

Казахская головная архитектурно-  
строительная академия  
Факультет общего строительства  
Дисциплина «Геотехника II»

---

Лекция 2, 3

«Основные закономерности  
механики грунтов.

Сжимаемость грунтов»

Академ проф, докт.техн.наук  
Хомяков Виталий Анатольевич

2018 г.

# Основная литература

---

1. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М.: Издательство АСВ, 1983. – 288 с.
2. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Карлов В.Д. и др. Механика грунтов. Ч.1. Основы геотехники в строительстве. – М.: АСВ, 2000. – 204 с.
3. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Карлов В.Д. и др. Основания и фундаменты. Ч.2. Основы геотехники. – М.: АСВ, 2002. – 392 с.
4. Ухов С.Б., Семёнов В.В., Знаменский В.В. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 2002. – 566 с.

# Дополнительная литература

---

1. Берлинов М.В. Основания и фундаменты. – М.: Высшая школа, 1999. – 319 с.
2. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Голли А.В. и др. Проектирование фундаментов зданий и подземных сооружений. – М.: АСВ, 2001. – 440 с.
3. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов. – М.: Стройиздат, 1990. – 415 с.
4. Шутенко Л.Н., Гильман А.Д., Лупан Ю.Т. Основания и фундаменты. – Киев: Высшая школа, 1989. – 328 с.
5. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика./Под ред. Е.А.Сорочана, Ю.Г.Трофименкова. - М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.
6. Берлинов М.В., Ягупов Б.А. Примеры расчета оснований и фундаментов. М.: Стройиздат, 1986. – 173 с.

# Справочно-нормативные учебно-методические материалы

---

- ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. М.: МНТКС, 1995
- СНиП РК 5.01.01- 2002 Основания зданий и сооружений:– Астана, 2002. – 83 с.
- СНиП РК 5.01.03-2002. Свайные фундаменты : -Астана, 2002.
- Межгосударственный свод правил по проектированию и строительству: Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений: МСП 5.01-102-2002. – Астана, 2005. – 106 с.
- СНиП 1.02.07-87. Инженерные изыскания для строительства. М.: Стройиздат, 1988
- СНиП 2.01.15-88. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения проектирования.М.: Стройиздат, 1989
- СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М.: Стройиздат, 1988.

# Основные закономерности механики грунтов

---

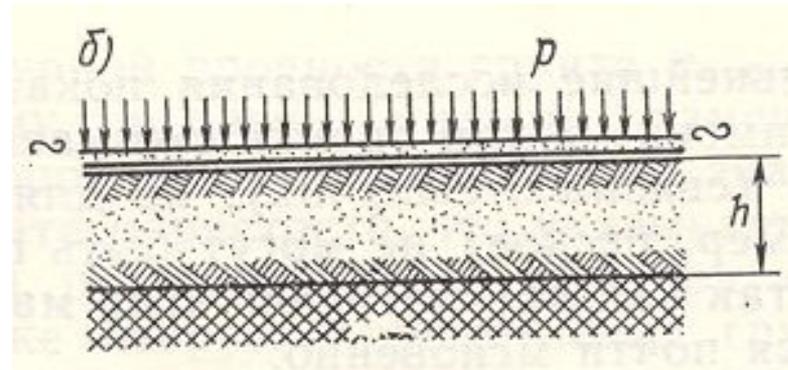
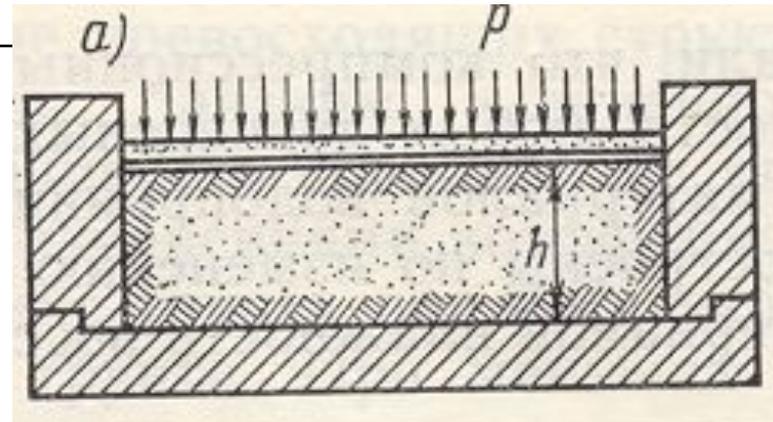
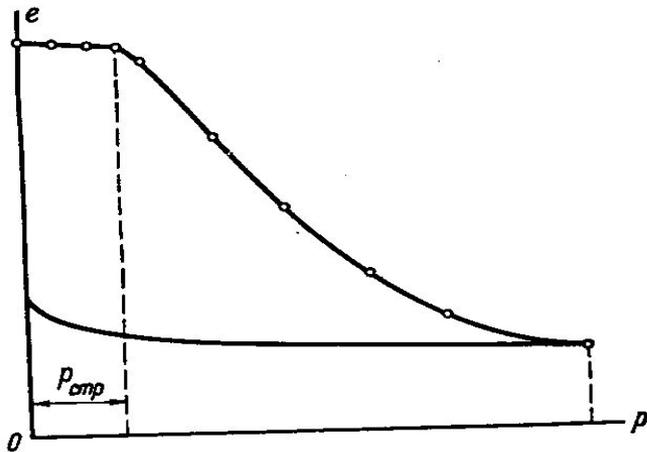
- **Сжимаемость** — обусловлена изменением пористости, а следовательно и объема. Происходит переупаковка частиц
- **Водопроницаемость** — свойство пористых тел, является для грунтов переменной величиной, изменяющейся в процессе уплотнения под нагрузкой.
- **Контактная сопротивляемость сдвигу** — обусловлена лишь внутренним трением в сыпучих грунтах и трением со сцеплением в связных.
- **Деформируемость** — зависит от податливости и сопротивляемости структурных связей грунтов, от деформируемости отдельных компонентов образующих грунты.

