

**Государственный университет морского и речного
флота имени адмирала С.О. Макарова**

**КАФЕДРА ПОРТОВ, СТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА, ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ**

ЛЕКЦИЯ № 3

**Физико-механические свойства грунтов
основания**

по дисциплине: **«Механика грунтов»**

Специальность 270104.65 «Гидротехническое строительство»

Санкт-Петербург
2013

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1. Характеристики физического состояния грунтов.**
- 2. Компрессионные свойства грунтов.**
- 3. Прочностные свойства грунтов.**

Литература

Основная:

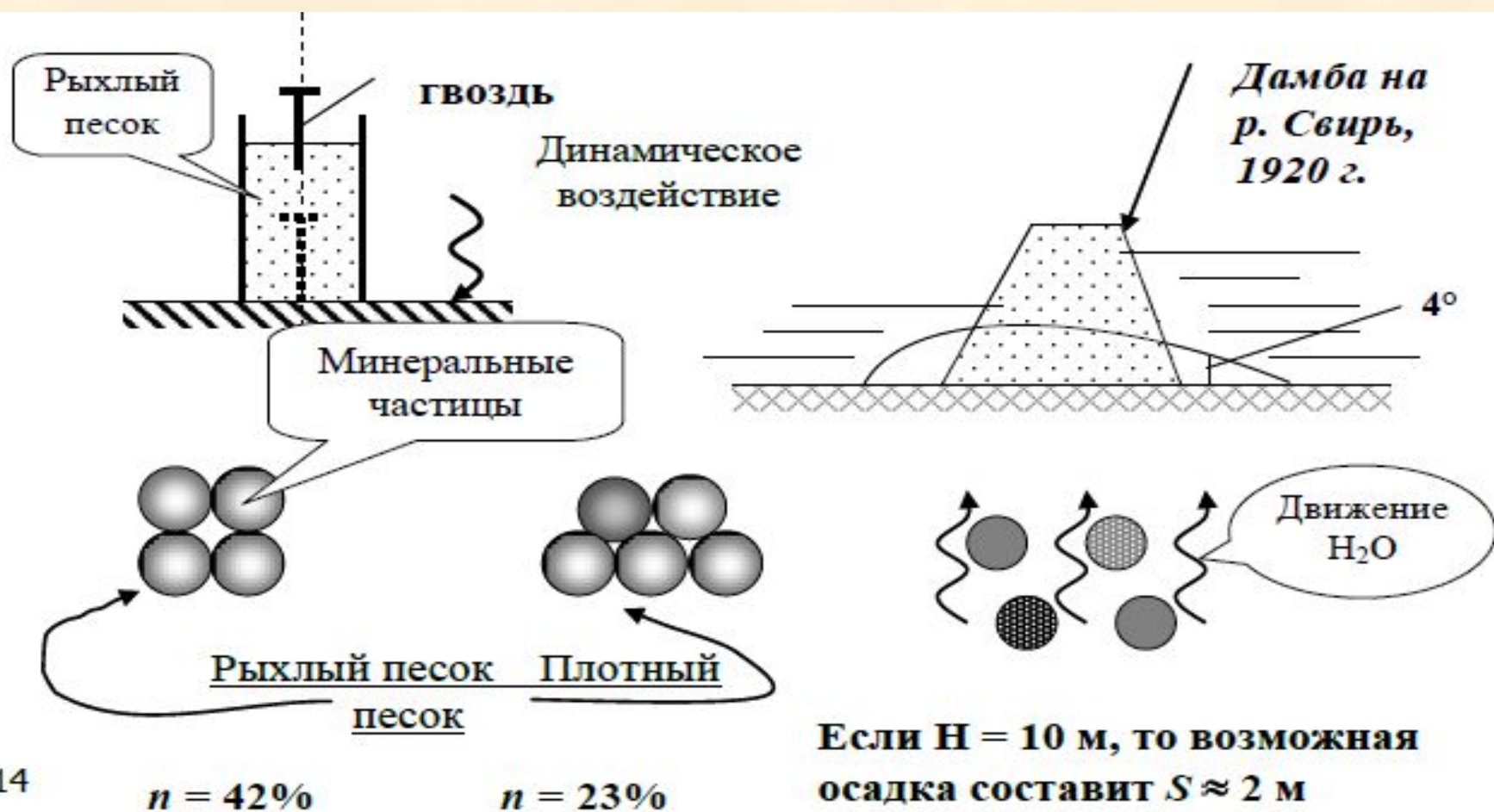
1. Кириллов В.М. Механика грунтов. Учебное пособие. СПб.: СПГУВК.2006.
2. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Карлов В.Д. и др. Механика грунтов. Часть 1, Основы геотехники. М.,СПб.:изд.АСВ,2000.-201с.
3. Шишлов С.Б., Кириллов В.М. Инженерная геология и свойства грунтов. СПб.:СПГУВК,2005.-172с.

