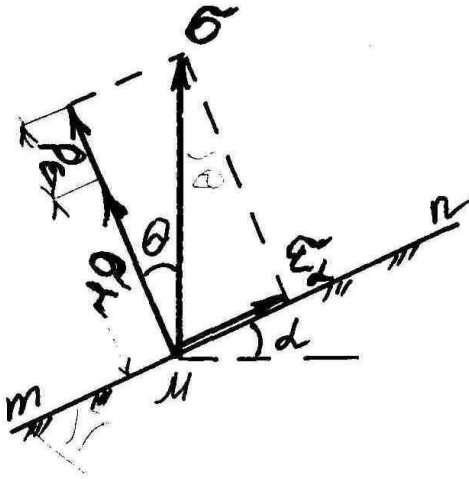


# Уравнения предельного равновесия для сыпучих и связных грунтов

## Угол наибольшего отклонения

В грунте в т.М под действием местной нагрузки для любой площадки  $mn$ , проведенной через точку под углом  $\alpha$ , возникают нормальные напряжения ( $\sigma_\alpha$  и  $P_\varepsilon$ ) и касательные  $\tau_\alpha$ . При изменении  $\alpha$  величина напряжений будет меняться и при определенном  $\tau_\alpha$  произойдет сдвиг.



Поэтому условие предельного равновесия грунта в точке:

$$\tau_\alpha \leq f(\sigma_\alpha + P_\varepsilon) \text{ или } \tau_\alpha / (\sigma_\alpha + P_\varepsilon) \leq f$$
$$\tau_\alpha / (\sigma_\alpha + P_\varepsilon) = \operatorname{tg} \theta$$

$\theta$  – угол отклонения полного напряжения  $\sigma$  от нормали к площадке  $mn$

## Уравнения предельного равновесия

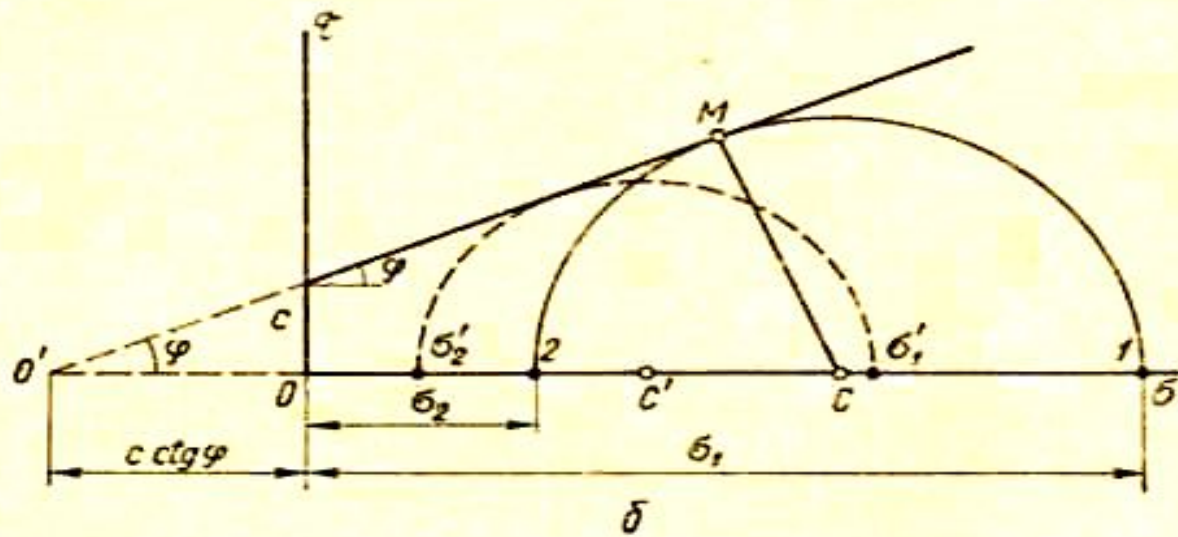
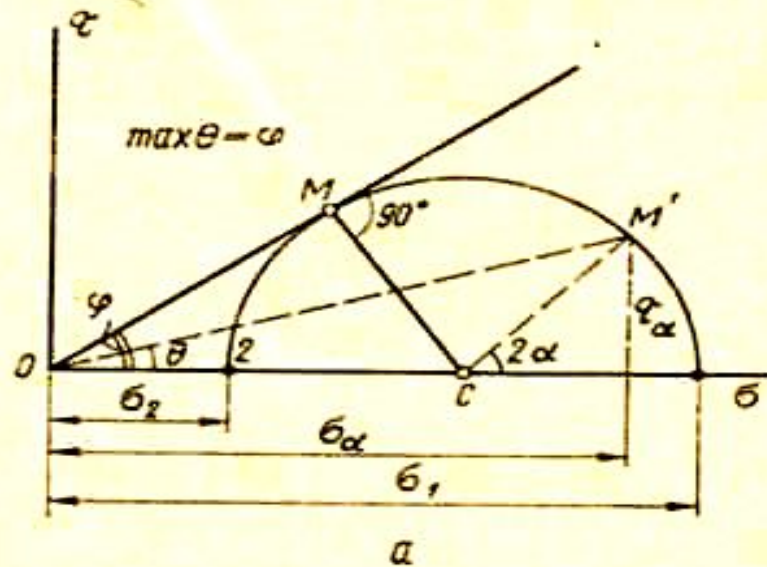
Предельное напряженное состояние грунта – это когда малейшее добавочное силовое воздействие или уменьшение прочности грунта приводит к нарушению равновесия и потере грунтом устойчивости.

При этом возникают поверхности скольжения, деформации сдвига, разрывы. Поэтому максимально возможная нагрузка на грунт, при которой он будет еще в равновесии:

- для сыпучих грунтов  **$\text{пред}T \leq \sigma \text{tg}\varphi$** ;

- для связных грунтов  **$\text{пред}T \leq \sigma \text{tg}\varphi + C$** .

Рассмотрим диаграммы сдвига грунта после испытания на приборе трехосного сжатия как прямолинейную огибающую кругов предельных напряжений Мора.



Величина предельных сдвигающих напряжений соответствует т. М, принадлежащей одновременно предельной прямой и кругу Мора. Это возможно когда прямая ОМ или О'М будет касательной к кругу напряжений, составит с радиусом круга в точке касания угол 90° и пройдет через начало координат О или О'.

Тогда для сыпучих грунтов из треугольника ОМС:

$$\sin\varphi = CM/OC;$$

$$CM = (\sigma_1 - \sigma_2)/2 \text{ и } OC = \sigma_2 + (\sigma_1 - \sigma_2)/2 = (\sigma_1 + \sigma_2)/2.$$

Значит

$$\sin\varphi = \frac{CM}{OC} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

Для связных грунтов

$$\sin\varphi = \frac{CM}{O'C} = \frac{\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}}{C \operatorname{ctg}\varphi + \sigma_2 + \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}}$$

где  $C \operatorname{ctg}\varphi = P_\varepsilon$  -  
давление связности