

Твердая фаза и поровое пространство почв

Профильный курс для студентов

IV курса

Итоговая аттестация – экзамен

Реология. Основа - модельные представления.

Теоретической основой является механика сплошной среды. Почва рассматривается как сплошная непрерывная среда

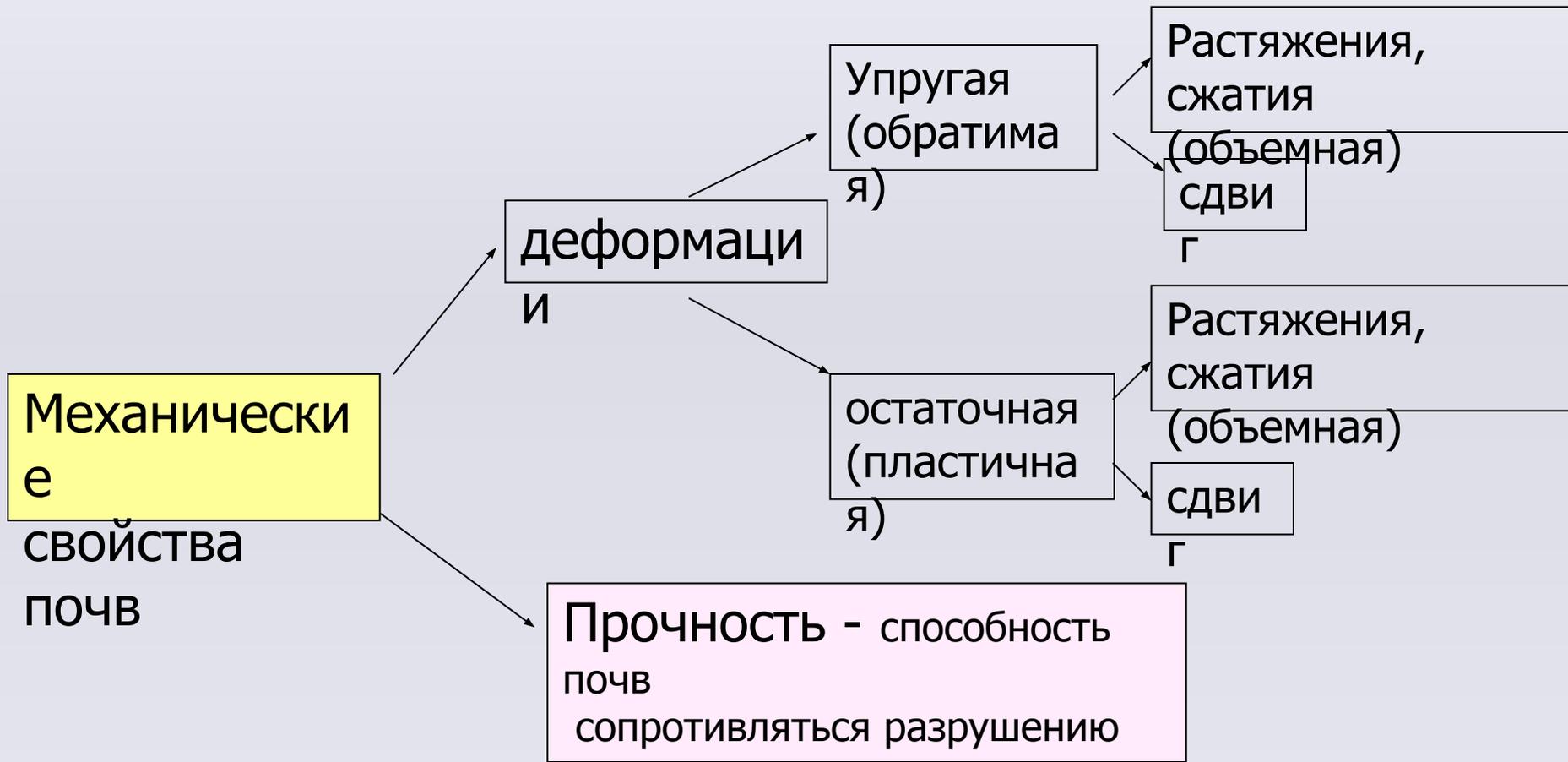
Для почвы в этом случае справедливы законы континуальной механики

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Механические свойства почв – способность сопротивляться

изменению формы и объема в результате силовых воздействий

Деформация – это относительное смещение точек системы, при котором не нарушается ее сплошность



Деформационные (реологические свойства)

- *Упругость* – свойство восстанавливать свою форму и объем после прекращения действия внешних сил.
- *Пластичность* – свойство необратимо деформироваться под действием внешней нагрузки.
- *Вязкость* (внутреннее трение) – характеризует сопротивление действию внешних сил при течении материальных тел

Основные параметры деформаций

$$e = \frac{V_{\text{ПОР}}}{V_{\text{ТВ.ФАЗЫ}}} \quad !$$

- коэффициент пористости
- осадка или уплотнение почв

$$\gamma = \frac{l_0 - l}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \qquad \frac{V_0 - V}{V_0} = \frac{\Delta V}{V_0}$$

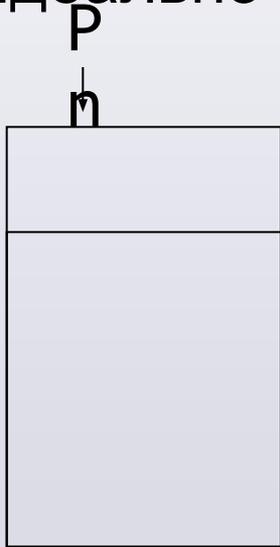
- Сдвиг (γ) и скорость сдвига (или скорость деформации)

$$\frac{d\gamma}{dt} = \dot{\gamma}$$

- Нормальная и тангенциальная нагрузки (величины давления: P_N и P_τ - Па, кг/см² и пр.)