# Основные закономерности механики грунтов

| Особые свойства грунтов            | Закономерность                   | Показатели                          | Практические приложения   |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Сжимаемость                        | Закон уплотнения                 | Коэффициент сжимаемости             | Расчет осадок фундаментов   |
| Водопроницаемость                  | Закон ламинарной фильтрации      | Коэффициент фильтрации              | Прогноз скорости осадок водонасыщенных грунтовых оснований          |
| Контактная сопротивляемость сдвигу | Условие прочности                | Угол внутреннего трения и сцепление | Расчеты предельной прочности, устойчивости и давления на ограждения |
| Структурно-фазовая деформируемость | Принцип линейной деформируемости | Модули деформируемости              | Определение напряжений и деформаций грунтов                         |

# Сжимаемость грунтов

- Различают:
  - **уплотняемость** (при кратковременном действии динамических нагрузок)
  - **уплотнение** (при действии сплошной постоянной нагрузки-компрессия)



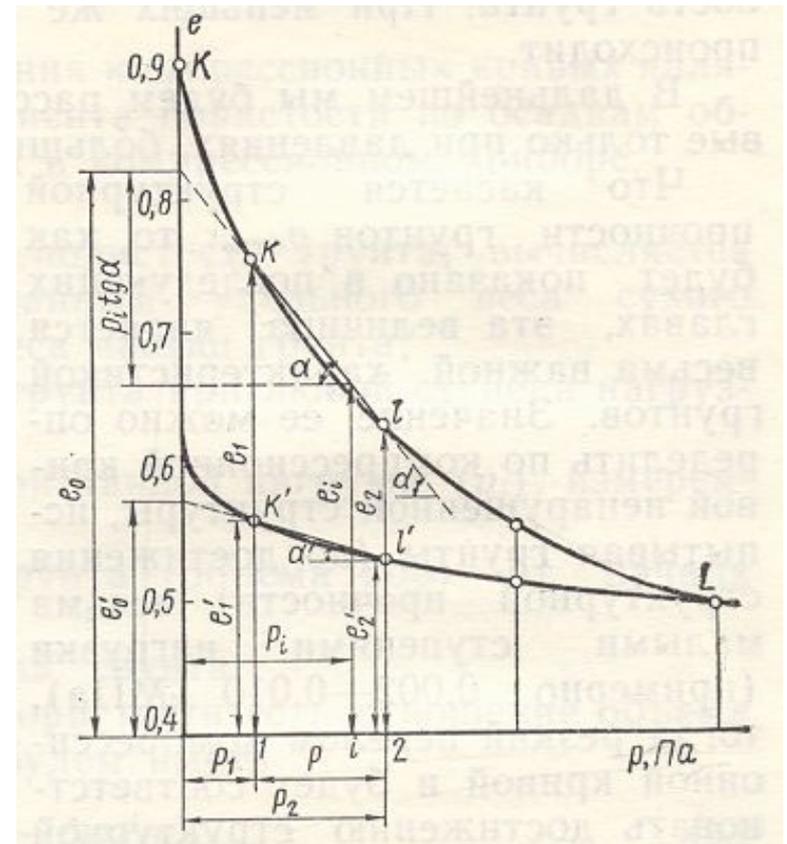


# Закон уплотнения

(сформулировал Н.А.Цытович, 1934г.)

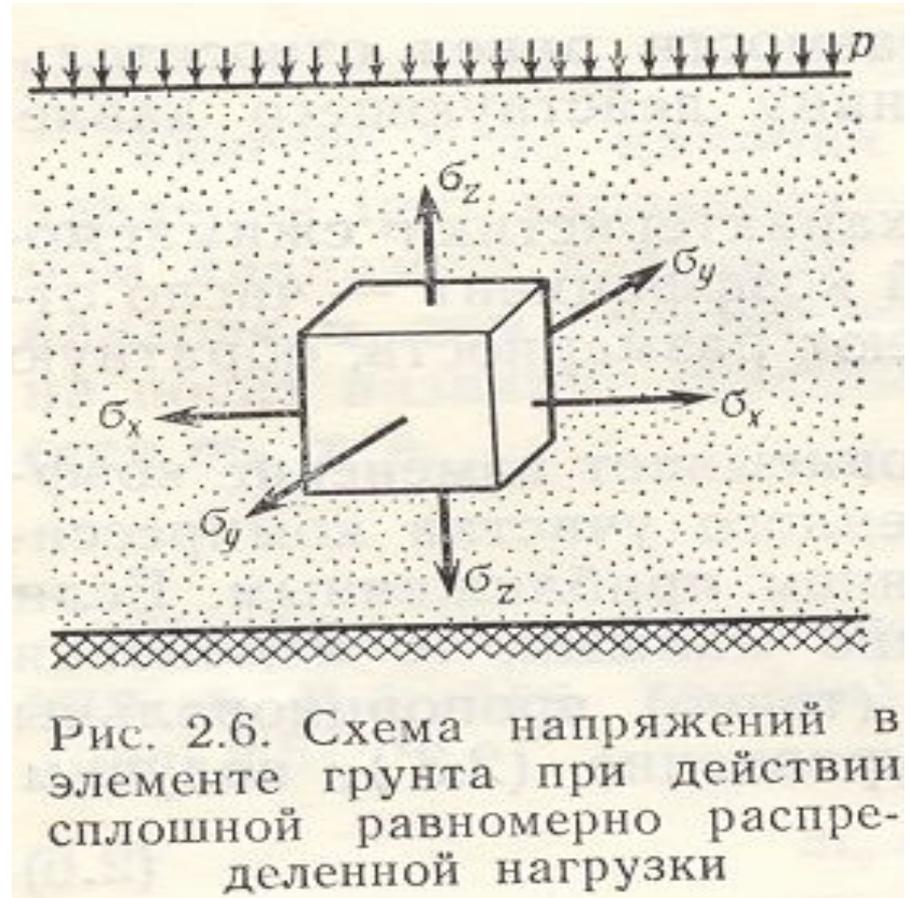
- Бесконечно малое изменение относительного объема пор грунта прямо пропорционально бесконечно малому изменению давления:

- $de = -m_0 dP$



# Общий случай компрессионной зависимости

- Характеризуется:
  - $\sigma_x = \sigma_y$
  - $\sigma_z = p$
  - $\varepsilon_x = 0$
- $\Theta = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = p(1 + 2\xi_0)$
- Изменение коэффициента пористости (или влажности) грунтовой массы в данной точке может произойти лишь при суммы главных напряжений в этой же точке.



