



# ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Преподаватель: доцент кафедры  
«Геотехника, тоннели и метрополитены»  
БЕССОНОВ ВИТАЛИЙ ВИКТОРОВИЧ

# Лекция №7

## ТЕМА 6 (продолжение)

### **6. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ(ГП)**

#### **6.2 ГП, обусловленные воздействием воды на грунт**

#### **6.3 ГП, обусловленные отрицательной**



## ***7.2 Геологические процессы, обусловленные воздействием воды на грунт***

# ГП, обусловленные воздействием воды на грунт

- а) карст;
- б) суффозия;
- в) пьезометры;
- г) просадочность;
- д) набухание

# Карст

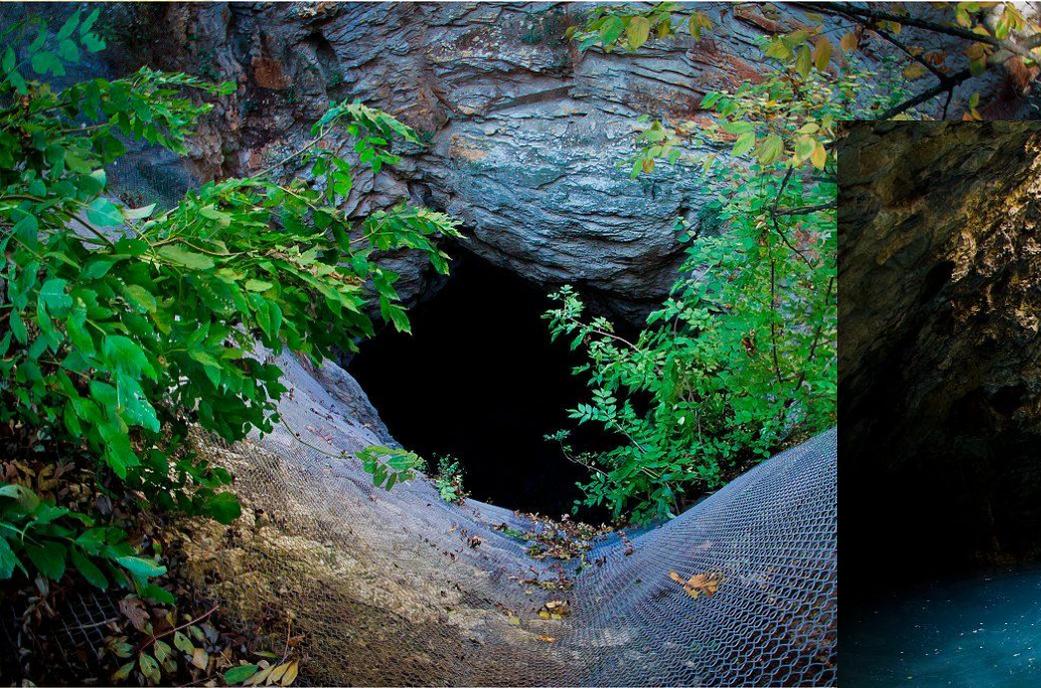
Под **карстом** понимается химический процесс растворения горных пород подземными водами с образованием в них пустот, пещер. С пустотами часто связано образование **провалов, воронок, оседание земной поверхности**.

Основными условиями для развития **карста** являются:

- *наличие растворимых в воде горных пород*. Как известно, легче в воде растворяются галоиды (галит, сильвин), среднерастворимые – сульфаты (гипс) и труднорастворимые – карбонаты (известняки и мрамор);
- *наличие в породах трещин, пустот;*
- *присутствие в трещинах подвижных подземных вод.*

# Карст

***карстовые провалы***, пример – Пятигорский провал, представляет собой шахту диаметром 15 м, глубиной 41 м, на дне карстовое озеро глубиной 15 м с сероводородной водой.



# Карст

*пещеры*, пример – в России крупная пещера известна на Урале в г. Кунгур на берегу р. Силвы, состоит из 58 гротов общей длиной 5 км



# Строительная оценка карстовых районов

При строительстве инженерных сооружений карстовые районы являются неблагоприятными. При трассировании дорог и их эксплуатации в карстовом районе необходимо учитывать степень закарстованности пород, возможность оседания кровли над пустотами.

Участки с активным карстом при проектировании дорог следует обходить. Так как при эксплуатации дорог возможны провалы и прекращение движения.