Дополнительная:

1. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В. Механика грунтов, основания и фундаменты. Учебное пособие. 4-е изд. М.: Высшая школа,2007.-566с.
2. Кириллов В.М. Механика грунтов. Методические указания по выполнению лабораторных работ. СПб.: СПГУВК, 2008. -22с.
3. Кириллов В.М. Расчет устойчивости набережной. Методические указания по выполнению расчетно-графической работы. СПб.: СПГУВК, 2008.

1. Характеристики физического состояния грунтов

СНиП запрещает строить сооружения на рыхлом грунте. Такие грунты воспринимают довольно большую статистическую нагрузку, но при динамических нагрузках они теряют свою структуру (в водонасыщенном состоянии) и грунт переходит в суспензию (пывунное состояние).



$$D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \quad (9)$$

Коэффициент относительной плотности (индекс плотности)

e_{\max} – коэффициент пористости грунта в *max* рыхлом его состоянии;

e_{\min} – коэффициент пористости грунтов в *min* рыхлом его состоянии;

e – коэффициент пористости грунтов в естественном состоянии.

Если

$0 \leq D \leq 1/3$ – рыхлое состояние

$1/3 \leq D < 2/3$ – средняя плотность

$2/3 < D \leq 1$ – плотное состояние

$R \approx 0$ (строить нельзя);

$R \approx 0,25$ МПа;

$R \approx 0,5$ МПа.

3. Критерием физического состояния глинистых грунтов является (J_p ; J_L) (обозначения по СНиП 2.02.01-83*)

