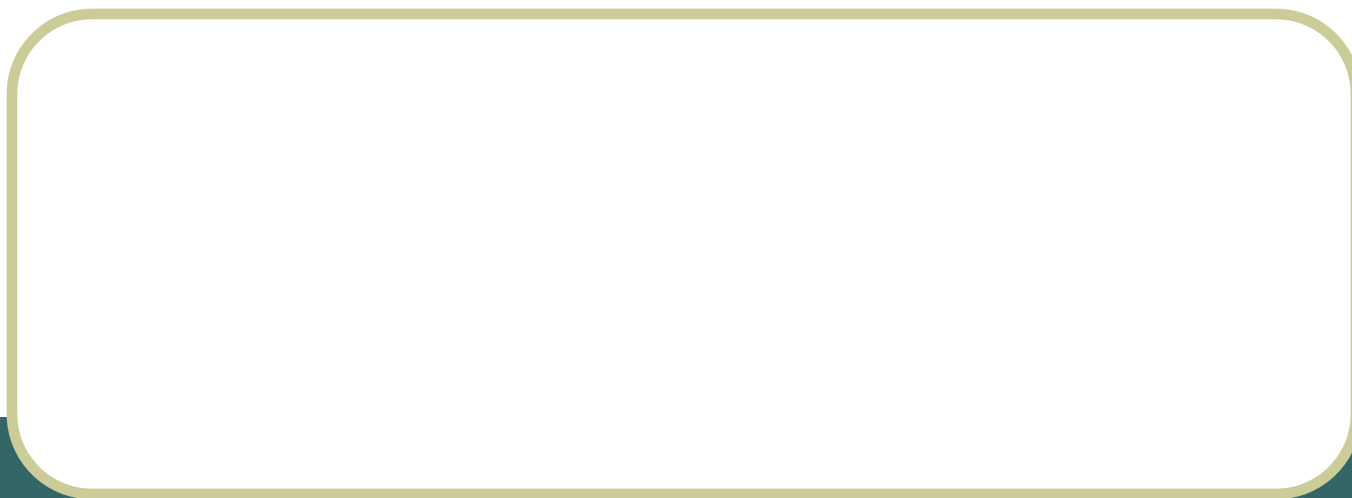


Фундаменты на просадочных грунтах



6 июня 1997 года. Оползень в Днепропетровске на жилом массиве Тополь , вызванный глобальной просадкой грунта

Ослабленный грунт начал рушиться со скоростью примерно 25 метров в час, образуя воронку с грязью, глубиной 20 метров, куда и упали 2-ух подъездный девятиэтажный дом, школа и частично 2 детских сада.

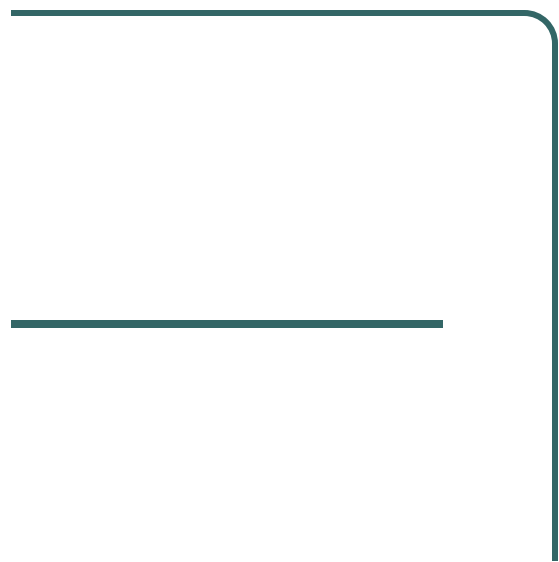
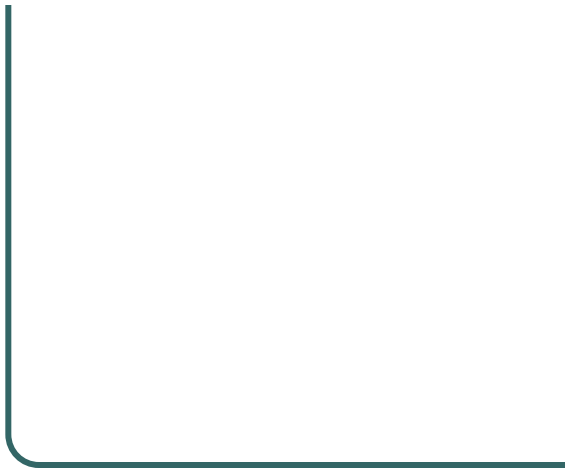
—