# Коэффициент бокового давления

---

- Коэффициент бокового давления ( $\xi$ ) – есть отношение приращения горизонтального давления грунта  $dq$  к приращению действующего вертикального давления
- $\xi = dq/dp$
- Для песчаных грунтов:  
 $\xi = 0,25 - 0,37$ ;
- Для глинистых грунтов:  
 $\xi = 0,11 - 0,82$ ;

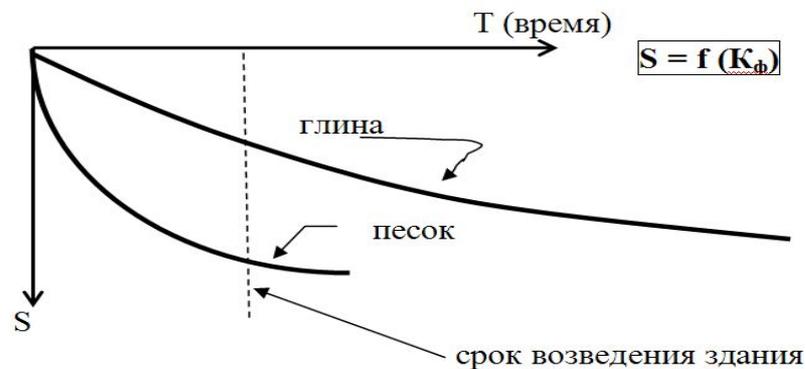
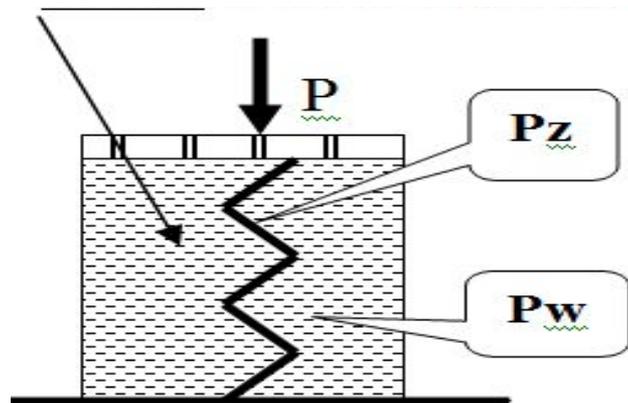
# Давление в грунтах

---

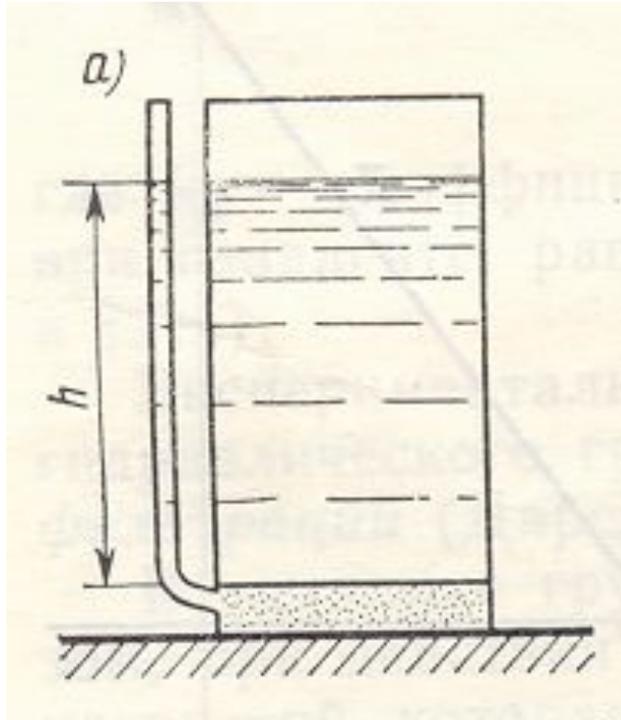
- $P_z$  – **эффективные** - давления в скелете грунта, уплотняют и упрочняют грунт, передаются только через точки и площадки контактов твердых частиц.
- $P_w$  – **нейтральные** – не уплотняют и не упрочняют грунт, а создают лишь напор в воде, вызывающий ее фильтрацию.
- В полностью водонасыщенной грунтовой массе имеет место соотношение  $P = P_z + P_w$  или  $\sigma = \bar{e} + u$ ;
- Эффективное давление  $\bar{e}$  в любой точке водонасыщенного грунта равно разности между полным  $\sigma$  и нейтральным  $u$  напряжениями