число пластичности – J_p

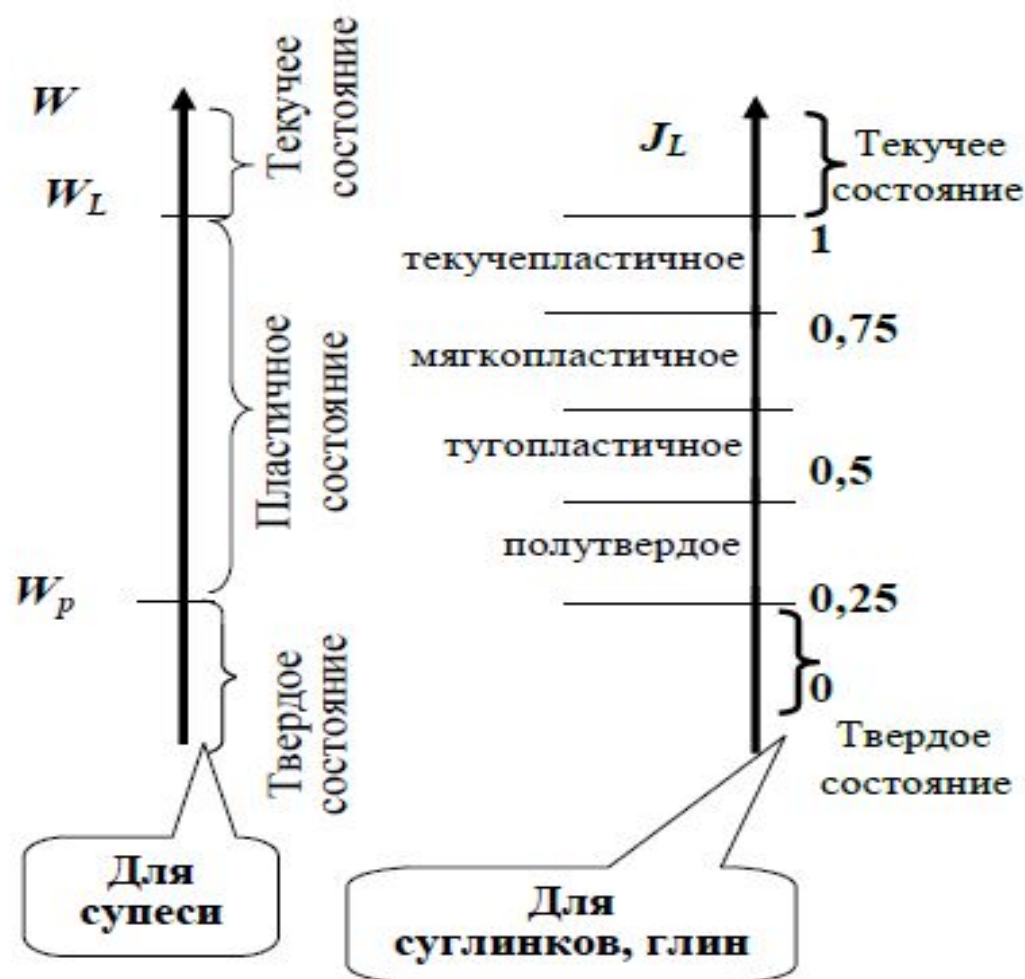
$$J_p = W_L - W_p \quad (10)$$

показатель текучести – J_L

$$J_L = (W - W_p) / (W_L - W_p) \quad (11)$$

W_L – граница текучести соответствует такой влажности, при незначительном увеличении которой грунт переходит в текучее состояние.

W_p – граница раскатывания соответствует такой влажности, при незначительном уменьшении которой грунт переходит в твердое состояние.



По величине e и J_L в СНиП приводятся величины расчетного сопротивления грунтов, т. е. оцениваются их прочностные свойства, необходимые для возведения сооружения.

Практическое применение

От J_L зависит расчетное сопротивление грунта нагрузкам R
(см. табл. СНиП 2.02.01–83*)

$J_L < 0$	}	$R \approx 4 \text{ кг/см}^2 = 0,4 \text{ МПа}$
$0 < J_L < 1$		$R \approx 0,2 \text{ МПа}$
$J_L > 1$		$R \approx 0$ (строить практически невозможно)

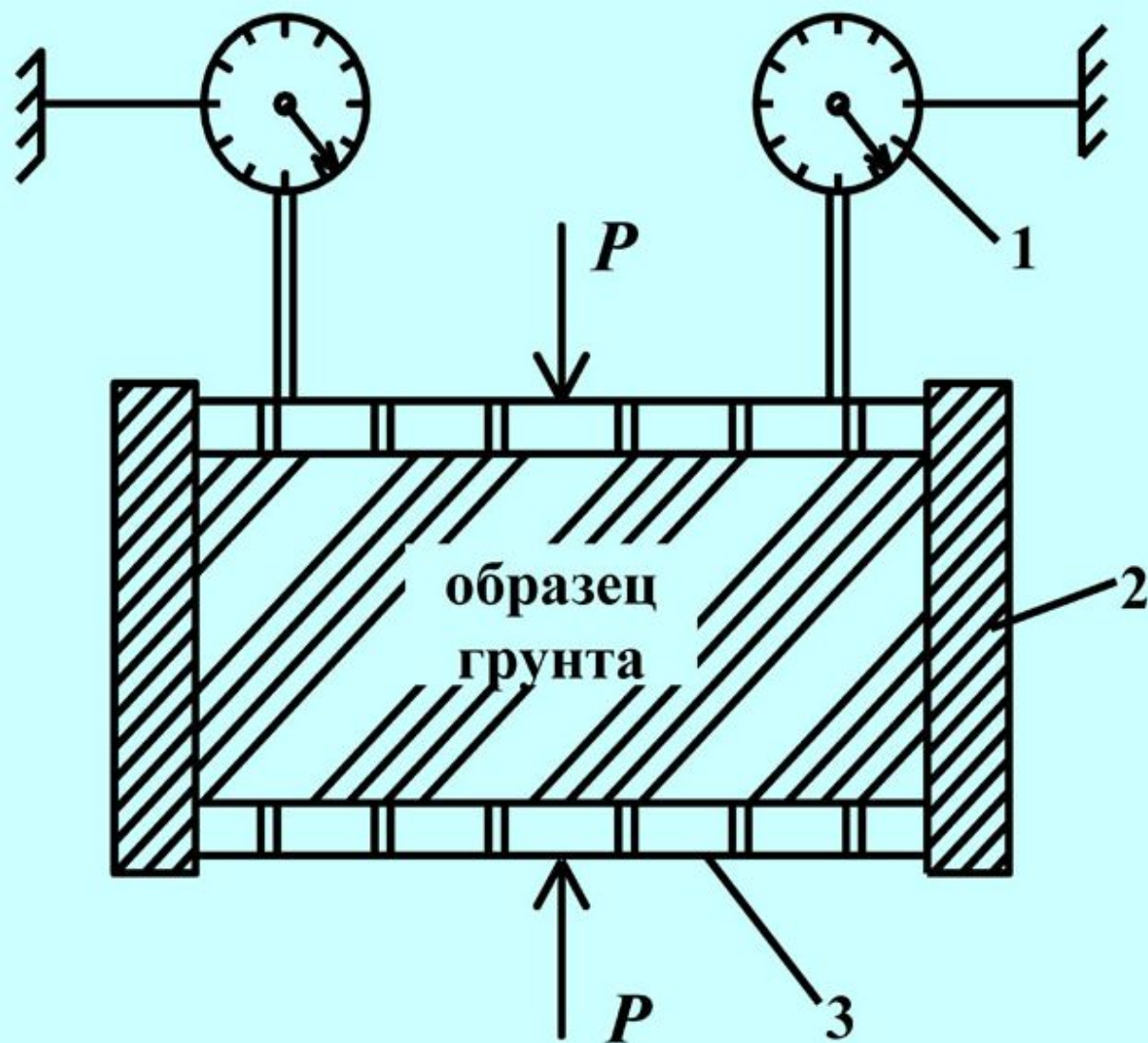
2. Компрессионные свойства грунтов (сжимаемость)

