

Министерство образования и науки РК
Геологоразведочный колледж.

Базовые (опорные) конспекты

по предмету «Основы гидрогеологии и инженерной геологии»

***для специальности (ей) «0704000 – Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»
«0701000 – Геологическая съемка, поиск и разведка месторождений полезных ископаемых»
«0702000 – Технология и техника разведки месторождения полезных ископаемых»***

Подготовлен преподавателем
Ситгыковой Г.Р.

Рассмотрен на заседании
гидро-буровой ПЦК

Протокол № _____

от « ____ » _____ 2011г.

***Доработан Ариновым М.Н.
22.01.2015г.***

г. Семей

| Специальность 0704000 | Специальность 0701000 | Специальность 0702000 |
|---|---|---|
| Общее количество часов на предмет: 50 В том числе I. семестр - II. семестр - III. семестр - IV. семестр - V. семестр VI. семестр - VII. семестр - 50 VIII. семестр - | Общее количество часов на предмет: 52 В том числе I. семестр - II. семестр - III. семестр - IV. семестр - V. семестр VI. семестр - VII. семестр - 52 VIII. семестр - | Общее количество часов на предмет: 56 В том числе I. семестр - II. семестр - III. семестр - IV. семестр - V. семестр VI. семестр - VII. семестр - 56 VIII. семестр - |
| Количество обязательных контрольных работ -1 | Количество обязательных контрольных работ -1 | Количество обязательных контрольных работ -1 |
| Контрольных работ 1 в V семестре | Контрольных работ 1 в VII семестре | Контрольных работ 1 в VII семестре |
| Итоговый контроль <u>ОКР</u> , <u>зачет</u> . | Итоговый контроль <u>ОКР</u> , <u>зачет</u> . | Итоговый контроль <u>ОКР</u> , <u>зачет</u> . |

Содержание:

| | |
|--|-----------|
| Тематический план дисциплины | 4 |
| Введение | 5 |
| Раздел 1. Основы гидрогеологии | 5 |
| Круговорот воды в природе. Происхождение подземных вод | 5 |
| Физические свойства и химический, газовый и бактериальный составы подземных вод | 7 |
| Грунтовые воды и воды зоны аэрации | 10 |
| Артезианские воды | 11 |
| Подземные воды в трещиноватых и закарстованных породах | 13 |
| Подземные воды в областях развития многолетнемерзлых пород | 14 |
| Минеральные, промышленные и термальные воды | 15 |
| Основы динамики подземных вод | 16 |
| Условия обводненности месторождений полезных ископаемых | 25 |
| Раздел 2. Основы инженерной геологии | 28 |
| Горные породы как грунты и их физико-механические свойства | 31 |
| Физико-геологические и инженерно- геологические процессы и явления | 38 |
| Раздел 3. Гидрогеологические и инженерно - геологические исследования | |
| Гидрогеологические исследования | 49 |
| Инженерно-геологические исследования | 54 |
| Охрана окружающей среды | 57 |
| Используемая литература | 59 |

Тематический план дисциплины

| № тем | Наименование разделов и тем | Количество часов | | | | | |
|---|--|------------------|------|------|----------------------|------|------|
| | | Теория | | | Практические занятия | | |
| | | 0704 | 0701 | 0702 | 0704 | 0701 | 0702 |
| | Введение | | | | | | |
| Раздел I Основы гидрогеологии | | | | | | | |
| 1.1 | Круговорот воды в природе. Происхождение подземных вод. | | | | | | |
| 1.2 | Физические свойства, химический, газовый и бактериальный составы подземных вод | | | | | | |
| 1.3 | Грунтовые воды и воды зоны аэрации | | | | | | |
| 1.4 | Артезианские воды | | | | | | |
| 1.5 | Подземные воды в трещиноватых и закарстованных породах | | | | | | |
| 1.6 | Подземные воды в областях развития многолетнемерзлых пород | | | | | | |
| 1.7 | Минеральные, промышленные и термальные воды | | | | | | |
| 1.8 | Основы динамики подземных вод | | | | | | |
| 1.9 | Условия обводненности месторождений полезных ископаемых | | | | | | |
| | Итого по разделу: | | | | | | |
| Раздел 2 Основы инженерной геологии | | | | | | | |
| 2.1 | Горные породы как грунты и их физико-механические свойства | | | | | | |
| 2.2 | Физико-геологические и инженерно-геологические процессы и явления | | | | | | |
| | Итого по разделу: | | | | | | |
| Раздел 3 Гидрогеологические и инженерно - геологические исследования | | | | | | | |
| 3.1 | Гидрогеологические исследования | | | | | | |
| 3.2 | Инженерно-геологические исследования | | | | | | |
| 3.3 | Охрана окружающей среды | | | | | | |
| | Итого по разделу: | | | | | | |
| | Всего по дисциплине: | | | | | | |

Введение.

Гидрогеология – это наука о подземных водах, их ресурсах, запасах, составе, закономерностях распространения, хозяйственном значении и влиянии на человека.

Основные разделы гидрогеологии:

1-общая гидрогеология – занимается изучением различных типов водоносных горизонтов и их особенностей, а также химического состава и физических свойств питьевой воды.

2-динамика подземных вод – изучает законы движения воды в различных условиях и их количественные характеристики.

3-методика гидрогеологических исследований – занимается методиками изучения гидрогеологических условий, установлением месторождений подземных вод, определением их запасов и качества.

Основные задачи гидрогеологии:

-изучение различных типов водоносных горизонтов, с целью выделения перспективных.

-разработка методов поиска и разведки месторождений питьевой воды в различных условиях.

-разработка способов оценки пригодности подземных вод.

Инженерная геология – это отрасль геологии, изучающая горные породы (грунты), как основание для строительства инженерных сооружений, составляет прогнозы устойчивости сооружений и изучает взаимосвязь с окружающей средой.

Критерии устойчивости инженерных сооружений:

-осадка фундамента;

-просадка грунта (только в лессовых грунтах);

-несущая способность грунта.

Разделы инженерной геологии:

1-грунтоведение – занимается изучением физико-механических свойств грунтов и способами их искусственного улучшения.

2-инженерная геодинамика – занимается взаимными результатами деятельности человека, экзогенных и эндогенных процессов и разработкой мер борьбы с этими процессами.

3-методика инженерно-геологических исследований – занимается разработкой и внедрением методов инженерно-геологических изысканий и работ для различных видов строительства.

Раздел 1. Основы гидрогеологии.

ТЕМА № 1.1 Круговорот воды в природе. Происхождение подземных вод.

Вода содержится в атмосфере, гидросфере и литосфере в разных состояниях или фазах (пар, капельно-жидкое, лед). Между влагой в этих геосферах существует тесная связь, проявляемая в виде круговорота. Гидросфера – одна из оболочек Земли, различают наземную и подземную гидросферы. Она объединяет все свободные воды, которые могут передвигаться под влиянием солнечной энергии и гравитации.

Под круговоротом воды в природе понимается непрерывный процесс перемещения воды на Земле, сопровождающийся её фазовыми превращениями и имеющий выраженный циклический характер. Различают:

а) большой кругооборот воды – происходит между океаном и сушей;

б) малый кругооборот воды – происходит над океанами и морями;

в) внутренний кругооборот воды – происходит над материками.

Составляющими круговорота воды в природе являются:

1. *Атмосферные осадки*, делятся на два типа:

- а) образующийся непосредственно на поверхности горных пород (гололед, роса, иней);
- б) выпадающие на поверхность из облаков (дождь, град, снег).

2. *Испарение* с поверхности земли и водной поверхности, также выделяют *транспирацию* – это процесс испарения влаги растениями.

3. *Поверхностный и подземный сток*.

Под *поверхностным стоком* понимают перемещение воды в процессе ее круговорота по поверхности земли. Под *подземным стоком* – процесс перемещения воды, в толще земной коры.

Пример. Чтобы определить расход воды в сутки, Q (л/сек, м³/сут), в том или ином сечении, необходимо знать среднюю скорость движения воды в реке, v (м/сек), и площадь сечения водного потока, F (м²). $Q = v \cdot F$

Виды воды в горных породах (*подземная гидросфера либо гидролитосфера*).

--**связанная вода** – содержится в горных породах в различных видах и формах, и удерживается внутри минералов и на их поверхности, силами, значительно превышающими силу тяжести. Различают:

а) *химически связанная вода* – принимает участие в строении кристаллических решетки минералов, временно исключается из кругооборота;

б) *физически связанная вода* – находится на поверхности минералов, содержится в тонкодисперсных глинистых породах и удерживается силами, имеющими электрическую природу.

--**капиллярная вода** – заполняет капиллярные поры, стыки и трещины и удерживается силами поверхностного натяжения (Π – чем уже, тем лучше держит).

--**свободная (гравитационная)** – это капиллярно-жидкая вода, заполняющая поры и трещины в горных породах. Движение ее происходит под действием силы тяжести.

--**вода в твердом состоянии** – в виде кристаллов, прослоек, линз льда.

--**вода в виде пара** – в паро-газообразном состоянии.

Происхождение подземных вод.

--**инфильтрационные** – образуются в результате просачивания с поверхности земли осадков и поверхностных вод в пустоты горных пород.

--**конденсационные** – образуются при конденсации водяного пара, перемещающегося под влиянием сил упругости, из атмосферы в горные породы.

--**седиментационные (ископаемые)** - увлечены в земные недра, при осадкообразовании в виде остаточных растворов, либо отжаты при уплотнении горных пород.

--**воды магматического и метаморфического происхождения** – образуются при извержении и застывании магмы, а также выделяются при метаморфизации минералов и горных пород.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение гидрогеологии и инженерной геологии, перечислите их разделы и раскройте их сущность и различие.

2. Сформулируйте причины влияния гидрогеологии на экономику Казахстана и роль воды в жизни человека.
4. Сформулируйте основные направления (задачи) гидрогеологии
5. Нарисуйте схему круговорота воды в природе и раскройте его суть и её составляющие.
6. Проанализируйте, за счет чего формируются подземные воды.
7. Сформулируйте характеристики подземного и поверхностного стоков.
8. Проанализируйте отличия воды в газообразном, твердом, жидком и связанном состояниях в горных породах.

ТЕМА № 1.2 Физические свойства, химический, газовый и бактериальный составы подземных вод.

Физические свойства подземных вод определяются следующими показателями:

1. *Температура* подземных вод колеблется в широких пределах и зависит от глубины залегания, геологического строения, климата и т.д. Питьевая вода имеет $t^0 = 5-15^0\text{C}$.

Классификация:

- а) переохлажденные воды (t ниже 0^0C);
- б) холодные (ниже $+20^0\text{C}$);
- в) теплые ($+20^0 - +35^0\text{C}$);
- г) термальные ($+35^0 - +100^0\text{C}$);
- д) перегретые (от 100 до 375^0C) – паровые гейзеры.

2. *Цвет подземных вод* – цвет зависит от содержания химических и органических веществ. Органические примеси придают воде бурюю либо желтоватую окраску. H_2S и закислые соединения Fe – зеленовато-голубой цвет. Цвет оценивается по платиново-кобальтовой Pt-Co шкале в градусах. Питьевая вода должна быть бесцветной.

3. *Прозрачность* – это способность воды пропускать через себя световые лучи; зависит от содержания механических примесей и органических веществ. Выделяют: прозрачные, слегка мутные воды, мутные, очень мутные. Питьевая вода должна быть прозрачной.

4. *Вкус* – воде придают растворенные в ней минеральные вещества, газы и примеси. Питьевая вода должна быть без вкуса.

5. *Запах* – в подземных водах отсутствует. Однако при активной деятельности некоторых бактерий, вода может иметь H_2S -ный, болотный, затхлый и другие запахи. Питьевая вода должна быть без запаха.