—

*Капитальное кирпичное
здание, построенное по
типовому проекту школы
на 1000 мест*

*К 10 утра начало
рушиться первое левое
крыло здания школы*

***Скорость оползня
постепенно снижалась.
Обломки зданий уплотняли
жидкий грунт, который был
на дне воронки. Меньше часа
прошло, как первое левое
крыло полностью рухнуло и
утонуло в грунте.***



***Здание школы
полностью исчезло с
лица земли около 6
вечера***

К этому моменту оставался целым еще детский сад. Но без фундамента он долго простоять не смог. Через пол часа обрушился корпус детского сада — последнее строение, которое уничтожил этот оползень, спровоцированный просадкой грунта

на заднем плане заброшенный 9-этажный дом

Просадочные деформации в Киевской области



В Кривом Роге рынок ушел под землю на десятки метров

Разрушение дороги, вызванное просадкой грунта

Обвал грунта на Ленинградском проспекте в Москве

На трассе в Краснодарском крае просела половина проезжей части

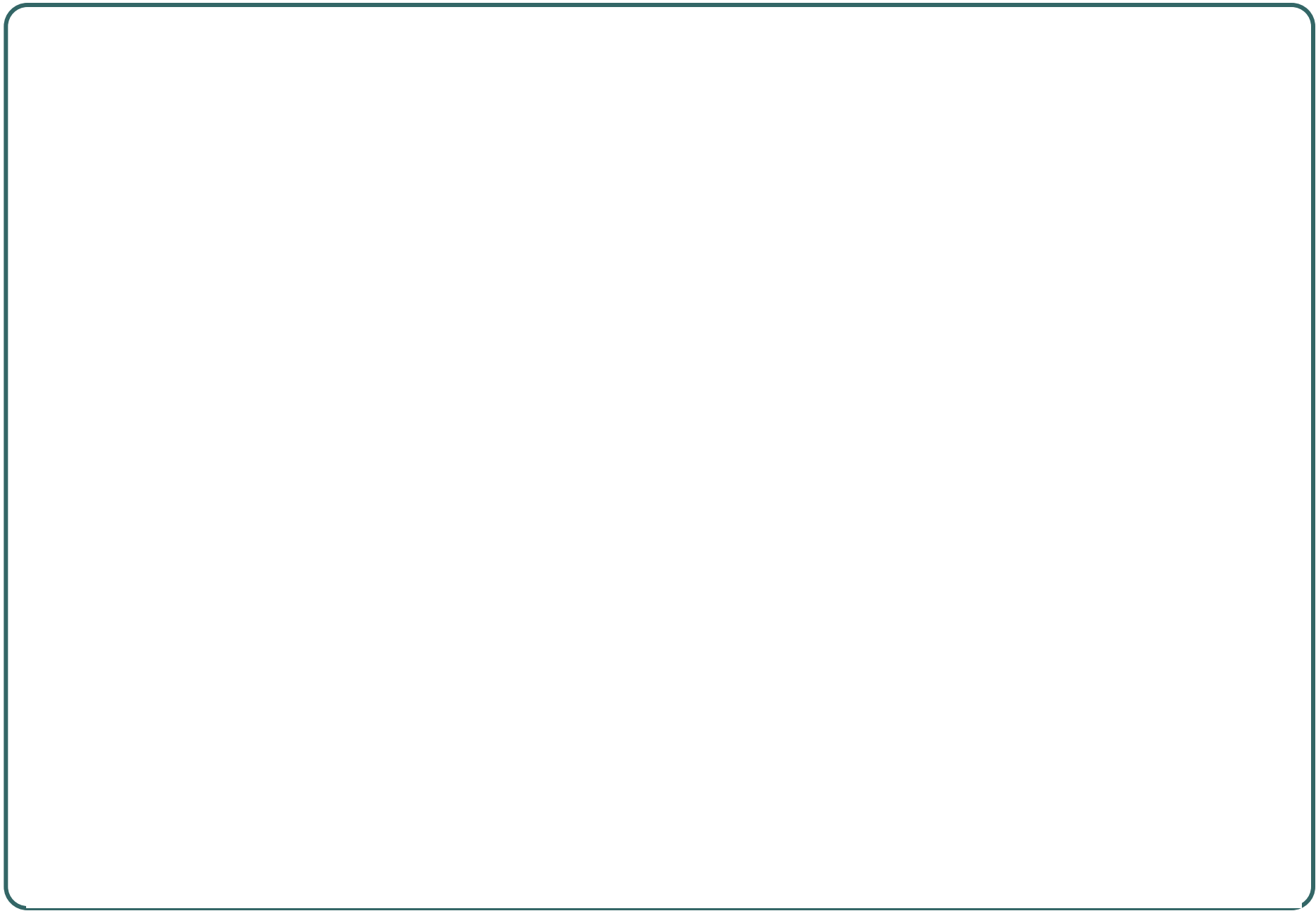
|

—

—

—

]



Просадочные явления в Днепродзержинске

—

глобальная просадка грунта

Просадочные грунты – лёсс и торфяные грунты