# Борьба с карстом

Для борьбы с карстом применяют следующие меры:

- **предохранение карстующихся пород** от поверхностных и подземных вод путем регулирования поверхностного стока и сооружения дренажей;
- **цементация трещиноватых пород** в основании сооружений, что достигается нагнетанием через скважины в пустоты и трещины цемента, жидкого стекла, глинистого раствора и горячего битума;
- **искусственное обрушение** кровли крупных карстовых пустот и заполнение их уплотненной водонепроницаемой глиной;
- **перенос сооружений** с закарстованных участков на территории с более благоприятными инженерно-геологическими условиями.

# Суффозия

**Суффозия** – это механический вынос мелких частиц подземными водами из рыхлых грунтов (песков, гравия, галечника).

В итоге грунты разрыхляются, в них увеличиваются поры, образуются пустоты. Пустоты заполняются вышележащими грунтами, происходит оседание поверхности, формируются суффозионные воронки.

В природных условиях суффозия развивается на склонах долин рек при резком понижении воды в реке после паводка.

# Суффозия

**Суффозия** крайне опасна для инженерных сооружений. Она может быть причиной осадки земляного полотна дороги, неравномерной осадки и обрушения зданий, разрушения гидротехнических плотин.



Провал у здания ветлечебницы г.Дзержинска (10.09.70г.Диаметр 12,5м)



Провал на стройбазе Дзержинской ТЭЦ ( 5.09.61г.Диаметр 26,0м )

# Предупреждение суффозии

- предотвращение поступления поверхностных вод в грунты;
- устройство обратных фильтров для прекращения выноса минеральных частиц грунта в дренажные сооружения;
- искусственное уменьшение фильтрационных свойств грунтов путем силикатизации и цементации

# Плывуны

**Плывун** – насыщенный водой грунт, который при вскрытии выработкой приходит в движение и принимает характер тяжелой подвижной жидкости.

**Плывун** – это не какой-то тип грунта, а особое состояние насыщенной водой породы.

В плывунное состояние могут переходить **пески, супеси и даже суглинки.**

# Плывуны

- Плывуны
  - Истинные
    - Глинистые пески
  - Супеси
  - Суглинки
- Ложные
  - Различные пески

# Плывуны

**Ложные плывуны** – рыхлые грунты – различные пески. Их оплывание происходит под действием гидродинамического давления потока подземных вод. Характерной особенностью этих плывунов является довольно легкая отдача ими воды. При стекании воды они образуют рыхлую несвязную массу.

**Истинные плывуны** представлены глинистыми песками, супесями, суглинками, т.е. грунтами, в которых присутствуют пылевато-глинистые частицы и органическое вещество, образованное микроорганизмами. Их плывунные свойства обусловлены как гидродинамическим давлением, так и присутствием физически связанной воды, которая прочно удерживается на поверхности пылевато-глинистых частиц.

# Плывуны

При редких ударах даже большой силы грунт проявляет упругие свойства, свая не погружается. При частых ударах небольшой силы свая легко погружается в грунт. После прекращения забивки свая приобретает значительную несущую способность. Это явление объясняется **тиксотропией**.

**Тиксотропией** называется способность коллоидных систем разжижаться под влиянием механического воздействия (встряхивания, вибрации), а после устранения воздействия переходить в прежнее связное состояние. Используется при погружении свай.

При частых ударах (динамических сотрясениях) физически связанная вода частично переходит в свободную, связи между частицами грунта исчезают, свая легко погружается. После забивки связи в грунтах восстанавливаются, возникают связи между грунтом и сваей.

# Борьба с пьвунами

**искусственное осушение** пьвунных грунтов на период строительства;

**шпунтовое ограждение** применяется при небольшой глубине залегания пьвуна

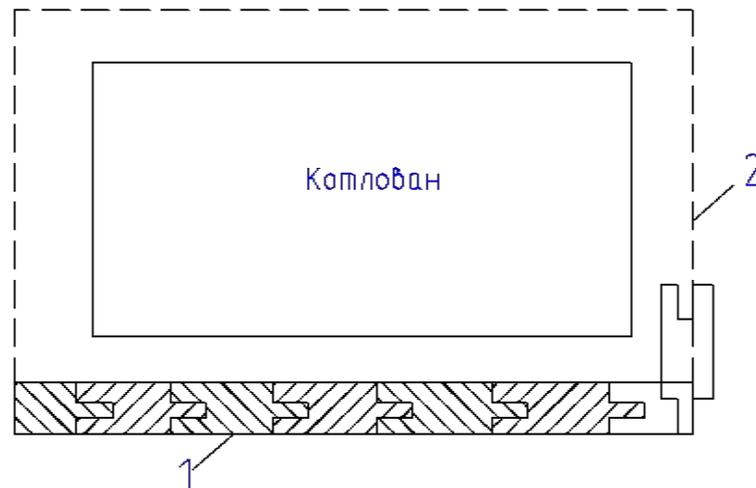


Рис. 69 Шпунтовые ограждения котлована (план):  
1 – шпунтовое ограждение; 2 – линия забивки шпунта.