Для определения сжимаемости грунтов проводятся компрессионные испытания.



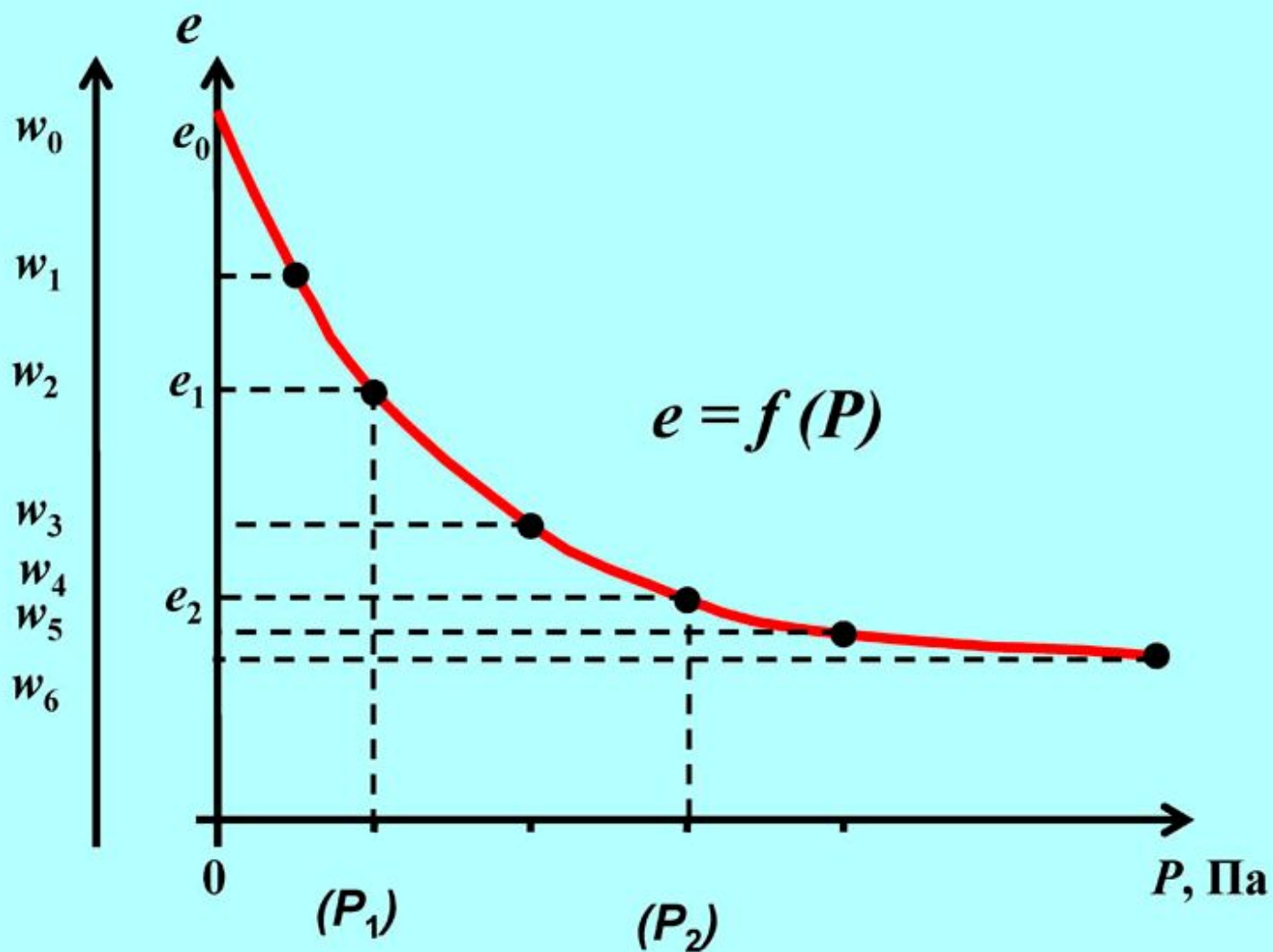
Общий вид компрессионного прибора
(автоматизированная система)