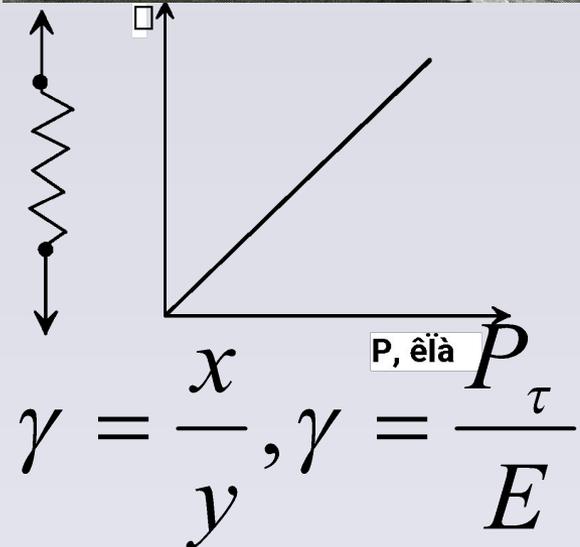
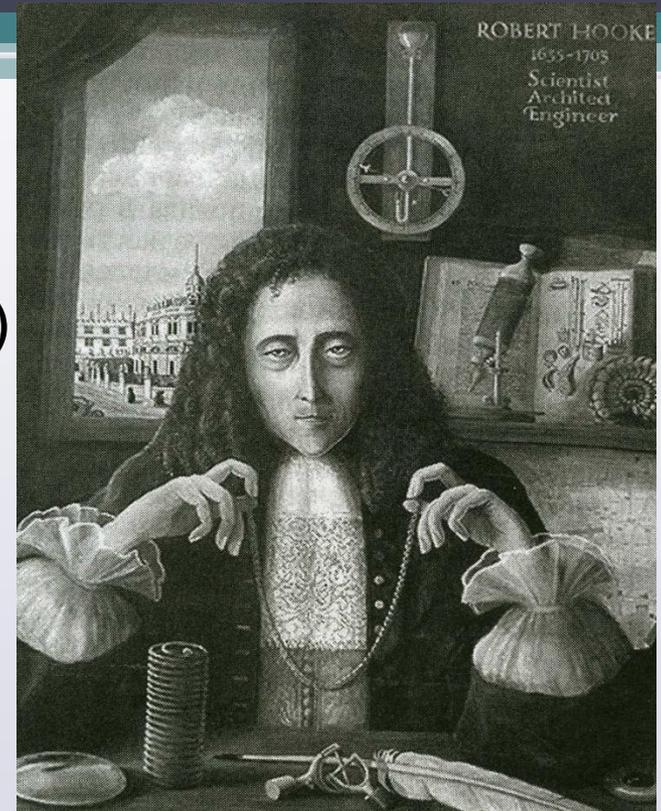
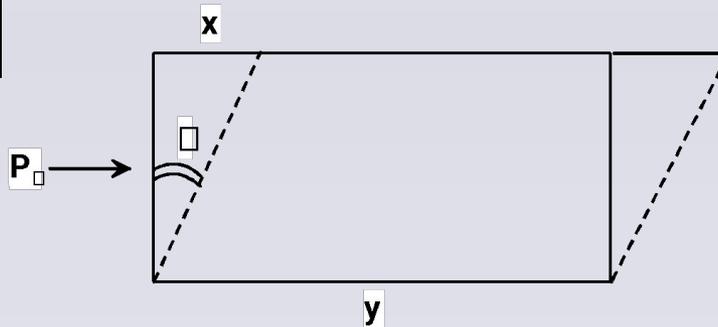
Идеальные законы реологии

Идеально упругое тело (закон Гука)



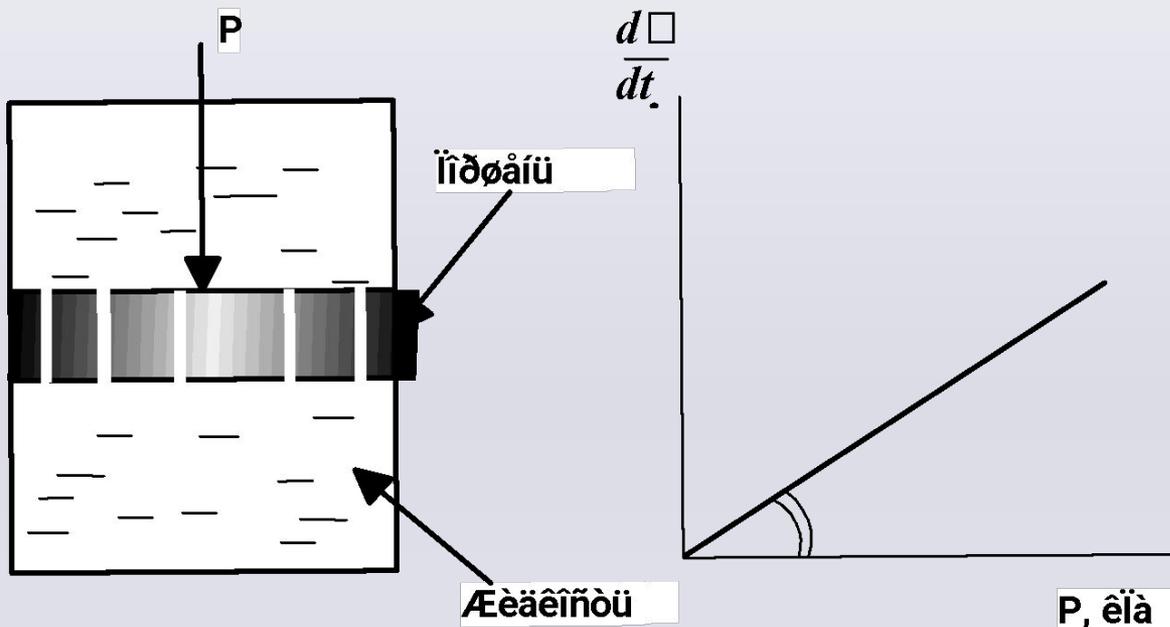
$$\gamma = \frac{x}{y}$$

$$\gamma = \frac{P_{\tau}}{E}$$



Идеальные законы реологии

Идеальное вязкое тело (закон Ньютона)



$$P = \eta \frac{d\gamma}{dt} = \eta \dot{\gamma}$$

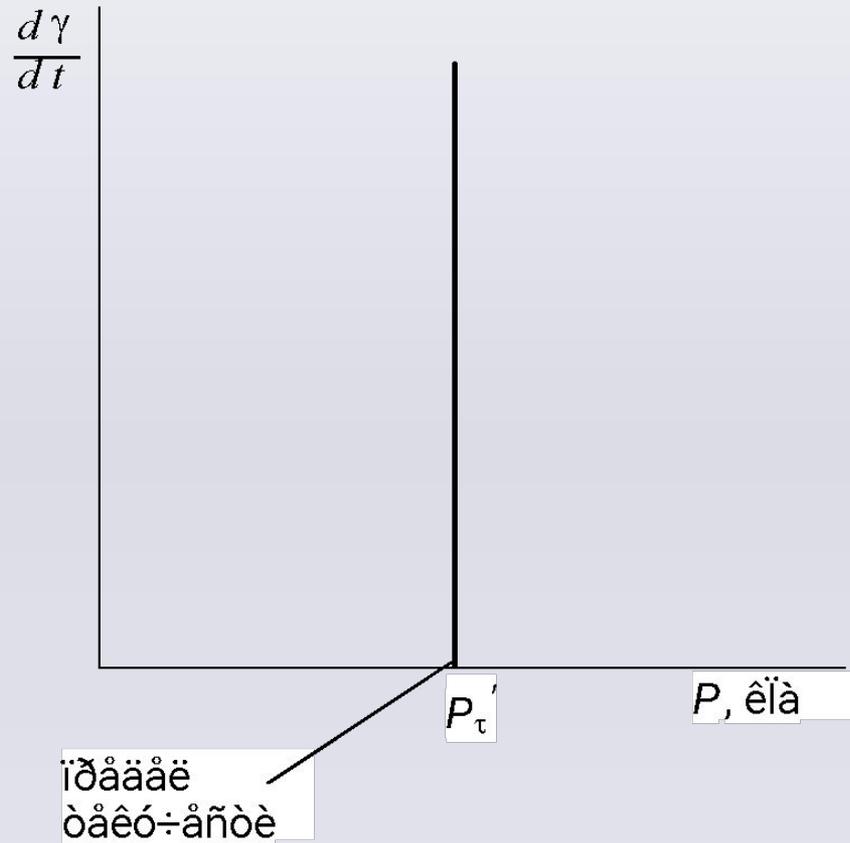
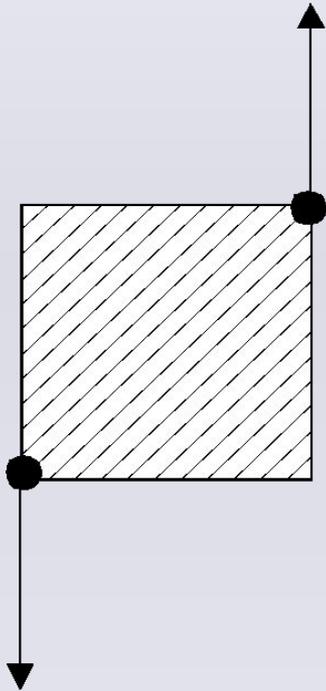
3-й закон реологии