6. *Плотность воды* – зависит от минерализации, с увеличением плотности увеличивается и минерализация (сумма солей).

7. *Сжимаемость* – незначительна, и характеризуется коэффициентом сжимаемости который равен $\beta = [2,7 - 5] \cdot 10^{-5}$ Па.

8. *Вязкость* – характеризует внутреннее сопротивление частиц жидкости ее движению. Количественно выражается коэффициентами динамической и кинетической вязкости.

9. *Электропроводность* – зависит от количества растворенных в ней солей. Пресные воды обладают низкой электропроводностью, дистиллированная вода – изолятор.

Химический состав подземных вод (из 87-70 растворяет).

Под химическим составом подземных вод понимается сложные природные растворы, содержащие в своем составе многие химические элементы в виде простых и сложных ионов (анионы и катионы), комплексных соединений, растворенных или газообразных молекул.

1. Неорганические минеральные вещества. Свойства подземных вод определяются количеством и соотношением, содержащихся в них в растворенном виде солей, присутствующих в виде ионов (катионов и анионов). Наиболее широко распространены Cl , HCO_3 , CO_3 , SO_4 , Na , K , Ca , Mg . Их называют главными, они определяют тип воды.

2. Органические вещества и микрофлора. Органические примеси в подземных водах могут встречаться на небольших глубинах залегания. Их количество оценивается по окисляемости. В питьевой воде окисляемость не должна превышать 10 мг/л $HMnO_4$.

Основные показатели химических свойств воды.

1. Жесткость воды – обусловлена присутствием в воде, солей Ca и Mg . Различают:

--общую жесткость – все соли Ca и Mg ;

--карбонатную жесткость – наличие в воде бикарбонатов Ca и Mg ;

--постоянную жесткость – остающаяся в воде после удаления бикарбонатов Ca и Mg .

Классификация по ОЖ: -очень мягкая вода (ОЖ < 1,5 миллимоль/л);

-мягкая (ОЖ = 1,5-3 ммоль/л или мг-экв/л);

-умеренно жесткая (ОЖ = 3-6 ммоль/л или мг-экв/л);

-жесткая (ОЖ = 6-9 ммоль/л или мг-экв/л);

-очень жесткая (ОЖ > 9 ммоль/л или мг-экв/л).

2. Щелочность – определяется наличием в воде гидрата, бикарбоната, карбоната Na и других солей слабых кислот.

3. Водородный показатель или реакция воды $pH = - \lg [H^+]$ – это десятичный логарифм концентрации водорода, взятый с обратным знаком.

Классификация: а) очень кислая вода ($pH < 5$)

б) кислая вода ($pH = 5-7$)

в) нейтральная вода ($pH = 7$)

г) щелочная вода ($pH = 7-9$)

д) высокощелочная вода ($pH > 9$)

4. Минерализация – это сумма всех минеральных веществ, содержащихся в воде.

Классификация: а) ультрапресная $M < 0,2$ г/л

б) пресная $M = 0,2-1$ (питьевая) г/л

в) солоноватая $M = 1-3$ г/л

г) сильносолоноватая $M = 3-10$ г/л

д) соленая $M = 10-15$ г/л

е) слабые рассолы $M = 50-100$ г/л

ж) крепкие рассолы $M > 100$ г/л

5. Агрессивные свойства подземных вод – оцениваются по отношению к бетону и железобетонным конструкциям степенью их разрушительной силы.

а) *сульфатная SO_4 агрессивность* – вода агрессивная при наличии в воде $SO_4 > 250$ г/л, и одновременном содержанием $S / > 1000$ мг/л

б) *углекислая* – устанавливается по содержанию свободного диоксида C , агрессивна, если его < 30 мг/л

в) *агрессивность выщелачивания* – зависит от бикарбонатной щелочности, если ее $< 1,5$ мг-экв/л, происходит выливание извести из бетона

г) *общекислотная агрессивность* – обусловлена низким значением pH . При $pH < 7$ и устранимой ОЖ $< 8,6$ мг-экв/л, вода агрессивна.

д) *магнезиальная* – определяется наличием Mg , агрессивна, если $Mg > 1000$ мг/л

е) *кислородная* - определяется наличием в воде O_2 , и проявляется по соотношению к металлическим предметам.

6. Окислительно-восстановительный потенциал Eh – характеризует интенсивность окисляющего и восстановительного действия элемента с переменной валентностью.

Бактериальный состав подземных вод.

Бактериальные свойства – обусловлены наличием микроорганизмов в подземных водах, среди которых особое значение имеют бактерии – возбудители опасных болезней (брюшной тиф, холера и другие). Присутствие бактерий в водах определяется специальным бактериологическим анализом. О бактериологическом загрязнении воды судят по следующим показателям:

--**коли-титру** – это объем воды в $см^3$, в котором содержится 1 кишечная палочка (в 1 литре не более трех);

--**коли-индексу** - по количеству или числу кишечных палочек в 1 литре воды (не более 1 в 300 миллилитре воды).

Газовый состав подземных вод.

Газовый состав – обусловлен наличием в воде газов в растворенном состоянии, и в виде свободных (спонтанных) газов. При уменьшении плотности растворенные газы могут переходить в свободные. В подземных водах присутствуют газы:

а) атмосферного генезиса;

б) биогенного генезиса;

в) химического генезиса;

г) радиогенного генезиса.

Наиболее распространенные в подземных водах – O_2 , CO_2 , H_2S , H_2 , CH_4 , тяжелые углеводороды и инертные газы.

Качество воды в Республике Казахстан регламентируется СанПин-3.01.067 – 97. В ходе полевых гидрогеологических работ отбирают пробы воды на полевой, сокращенный, полный и спектральный анализы для определения химического состава различной детальности. В практике наиболее распространенным видом выражения химического состава воды является формула М.Г.Курлова.

Контрольные вопросы:

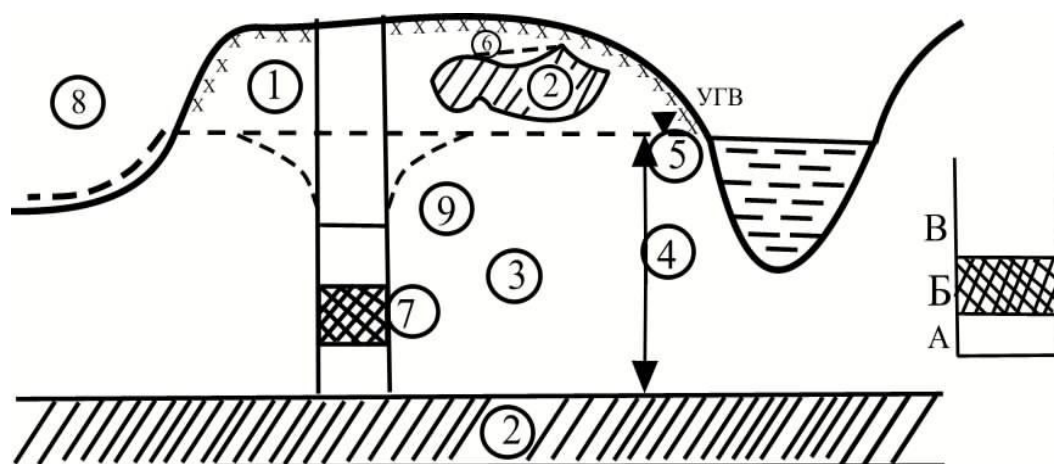
1. Проанализируйте, какими физическими свойствами обладают подземные воды.
2. Определите тип воды, если ее минерализация равна $M < 0,2$ г/л; $M (0,2 - 1)$ г/л; $M (1 - 3)$ г/л; $M (3 - 10)$ г/л; $M (10 - 50)$ г/л; $M (50 - 100)$ г/л; $M < 100$ г/л.
3. Дайте определение рН и определите тип воды, если $pH < 5$; $pH 5-7$; $pH 7$; $pH 7-9$.
4. Дайте определение жесткости воды, какие бывают виды жесткости. Определите тип воды при $OЖ =$ меньше 1,5 ммоль/л; 1,5-3 ммоль/л; 3-6 ммоль/л; 6-9 ммоль/л; 9 ммоль/л.
5. Какие виды агрессивности подземных вод вы знаете. Проанализируйте, при каких значениях вода будет агрессивна, а при каких нет.
6. Какой нормативный документ используется для нормирования качества п.в.
7. Проанализируйте пройденный материал темы и составьте характеристику питьевой воды (питьевая вода должна быть...)

ТЕМА № 1.3 Грунтовые воды и воды зоны аэрации.

Гидрогеологическая стратификация – это подразделение геологического разреза на гидрогеологические элементы. Выделяют водоносные слои, пласты, горизонты, комплексы, бассейны и жилы, разломы, зоны водонасыщенных, водопроницаемых и водоупорных горных пород. Верхняя часть земной коры, в зависимости от степени насыщения пор, пустот и трещин горных пород водой, делится на две зоны:

а) верхнюю зону аэрации – она расположена между поверхностью земли и уровнем грунтовых вод, содержит в порах воздух, через нее происходит просачивание (инфильтрация) атмосферных осадков; встречаются почвенные воды и верховодка.

б) нижнюю зону насыщения – где циркулируют подземные воды различных типов (грунтовые, трещинные и другие).



- | | | |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 – зона аэрации; | 2 – водоупор; | 3 – водоносный горизонт; |
| 4 – мощность вод-го горизонта; | 5 – уровень грунтовых вод; | 6 – верховодка |
| 7 – г/г скважина; | 8 – родник; | 9 – депрессионная воронка. |

Почвенные воды существуют в породах у поверхности земли в виде пара, связанной и капиллярно-подвешенной воды. Образуются за счет инфильтрации атмосферных осадков, конденсации паров, поливных вод; основной формой их передвижения в зоне аэрации является влагоперенос.

Верховодкой называют временное скопление подземных вод в зоне аэрации. *Водоупором для верховодки* служат линзы глин и плотных суглинков; она имеет сезонный характер, плохое качество воды, практического значения в водоснабжении не имеет.

Водоносный горизонт – это толща горных пород, насыщенных водой, и залегающих на водоупоре - (является основным элементом гидрогеологической стратификации). *Водоносный комплекс* – это несколько водоносных горизонтов, имеющих единый геологический возраст и генезис водовмещающих пород и залегающих на региональном водоупоре.

Грунтовые воды – это воды первого от поверхности земли, постоянно действующего водоносного горизонта, залегающего на относительно выдержанном водоупоре и имеющего свободную поверхность (не перекрыта водоупором).

Особенности грунтовых вод.

1. Это воды со свободной поверхностью, т.е. давление на них с поверхности равно атмосферному, поэтому при вскрытии скважины уровень воды остается на той же отметке, где был встречен первоначально.
2. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод, значит область питания совпадает с областью распространения.
3. Неглубокое залегание грунтовых вод приводит к естественному вскрытию (т.е. их разгрузке) «балками», оврагами и речными долинами в виде ключей, родников.
4. Близкое залегание к поверхности земли и отсутствие водонепроницаемых экранов, вызывает загрязнение подземных вод органикой и промышленными отходами.
5. Близкое залегание к поверхности земли, вызывает резкие колебания элементов режима (t^0 , уровень, химический состав).