Лессовые грунты занимают почти всю Украину, Среднюю Азию и встречаются в Восточной Сибири. Самая большая территория лёсса находится в Китае (на географических картах Китай всегда окрашивается в желтый цвет – цвет лёсса)

- **Из инженерной геологии известно, что лёсс**
 - **- эолового происхождения**
 - **- содержит соли CaCO₃; CaSO₄**
 - **- мало влажен**
 - **- довольно однороден**
- **- характерная особенность - наличие**

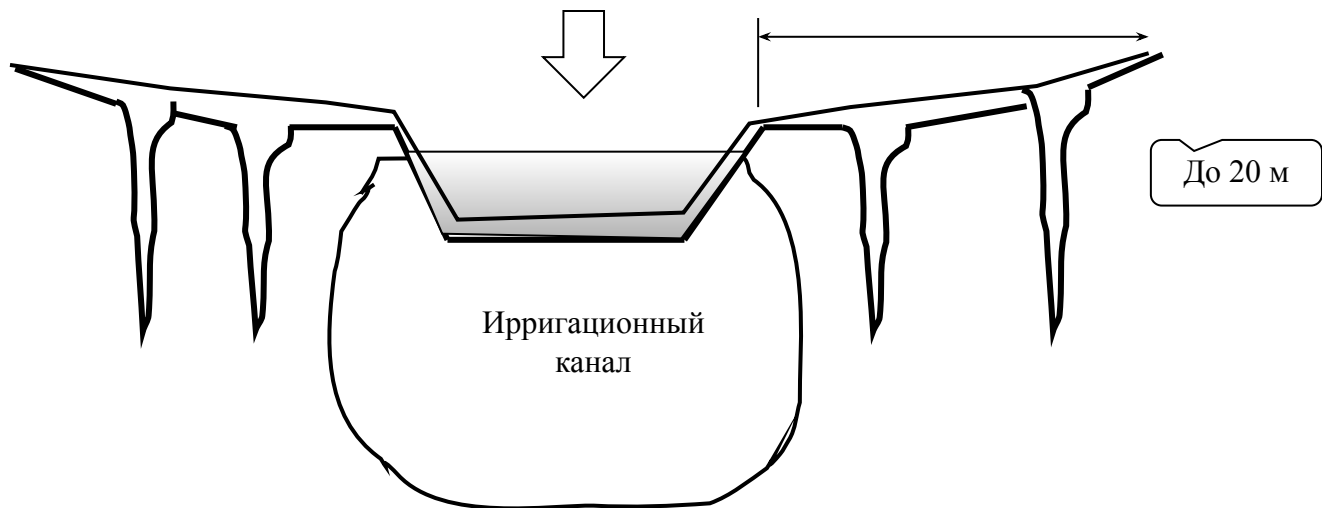
Предполагается, что пылевато-глинистые мелкие частицы, наносимые ветром, постепенно откладывались слоями и прорастали растительностью. Постепенно растительность сгнивала, вода испарялась, а соли кальция (по результатам гниения растительности) оставались. Поскольку водно-коллоидные связи, оставшейся пленочной воды, прочны и могут выдержать большую нагрузку, то грунт не уплотнялся. Коэффициент пористости такого грунта практически оставался постоянным $e \approx const$ (отсюда определение не уплотненный грунт) – наличие большого количества макропор. Количество макропор в верхних слоях лёсса увеличивается из-за наличия землероев.