# Грунтовые воды

## *устройство противофильтрационных завес*



## Борьба с пльвунами

**Закрепление методами технической мелиорации** (силикатизация, цементация, замораживание).

В поединке с **ЛОЖНЫМИ** пльвунами применяются все способы борьбы. В борьбе с **ИСТИННЫМИ** пльвунами используются лишь замораживание, шпунтовое заграждение и химическое закрепление.

## *7.3 Геологические процессы, обусловленные отрицательной температурой грунтов*

# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов

На территории России в зимнее время грунты промерзают на некоторую глубину, а летом оттаивают. Это явление называется **сезонным промерзанием**, слой промерзающего и оттаивающего грунта называют **деятельным**.

Глубина сезонного промерзания зависит от географической широты местности, мощности снежного покрова, состава грунтов и их влажности. В условиях Сибири глубина промерзания изменяется **от 4,0 м в песках до 2,5 м в глинистых грунтах**. С увеличением мощности снежного покрова глубина сезонного промерзания уменьшается.

# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов

Российская Федерация  
Границы глубин промерзания грунтов



# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов

**Морозным пучением** называется процесс увеличения объёма грунта вследствие замерзания воды, находившейся в грунтах до промерзания и поступившей в деятельный слой с глубины в период промерзания.

К пучинистым относятся грунты, которые при замерзании имеют относительную деформацию морозного пучения  $\varepsilon_{fn}$  более **0,01**. Относительная деформация определяется по формуле:

$$\varepsilon_{fn} = (h_{of} - h_o) / h_o,$$

где  $h_o$  – высота грунта до промерзания, см;

$h_{of}$  – высота образца мерзлого грунта, см.

# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов

Максимальному морозному пучению подвержены глинистые грунты (супеси, суглинки, глины), пылеватые пески.

Крупнообломочные грунты (щебень, галечник, гравий), крупный песок пучением не обладают.

Объём воды при замерзании увеличивается на 9%, что незначительно сказывается на увеличении объема грунта. Главной причиной морозного пучения является избыточное льдовыделение, происходящее при замерзании воды, мигрирующей с глубины.

# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов

В процессе промерзания происходит неравномерное вдоль дорог пучение грунтов, что приводит к образованию впадин, горбов на поверхности автодорог.



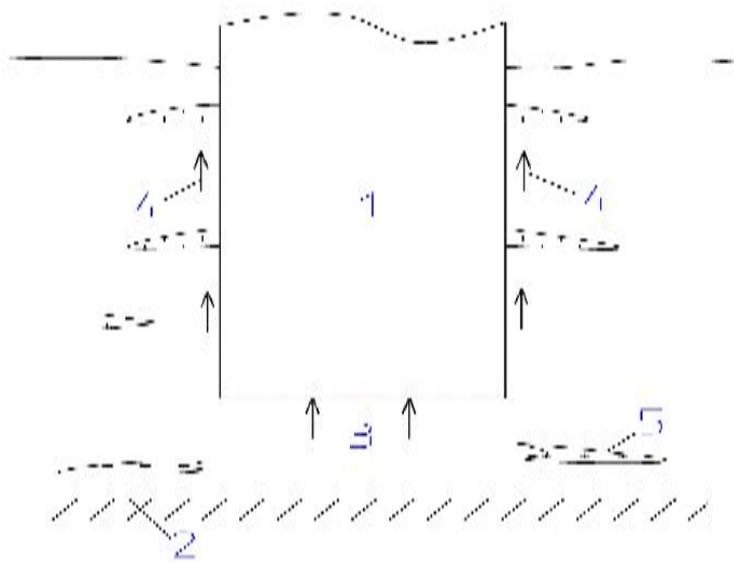
# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов

Улучшение состояния земляного полотна, исключающее возможность образования пучин:

- устройство прерывателей капиллярного подъема из щебня, галечника, гравия мощностью до 1,0м;
- замена пучинистых грунтов на непучинистые крупнообломочные грунты;
- осушение пучинистых грунтов путем устройства дренажей для отвода поверхностных и подземных вод от полотна дороги;
- уменьшение глубины сезонного промерзания грунтов путём укладки теплоизоляционных слоёв из пенопласта

# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов

Морозное пучение разрушающе действует и на фундаменты промышленных и гражданских сооружений. На фундамент сооружений действуют **нормальные и касательные** силы морозного пучения.