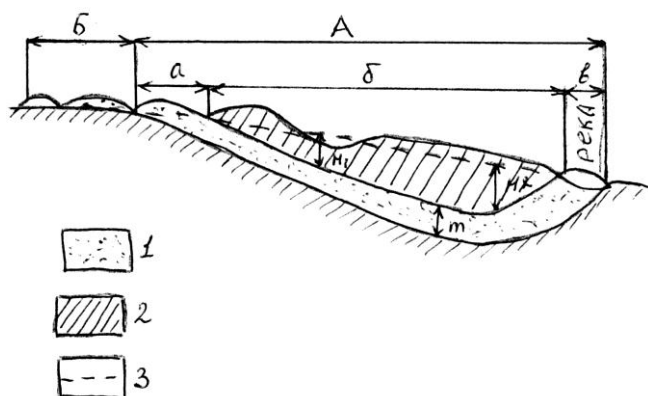
На гидрогеологических картах, поверхность грунтовых вод, отображается в виде *гидроизогипс* – это линии, соединяющие одинаковые отметки уровня грунтовых вод. Они обладают следующими свойствами:

- не пересекаются;
- не прерываются;
- не соприкасаются.

Контрольные вопросы:

1. Нарисуйте схему - «Характеристика грунтового водоносного горизонта» и раскройте ее суть.
2. Какие основные термины необходимо знать, что бы начать изучение водоносного горизонта?
3. Можно ли использовать воду верховодки для питьевых целей, какие условия при этом должны удовлетворяться.
4. Нарисуйте схему откачки из грунтового водоносного горизонта и раскройте ее суть.
5. Проанализируйте особенности грунтового водоносного горизонта.
6. Построить гидроизогипсы по 4 скважинам и определить направление потока: (1-2 90^0 , 2-3 180^0 , 3-4 90^0 ; абс.отм. 1 скв.-105м, 2 скв.-108м, 3скв.-110м, 4 скв.-103м), расстояние между скважинами произвольное.
7. Построить гидроизогипсы по 4 скважинам и определить направление потока: (1-2 90^0 , 1-3 180^0 , 3-4 270^0 ; абс.отм. 1 скв.-105м, 2 скв.-108м, 3скв.-111м, 4 скв.-100м), расстояние между скважинами произвольное.
8. Дайте определения зоны аэрации и насыщения, водоносного горизонта и комплекса, верховодки, грунтовых вод.

ТЕМА № 1.4 Артезианские воды.

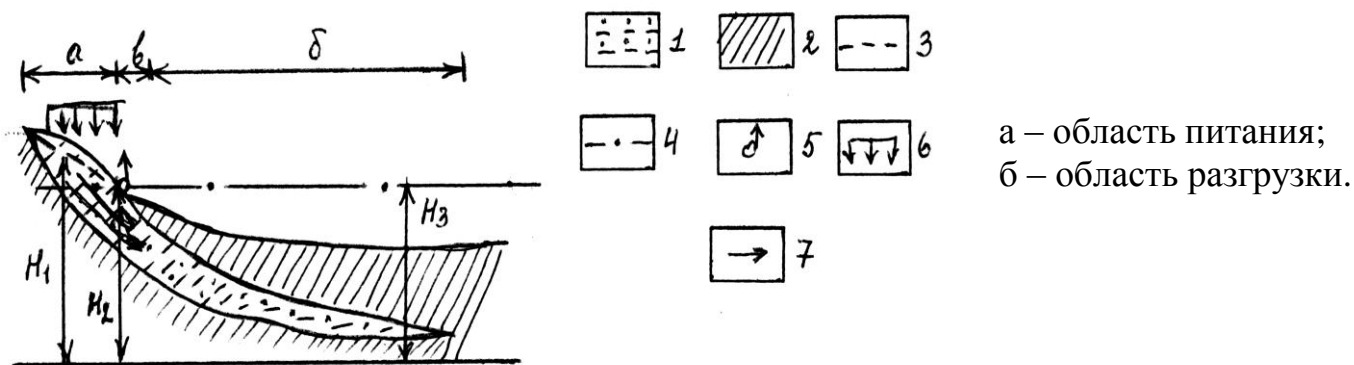


Артезианскими водами называются межпластовые подземные воды, ограниченные сверху и снизу водоупорными породами, при вскрытии которых скважиной, уровень устанавливается выше кровли водоносного пласта. Уровень артезианских вод называется *пьезометрическим*.

Особенности артезианских вод.

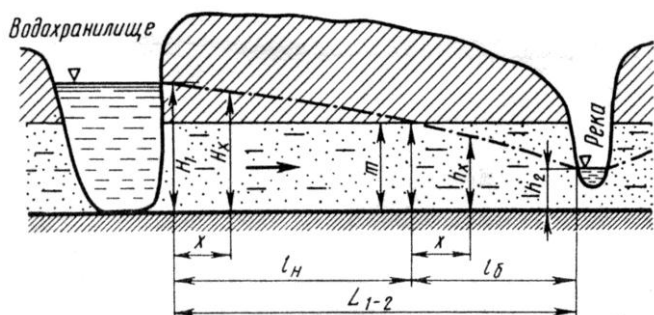
1. Межпластовое залегание горизонтов и комплексов артезианских вод, каждый из которых сверху и снизу ограничен водоупорами.
2. Область распространения артезианских вод не совпадает с областью питания и бывает удалена от последней.
3. При вскрытии артезианских вод скважиной, установившийся уровень всегда выше появившегося.
4. Режим артезианских вод отмечается большим постоянством по сравнению с другими типами вод.
5. Артезианские воды отличаются большей защищенностью от загрязнения и лучшим качеством воды.

Среди природных емкостей артезианских вод основными являются: артезианские бассейны и артезианские склоны. *Артезианский бассейн* – это совокупность напорных горизонтов и комплексов, залегающих в синклинальных структурах, где движение подземных вод происходит под гидростатическим напором. *Артезианские склоны* – это своеобразные бассейны напорных вод, встречающиеся в краевых частях предгорных прогибов, межгорных впадин и на склонах морских акваторий, где имеется моноклиналиное залегание и выклинивание водовмещающих отложений.



На картах артезианские воды отображаются с помощью пьезоизогипс, либо гидроизопьез – это линии, соединяющие одинаковой абсолютные отметки напоров.

Межпластовые безнапорные воды.



Обычно эти воды приурочены к слоистым осадочным толщам, слагающим приподнятые междуречные массивы. Уровень этих вод располагается ниже кровли первого водоупора, т.е. водопроницаемый слой, не имеет полного заполнения. По условиям передвижения и характеру напоров, эти воды аналогичны грунтовым. Однако область питания не совпадает с областью распространения.

Источники.

Источником (родником, ключом) называют естественный выход подземных вод на поверхность. По характеру выхода на поверхность различают:

- 1) *нисходящие источники* $\circ \downarrow$ - питаются верховодкой и грунтовыми водами, приурочены к осадочным породам. Выходят в долинах рек, балках, оврагах.
- 2) *восходящие источники* $\circ \uparrow$ - образуются при выходе на поверхность напорных вод. Являются очагами разрушения артезианских, трещинно-жильных, межмерзлотных и подмерзлотных вод.

Контрольные вопросы:

1. Подумайте, какие водоносные горизонты (артезианский или грунтовой) более пригодны для питьевых целей и почему.
2. Схема, определение и особенности артезианских вод.
3. Определение артезианского склона и бассейна.
4. Межпластовые безнапорные воды и источники.

ТЕМА № 1.5 Подземные воды в трещиноватых и закарстованных породах.

Трещинные воды – это подземные воды, залегающие и циркулирующие в трещиноватых магматических, метаморфических и плотных осадочных горных породах. Они могут быть *напорные* и *безнапорные*.

Трещины в горных породах по генезису бывают:

1. литогенетические – образуются, в процессе формирования пород;
2. тектонические – образуются, в результате движения земной коры;
3. экзогенные – образуются, в процессе выветривания.

Для образования водоносного горизонта в трещиноватых горных породах, необходимы следующие условия:

- 1) наличие трещин, достаточно широких, чтобы пропускать воду (> 1 мм);
- 2) трещины должны образовывать взаимосвязанную систему, имеющую общую направленность от области питания до области разгрузки;
- 3) трещины должны быть заполнены крупнозернистым материалом, пропускающим воду.

Особенности водоносного горизонта трещиноватых пород:

- 1) относительно малая водообобщность горных пород;
- 2) питание в основном осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных вод;
- 3) наблюдается неоднородность в обводнении пород в связи с неравномерным распространением трещиноватости, что затрудняет поисково-разведочные работы;
- 4) трещинные воды, если они грунтовые, еще более чувствительны к загрязнению с поверхности и колебаниям элементов режима;
- 5) напорные воды в крупных тектонических трещинах называются жильными и являются наиболее благоприятными для водоснабжения.

Карстовые воды – это подземные воды, залегающие и циркулирующие в трещинах, пустотах, пещерах, образующиеся в результате растворения и выщелачивания известняков, доломитов, гипсов, ангидритов и других карстующихся карбонатных пород.

Особенности карстовых вод.

1. Тесная и активная связь с атмосферными осадками и поверхностными водами.
2. Значительные колебания элементов режима подземных вод в течение года (минерализация, температура, химический состав).
3. Легкая возможность загрязнения, в том числе и поверхностными загрязнителями.
4. Зависимость минерализации подземных вод от скорости круговорота воды: очень часто встречаются горько-соленые воды и рассолы, в связи с большей растворимостью пород.

Контрольные вопросы:

1. Проанализируйте типы трещин по генезису, для чего необходимо их изучение в гидрогеологии.
2. Назовите особенности трещиноватых вод и проанализируйте их пригодность для хоз. питьевого водоснабжения.
3. Проанализируйте разницу между трещинными и карстовыми водами.
4. Назовите особенности карстовых вод и проанализируйте их пригодность для хозяйственно-питьевого водоснабжения.
5. Какие условия необходимы для образования трещиноватого водоносного горизонта.

ТЕМА № 1.6 Подземные воды в областях развития многолетней мерзлоты.



I – деятельный слой, замерзающий зимой и оттаивающий летом, мощностью от нескольких см до 5 м;

II – слой вечномерзлых пород;

III – слой талых горных пород, в которых циркулируют подземные воды.

1 – деятельный слой;

2 – талик – это участок незамерзших пород, соединяющий деятельный слой с подмерзлотными водами;

3 – межмерзлотный водоносный горизонт;

4 – вечномерзлые породы, ЗВМ;

5 – подмерзлотные воды.

Многолетнемерзлыми (вечно мерзлыми) – называются горные породы, содержащие в порах, пустотах и трещинах лед и имеющие отрицательную или нулевую температуру в течение многих лет и веков. **Особенности:**

1. существование воды во всех трех фазах;

2. взаимосвязь всех фаз между собой и с вмещающими талыми и мерзлыми породами;

3. превращение хорошо проницаемых в талом состоянии пород при цементации льдом в водоупоры.

По характеру вмещающих воду горных пород, выделяют:

- а) надмерзлотные воды;
- б) межмерзлотные воды;
- в) внутримерзлотные воды;
- г) подмерзлотные воды;
- д) воды сквозных таликовых зон.

Криогенные явления – это явления, происходящие в верхней части земной коры под действием низких температур. К ним относятся:

1. *Наледи* – образуются при замерзании воды и излив ее на поверхность.
2. *Гидролакколиты* – это многолетние наледи высотой до 30 м, $d = 80$ м.
3. *Бугры пучения* – возникают при замерзании рыхлых обводненных пород.
4. *Термокарст* – является результатом неравномерного проседания или провала почвы и подстилающих ее при таянии подземного льда.
5. *Соллифлюкция* – движение со склонов оттаявшей массы горных пород.

Контрольные вопросы:

1. Нарисуйте схему зоны вечной мерзлоты с пояснением ее послойного строения.
2. Проанализируйте основные особенности многолетнемерзлых вод.

ТЕМА № 1.7 Минеральные, промышленные и термальные воды.