СХЕМА КОМПРЕССИОННОГО ПРИБОРА (ОДОМЕТР)

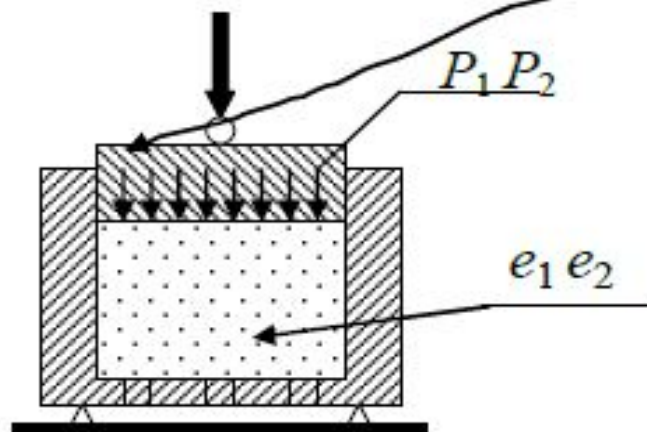


- 1 – индикатор перемещений;
- 2 – жесткая обойма;
- 3 – пористое дно

КОМПРЕССИОННАЯ КРИВАЯ

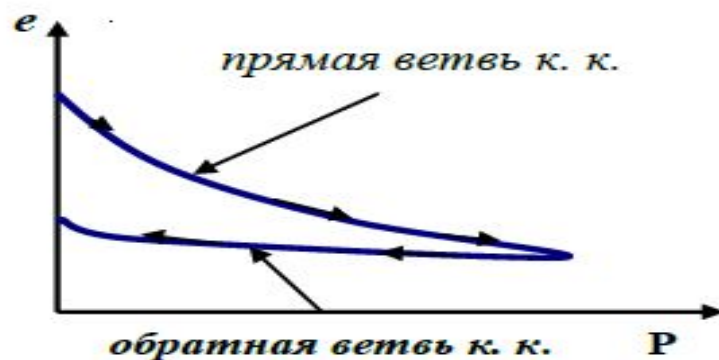


Исследуем грунт ненарушенной структуры, помещая его **в одометр**.



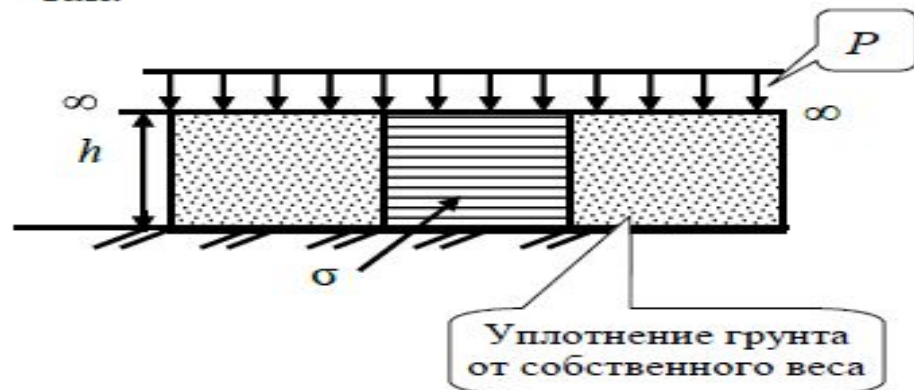
Прикладываем нагрузку P_1 – произойдет уплотнение грунта, и коэффициент пористости станет e_1 . Нагрузка $P_2 \rightarrow e_2$ и т. д. (4–5 ступеней).