- 1- фундамент;
- 2- граница промерзания;
- 3- нормальные силы пучения;
- 4 – касательные силы пучения;
- 5- линзы льда

# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов

**Нормальные силы** возникают за счет замерзания воды под подошвой фундамента. Они действуют по нормали к подошве фундамента, стараются вытолкнуть его из грунта. С ними борются путем заложения фундамента в пучинистых грунтах ниже глубины сезонного промерзания.

**Касательные силы** морозного пучения образуются при смерзании грунта с боковой поверхностью фундамента. При промерзании грунта происходит увеличение его объема, грунт поднимается и поднимает смерзшийся с ним фундамент, возникают силы, касательные по отношению к боковой поверхности фундамента. Меры борьбы с касательными силами пучения заключаются в тщательной гидроизоляционной обработке фундамента.

# Сезонное промерзание, морозное пучение грунтов



# Многолетняя мерзлота

В северных районах России почвы верхней части земной коры под деятельным слоем находятся постоянно в мерзлом состоянии, их температура всегда ниже 0 °С. Такие почвы называются **многолетнемерзлыми**, а территория их распространения – областью **многолетней (или вечной) мерзлоты**. Особенно широко многолетняя мерзлота распространена в Сибири.

Почвы (скальные и дисперсные), имеющие отрицательную температуру, относятся к классу **мерзлых почв**

# Многолетняя мерзлота

Среди мерзлых грунтов выделяют:

- **многолетнемерзлый** (вечномерзлый) – находящийся в мерзлом состоянии в течение трех и более лет;
- **сезонномерзлый** – находится в мерзлом состоянии в течение холодного сезона;
- **морозный** – скальный грунт с отрицательной температурой, но не содержащий в своем составе льда;
- **сыпучемерзлый** (сухая мерзлота) – крупнообломочные грунты и песок, имеющие отрицательную температуру, но не сцементированные льдом;
- **твердомерзлый** – дисперсный грунт, прочно сцементированный льдом, практически не сжимаемый под нагрузкой;
- **пластичномерзлый** – глинистые грунты, имеющие отрицательную температуру, но обладающие вязкими пластичными свойствами;
- **мерзлый распученный** – дисперсный грунт, который при оттаивании уменьшает свой объем (промороженное основание)

# Многолетняя мерзлота

В районах распространения многолетнемерзлых пород применяются следующие методы строительства:

– строительство **без учета мерзлого состояния** грунтов осуществляется на скальных грунтах;

– строительство **с сохранением мерзлого состояния** грунтов применяется при строительстве неотапливаемых сооружений.

– строительство **с предварительным протаиванием** многолетнемерзлой толщи грунтов

# Многолетняя мерзлота

**Термокарст** – процесс вытаявания льда в грунтах в результате изменения температурного режима под влиянием естественных и техногенных причин. В результате оттаивания льда происходит отступление мерзлоты, ее деградация.

Повышенную опасность деградация мерзлоты представляет для железных и автомобильных дорог. В южных районах распространение «вялой» мерзлоты (с температурой выше минус 2°С) насыпи дорог в процессе эксплуатации оттаивают, мерзлота деградирует, происходит их осадка.

# Многолетняя мерзлота

**Наледи** – ледяные тела, образовавшиеся в результате намерзания поверхностных или подземных вод на земной поверхности или в пещерах и инженерных сооружениях (водопропускных трубах).

В зависимости от происхождения выделяются следующие типы наледей: речные, ключевые, грунтовые.

*Грунтовые наледи* образуются при промерзании верхнего горизонта подземных *надмерзлотных вод*. Надмерзлотные воды залегают на поверхности многолетнемерзлых пород, являющихся водоупором.

Чаще грунтовые наледи образуются вдоль автомобильных и железных дорог, причем до постройки их не было.

# Многолетняя мерзлота

## ***Мерзлотный пояс***

представляет собой широкую неглубокую канаву, пройденную параллельно дороге, для перехвата потока грунтовых вод.

Промерзание происходит вдоль мерзлотного пояса, с образованием наледи вдали от дороги.