Закон СенСимона- Кулона

- Идеально пластичное тело

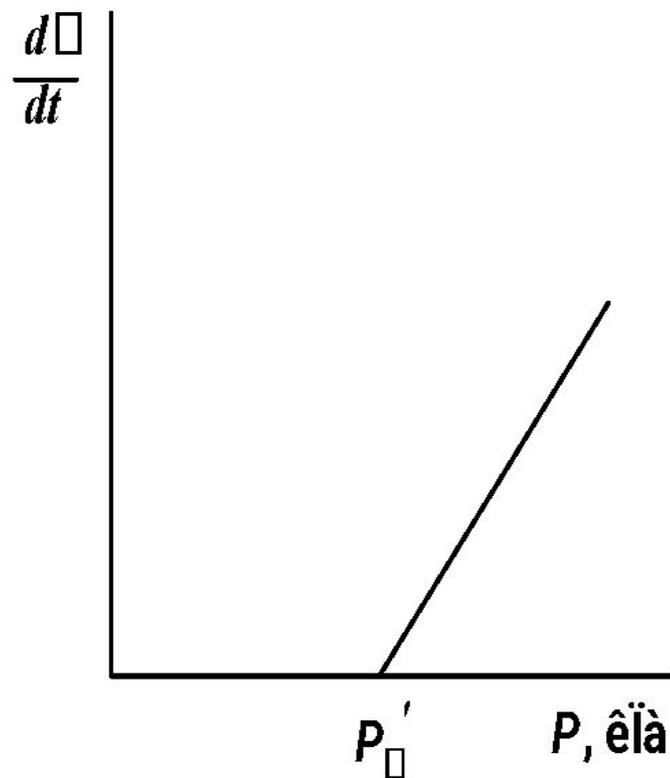
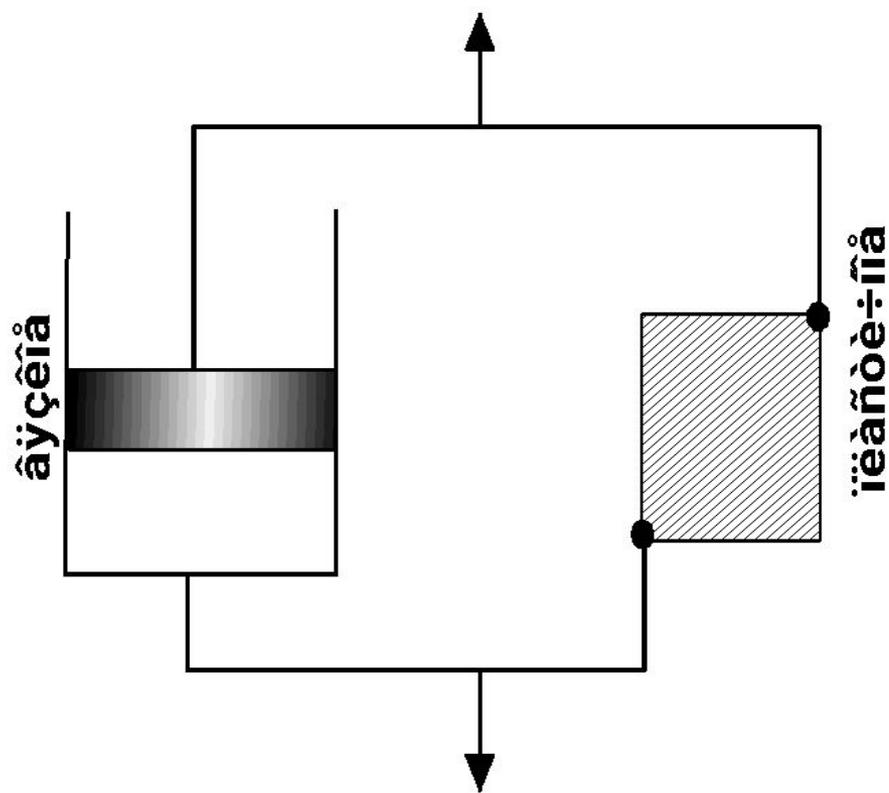
Идеально пластичное тело («сухое трение»)
Закон Сен Симона-Кулона

Идеальные законы реологии



Вязкопластичное тело

(модель Бингема-Шредера)



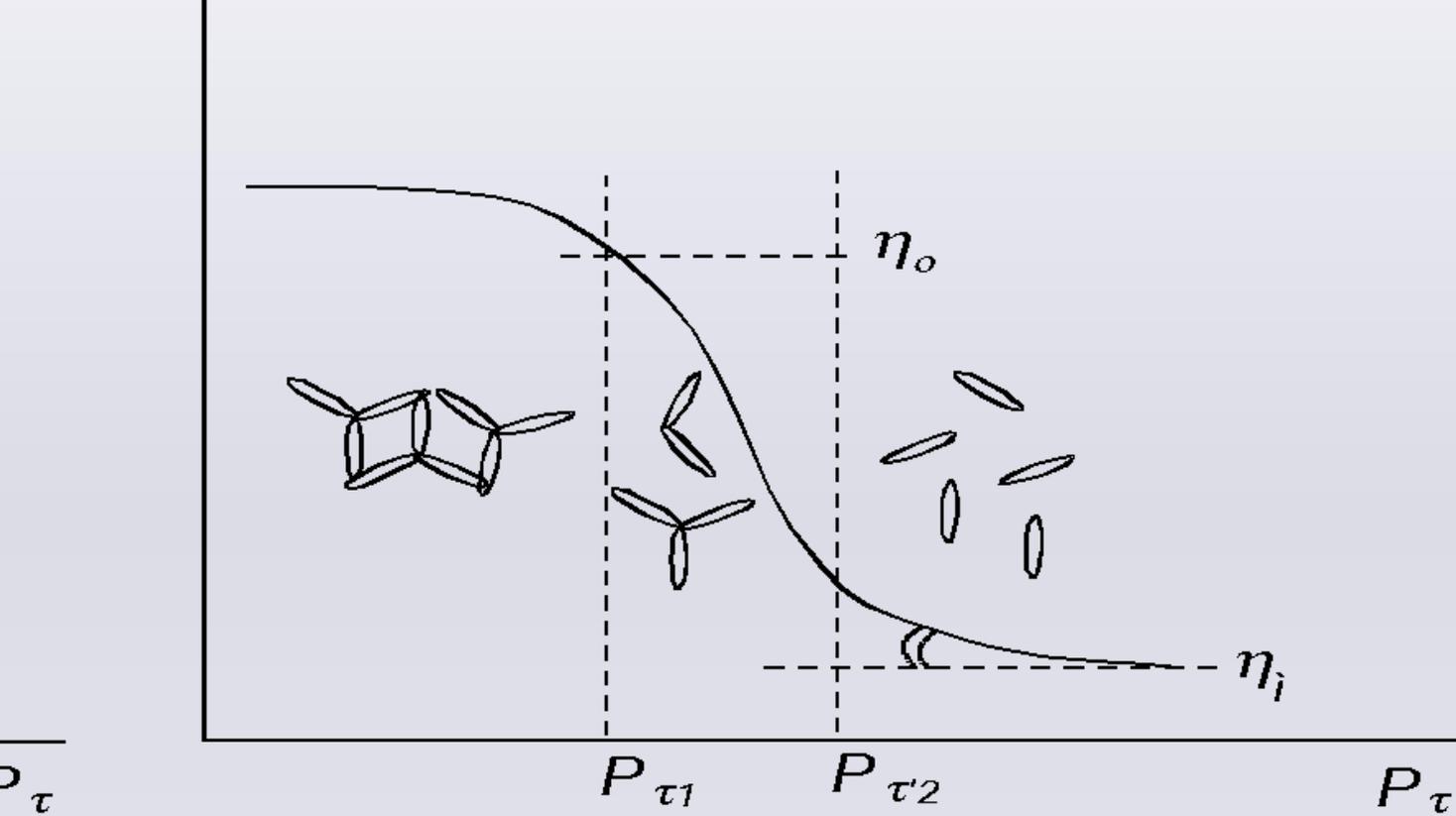
Предел
пластичности

(пределы Аттерберга:

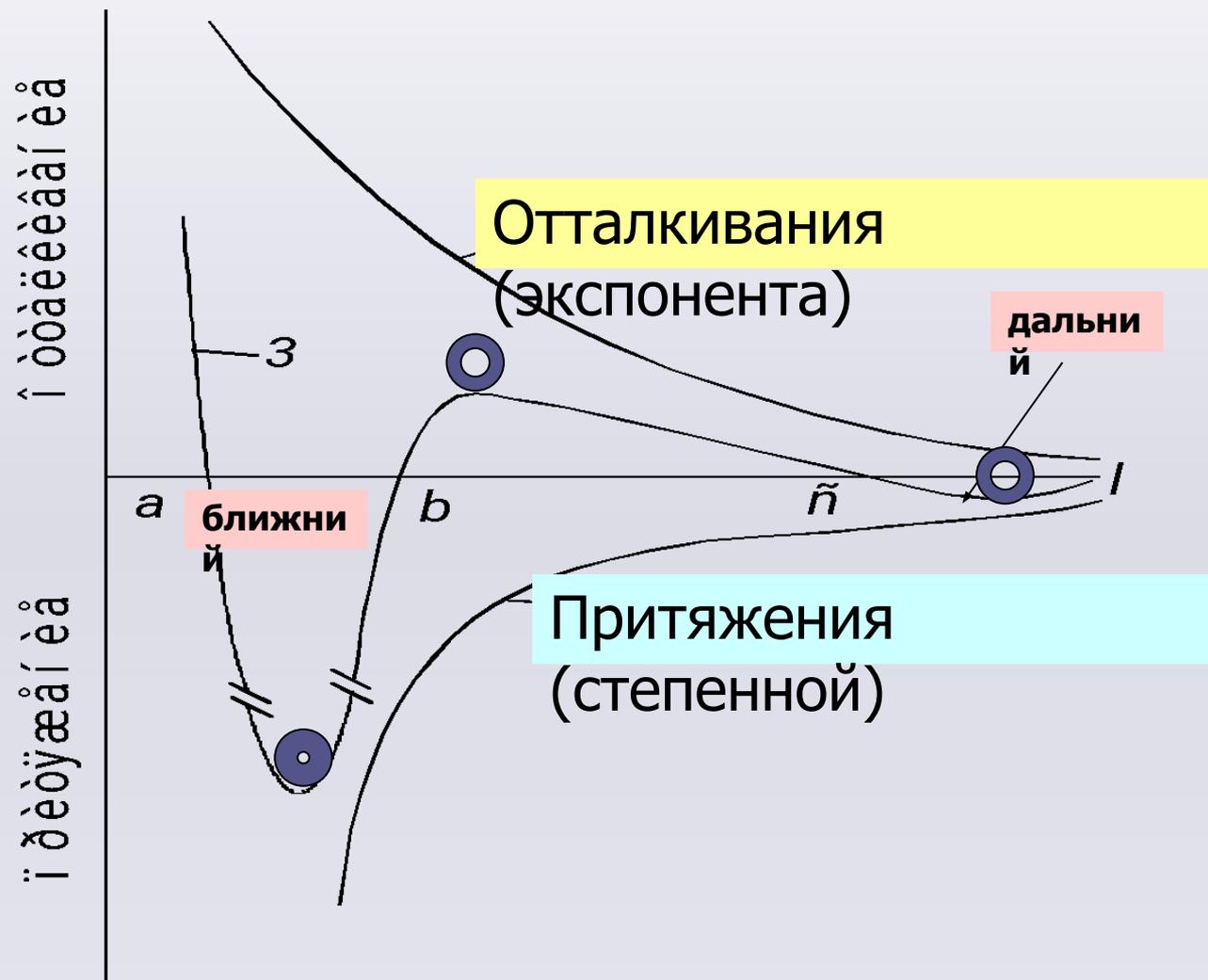
- **верхний предел пластичности (предел текучести)** – влажность почвы, когда образец течет при стандартной нагрузке. Определяется как влажность почвы, когда конус весом 76 г погружается в почву на 10 мм;
- **нижний предел пластичности** – почва может деформироваться без разломов. Соответствует влажности почвы, при которой образец можно раскатать в шнур диаметром 3 мм, который начинает распадаться на отдельные кусочки.

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ.

зависимости скорости деформации $\dot{\epsilon}$ и эффективной вязкости (η) (б)

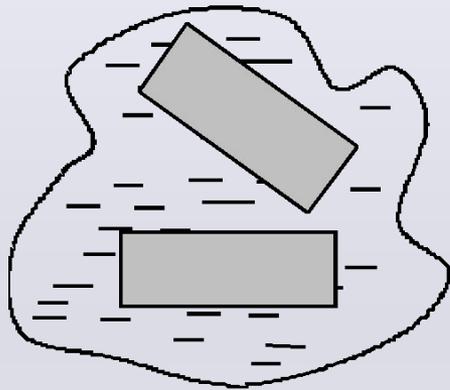


Образование дальнего и ближнего максимумов притяжения между частицами



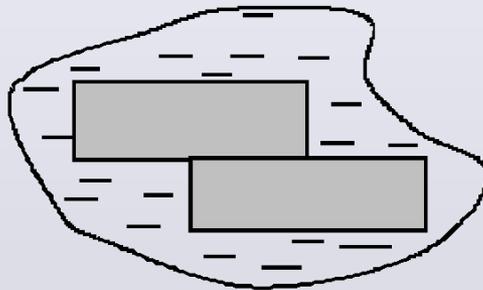
Типы межчастичных контактов

a)



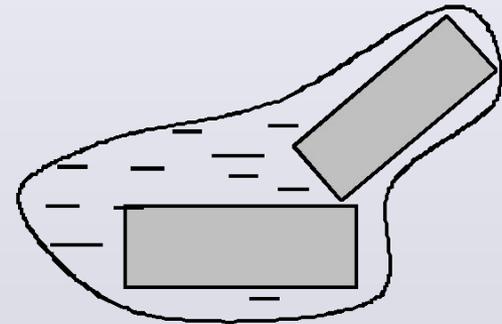
Коагуляционный

â)



Кристаллизационный

ã)