К природным минеральным водам относятся подземные воды, оказывающие благотворное физиологическое влияние на организм человека, в силу повышенной минерализации, сверхкларкового содержания специфических компонентов, высокой температуры или высокой радиоактивности. Все встречающиеся разновидности минеральных вод объединяются в 2 основные группы:

- 1) воды без специфических компонентов и свойств, лечебное значение которых определяется их ионным составом и минерализацией ($M = 2$ г/л);
- 2) вода специфического состава, лечебные свойства которой определяются наличием в повышенных количествах различных биологически активных компонентов

Промышленными принято называть природные воды с концентрацией элементов, обеспечивающие в конкретных гидрогеологических условиях, экономически целесообразную их добычу и переработку.

К *термальным подземным водам* относятся все воды, формирующиеся в верхней оболочке земной коры, температура которых превышает $+35^{\circ}\text{C}$. Термальные воды используют для теплоснабжения промышленных, сельскохозяйственных и гражданских объектов, для выработки теплоэнергии, в медицине и промышленности.

Классификация подземных вод.

Единой классификации вод нет, разделяют их по различным признакам.

1. По геологическому возрасту водовмещающих пород различают воды каменноугольных, четвертичных отложений и т.д.
2. По генезису – воды аллювиальных отложений, флювиогляциальных и т.д.
3. По гидравлическим признакам подземные воды делятся на безнапорные и напорные.

4. По химическому составу в зависимости от преобладания растворенных в воде солей различают воды гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные, а по катионам – кальциевые, магниевые натриевые.

5. По температуре подземные воды разделяются на исключительно холодные (ниже 00С), весьма холодные (0-40С), холодные (4-20 0С), теплые (20-37 0С), горячие (37-42 0С), весьма горячие (42-100 0С) и исключительно горячие (свыше 100 0С).

6. По условия залегания и динамическими характеристикам подземные воды делятся на несколько типов:

- а) воды зоны аэрации, верховодка и надмерзлотные воды сезонно-талого слоя;
- б) грунтовые воды и воды таликов;
- в) межпластовые, в том числе межмерзлотные и подмерзлотные;
- г) глубинные воды.

Водные ресурсы, их использование и охрана.

Неочищенные производственные ливневые и бытовые стоки – это многокомпонентные системы, содержащие мусор, химические загрязнители, патогенные организмы.

1. Механические методы очистки предназначены для отделения в начале крупных загрязнений с помощью решеток и сит, а затем тяжелых взвесей с помощью песколовок. В заключении воду пропускают через отстойники, где оседает тонкодисперсная часть.

2. Биологические методы основаны на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоид.загрязнители в качестве источника питания.

3. Химические методы применяются для удаления растворимых примесей с помощью различных реагентов, вступающих в химическую реакцию с вредными примесями, в результате чего образуются малотоксичные вещества.

4. Физико-химические методы.

а) флотация – это адсорбирование легких, грубодисперсных частиц мелкими пузырьками воздуха и поднятие их на поверхность, где образуется слой пены

б) ионообменная сорбция – это процесс обмена между ионами, находящимися в сточной воде и присутствующими на поверхности твердой фазы

в) дезодорация – удаление вещества органического происхождения, обладающего токсичным действием либо запахом.

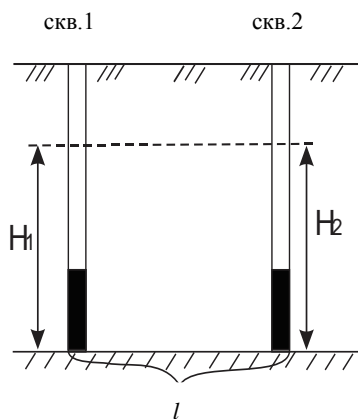
Контрольные вопросы:

1. Минеральные, промышленные и термальные воды.

2. Классификация подземных вод.

ТЕМА № 1.8.1 Основы динамики подземных вод.

Под динамикой подземных вод понимается раздел гидрогеологии, который изучает закономерности и количественные характеристики движения воды в горных породах. Это движение в зоне насыщения возможно по трещинам, пустотам или порам горных пород под действием силы тяжести или избыточного движения. Такое движение называется фильтрацией. Важнейшей причиной движения воды является напор или гидравлический градиент. Опыт показывает, что скорость движения воды зависит от разности абсолютных отметок (высот). Гидравлический градиент – это разность отметок (высот) уровня подземных вод к отношению расстояния между ними, измеряется в долях единицы.



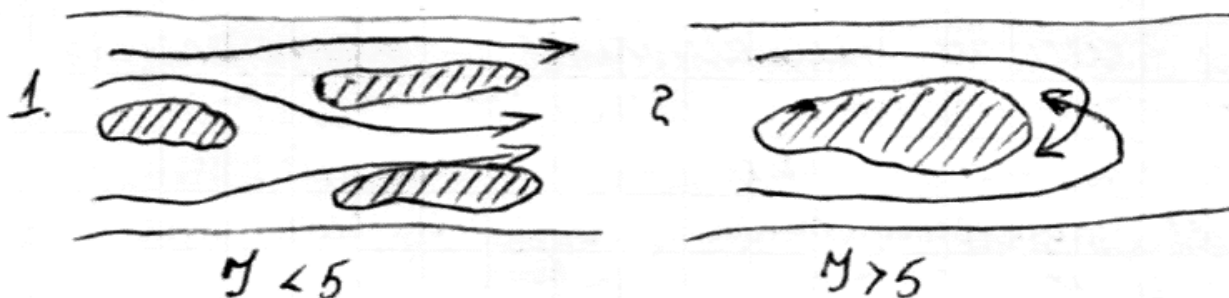
Очевидно, что движение возможно при $H_1 \neq H_2$, тогда основная причина движения – это напор.
 $J = \frac{H_1 - H_2}{l} \equiv \frac{\Delta H}{l}$ - гидравлический градиент.

где, H – абсолютная отметка уровня подземных вод;
 l – расстояние между двумя скважинами;
 J – гидравлический градиент или напор.

Также, очевидно, чем больше гидравлический градиент (или уклон), тем больше скорость движения подземных вод, т.е. справедлива зависимость, установленная французским ученым А.Дарси в 1856 году: (1) $v = K_{\phi} \cdot J$

где, K_{ϕ} – коэффициент пропорциональности, характеризующий горные породы и называется коэффициентом фильтрации – это скорость движения подземных вод при напорном градиенте, равном единице, выражается обычно в м/сутки или см/сек. $K_{\phi} = \frac{v}{J}$

Существует два типа фильтрации гравитационной воды в зоне насыщения:



1. Ламинарный – когда напоры небольшие, скорость движения небольшая и струи воды практически параллельны и не образуют завихрений, плавно огибают частицы грунта. Фильтрация называется линейной.

2. Турбулентный – наблюдается при больших значениях гидравлических напоров, скорость движения подземных вод возрастает, струи воды огибая частицы грунта создают завихрения и соответственно дополнительно гидравлическое сопротивление. Фильтрация в этом случае называется не линейной. И для нее воспринимается зависимость А.Дарси и принимает вид: (1a) $v = K_{\phi} \cdot \sqrt{J}$ В этих случаях большинство формул не действует. Такое движение наблюдается в карстовых водах, и такие местности считаются сложными для изучения.

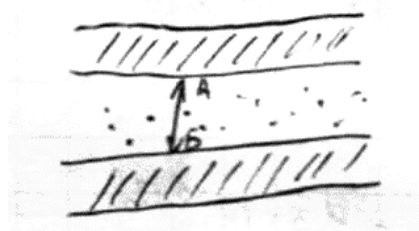
На практике в большинстве случаев наблюдается линейный закон фильтрации.

И основу всех расчетов составляет закон Дарси. $v = \frac{Q}{F}$ (2)

где, Q – величина расхода воды или количество воды прошедшее через какое-либо сечение в единицу времени, м³/сут или л/сек;
 F – площадь живого сечения потока, м².

Приравниваем к правой части формулы (1) и (2)

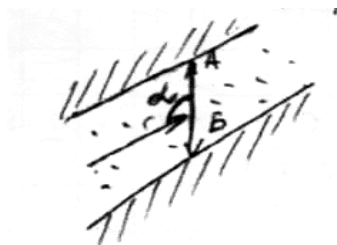
$\frac{Q}{F} = K_{\phi} \cdot J$ получим: $Q = K_{\phi} \cdot J \cdot F$ - это формула Дарси для подземного потока.



Когда поток подземных вод идет под углом к площади F , то справедлива формула :

$$Q = K_{\phi} \cdot J \cdot F \cdot \cos \alpha$$

где, α – это угол между направлением потока и перпендикуляром, восстановленным к ланной плошали.



Основные понятия и определения динамики подземных вод.

Движение называется установившимся, если условия питания, разгрузки, режим водоносного пласта, горизонта постоянны во времени. При установившемся движении поток подземных вод сохраняет неизменными во времени все гидродинамические элементы: расход, скорость, уклон, направление и другие.

Но существуют естественные и искусственные причины, которые нарушают естественный установившийся режим. Это выражается в изменении всех параметров потока во времени (расход, скорость и т.д.) *движение становится более сложным и называется неуставившимся*. В природе подземные воды имеют в основном неуставившееся движение.

Гидрогеологическими (гидродинамическими) параметрами называются величины, характеризующие в количественном выражении, ёмкостные и фильтрационные свойства водоносного горизонта. Они необходимы для подсчета запасов подземных вод, являющейся конечной целью гидрогеологических работ. Основным из них является коэффициент фильтрации K_{ϕ} , м/сут;

При проведении полевых гидрогеологических работ в процессе бурения скважин определяются:

- глубина залегания подземных вод, $H_{ст}$ –статический уровень водоносного горизонта, м;
- мощность водоносного горизонта, H -грунтовые воды, t -напорные воды, м;

После оборудования скважины фильтровой колонной и проведения откачки определяются:

- дебит (расход воды), Q , л/сек, $м^3/сут$;
- понижение (разность между динамическим и статич-м уровнем воды), $S = H_{дин} - H_{ст}$, м.

Используя эти параметры вычисляют по формулам коэффициент фильтрации и другие гидрогеологические параметры изучаемого водоносного горизонта, которые в дальнейшем необходимы для оценки запасов подземных вод, а именно:

- коэффициент водопроницаемости, $T = k_{\phi} \cdot m$ или $T = k_{\phi} \cdot h_{cp}$, $м^2/сут$;
- приведенный радиус влияния, $lg R_n = \frac{S_1 lg r_2 - S_2 lg r_1}{S_1 - S_2}$, м;
- коэффициент уровнепроводности, $a = k_{\phi} \cdot h_{cp} / \mu$, $м^2/сут$.

Гидродинамические особенности потоков подземных вод.

Под потоком подземных вод понимается пространственно оконтурированный поток гравитационных подземных вод, движение которых происходит в пористой или трещиноватой среде горных пород под действием напорного градиента.

Гидродинамические элементы потока – величины, которые несут основную информацию о потоке подземных вод и полностью его определяют:

- мощность потока, (h, m);*
- ширина потока, B ;*
- пьезометрический напор, H ;*
- напорный градиент или гидравлический уклон, I ;*
- направление движения потока;*
- скорость фильтрации, v ;*
- расход потока, Q .*

Гидродинамические особенности потоков подземных заключаются в изменении гидродинамических элементов потока под влиянием естественных и искусственных факторов, а именно:

- степень водонасыщенности горных пород (зоны аэрации и насыщения);
- условия залегания и гидравлический характер потока (безнапорный и напорный);
- условия питания и разгрузки подземных вод;
- изотропность и анизотропность фильтрационных свойств горных пород (под изотропными понимаются фильтрационные свойства горных пород одинаковые по всем направлениям; под анизотропными понимаются фильтрационные свойства горных пород, зависящие от направления);
- характер гидрогеологических условий на границе водоносного горизонта. Различают краевые условия в разрезе и в пласте. *В разрезе различают:*

а) воды со свободной поверхностью, граничащей с зоной аэрации;

б) напорные воды, когда кровля водоносного горизонта является водонепроницаемыми породами.