Затем будем снимать нагрузку и наблюдать за результатами. По результатам испытаний строим график компрессионной кривой (к. к.).



Компрессия – это сжатие грунта без возможного бокового расширения.

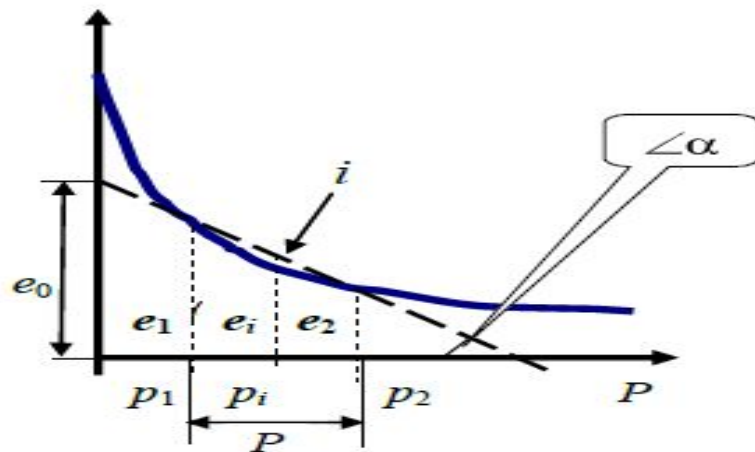
Схематично это можно представить так:



Из графика компрессионной кривой видно, что происходит необратимое уплотнение грунта. Нас интересует в основном только прямая ветвь компрессионной кривой.

Обратная ветвь компрессионной кривой (возможность поднятия дна котлована) имеет значение при глубоких котлованах (*гидротехническое строительство*).

Возьмем произвольную точку i на прямой в пределах $P_1 - P_2$



Составим уравнение для этой точки, исходя из начального параметра e_0 .

$e_i = e_0 - p_i \operatorname{tg} \alpha$ – это основное уравнение, характеризующее компрессию в выбранном варианте.

Рассмотрим подробнее $\angle \alpha$.

$$\operatorname{tg} \alpha = m_o = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1} \left[\frac{\text{см}^2}{\text{кг}} \right], \quad [\text{МПа}^{-1}],$$

где m_o – коэффициент сжимаемости грунта.

Для того чтобы получить m_o , необходимо выделить определенный интервал.

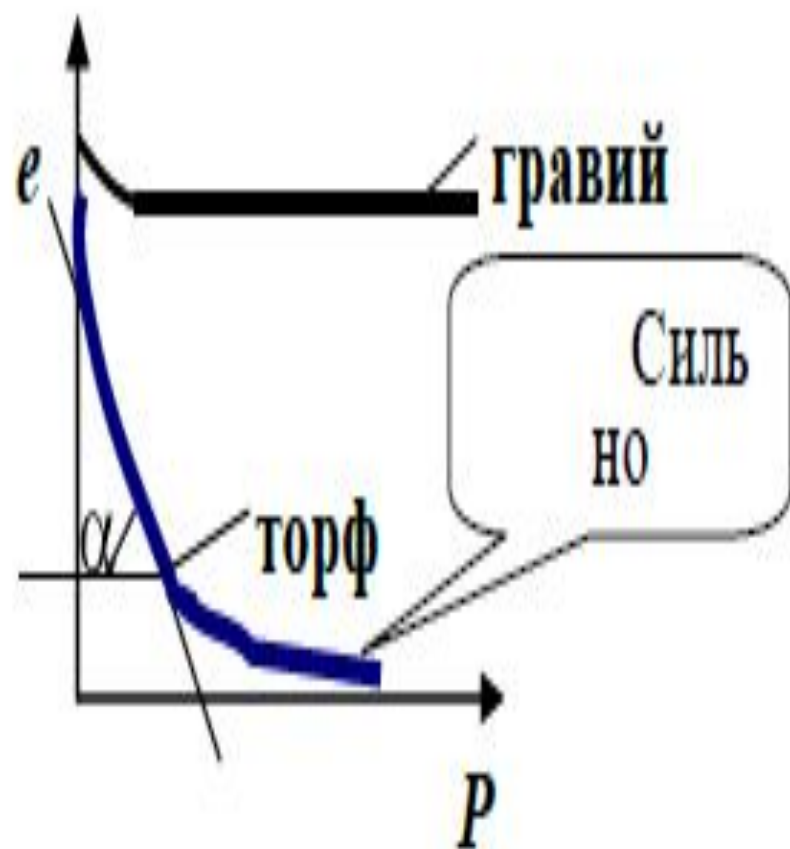
P_1 – напряжение от собственного веса грунта
 P – дополнительное давление от внешней нагрузки
 P_2 – полное напряжение ($P_2 = P_1 + P$)

