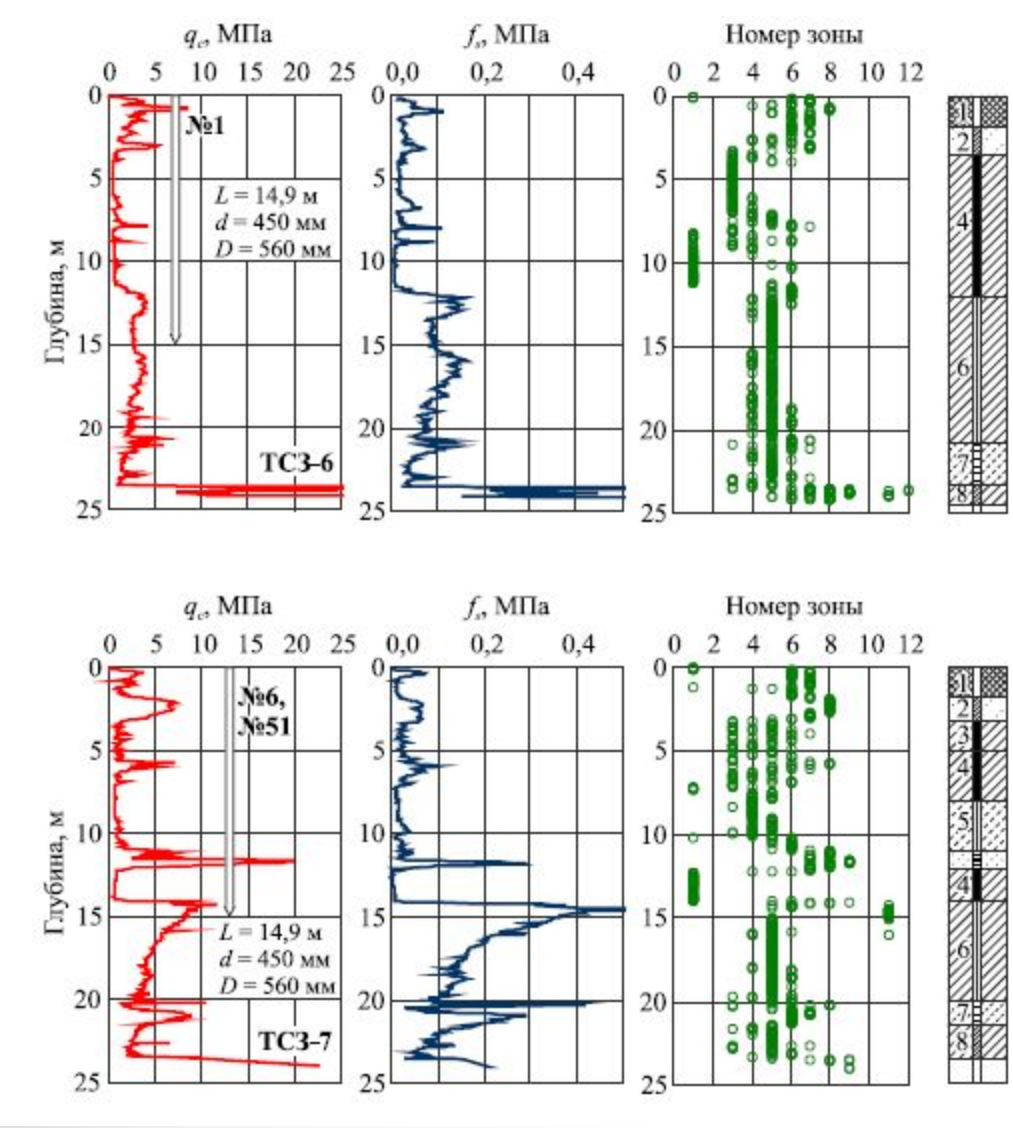
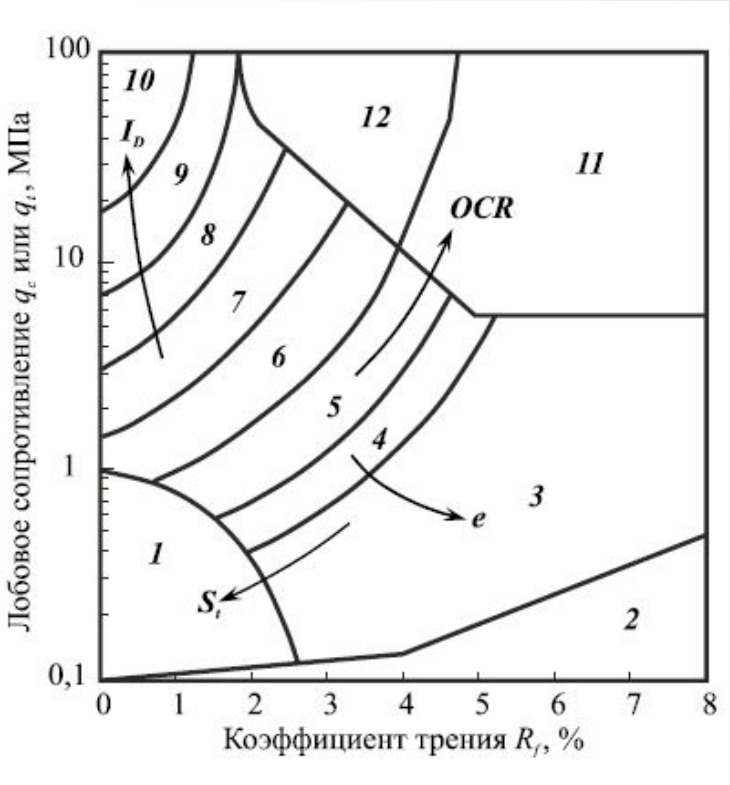


$$\tau'_u = \frac{M_{max}}{B}; \quad \tau''_u = \frac{M_{min}}{B}$$

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

Испытание грунтов

Статическое зондирование

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

Испытание грунтов