В плане границы водоносного горизонта могут быть либо водопроницаемые, либо водонепроницаемые, искусственными или естественными.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте типы движения воды, в каких условиях они происходят.
2. Что такое K_f , для чего он необходим.
3. Продемонстрируйте, с помощью необходимых инструментов, как производится пробная откачка из скважины. (зарисовать схему на доске, описать порядок проведения работ, провести опыт в течении 10 минут)
4. Какие параметры водоносного горизонта определяются при бурении скважин и проведении откачки воды из скважин, для чего они определяются.

ТЕМА № 1.8.2 Основы динамики подземных вод, движение грунтовых вод в однородных пластах.

При анализе различных природных схем этих потоков обычно решаются следующие задачи:

- определение расхода потока;
- построение депрессионной (пьезометрической) кривой;
- определение отдельных гидрогеологических параметров, характеризующих область фильтрации или условия питания потока.

Движение грунтовых вод при горизонтальном водоупоре.

Определение расхода потока.

Величина q единичного расхода грунтового потока q определяется выражением: $q = kJh$.

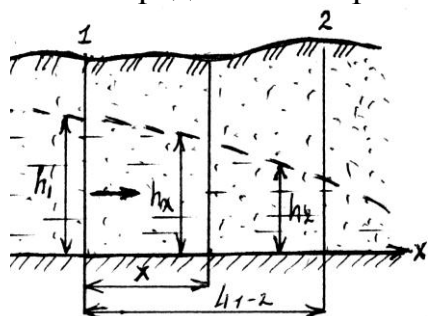


Схема грунтового потока с горизонтальным водоупором.

В дифференциальной форме с учетом величин напорного градиента при горизонтальном водоупоре

$$J = -\frac{dh}{dx}$$

формула единичного расхода будет иметь вид

$$q = -kh \frac{dh}{dx} \quad (1)$$

В уравнении (1) произведем разделение переменных:

$$\frac{q}{k} dx = -h dh \quad (2)$$

Выражение (2) интегрируем от сечения 1 до сечения 2, где x изменяется от 0 до L_{1-2} ,

$$qk \int_0^{L_{1-2}} dx = -\int_{h_1}^{h_2} h dh \quad (3)$$

а значение напора h – соответственно от h_1 до h_2

После интегрирования (3) получим $(q/k)L_{1-2} = \frac{-(h_2^2 - h_1^2)}{2}$ откуда получим величину

$$q = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}}$$

единичного расхода

Полученная формула была выведена

французским гидравликом Ж. Дюпюи в 1857г. и называется формулой Дюпюи.

Общий расход потока определяется следующим образом:

$$Q = Bq = Bk \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} = Bk \frac{h_1 + h_2}{2} * \frac{h_1 - h_2}{L_{1-2}}$$

где, $(h_1+h_2)/2$ – средняя мощность потока (h_{cp}),

а $((h_1-h_2)/L_{1-2})$ – средний напорный градиент (I_{cp}).

Построение кривой депрессии.

Кривую депрессии можно построить, если известны мощности водоносного горизонта в двух поперечных сечениях 1 и 2. Для построения кривой депрессии нужно определить мощность водоносного горизонта в любом третьем сечении h_x отстоящем от первого на расстоянии x .

Согласно уравнению Дюпюи единичный расход для участка потока 1-2 равен

$$q_{1-2} = k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}}$$

Аналогично для участка 1-x $q_{1-x} = k \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x}$

Приравняем правые части двух последних уравнений (при $q = \text{const}$) $k \frac{h_1^2 - h_2^2}{2L_{1-2}} = k \frac{h_1^2 - h_x^2}{2x}$

Откуда получим значение h_x :
$$h_x = \sqrt{h_1^2 - \frac{h_1^2 - h_2^2}{L_{1-2}}x} \quad (4)$$

Движение грунтовых вод при наклонном залегании водоупора.

Определение единичного расхода потока по формуле 5:

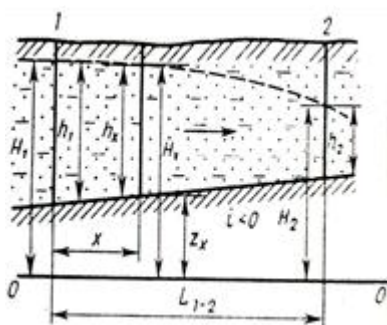


Схема грунтового потока с наклонным водоупором

$$q = k \frac{h_1 + h_2}{2} * \frac{H_1 - H_2}{L_{1-2}} \quad (5)$$

Построение кривой депрессии с помощью следующей формулы:
$$H_x = \frac{e \pm \sqrt{e^2 - 4ac}}{2a} \quad (6)$$

Движение подземных вод к водозаборным сооружениям

Водозаборные сооружения (*водозабор*) представляют собой инженерные выработки, предназначенные для захвата и извлечения подземных вод для различных целей.

По конструктивным особенностям все водозаборы подразделяются на три группы:
- *вертикальные* (скважины, шахтные колодцы, шурфы);
- *горизонтальные* (открытые каналы, каптажные галереи, траншеи);
- *комбинированные* (комбинация из вертикальных и горизонтальных выработок).

Вертикальные водозаборы вскрывающие грунтовые воды, называются грунтовыми, а водозаборы, каптирующие напорные (артезианские) воды — артезианскими.

По характеру вскрытия водоносных горизонтов водозаборы делятся на совершенные и несовершенные:

- *совершенные водозаборы* — выработки (вертикальные и горизонтальные), которые вскрывают водоносный горизонт на всю его мощность, обеспечивая поступление воды в выработку по всей мощности водоносного горизонта;

- *несовершенные водозаборы* — не вскрывают водоносный горизонт на всю его мощность.

При работе вертикальных водозаборов вокруг них образуются воронки депрессии или депрессионные воронки, которые могут быть симметричными и асимметричными. На некотором расстоянии от оси водозабора депрессионная воронка сливается с горизонтальной поверхностью подземных вод, не нарушенной откачкой воды из водозабора — это расстояние $R_{\text{п}}$ называется приведенным радиусом влияния водозабора.

Расчет притока воды к артезианской скважине.

При расчете притока воды к артезианской скважине принимается, что депрессионная воронка симметрична, водовмещающие породы однородны, водоупор горизонтален, режим движения ламинарный, установившийся.

Для установившегося движения возьмем уравнение Дарси для любого сечения $Q = F \cdot k_{\text{ф}} \cdot J$; В данном случае площадь поперечного сечения равна площади боковой поверхности цилиндра, радиус которого равен r , высота m , т.е. $F = 2\pi \cdot r \cdot m$, а напорный градиент $J = dH/dr$. Заменим в линейном законе фильтрации F и J их значениями, получим: $Q = 2\pi \cdot r \cdot m \cdot k_{\text{ф}} \cdot (dH/dr)$.

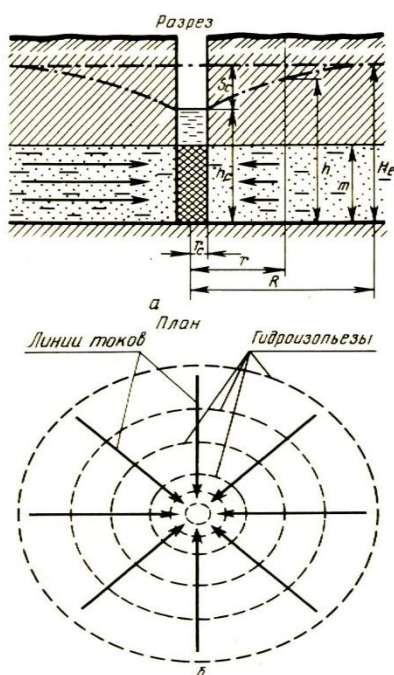


Схема движения воды к артезианской совершенной скважине: а — разрез; б — план:

S_c — величина понижения в скважине;

h_c — высота столба воды в скважине при откачке;

m — мощность водоносного горизонта;

r_c — радиус скважины;

r — расстояние от оси скважины до сечения, где пьезометрический напор во время откачки равен H_2 ;

R — радиус влияния;

H_e — пьезометрический напор до откачки в скважине.

Разделим переменные и подставим пределы интегрирования:

$$\int_{r_c}^R \frac{Q dr}{2\pi m k r} = \int_{h_c}^{H_e} dh$$

откуда $Q = 2\pi k m \frac{H_e - h_c}{\ln R - \ln r_c}$ обозначим

$H_e - h_c$ через S_c , перейдем к десятичным логарифмам:

$$Q = 2.73 k m \frac{S_c}{\lg \frac{R}{r_c}} = 2.73 T \frac{S_c}{\lg \frac{R}{r_c}}$$

Это уравнение является расчетной формулой для определения дебита артезианской скважины.

Расчет водопритока к грунтовой скважине.

Приток воды к грунтовой скважине происходит, так же как и к артезианской скважине, - через цилиндрическое сечение. Отличие заключается в том, что в артезианской скважине поверхность цилиндра имеет постоянную высоту, равную мощности водоносного горизонта m , в грунтовых водах высота цилиндра h_2 меняется от H_e до $h_{СКВ}$. В данном случае площадь боковой поверхности цилиндра равна $F = 2\pi h r R$, а гидравлический градиент $I = \frac{QH}{Qr}$. Согласно линейному закону фильтрации дебит скважины выразится следующим образом: $Q = kFI$ или $Q = 2\pi h_r k (dh_r/dr)$

Разделив переменные и проинтегрировав r в пределах от r_c до R и h_r - от $h_{СКВ}$ до H_e , получим

$$\frac{Q}{2\pi k} \int_{r_c}^R \frac{dr}{r} = \int_{h_{СКВ}}^{H_e} h_r dh_r \text{ откуда}$$

$$Q = \pi k \frac{H_e^2 - h_{СКВ}^2}{\ell_n R - \ell_n r_c}$$

Заменив $h_{СКВ}$ через $H_e - S_c$, получим

$$H_e^2 - h_{СКВ}^2 = (H_e + h_{СКВ})(H_e - h_{СКВ}) = (H_e + H_e - S_c) S_c = (2H_e - S_c) S_c$$

Окончательная формула притока воды в грунтовую скважину имеет вид

$$Q = \pi k \frac{(2H_e - S_c) S_c}{\ell_n R - \ell_n r_c} = 1.366 k \frac{(2H_e - S_c) S_c}{\lg R - \lg r_c}$$

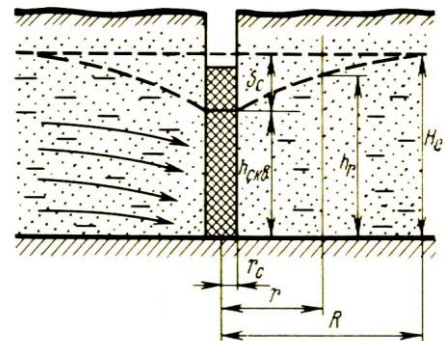
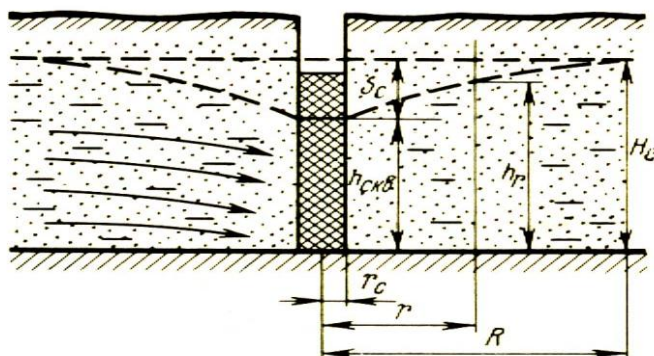


Схема движения воды к грунтовой совершенной скважине: S_c - величина понижения в скважине; h_c - высота столба воды в скважине при откачке; H_e - пьезометрический напор до откачки в скважине. r_c - радиус скважины; r - расстояние от оси скважины до сечения, где мощность горизонта во время откачки равен h_r ; R - радиус влияния



Контрольные вопросы:

1. Решите задачу: абсолютная отметка устья скв.1-150,7м; абс.отм. устья скв.2-155,5м. Уровень грунтовых вод в скв.1-10,5м, а в скв.2-16,3м. Расстояние между скважинами 57м. Определите гидравлический уклон.
2. Определите направление движения потока подземных вод (способ треугольника), рассказать по схеме.
3. Охарактеризуйте движение грунтовых вод при горизонтальном залегании водоупора (написать формулу расчета единичного расхода, пояснить ее на примере)
4. Опишите способы проведения откачек, какие виды откачек существуют и с помощью чего они производятся.