Схема образования лёссового грунта по эоловой теории происхождения

Просадочность и ее характеристики

- **Просадочностью называется способность лессового макропористого грунта очень быстро размокать и уплотняться под нагрузкой.**

Характерная схема просадочного явления
лессового грунта

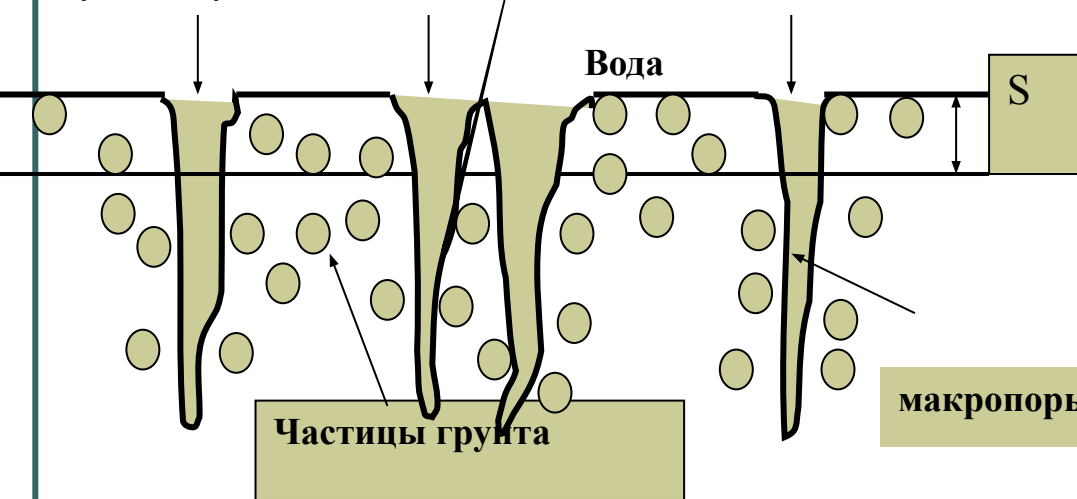


Ширина раскрытия трещин составляет 30 – 40 см, а величина просадки 0,3 – 2 м.

Отчего происходит просадка?

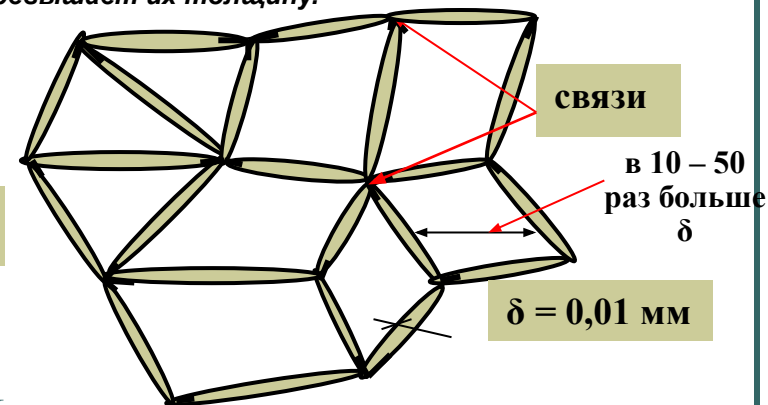
- Лесс имеет преимущественно такие характеристики:
- 1. $\gamma = 14...16$ кН/м³;
- 2. $W = 6 - 15\%$ (вода в виде пленочной влаги);
- 3. $n = 45 - 55\%$.
- Большое наличие макропор в виде трубчатых канальцев $\varnothing = 0.1 \dots 4$ мм (преимущественно вертикальное положение)

Схема макроструктуры лёссового грунта и возможности развития просадки при попадании в неё воды



Макроструктура лёссового грунта

Большое значение в формировании свойств лёссов имеет микроструктура, которая представляет собой ячеисто-решетчатую структуру, состоящую из вытянутых минеральных частиц, соединённых по концам связями на основе кальция. Расстояния между частицами в данной структуре в 10...50 раз превышает их толщину.