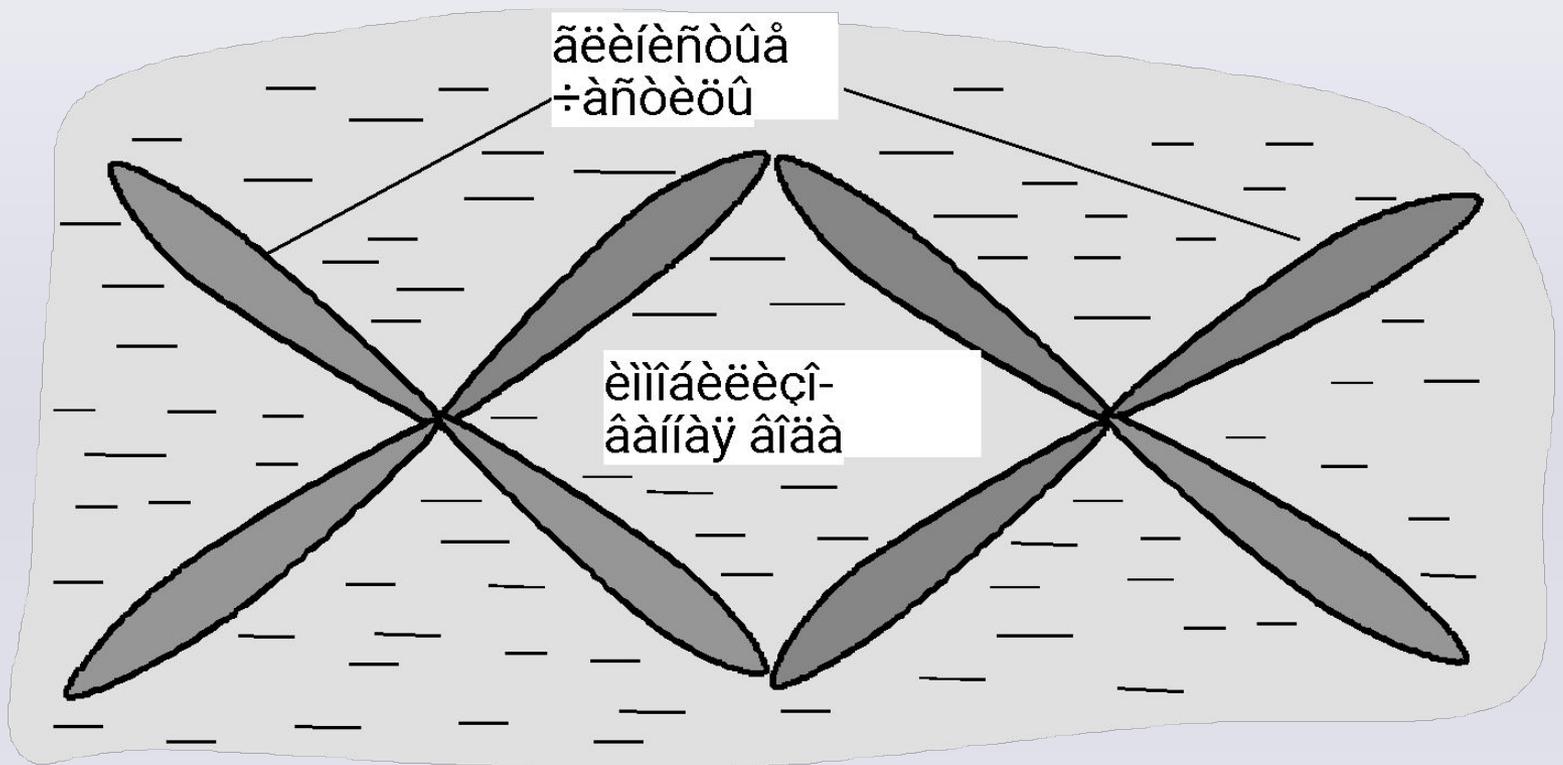


Смешанный

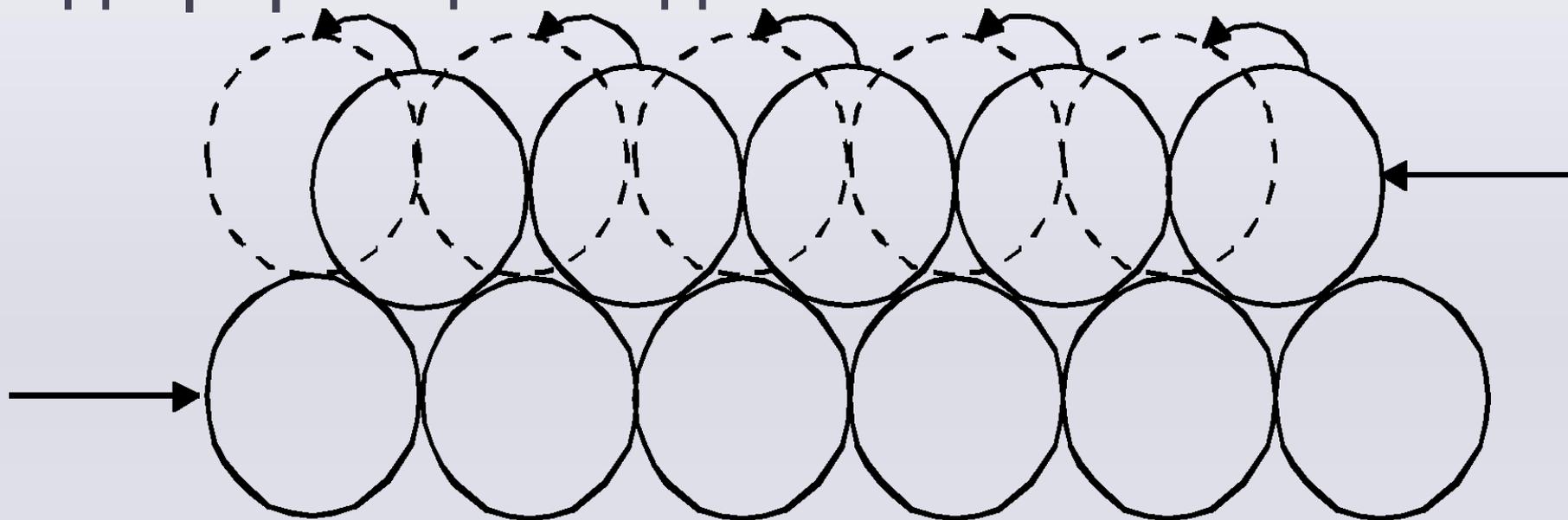
Для оценки реологического поведения почв важно:

- Энергетика связей: дальний или ближний максимум притяжения;
- Тип связей: коагуляционный, кристаллизационные, смешанные;
- Форма частиц