ТЕМА № 1.8.3 Основы динамики подземных вод, понятие о режиме и балансе, запасах и ресурсах подземных вод.

Режим и баланс подземных вод - показатели проявления одного и того же процесса. Режим отображает определенный порядок изменения во времени количества и качества подземных вод, баланс - количественное выражение процесса накопления и расходования водных масс.

Под режимом подземных вод понимают изменение их уровня, напора, расхода, химического и газового состава. Режим подземных вод отображает процесс формирования подземных вод во времени в определенном пространстве под влиянием естественных и искусственных режимобразующих факторов. Выделяют суточный, сезонный, годовой и многолетний режимы.

К естественным режимобразующим факторам относятся: изменение количества выпадающих атмосферных осадков, особенностей питания водоносных горизонтов за счет подземных и поверхностных вод, особенностей разгрузки или дренирования и т.д.

Искусственные режимобразующие факторы - это строительство мелиоративных систем, плотин, каналов, водозаборов подземных вод, сооружение систем водопонижения при строительстве и эксплуатации объектов или отдельных сооружений, поставка сырья для деревообрабатывающей промышленности и др.

Водным балансом называется количественное соотношение между элементами, определяющими плиток водных масс и их отток, применительно к конкретной площади за единицу времени.

В зависимости от стадии проектирования выделяют региональный, зональный и локальный балансы. При составлении регионального баланса характеризуется гидрогеологический регион или бассейн. Зональный баланс составляется для какой-либо зоны, локальный - для конкретной площади или участка.

Методы составления водного баланса, применяемые в настоящее время, делятся на две основные группы;

- 1) экспериментальные, при которых каждая составляющая часть определяется непосредственно измерением;

2) гидродинамические, когда анализируются колебания уровня грунтовых вод с помощью аналитических уравнений и методов моделирования на цифровых машинах.

Основные элементы водного баланса следующие:

Π - приток грунтовых вод в зону;

O - отток грунтовых вод через сечение из одной зоны в другую.

$\pm g$ – вертикальный водообмен между почвенными и грунтовыми водами.

$\pm P$ – вертикальный водообмен между грунтовыми и напорными водами.

ΔW - изменение запасов.

$$\Delta W = \Pi - O \pm g \pm P$$

Понятие о ресурсах и запасах подземных вод.

Под запасами понимают тот объем гравитационной воды, который находится в водоносном горизонте в данное время.

Ресурсы – это количество воды, которое поступает в водоносный горизонт за счет различных источников питания.

В связи с этим различают:

Естественные запасы Q_3 – это объем гравитационной воды, находящейся в водоносном пласте в естественных условиях. $Q = \alpha \cdot \mu \cdot V$

где, V – объем обводненных горных пород, m^3 ;

μ – коэффициент водоотдачи, доли единицы;

α – коэффициент извлеченных запасов, $\alpha = 0,5$

Естественные ресурсы – это количество воды, которое поступает в водоносный горизонт в естественных условиях за счет различных источников питания.

Эксплуатационные запасы – это количество воды, которое может быть получено в рациональном технико-экономическом отношении водоразборным сооружением при заданном режиме эксплуатации с заданным качеством и в количестве, удовлетворяющем потребителя в течение всего расчетного фона амортизации (30 лет).

Контрольные вопросы:

1.Какие методы составления водного баланса существуют.

2.Подумайте для чего необходимо изучать режим и баланс подземных вод в гидрогеологии.

3.Как вы считаете, о чем свидетельствуют ресурсы и запасы подземных вод

4.Определить K_f при скорости фильтрации 10 м/сут и гидравлическом градиенте 2.

5.Определить скорость фильтрации при турбулентном движении потока если известно что $K_f=15$ м/сут, а гидравлический градиент = 1

6. $H_d=40$ м, $H_{ст}=8$ м, определите понижение уровня в скважине

7. $H_{ст}=12$ м, $S=27$ м, определите динамический уровень в скважине

8.Как производится замер дебита при откачке воды из скважины, посчитать дебит на примере

ТЕМА № 1.9 Условия обводненности МПИ.

Понятие о шахтных водах и задачи рудничной гидрогеологии.

При разработке месторождений полезных ископаемых подземные воды, приуроченные к вмещающим полезное ископаемое породам, поступают в горные выработки.

Шахтные или рудничные воды – подземные воды, поступающие в горные выработки из горных пород и осложняющие вскрытие и эксплуатацию полезного ископаемого.

Раздел гидрогеологии изучающий рудничные или шахтные воды, получил название рудничной или шахтной гидрогеологии.

Задачами шахтной гидрогеологии является изучение гидрогеологических условий разведываемых и разрабатываемых месторождений; гидрогеологическое обоснование строительства карьеров, проходки стволов шахт и прочих горных выработок и др., разработка наиболее рациональных способов борьбы с шахтными водами.

Борьба с водой на шахтах и рудниках предохраняет их от затопления, прорывов плывунов и т.п., создает благоприятные условия для труда.

Условия обводненности месторождений.

Обводненность месторождений полезных ископаемых обуславливается рядом естественных и искусственных факторов:

---к основным природным факторам обводнения относятся: атмосферные осадки, рельеф местности, просачивание воды из поверхностных водотоков и водоемов, обнаженность коренных пород и состав покровных отложений, литологический состав вмещающих пород, тектоника района, глубина горных выработок, формы погребенного рельефа.

Атмосферные осадки - количество воды, поступающей в горные выработки при небольшой глубине залегания полезного ископаемого, находится в прямой зависимости от количества выпадающих атмосферных осадков.

Рельеф местности - колебание притоков воды в горные выработки и степень водообильности зависят от высотного положения шахтного поля и изрезанности его овражно-балочной системой. Наиболее обводненными являются горные выработки, расположенные под речными долинами.

Просачивание воды из поверхностных водотоков и водоемов - источником обводненности горных выработок нередко являются открытые водотоки и водоемы, расположенные вблизи или непосредственно на месторождении. В этом случае происходит фильтрация воды из открытых водотоков непосредственно или через аллювиальные отложения.

Обнаженность коренных пород и состав покровных отложений - если на месторождении отсутствуют мощные водоносные горизонты, то величина притока в горные выработки зависят от степени обнаженности коренных водопроводящих пород и мощности, покровных суглинисто-глинистых отложений, изолирующих продуктивную толщу от поверхности воды. Обводненность месторождения прямо пропорциональна обнаженности пород при одинаковой трещиноватости их и прочих краевых условиях.

Литологический состав вмещающих пород - предопределяет его обводненность. Меньшей обводненностью характеризуются месторождения сложенные пластами

осадочных цементированных пород (песчаниками, сланцами, аргиллитами, алевролитами, прослоями известняка и угля). Значительной обводненностью характеризуются месторождения, в геологическом разрезе которых преобладают закарстованные известняки и другие, легкорастворимые карстующиеся породы. Наиболее тяжелые гидрогеологические условия наблюдаются на месторождениях, сложенных рыхлыми обломочными породами, где пласт полезного ископаемого залегает между рыхлыми водопроницаемыми породами.

Тектоника района - зоны тектонических нарушений в цементированных породах являются местами сосредоточенного, иногда катастрофического поступления воды в горные выработки.

Глубина горных выработок – в зависимости от геолого-гидрогеологических условий и интервала глубины приток воды и коэффициент водообильности с глубиной горных выработок могут и уменьшаться и увеличиваться. Уменьшение водопотока (коэффициент водообильности) с глубиной объясняется уменьшением степени трещиноватости скальных пород с глубиной и заполнением трещин глинистыми материалами.

Формы погребенного рельефа - водообильность ряда месторождений обусловлена погребенными формами рельефа. Древние размывы, выполненные в более позднее время хорошо фильтрующими отложениями, служат мощными коллекторами подземных вод. В подобных местах нередко осуществляется гидравлическая связь не только нескольких водоносных горизонтов, но также с поверхностными водотоками и водоемами.

---к искусственно созданным факторам можно отнести: влияние старых затопленных выработок, влияние не затампонированных разведочных скважин, принятую систему ведения горных работ.

Влияние старых затопленных выработок - большие объемы подземных вод накапливаются в старых заброшенных выработках. Прорыв этих вод в действующие горные выработки является одной из наиболее распространенных причин частичного или полного затопления рудников.

Влияние не затампонированных разведочных скважин - при плохом тампонаже скважин в случае подработки последних горными выработками из них очень часто прорывается вода, в ряде случаев со значительным притоком.

Принятая система ведения горных работ - при работе с обрушением кровли сдвигание пород достигается дневной поверхностью и на ней появляются воронки, трещины и т.п. В этих случаях необходимо проводить планировочные работы, ограждающие поверхность шахтного поля от скопления атмосферных осадков и сбрасываемых шахтных вод.

Гидрогеологическая классификация месторождений твердых полезных ископаемых. Общий приток воды в систему горных выработок обуславливается сочетанием природных (разобранных выше) и горнотехнических факторов. Существует ряд классификаций месторождений по условиям обводненности. В.Д. Бабушкин и С.П. Прохоров по условиям залегания пород все месторождения разбивают на три класса. К первому классу относятся месторождения с горизонтальным залеганием пород, ко

второму – с наклоном, в основном с моноклинальным залеганием, к третьему – с мульдообразованием.

Определение притоков воды в горные выработки.

Прогнозирование притоков воды в горные выработки является одной из задач шахтной гидрогеологии.

Определение притоков методом гидрогеологических аналогий. Основан на сопоставлении гидрогеологических условий и переносе фактически наблюдаемых водопротоков в действующие шахты на проектируемые, находящиеся в аналогичных гидрогеологических условиях, используя эмпирические зависимости, выведенные для данного горно-гидрогеологического района или месторождения.

Определение притока по водному балансу. При разработке месторождений в горные выработки притекают статистические и динамические запасы подземных вод. Приблизительно динамические притоки можно определить умножением коэффициента или модуля подземного стока и водосборной площади, откуда ожидается пополнение подземные вод, поступающих в горные выработки.

Использование рудничных вод.

Рудничные и шахтные воды обычно используются после умягчения для хозяйственно-технических целей, в отдельных случаях возможно использование их и для питьевого водоснабжения. На некоторых месторождениях рудничные воды содержат растворенные соли и тяжелые металлы в таких количествах, что их экономически выгодно извлекать из рудничных вод. Знание химического состава рудничных вод имеет важное значение как поисковый признак на наличие других полезных ископаемых, генетически связанных с разрабатываемыми, но содержащих в незначительных количествах. По результатам изучения химического состава рудничных вод составляются прогнозные гидрогеологические карты различного масштаба.