Микроструктура лёссового грунта

Такая система находится в равновесии и превосходно воспринимает статическую нагрузку в 2 - 3 кг/см², подобно пространственной конструкции

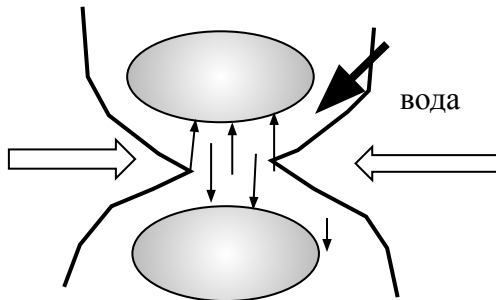
Структура развития просадки лесса

Такая система находится в равновесии и превосходно воспринимает статическую нагрузку в 2 – 3 кг/см², подобно пространственной конструкции

*Известь (CaCO₃)
растворяется,
Грунт увлажняется*



*Толстые пленки воды
– оказывают
расклинивающее
действие*



При замачивании

*Роль узлов в данной системе
заменяют связи, состоящие
их кальцита (CaCO₃) -
вяжущего вещества, а
также склеивающие
свойства пленочной воды
глинистых частиц.*

**Разрушение
макроструктуры**

*Частицы грунта падают в
промежутки, заполняя
макропоры, грунт теряет
просадочные свойства*

При замачивании происходят резкие местные провальные осадки (с разрушением структуры грунта) – просадки

– в результате - неравномерные деформации зданий и сооружений.

Характеристика просадочности лёссовых грунтов

Для определения просадки лёссового грунта в лабораторных условиях проводят компрессионные испытания. Образец лёссового грунта помещают в одометр, уплотняют давлением P_1 , а затем через пористый диск поршня выполняют замачивание водой.

1 – компрессионная кривая лёссового грунта до замачивания;

2 – то же, после замачивания водой.

коэффициент относительной просадочности :

коэффициент

осадочности :

h – высота (см) образца природной влажности обжатого давлением P_1 равным давлению от всего сооружения и собственного веса вышележащего грунта.

h^I – высота (см) того же образца грунта после полного водонасыщения водой при сохранении давления P_1

h_0 – высота (см) того же образца грунта природной влажности, обжатого давлением, равным природному.

Если $\delta_{пр} < 0,01$ – лёсс не просадочный

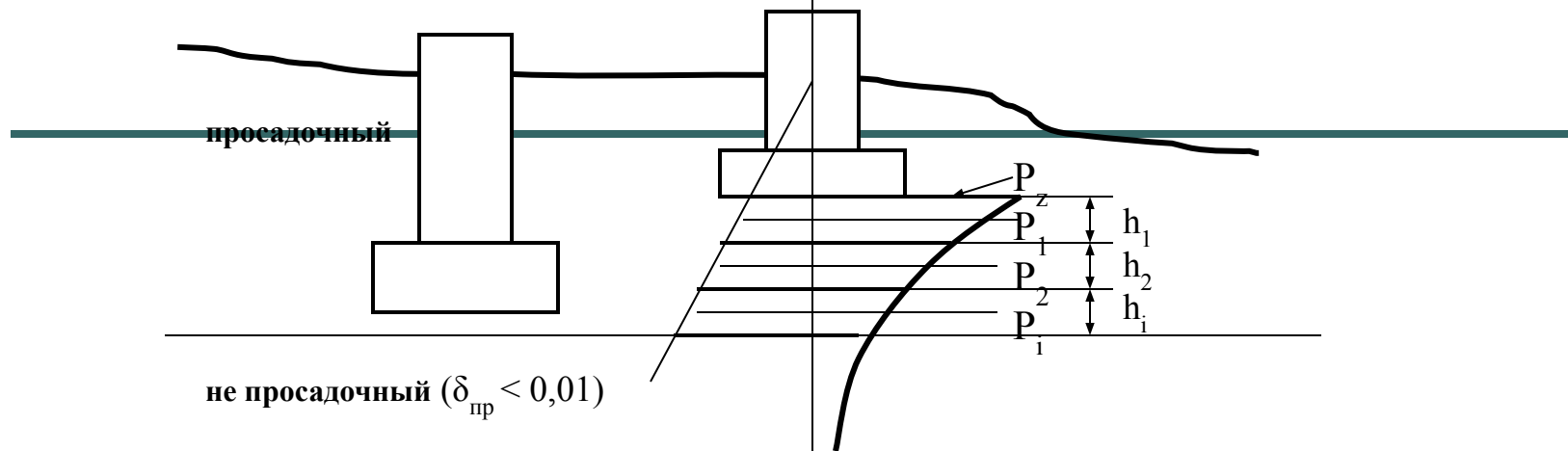
Если $\delta_{пр} > 0,01$ – лёсс просадочный

