

ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

И.В.Попов (1959)

- Основным предметом «Инженерной динамической геологии или собственно инженерной геологии», являются **инженерно-геологические условия**:
- «совокупность геологической обстановки (породы, подземные воды, процессы, рельеф), имеющая значение для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений,
- их изучение, выявление взаимозависимости и зависимости от других природных явлений (климата и др.) и прогноз взаимодействия их с инженерными сооружениями являются основной **задачей инженерно-геологических исследований**»

Компоненты инженерно-геологических условий

- Инженерно-геологические условия – факторы или элементы геологической среды, которые учитываются при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений:
 - 1) горные породы,
 - 2) подземные воды,
 - 3) рельеф.
 - 4) современные геологические процессы
- Среди факторов, формирующих инженерно-геологические условия, И.В. Попов различал региональные геологические и зональные.
- Прогноз изменения инженерно-геологических условий является задачей инженерной геодинамики

I. Горные породы

- **Основной объект инженерно-геологических исследований:**
 - - являются основанием,
 - - вмещают сооружения,
 - - входят в состав сооружений
- **Включают подземные воды**
- **Определяют формы рельефа**
- **Являются средой развития современных геологических процессов**

Массивы горных пород

- Инженерная геология имеет дело с массивами горных пород, так как сооружение взаимодействует с массивом
- Массив – любая толща грунтов (не зависимо от её внутренней структуры), находящаяся во взаимодействии с инженерным сооружением. Сфера воздействия сооружения на г.п.
- Массив – геологическое тело, образующее геологическую структуру и характеризующееся присущим только ему составом, строением и инженерно-геологическими закономерностями
- Массив, сложенный дисперсными грунтами, называют грунтовой толщей
- Зоны тектонических нарушений – особые массивы

Инженерно-геологический элемент

- ИГЭ – часть массива обладающая одинаковым составом, строением, свойствами и состоянием
- Выделение инженерно-геологических элементов является основной задачей инженерно-геологических исследований для обоснования строительства
- Масштабный эффект

Состав, свойства, строение и состояние грунтов

- **Состав и свойства грунтов – плотность, влажность, деформируемость, прочность, проницаемость и т.п.**
- **Условия залегания – слоистость, складчатые и разрывные тектонические структуры**
- **Состояние:**
 - **- пески плотного и рыхлого сложения;**
 - **- глины твердые, пластичные, текучие;**
 - **- скальные – по степени трещиноватости;**
 - **- степень выветрелости;**
 - **- мерзлые и талые.**
- **Естественное напряженное состояние**

ТРЕЩИНОВАТОСТЬ

Трещиноватость

- Изменение свойств скальных пород
- Определяет их фильтрационные свойства
- С трещиноватостью связаны процессы
 - Генетические типы трещин
- Литогенетические – напластования, контракционные, усыхания и т.п.
- Тектонические – соскладчатые, приразрывные
- Экзогенные – выветривания, разгрузки и т.п.
- Техногенные

Трещиноватость

- Параметры трещиноватости
- Положение в пространстве – элементы залегания, системы трещин
- Ширина, протяженность, глубина проникновения, форма, сети трещин
- Заполнитель, шероховатость стенок
- Интенсивность трещиноватости – модуль, блочность, КТП%, объёмная трещинная пустотность;
- косвенные: процент выхода керна, удельное водопоглощение, скорость упругих волн, RQD

Интенсивность трещиноватости

- Модуль трещиноватости – количество трещин на 1 погонный метр какого-либо направления
- Коэффициент трещинной блочности – отношение среднего объёма элементарного блока породы к 1 куб. м
- Блочность – средний поперечный размер блока
- Коэффициент трещинной пустотности – отношение выраженное в % площади трещин к площади площадки подсчета
- $$K_{тп} = (S_{тр} / S)100\%$$

Деление массивов по Ктп

- Ктп: <2% - слабо трещиноватые;
 - 2 – 5% - средне трещиноватые;
 - 5 – 10% - сильно трещиноватые;
 - >10% весьма сильно трещиноватые
-
- Объёмная трещинная пустотность – Π
 - $\Pi = \sum (b_i / (a_i + b_i)) 100\%$ $\Pi = 1,5 \text{ Ктп}$

Косвенные показатели трещиноватости

- Процент выхода керна
- Удельное водопоглощение
- Скорость продольных упругих волн
- RQD – отношение суммарной длины столбиков керна длиной более 10 см к длине интервала опробования

Определение модуля деформации в направлении перпендикулярном трещине (E_{\perp})

$$\frac{(a+b)d\sigma}{E_{\perp}} = \frac{ad\sigma}{E} + \frac{bd\sigma}{\xi E}$$

$$E_{\perp} = \frac{E(a+b)\xi}{a\xi + b} \cong \frac{E}{1+\eta}$$

$$\eta = \frac{b}{\xi a}, \quad \xi = 3 \cdot 10^{-2}$$

- E - модуль деформации породы,
- b - ширина трещины,
- a - расстояние между трещинами,
- $D\sigma$ – приращение напряжения
- ξ - эмпирический коэффициент

Расчет модуля деформации массива пород в направлении перпендикулярном основанию

$$E_{\perp} = \frac{E_0}{1 + \sum_{i=1}^n \eta_i (1 - \sin^4 \theta_i)}$$

$$\eta_i = \frac{b_i}{\xi a_i}, \quad \xi = 3 \cdot 10^{-2}$$

E_{\perp} - модуль деформации в направлении перпендикулярном основанию,

E_0 - модуль деформации образца,

b_i - ширина трещины,

a_i - расстояние между трещинами,

θ_i - угол наклона i -той системы трещин.

ξ - эмпирический коэффициент

Классификации трещин

- По ширине:
 - - дефекты кристаллической решетки $<0,001$ мм
 - - микротрещины $0,001 - 10$
 - - макротрещины $10 - 1000$
 - мегатрещины >1000 мм
- По форме: прямолинейные, криволинейные, волнистые
- По характеру поверхности стенок: гладкие, шероховатые, текстурные (зеркала, натеки и т.п.)
- По заполнению: зияющие, заполненные, залеченные

Классификации трещин

- **По взаимосвязи и ориентировке (сети трещин):** системные, полигональные, хаотические
- **По характеру окончаний:** затухающие, с ветвящимися концами, отсеченные другой трещиной
- **Кроме трещин необходимо различать тектонические разрывы, которые могут отличаться порядком**

Инженерно-геологическое значение изучения трещиноватости

- **Степень и характер трещиноватости горных пород определяет их свойства:**
 - - деформируемость и прочность;
 - - водопроницаемость;
 - - блочность;
 - - фильтрационную и механическую анизотропию;
 - - разрабатываемость;
 - - горное давление;
 - - перераспределение напряжений.
- **Процессы, на которые влияет трещиноватость:**
 - - оползни, обвалы, осыпи;
 - - карст;
 - - выветривание;
 - - эрозия и абразия

Изучение трещиноватости

- Обнажения, горные выработки, керн
- Фотогеологические методы (элементы залегания, ширина, протяженность)
- Геофизические методы (пустотность массива – ультразвуковое просвечивание, оценка анизотропии – сейсмопрофилирование)
- Гидрогеологические методы – нагнетание в скважины для определения удельного водопоглощения – интенсивность трещиноватости
- Улучшение свойств трещиноватых массивов – методы технической мелиорации

Карты трещиноватости

- Структурно- тектоническая основа
- Выделение областей по интенсивности трещиноватости – по Ктп
- Положение трещин в пространстве – розы трещиноватости или диаграммы плотности трещин