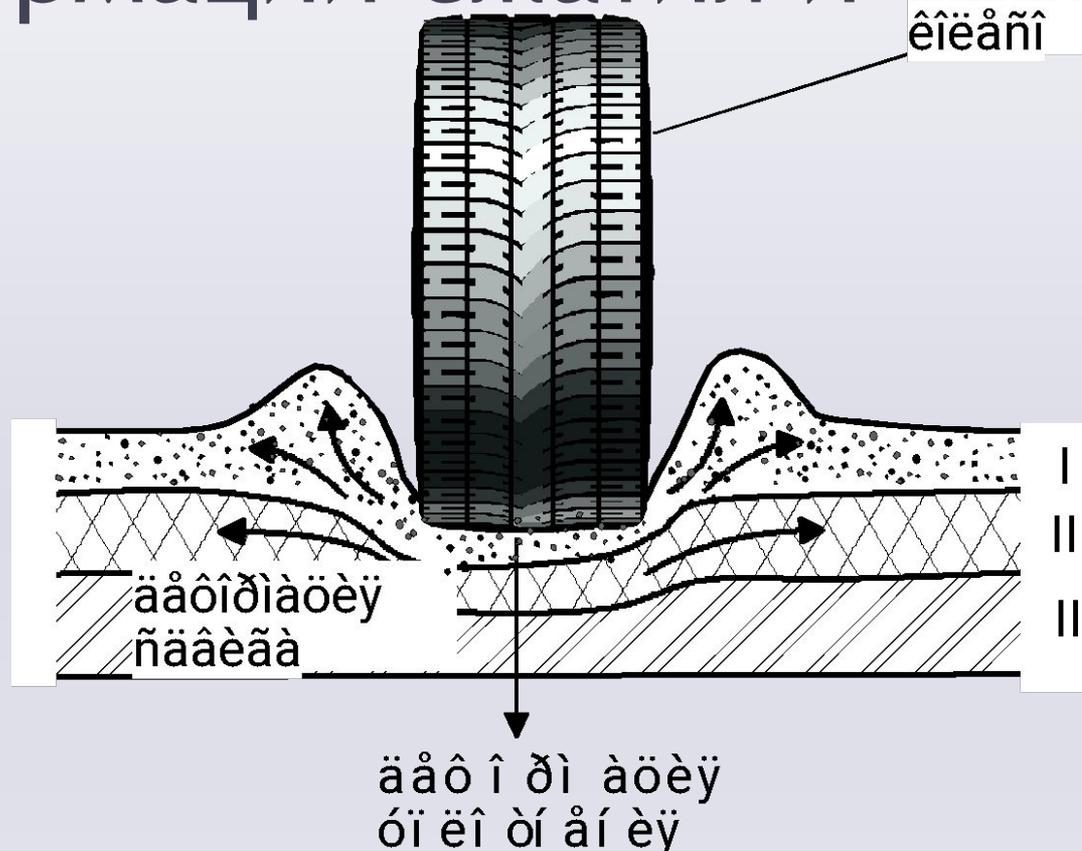
тонкодисперсных систем разжижаться под действием механического воздействия



Дилатансия - изменение плотности (прочности) дисперсного тела при деформациях сдвига



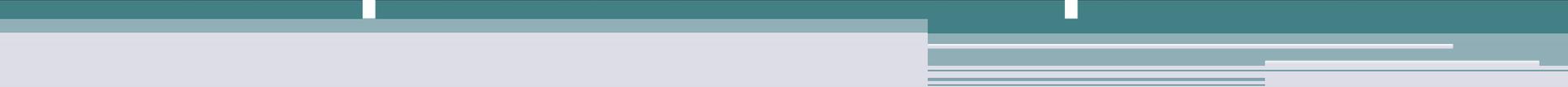
Деформации сжатия и сдвига



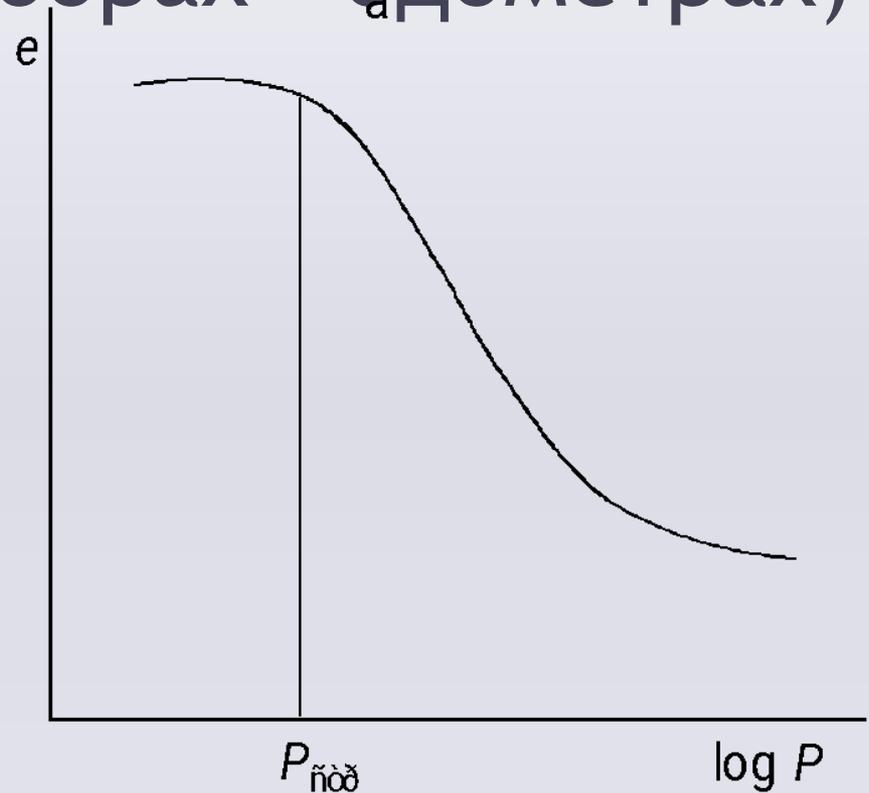
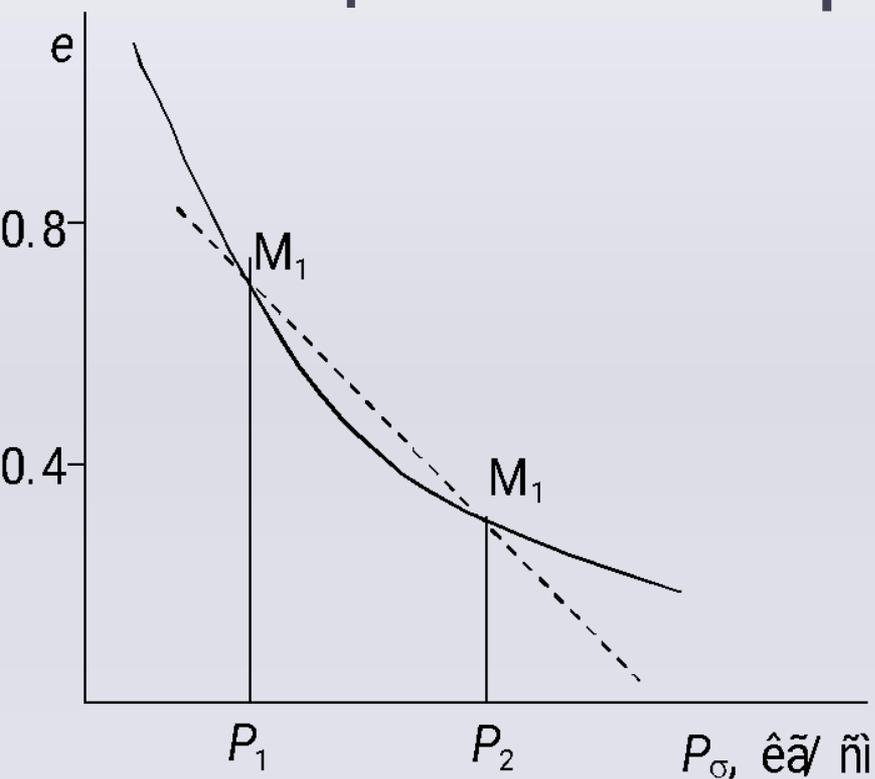
Деформации сжатия - уплотнение, консолидация, компрессия

- Процесс уменьшения порозности не насыщенных водой почв под влиянием эффективного давления за счет уменьшения воздухоносной порозности называется **уплотнением**.
- **Консолидация** – процесс уплотнения первоначально насыщенной почвы путем отбора (медленного «выжимания») воды при свободном ее оттоке. Определяется скоростью оттока воды.
- **Компрессия** – процесс уплотнения не насыщенной влагой воды, при котором происходит изменение порового пространства почв как за счет уменьшения объема воздухоносных пор, так и за счет оттока влаги из порового пространства. Компрессия почвы включает процессы уплотнения и консолидации