Окончательно:
$$m_o = \frac{e_1 - e_2}{P} \left[\frac{\text{см}^2}{\text{кг}} \right], \left[\frac{\text{М}^2}{\text{кН}} \right], [\text{МПа}^{-1}]$$

Если:

$m_o < 0,005$ – грунт малосжимаемый
 $m_o = 0,005 \div 0,05$ – грунт среднесжимаемый
 $m_o > 0,05$ $[\text{МПа}^{-1}]$ – грунт сильносжимаемый

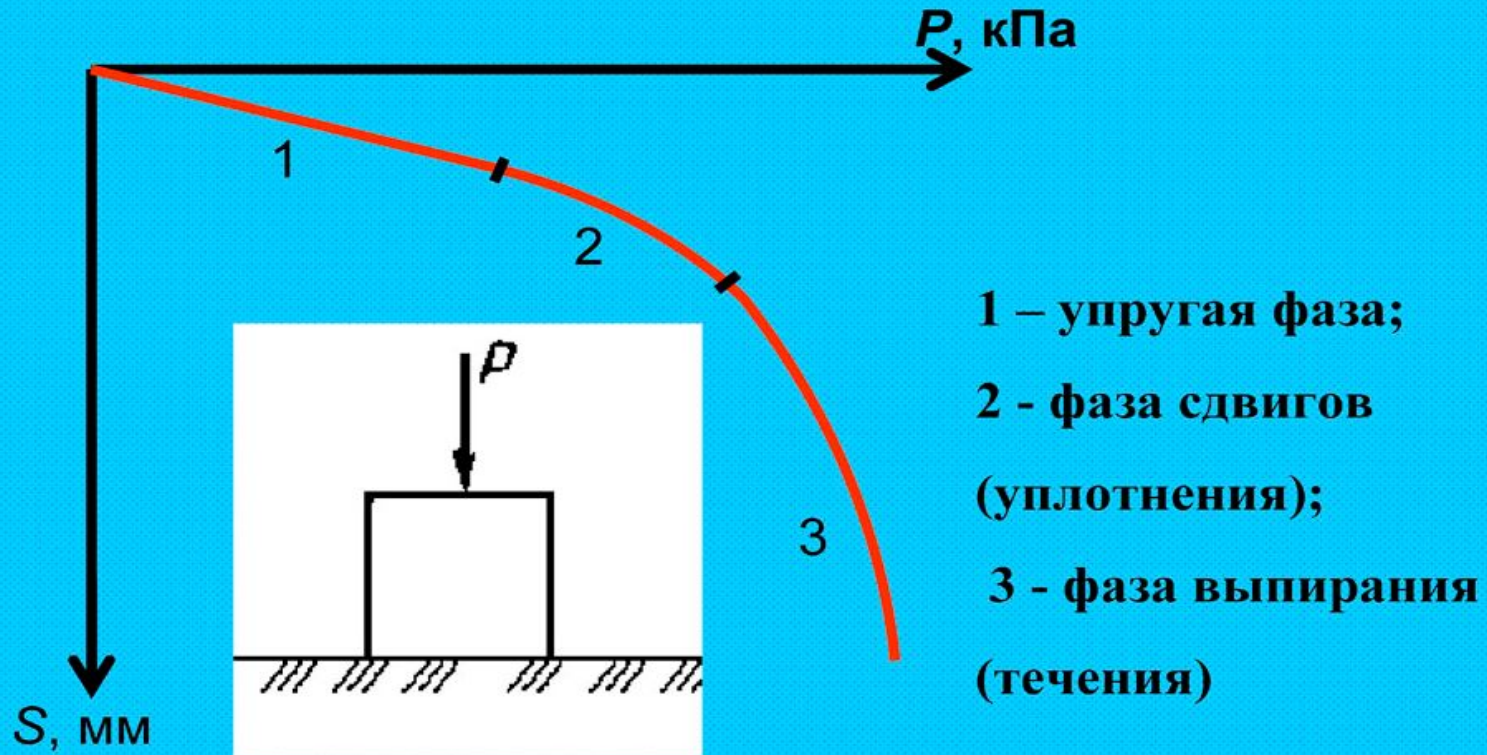
Относительное изменение коэффициента пористости пропорционально изменению нагрузки (для малых интервалов нагрузок).