P^n – начальное просадочное давление

$0 - P^n$ – лёссовый грунт не просадочен –связи прочные

Определение просадки основания

- 1. **Анализируют инженерно-геологический разрез**



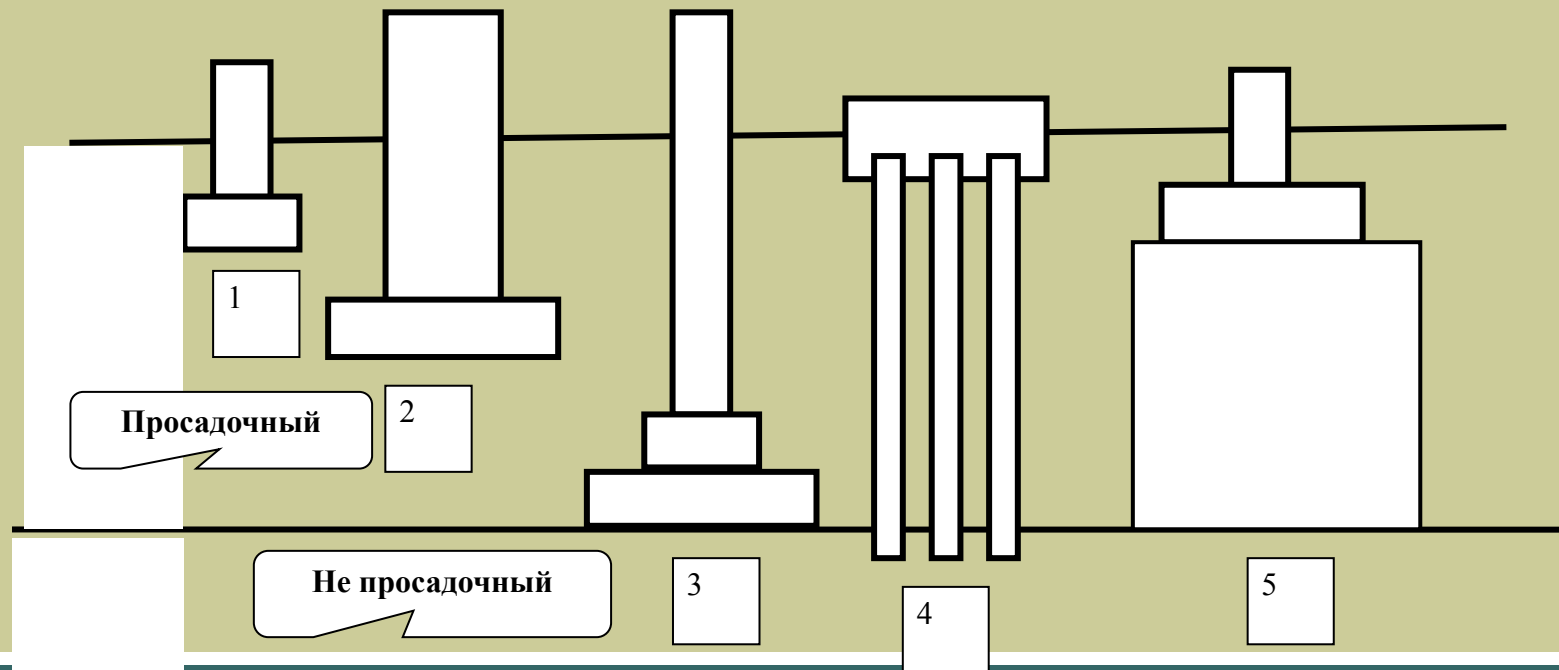
2. **На инженерно-геологический разрез наносят различные фундаменты зданий с различной глубиной заложения.**
3. **Определяют просадку для самого мелко заглубленного фундамента.**
4. **Строят эпюры для этого фундамента P_{zg} , $P_{zр}$.**
5. **По обычным правилам определения осадок, разделяют всю толщу на слои (h_1, h_2, \dots, h_i), определяют давления в каждом слое (P_1, P_2, \dots, P_i) – учитывая и собственный вес грунта.**
6. **По таблицам и графикам $\delta_{пр} = f(p)$ – из геологического отчета определяют просадку всей сжимаемой толщи, как сумма просадки отдельных слоев.**

Проектирование фундаментов на просадочных макропористых грунтах

Различают два типа просадочности грунтов:

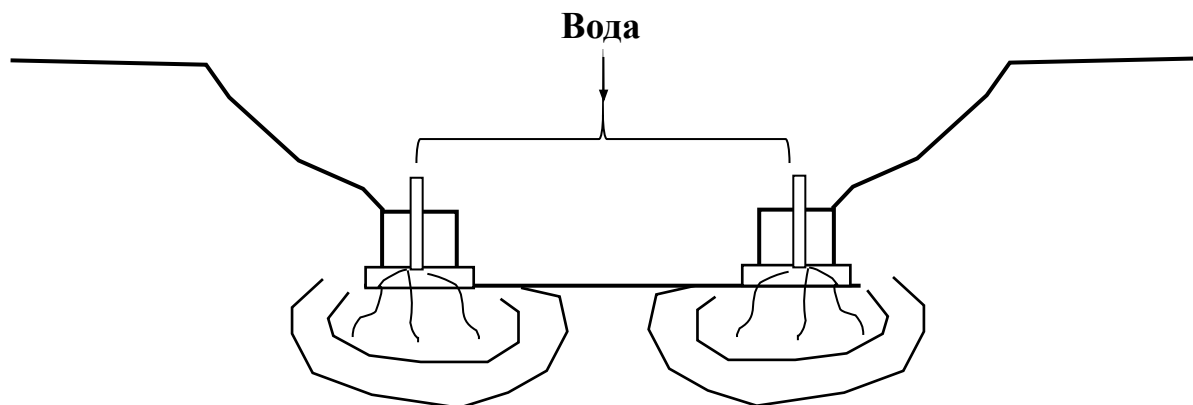
1 тип – просадка грунта от собственного веса при замачивании практически отсутствует или не превышает 5 см.

2 тип – просадка грунта от собственного веса при замачивании > 5 см.



Устранение просадочности лессовых грунтов

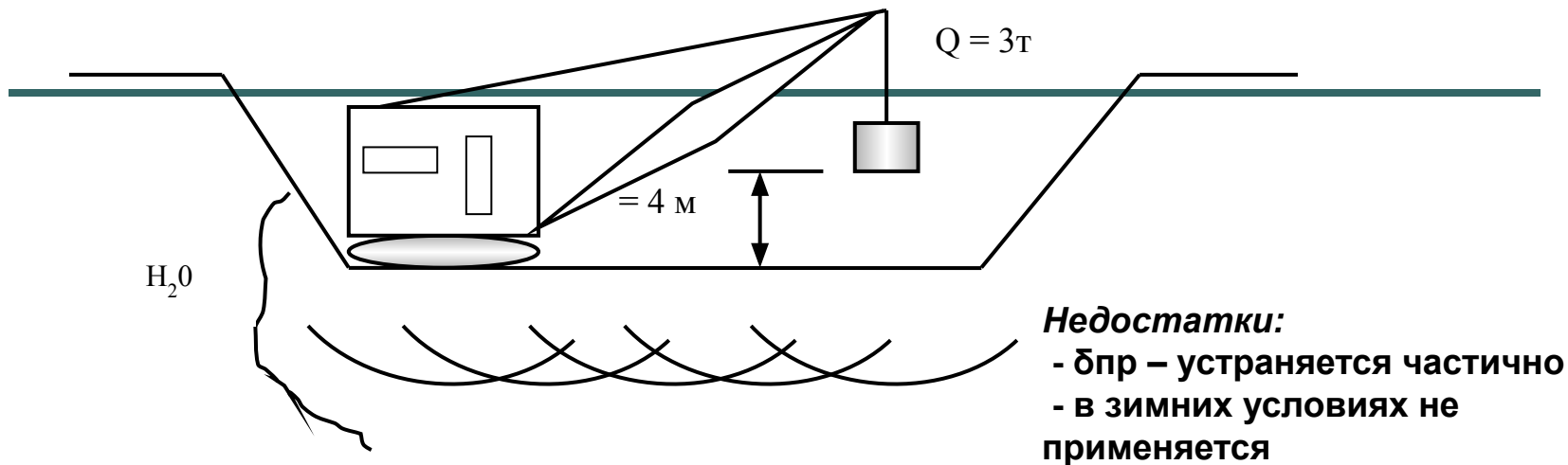
• А) Предварительное замачивание лессовых грунтов