Компрессионные кривые



Зависимость коэффициента пористости почвы от нормальной нагрузки - «компрессионная кривая» (получается на специальных приборах - одометрах)

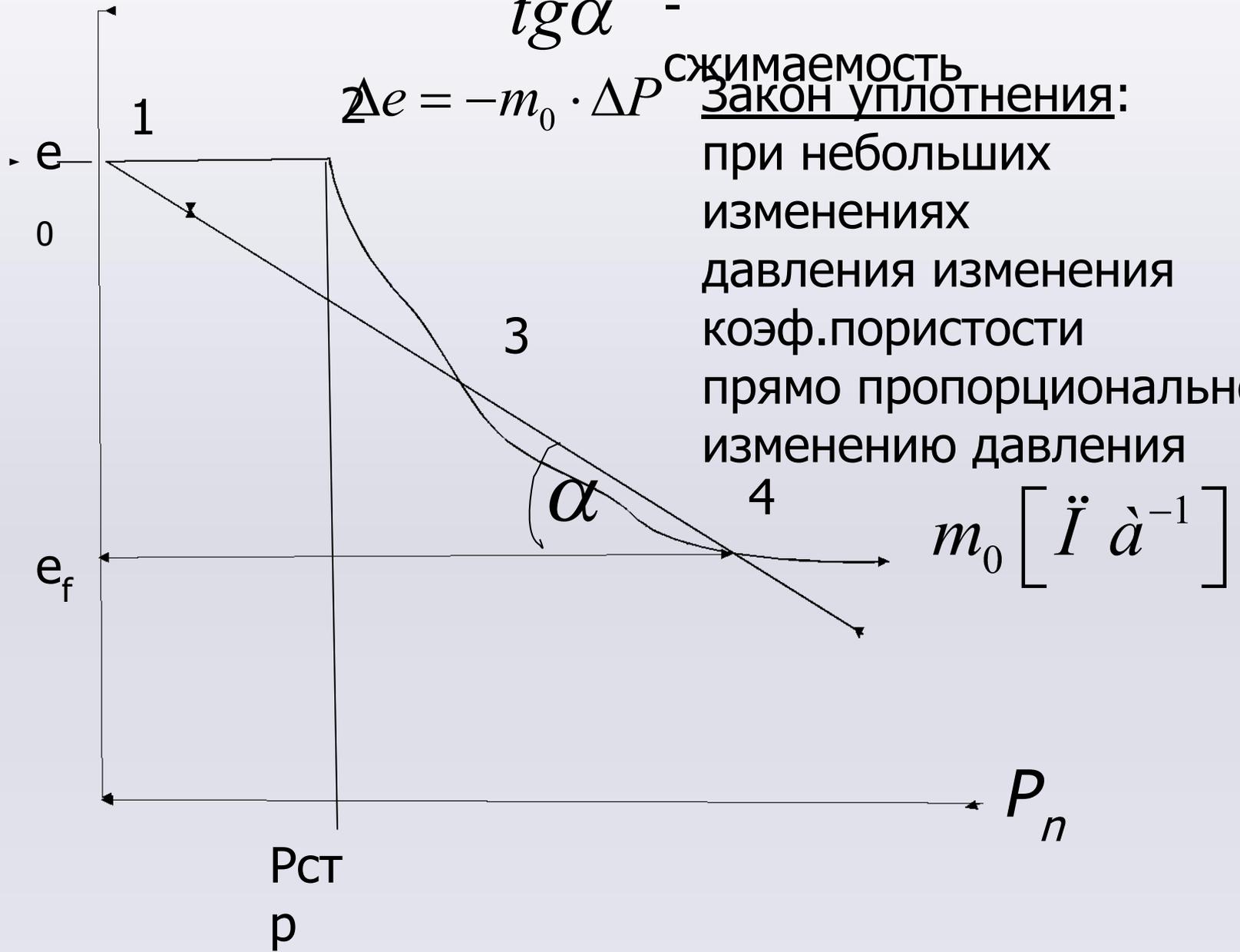


$$e = A - m_0 \cdot P = A - \operatorname{tg} \alpha \cdot P$$

$\operatorname{tg} \alpha$ -

$\Delta e = -m_0 \cdot \Delta P$ сжимаемость
Закон уплотнения:

при небольших
 изменениях
 давления изменения
 коэф.пористости
 прямо пропорционально
 изменению давления



Важнейшие формулы

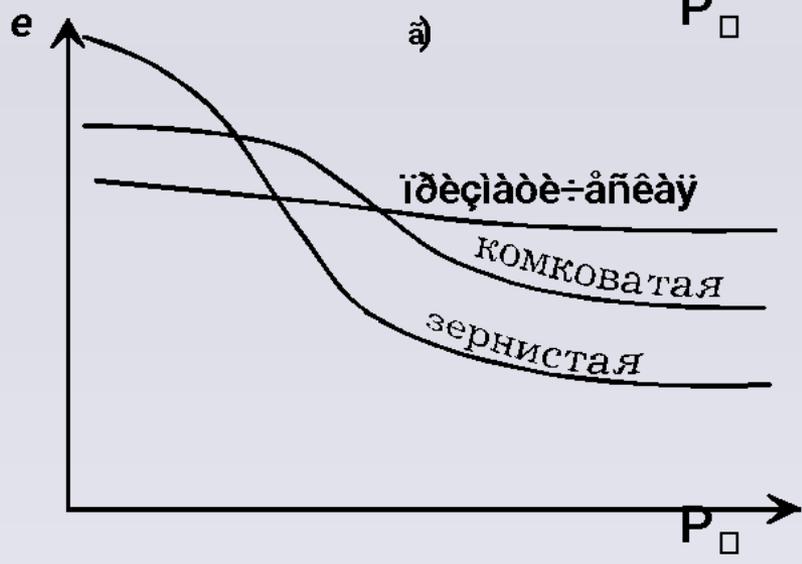
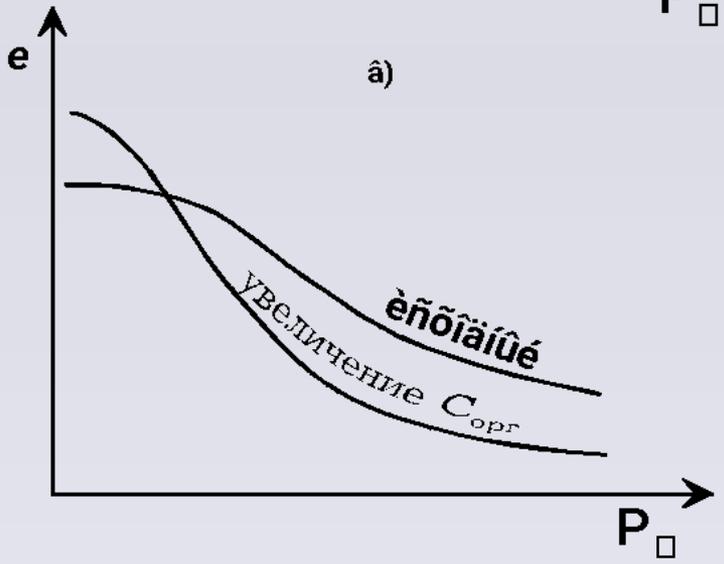
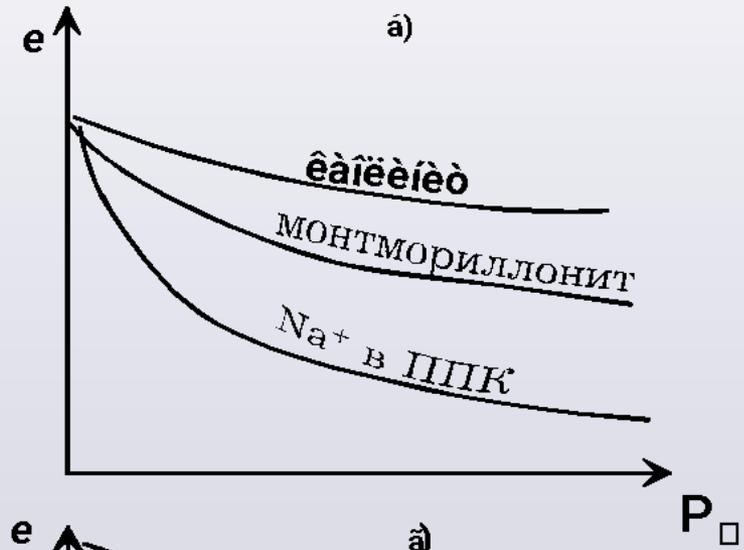
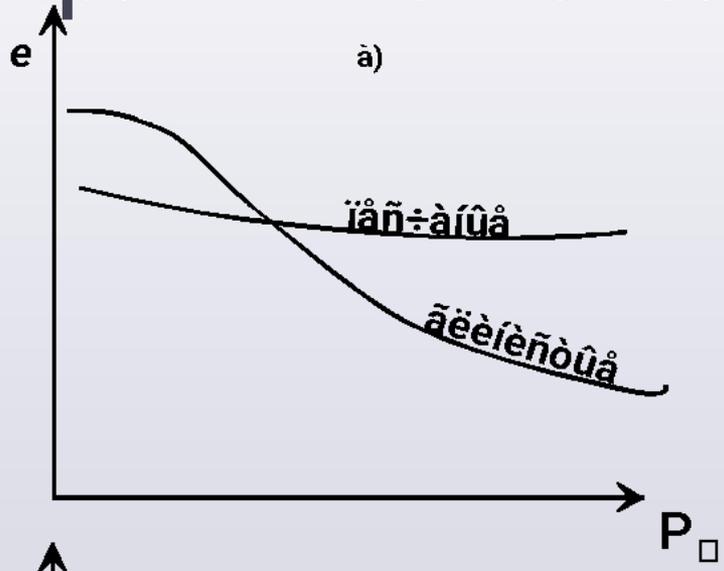
$$\Delta e = -m_0 \cdot \Delta P_n \quad \begin{array}{l} \text{-Закон} \\ \text{уплотнения} \end{array}$$