Контрольные вопросы:

1. Проанализируйте природные факторы, влияющие на формирование режима рудничных вод. Каким образом они влияют.
2. Проанализируйте искусственные факторы, влияющие на формирование режима рудничных вод. К чему они могут привести.
3. Как вы думаете, какими способами можно изменить водоприток в горные выработки.

Раздел 2. Основы инженерной геологии.
ТЕМА № 2.1.1 Горные породы как грунты
(генезис, литогенез и структура горных пород).

Грунтами следует считать любые горные породы, залегающие в верхней части земной коры, которые изучаются как многокомпонентные динамические системы, с целью познания их в качестве объекта инженерной деятельности человека и используются в качестве основания, материала или среды для возведения сооружений.

Инженерная геология – это в первую очередь наука о геологических условиях строительства сооружений и производства инженерных работ.

По генезису (т.е. процессу образования и происхождения) различают следующие горные породы:

1.магматические (интрузивные, эффузивные) - образуются из магматических расплавов. В зависимости от состава магмы, условий её остывания и кристаллизации в земной коре образуются горные породы различного петрографического состава и структуры. Формирование магматических пород протекает в особых термодинамических условиях, создающих большие внутренние напряжения сжатия, при постоянном влиянии внешних тектонических движений (боковое давление).

2.осадочные - образуются в результате совокупности процессов образования осадков, называемого литогенезом. В зависимости от условий и способа накопления осадочного материала образуются различные генетические и петрографические типы осадочных пород – обломочные, глинистые, химические, органогенные и пирокластические (из продуктов вулканических извержений).

3.метаморфические - образуются из магматических и осадочных пород разного состава в результате глубокого их преобразования под влиянием высоких температур (до 850-900⁰С) и давления (до 1-2тыс.МПА), действия горячих растворов и летучих компонентов.

Осадочные породы незначительные по мощности, в сравнении с магматическими и метаморфическими, занимают до 75% площади земной поверхности и являются основным объектом для строительства различных сооружений, необходимых человечеству для полноценной жизни. Поэтому подробнее рассмотрим образование и структуру осадочных пород.

Литогенез осадочных горных пород.

Литогенез – это процесс образования горных пород и все изменения, которые привели их в современный вид. Изучение общего хода и закономерностей литогенеза – задача сложная, а изучение формирования свойств осадочных пород в процессе их образования и существования в земной коре – задача еще более сложная. Однако надо ясно понимать, что знание способа и условий образования осадочных толщ – это знание свойств осадочных пород. Литогенез состоит из следующих этапов:

1. Седиментогенез – это осадконакопление, проходящее в 3 стадии:

- а) выветривание материнских пород и образование исходного материала;
- б) транспортировка исходного материала и частичное отложение на путях перемещения;
- в) накопление осадков в конечном пункте и в водной среде.

2. Диагенез заключается в преобразовании осадка в горную породу (кристаллизация, цементация и другие);

3. *Метаморфизм* - изменение осадочных пород при высоких температуре и давлении;
4. *Выветривание* - разрушение осадочных пород при влиянии различных естественных факторов.

Структура осадочных горных пород - понимается совокупность следующих признаков:

- а) размер, форма и характер поверхности частиц и агрегатов;
- б) взаимное расположение частиц и агрегатов;
- в) наличие и характер внутренних связей между частицами и агрегатами.

Исходя из размеров частиц материнских пород, выделяют по I структурному признаку, следующие элементарные частицы осадочных горных пород:

- глинистые: $d < 0,001$ мм;
- пылеватые: d от 0,01 до 0,001 мм;
- песчаные: d от 2 до 0,01 мм;
- крупнообломочные: $d > 2$ мм.

Название структура горных пород: ---*пелитовая* - состоит из глинистых частиц;
---*алевролитовая* - из пылеватых частиц;
---*псаммитовая* - из песчаных частиц;
---*псефитовая* - из крупнообломочных частиц.

По характеру поверхности выделяют структуры:

- конгломератовидная* - состоит из окатанных частиц (гравий, галька, валуны);
- брекчевидная* - состоит из угловатых частиц (дресва, щебень, камни).

Практические задачи строительного дела требуют классификации грунтов – это основной раздел любой естественной науки, первый и важный этап обобщения, отражающий степень изученности грунтов и являющейся средством и методом их познания.

По строительным свойствам все грунты делятся на пять групп (классификация Ф.П.Саваренского):

1. твердые, скальные, полускальные – несжимаемые грунты выдерживают любые нагрузки;

2. твердые - достаточно прочные водопроницаемые (выветрелые породы I группы и твердые осадочные);

3. пластичные - водонепроницаемые, механические свойства которых зависят от влажности (являются самыми тяжелыми для строительства);

4. дисперсные (рыхлые) - водопроницаемые, имеющие высокие механические свойства (пески, крупнообломочные грунты);

5. водонасыщенные (очень мягкие) – с большим количеством органических включений – непригодные для строительства (ил, торф).

Эта классификация легла в основу инженерно-геологической классификации горных пород с изменениями и дополнениями В.Д.Ломтадзе. Кроме того, в инженерной геологии распространены специальные классификации:

-*по устойчивости пород в откосах* – применяется при проектировании и строительстве невысоких насыпей, выемок, дамб и других земляных сооружений.

-по несущим способностям пород – используется при проектировании и строительстве фундаментов сооружений.

-по способу и трудности разработки горных пород – используется при выполнении различных земляных работ различным инструментом, так как категория пород определяет стоимость 1 м³ земляных работ.

-по крепости пород – известна как классификация М.М.Протодяконова и широко применяется в инженерной практике, особенно в горном деле.

-по степени водопроницаемости или водопоглощения пород – показатели этой степени (коэффициент фильтрации и удельное водопоглощение) широко и часто используются для решения различных строительных задач.

Контрольные вопросы:

1.Классификация грунтов Ф.П.Саваренского по строительным свойствам, с какими ещё классификациями вы знакомы?

2.Что изучает инженерная геология, для чего необходима данная наука?

3.Как подразделяется структура осадочных горных пород, какую роль она играет в грунтоведении?

4.Опишите подробно этапы литогенеза осадочных горных пород.

ТЕМА № 2.1.2 Горные породы как грунты (физико-механические и водные свойства грунтов).

Физико-механические свойства грунтов формируются в процессе их образования (генезиса) и их следует называть такими, которые определяют их физическое состояние, отношение к воде и закономерности изменения прочности и деформации. Соответственно различают свойства физические, водные и механические, хотя некоторые ученые выделяют и химические свойства грунтов.

Физические свойства характеризуют физическое состояние горных пород, то есть качественную определенность, проявляющейся в их плотности, влажности, пористости и вещественного (минерального или гранулометрического) состава. Данные о физических свойствах грунтов позволяют качественно оценивать их прочность и устойчивость.

а) плотность грунта есть её масса в единице объёма. Единицей измерения плотности породы служит килограмм-масса на кубический метр (кг/м³) или очень часто г/см³. Плотность горных пород служит показателем разной степени их уплотненности и поэтому используется при расчленении разновозрастных толщ, комплексов и корреляции разрезов.

б) влажность грунта. Физическое состояние и свойства горных пород в значительной мере зависят от их влажности, которая определяется отношением массы воды, заполняющей поры, к массе сухой породы. Выражается в долях единицы или в процентах. Если влажность определена по естественным образцам породы, она называется естественной. Чем выше влажность горных пород, тем больше их плотность. Она сказывается также на их прочности, морозоустойчивости, усадке, теплоёмкости и других свойствах.

в) пористость грунта есть общий объём пор, пустот в единице объёма. Измеряется в процентах от полного объёма породы или в долях единицы. При инженерно-геологической оценке грунтов изучение их пористости имеет большое значение. Чем больше пористость горных пород, тем меньше их плотность и прочность, больше деформируемость и влагоемкость, но меньше водопроницаемость. Последнее обстоятельство может показаться парадоксальным, но это так. Водопроницаемость горных пород определяется не общей их пористостью, а размерами пустот и трещин. Одна крупная открытая трещина, рассекающая породу, может профильтровать через себя в сотни и тысячи раз больше воды и газов, чем тысячи мелких субкапиллярных микротрещин. Пористость снижает сопротивляемость горных пород выветриванию и их морозоустойчивость. Понижая плотность горных пород, пористость повышает их способность поглощать энергию колебательных движений при распространении сейсмических волн и тем самым уменьшает их сейсмостойкость.

г) вещественный состав грунта. В инженерной геологии все грунты подразделяют на:

1. скальные и полускальные горные породы;
2. рыхлые несвязные и мягкие связные породы.

Состав песчаных, гравелистых, щебенистых, галечных и особенно глинистых пород и глин в значительной степени определяет их физико-механические свойства, а скальные и полускальные грунты благодаря структурным связям являются монолитными и характеризуются высокой прочностью и твердостью. Однако прямой количественной связи между составом и свойствами пород пока не установлено. Поэтому вещественный состав (гранулометрический, минеральный) является главным образом классификационным показателем, позволяющим одновременно судить и о некоторых свойствах, и об условиях образования рыхлых несвязных и мягких связных пород.

Главнейшими водными свойствами скальных и полускальных пород являются их водоустойчивость, влагоёмкость и водопроницаемость, а у песчаных и глинистых пород дополнительно капиллярность.

а) водоустойчивость – у скальных и полускальных пород характеризуется их размягчаемостью, а у глинистых пород характеризуется размоканием, набуханием и усадкой.

Размягчаемость заключается в насыщении породы водой и снижении прочности, характеризуется коэффициентом размягчаемости K_p , численно равным отношению временного сопротивления сжатию образца породы после насыщения водой $R_{сж.в}$ к временному сопротивлению сжатию до насыщения образца водой $R_{сж.с}$ и выражается в долях единицы с точностью до 0,1.

Размокание заключается в потере прочности грунта в результате ослабления или разрушения внутренних связей при взаимодействии с водой. Размокание зависит от минерального состава, характера внутренних связей, состава поглощенного комплекса, от начальной влажности. Косвенно характеризует невысокую уплотненность, склонность к просадочности, низкую прочность внутренних связей и выражается временем размокания, влажностью, характером распада образца в воде.

Набухание - свойство глинистых грунтов увеличиваться в объеме при взаимодействии с водой. Оно сопровождается увеличением пористости и влажности грунта, при этом консистенция грунта становится более мягкой (из твердого состояния – в полутвердое, тугопластичное и пластичное). Набухание обуславливается наличием в грунте гидрофильных минералов со значительным содержанием глинистой фракции, высокой удельной поверхностью. Этот процесс является обратным усадке. Свободное набухание обуславливается приращением объёма набухшего грунта по отношению к объему первоначальному. Давление набухания развивается в глинистом грунте как реакция внешней нагрузке (от сооружения).

Усадкой называется уменьшение объема и линейных размеров грунта при высыхании. Явление усадки свойственно глинистым и органогенным грунтам. Оно сопровождается неравномерной деформацией грунта при высыхании, появлении трещин, увеличением его водонепроницаемости. Этот процесс часто наблюдается в откосах оросительных и осушенных каналов, в глинистых и заторфованных грунтах, после удаления из них воды. Усадка ведет к переходу глинистого грунта из пластического состояния в полутвердое и твердое, причем объём массы грунта уменьшается до определенного предела, после которого остается постоянным. Влажность, соответствующая постоянному объёму грунта, называется пределом усадки W_u .