# Давление в грунтах

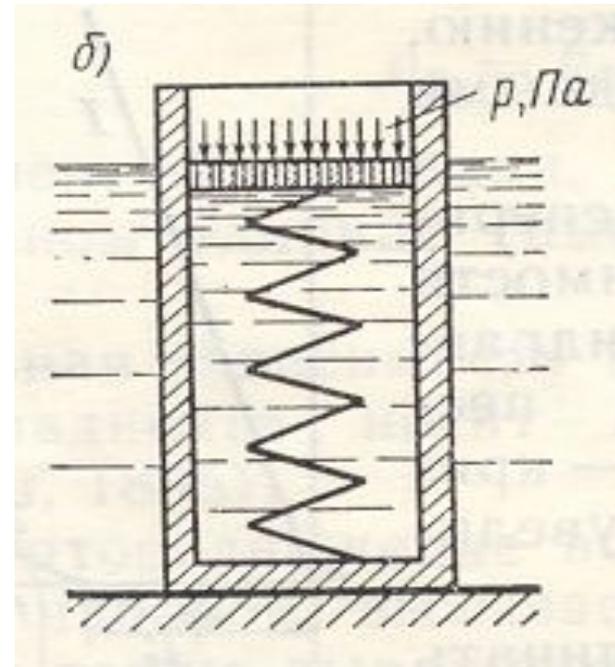
- В любой момент времени в полностью водонасыщенной грунтовой массе имеет место соотношение:  $P = P_z + P_w$ , где  $P$  – полное давление
- При  $t = 0$   $P = P_w$
- При  $t = t_1$   $P = P_w + P_z$
- При  $t = P = P_z$  – это теоретически, практически для того чтобы  $P_w = 0$ , требуется длительный период времени. времени в полностью
- Осадка может происходить и при  $P = P_z$  за счет явлений ползучести скелета.



# Схемы, поясняющие две системы давлений в водонасыщенных грунтах



- а) Схема передачи давления на скелет грунта

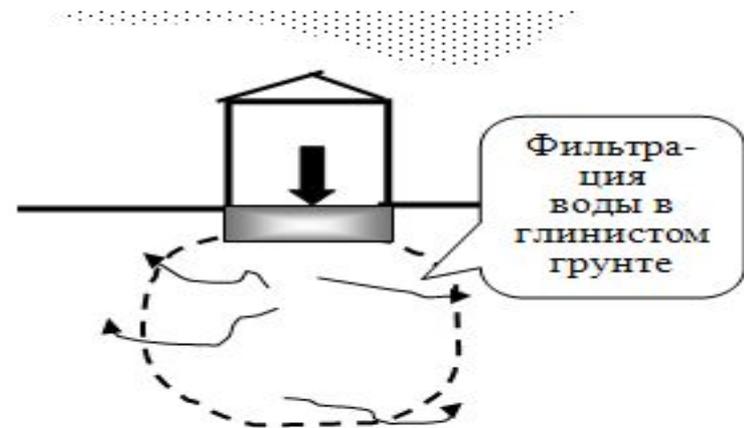


- б) Модель сжатия грунтовой массы
- ( нагрузка вначале вся передается на воду, затем по мере сжатия на скелет грунта)

# Водопроницаемость грунтов

- В строительстве фильтрационные свойства грунта связаны:
- – с инженерными задачами (фильтрация берегов в результате строительства плотин).
- – с вопросами временного понижения у.г.в. для осушения котлованов
- По закону Дарси:
- $$\theta = t \cdot F \cdot K_{\phi} \cdot I$$
- $\theta$  – кол-во воды
- $t$  – время  $I =$
- $F$  – площадь
- $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации
- $I$  – гидравлический градиент

- **Фильтрационные характеристики грунтов используются при:**
- Расчете дренажа
- Определении дебита источника подземного водоснабжения
- Расчёте осадок сооружений (оснований) во времени
- Искусственном понижении у.г.в.
- Расчете шпунтового ограждения при откопке котлованов, траншей



При  $I > I_n$  возникает фильтрация, развиваются осадки.

При  $I < I_n$  фильтрации нет,

**нет и осадки!**