Заменяем Δe на γ и получаем запись $\gamma = \frac{P_n}{E}$

$$m_v = \frac{m_0}{1 + e} \quad \begin{array}{l} \text{- относительная} \\ \text{сжимаемость} \end{array}$$

E – модуль деформации или модуль Юнга

Зависимость компрессионных кривых от свойств почв



Компрессионные кривые
характеризуются:

- *Нелинейностью*
- *Структурной прочностью*
- *Гистерезисом*
- *Остаточной деформацией*

Просадки - уменьшение порозности почвы под действием нормальных напряжений и ряда сопровождающих причин

- **ПРОСАДКА (ГРУНТА)** – постепенное опускание поверхности земли на некотором участке территории вследствие уменьшения объема находящегося в напряженном состоянии грунта при оттаивании мерзлого грунта, вымывания воднорастворимых солей (химическая суффозная просадка в засоленных глинах, следепросадочная деформация в лессовых грунтах), сейсмических колебаниях и воздействии вибрации (сейсмическая вибрационная просадка). Может быть результатом откачки подземных вод для технических и бытовых нужд или добычи нефти и газа. Просадки возможны также при добыче твердых полезных ископаемых шахтным способом. П.г. нередки в пределах городских территорий

Причины провалов грунта

На примере отдельно взятого строительства видно, как в результате ряда факторов вода проникает в существующие под землей пустоты, и, размывая грунт, формирует новые

1 Колодец, в который из строительного котлована перекачивается поступающая вода. В результате деформации самого колодца вода поступает обратно, в формирующуюся полость провала

2 Откачка в строительный котлован воды из закатлованной (подуличной и, возможно, поддомовой полости) воды

3 Утечка вод из лопнувших водопроводов и прочих коммуникаций в зоне формирующегося провала

4 Опасный отток воды образует полость и тем самым ускоряет обрушение перегруженной асфальтом и транспортным потоком территории на значительной площади

5 Полость под еще не провалившейся частью улицы (либо - рядом с краем домовая стены, крытым пешеходным переходом) рядом с краем котлована вдоль его слабоукрепленной стены в грунте

6 Отдельные пустоты, еще не включенные в общий процесс формирования провала

7 Грунтовые водонесущие слои и новоформирующиеся геологические каналы

9 Оседание стены здания и субвертикальные разрывные трещины, намекающие на подземный процесс под объектом

10 Истончение потолка возможной полости и прогиб в нее деформированной плиты фундамента

11 Возможная полость процесса провалообразования

12 Водосточно-дренажные коллекторы, в том числе подземные реки, взятые в бетонные тубинги или кирпич. Здесь происходят нарушения за счет общей усадки грунтовой толщи

13 Трубы напорного питьевого водопровода на главных магистралях и вводы-врезки в домовую водопровод, канализационные коллекторы со сборщиками из подвальных стояков

14 Трубы в грунте, вертикально формирующие укрепления стенок котлована

15 Объем котлована и его дно с фундаментом будущего здания



ТЕСТ 1 (отвечаем на все вопросы
любым способом: указать
правильный ответ, написать
расширенный ответ, написать
фразу, согласие и пр.)

1. В томографии применяются лучи (а) рентгеновские; (б) лазерные; (в) световые г) ньютонские.

2. Какие лучи получают, используя

- катод и анод ?

- анод и антикатод

- катод и антикатод

- анод и антианод

Что это такое «анти-«?

3. В чем законе вводится понятие «вязкости»

- Ньютона

- Гука

-Сен Симона

-Кулона

4. Какой деформацией обладает алмаз

А вязкой

Б пластичной

В – упругой

Г – пластично-упругой

5. Чем отличаются элементарные почвенные частицы, состоящие из

А – органического вещества

Б – минералов

С – химических соединений

Д – органо-минеральные

6. Чем отличается просадка от суффозии?

7. Чем отличаются консолидация от компрессии, а компрессия от уплотнения?

8. Если мы будем определять гранулометрический состав не в воде, а в керосине, как изменится метод пипетки? А метод дифрактометра? А если в спирте, - какие изменения?

9. Как соотносятся «порозность» и «коэффициент пористости»? Выведите формулу их соотношения.

10. Ваше мнение, - возможен ли дифрактометр со световыми лучами? В чем трудность создания такого дифрактометра?

11. В каком диапазоне частиц ареометр дает наибольшие абсолютные ошибки:

А – при определении физического песка

Б – при определении пыли

В – при определении физической глины

Г – физически обосновать ответ

12. Перед Вами томография почвенного агрегата (чернозем типичный). Что в агрегате «черное», «светлые пятна», «серые пятна» - какие вещества, соединения?



Томограмма
почвенного агрегата
(чернозем типичный).

Вами томография
почвенного агрегата
(чернозем типичный).

Томограмма
почвенного агрегата
(чернозем типичный)