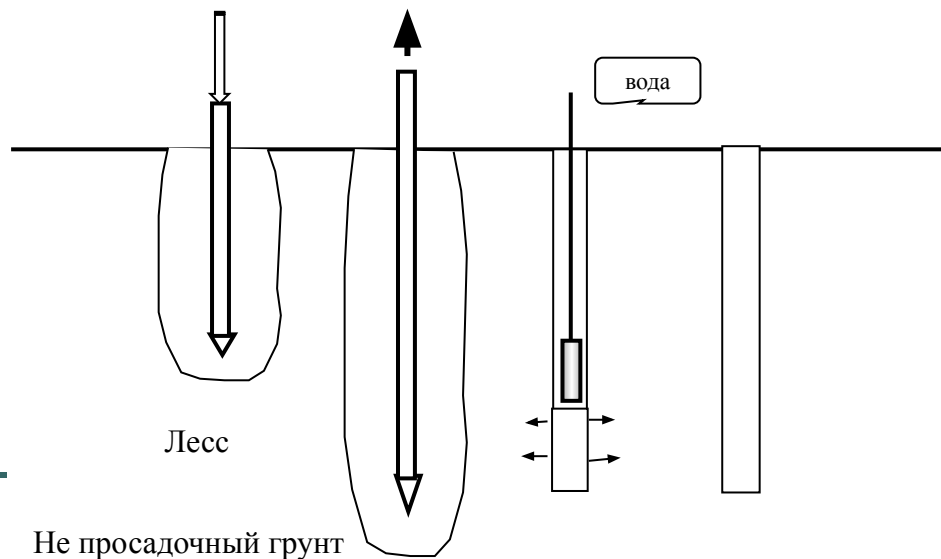
- в основании сооружения укладывают песчаный слой (до 20 см);
- первые ряды блоков возводят в сухом котловане;
- в блоки закладываются трубы;
- производится боковая засыпка, затем в слой песка по трубам подается вода.

Обжатие происходит интенсивно под весом сооружения и боковой засыпки. Осадки сооружения в строительный период не страшны и всегда могут быть легко выровнены.

Б) Поверхностные уплотнения грунтов (возможно, поскольку лес имеет крупные поры)

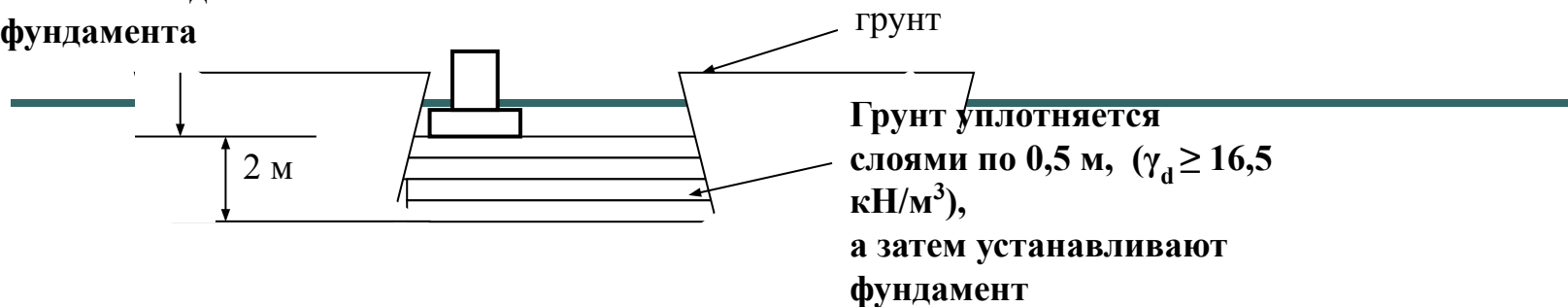


В) Глубинное уплотнение лесса грунтовыми сваями



Г) Устройство грунтовых подушек

Отметка подошвы
фундамента



Д) Конструктивные мероприятия

- дренаж вокруг сооружения (повышенные требования);
- прокладка инженерных коммуникаций по схеме труба в трубе (снижение риска
- замачивания лёссового грунта в случае возможной протечки);
- повышенные требования к планировке застраиваемой территории (расположение сооружений с повышенным риском утечки воды – водонапорных башен в пониженных местах) ;
- различные мероприятия, уменьшающие возможность замачивания грунта под фундаментами (уширенная отмостка вокруг здания, повышенный уклон от здания самотечных инженерных трубопроводов и т.д.).

- ***Е) Силикатизация грунтов***

Ж) Термическая обработка грунта