Компрессионная кривая позволяет судить о сжимаемости грунта. α — может характеризовать сжимаемость.

3. Прочностные свойства грунтов

Фазы деформирования грунта

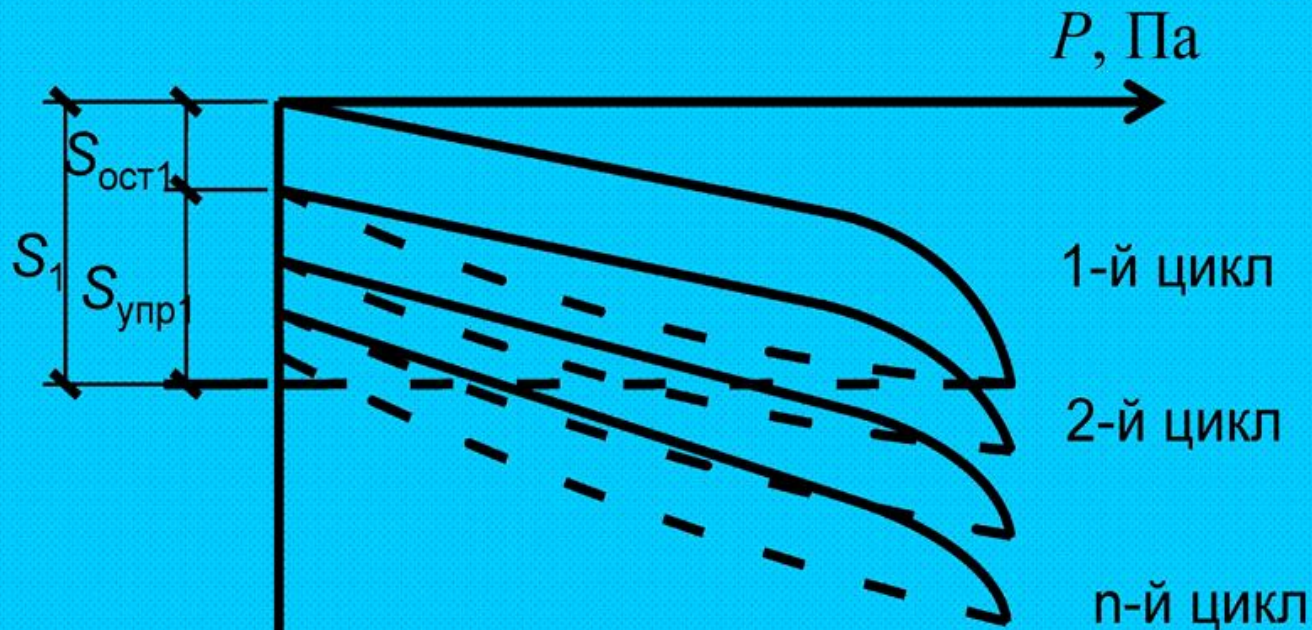


Поведение грунта под нагрузкой

В общем случае поведение грунта под нагрузкой складывается из трех последовательно идущих процессов:

- а) обратимого или упругого деформирования, состоящего из условно-мгновенной части и упругого последствия — У;
- б) пластического деформирования — П;
- в) разрушения — Р.

Деформации грунта при многократном приложении нагрузки



S , мм

$$S_1 = S_1^{упр} + S_1^{ост}$$

$$S_n < S_{n-1}$$

Условия предельного равновесия

Начало возникновения пластических сдвигов в точке грунтового массива соответствует состоянию **предельного равновесия.**

Устойчивость состояния равновесия в рассматриваемой точке характеризуется сравнением касательных напряжений τ с величиной сопротивления грунта сдвигу $\tau_{сдв}$:

$\tau < \tau_{сдв}$ устойчивое равновесие,

$\tau = \tau_{сдв}$ предельное равновесие,

$\tau > \tau_{сдв}$ пластическое течение.

Сопротивление грунтов сдвигу

- для сыпучих грунтов

$$\tau_{сдв} = \sigma \operatorname{tg} \varphi,$$

- для связных грунтов

$$\tau_{сдв} = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c.$$

Спасибо за внимание