б) влагоёмкость – это способность горных пород поглощать и удерживать определенное количество воды. Скальные породы невлагоёмки, полускальные обычно слабовлагоёмки; глины и суглинки – влагоёмки; супеси, пески мелко- и тонкозернистые – средневлагоёмкие; пески средне- крупно- и грубозернистые, гравий, щебень, галечники – невлагоёмкие. Влагоёмкость скальных и полускальных пород имеет практическое значение для косвенной оценки их морозоустойчивости и при исследованиях определяют их водопоглощение W_p , водонасыщение W_n и коэффициент водонасыщения K_n .

Водопоглощение – это способность породы поглощать (впитывать) воду при погружении в нее в обычных условиях, т.е. при атмосферном давлении и комнатной температуре.

Водонасыщение – это способность породы поглощать (впитывать) воду при погружении в нее в особых условиях – под вакуумом, при повышенном давлении или при кипячении, т.е. способность породы впитывать максимальное количество воды.

Отношение водопоглощения к водонасыщению называют коэффициентом водонасыщения породы.

У влагоемких (глины, суглинки) пород различают влагоемкость полную, капиллярную и молекулярную.

Полной влагоемкости соответствует полное насыщение породы водой, т.е. заполнение всех её пор.

Капиллярной влагоемкости соответствует не полное насыщение породы водой, а такое, когда водой заполнены только капиллярные поры.

Молекулярная влагоемкость (или наименьшая) – это способность пород удерживать определенное количество физически связанной воды, т.е. воды, не заполняющей пустоты и поры, а лишь находящейся на поверхности частиц породы в виде оболочки. При этом то максимальное количество физически связанной воды, которое может удержать порода на поверхности своих частиц, определяет её максимальную молекулярную влагоемкость.

Водоотдача – это способность песчаных, гравийных, дресвяных и других обломочных пород, насыщенных водой, отдавать её путем свободного стекания. Она примерно равна разности между полной их влагоемкостью и максимальной молекулярной; характеризует, какая часть воды (в %) от общего её содержания в породе свободно стекает. Для количественной оценки водоотдачи служит коэффициент водоотдачи μ , равный отношению объема стекающей воды к объему породы, выраженный в долях единицы.

в) капиллярность – увлажнение пород может быть обусловлено проникновением (инфильтрацией) воды с поверхности земли или поступлением её снизу из какого-либо водоносного горизонта под влиянием гидростатического или гидродинамического напора и капиллярных сил. Последние, как известно, всегда над водоносным горизонтом образуют капиллярную зону, в пределах которой наблюдается повышенное увлажнение или насыщение пород. Если она достигает поверхности земли, то происходит заболачивание местности. При интенсивном испарении капиллярных вод, поднимающихся к поверхности земли, в засушливых районах обычно происходит засоление почв и подстилающих их пород, образование солончаков и т.д. Характеризуется капиллярность песчаных и глинистых пород высотой капиллярного поднятия и может достигать в тонко- и мелкозернистых песках 1,5-2 метра, а в глинистых породах 3-4 метра.

г) водопроницаемость – это способность горных пород пропускать через себя воду под действием напора. Скальные породы проницаемы только по трещинам, в полускальных породах движение воды происходит как по трещинам, карстовым полостям и пустотам, так и отчасти при соответствующих напорах по микротрещинам и порам. В рыхлых несвязных породах (пески, галечники и другие обломочные) водопроницаемость зависит от их пористости и скважности. Мягкие связные породы (глины) очень слабопроницаемы или практически водонепроницаемы, так как размер пор в них мал.

Фильтрацией называется движение воды, а также других жидкостей и газов, через пористые горные породы. Количественно выражается коэффициентом фильтрации K_f , м/сутки.

Также выделяют следующие водные свойства грунтов как *липкость*, *консистенция*, *пластичность*, оказывающих значительное влияние на физическое состояние и прочность грунтов.

Механические свойства горных пород характеризуются их поведением при воздействии внешних усилий (нагрузки) и проявляются в сопротивлении разрушению и деформации.

а)прочность – это свойство горных пород сопротивляться разрушению и воспринимать не разрушаясь, в определенных пределах и условиях те или иные нагрузки.

Прочность скальных и полускальных пород принято выражать и оценивать временным сопротивлением сжатию, растяжению, сдвигу (скалыванию) и реже изгибу, а прочность песчаных и глинистых пород оценивается сопротивлением сдвигу. Последнее проявляется в нарушении сплошности породы в результате смещения (сдвига) части породы по одной или нескольким поверхностям скольжения (ослабления).

б)деформация – это свойство горных пород изменять под нагрузкой форму сложения и объём.

Деформация скальных пород при напряжениях, не превышающих предела пропорциональности, имеют упругий характер; при напряжениях, превышающий этот предел, породы быстро разрушаются с потерей сплошности, имеют хрупкий характер разрушения, деформации их становятся необратимыми.

Деформации полускальных пород при небольшом значении внешней нагрузки бывают упругими; при нагрузке, превышающей предел пропорциональности, деформация становится упруговязкой и пластической. При деформациях полускальных пород могут быть установлены пределы их упругости, текучести и прочности.

Деформация песчаных и глинистых пород выражают и оценивают показателями сжимаемости, так как при уплотнении происходит изменение внутреннего сложения и объёма, т.е. уменьшение пористости. *Внешняя нагрузка без возможности бокового расширения, приложенная к песчаной или глинистой породе, вызывает деформацию сжатия (уплотнение), т.е. компрессию.* Компрессия может быть представлена в 1 из 3 зависимостей: между пористостью и давлением, сжатием и давлением, влажностью и давлением.

-консолидацией называют процесс уплотнения глинистых грунтов во времени при постоянной нагрузке. Степень консолидации принято называть отношение $V = \Delta H_t / \Delta H$ величины сжатия в данный момент времени к полной величине сжатия при завершившейся консолидации.

Выделяют также химические свойства грунтов. К ним относят: растворимость, засоленность, степень органического разложения и карбонатность.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте физические свойства грунтов.
2. Какие главнейшие водные свойства грунтов вы знаете?
3. Что характеризуют механические свойства грунтов.

ТЕМА № 2.1.3 Горные породы как грунты

(показатели физико-механических и водных свойства грунтов).

Количественные характеристики физико-механических и водных свойств грунтов называются показателями. Все показатели по своему назначению делятся на:

1.классификационные - позволяют разделить грунты на одинаковые виды, т.е. типизировать их;

2.расчетные - определяются для проведения различных расчетов, причем:

а)косвенные расчетные служат для количественной проверки и проведения типизации;

б)прямые расчетные служат для выполнения конечной цели инженерно-геологических исследований, т.е. для обоснования надежности и устойчивости сооружения.

| № п/п | Название показателя | Обозначение показателя | Единица измерения | Тип показателя | Область применения и классификация |
|--|---|------------------------|--|---|--|
| Показатели физических свойств грунтов | | | | | |
| 1 | Объёмная масса | ρ γ | г/см ³ в пределах 1,5-2,2 | прямой расчетный плотности грунта | -расчет осадки сооружения; -расчет давления на подпорную стенку; -расчет горного давления в тоннелях; -для перевода единиц объёма грунта в единицы веса и наоборот; -для расчета других показателей. |
| 2 | Плотность сухого грунта (скелета) | ρ γ | г/см ³ в пределах 1,3-1,85 | косвенно- расчетный плотности грунта | -плотность сухого грунта характеризует концентрацию частиц в объёме грунта, что позволяет косвенно судить о физических свойствах грунта в его естественном залегании -для прямой характеристики при искусственном уплотнении и при расчете коэффициента уплотнения; -для расчета пористости. |
| 3 | Плотность частиц грунта (удельная масса) | ρ γ | г/см ³ в пределах 2,5-2,8 | косвенно- расчетный плотности грунта | -применяется в грунтоведении для расчета пористости и коэффициента пористости: -пески -- 2,66; -супеси - 2,70; -суглинки – 2,71; -глины - 2,74; -лёссы --- 2,68; торф -- 0,60. |
| 4 | Полная влагоёмкость | W_n | % | косвенно- расчетный влажности грунта | -характеризует физическое состояние грунта; -для расчета потерь из водохранилища на водонасыщение подстилающих пород; -для определения показателей пористости. |
| 5 | Влажность (естественная) | W_e | % | косвенно- расчетный влажности грунта | -для проверки типизации; -для определения механической прочности грунта. |
| № п/п | Название показателя | Обозначение показателя | Единица измерения | Тип показателя | Область применения и классификация |
| 6 | Степень влажности (коэффициент водонасыщения) | G | % или доли единицы | классификационный влажности грунта | -для прогноза величины влажности при полном водонасыщении грунта; -для учета при ориентировочном определении просадочности; -маловлажные -- 0-0,5; -влажные --- 0,5-0,8; -водонасыщенные – 0,8-1. |
| 7 | Пористость | n | % или доли единицы | классификационный пористости грунта | -для расчета веса грунта под водой; -для расчета уплотненности и параметров кривой сжатия; -для ориентировочного расчета водоотдачи и коэффициента фильтрации песчаных грунтов; -крупнообломочные – 0,0025; -песок -- 0,25-0,35; |

| | | | | | |
|--|---|-------------------------------|--------------------------|--|---|
| | | | | | -супесь -- 0,35-0,45; -суглинок -- 0,45-0,55; -глина -- 0,55-0,6. |
| 8 | Коэффициент пористости | e | доли единицы | косвенно-расчетный пористости грунта | -для проверки типизации; -вычисление деформационных характеристик; -для расчета степени влажности; -для определения коэффициента сцепления, угла внутреннего трения, модуля сжимаемости. |
| 9 | Гранулометрический состав, коэффициент неоднородности | Кн | % или доли единицы | классификационный вещественного состава грунта | -количественная оценка степени однородности грунта; -качественная и количественная оценка пористости, влагоёмкости, угла откоса песков; -для подбора оптимальных смесей, выбора фильтров, оценки механической суффозии; <i>Размер частиц и наименование фракций:</i> -валуны (камни) -- 800-200мм; -галька (щебень) -- 200-20мм; -гравий (дресва) -- 20-2мм; -песчаная -- 2-0,05мм; -пылеватая -- 0,05-0,005мм; -глинистая -- менее 0,005мм. |
| Показатели водных свойств грунтов | | | | | |
| 10 | Относительная просадочность | δ_{пр} | безразмерная | прямой расчетный водоустойчивости грунтов | -для оценки типа грунтовых условий на просадочность; -для расчета дополнительной осадки (просадки). |
| 11 | Величина относительного набухания | δ_н | доли единицы | классификационный, косвенно-расчетный водоустойчивости грунтов | -для определения несущих способностей грунта; -слабонабухающие 0 - 0,008; -средненабухающие 0,008 – 0,2; -сильнонабухающие более 0,2 |
| 12 | Верхний предел пластичности (граница текучести) | W_t | % | классификационный, косвенно-расчетный водоустойчивости грунтов | -для определения числа пластичности; -для ориентировочного определения оптимальной влажности; -глина 42 – 100; -суглинки 26 – 42; -супеси 16 – 26. |
| 13 | Нижний предел пластичности (граница раскатывания) | W_p | % | классификационный, косвенно-расчетный водоустойчивости грунтов | -для определения числа пластичности; -для определения коэффициента сцепления, угла внутреннего трения; -для расчета показателя консистенции. |
| № п/п | Название показателя | Обозначение показателя | Единица измерения | Тип показателя | Область применения и классификация |
| 14 | Число пластичности | Ip | доли единицы | классификационный, водоустойчивости грунтов | -для расчета показателя консистенции и степени уплотненности; -супесь 0,01 – 0,07; -суглинок 0,07 – 0,17; -глина более 0,17. |
| 15 | Показатель консистенции | В | безразмерная | классификационный, косвенно-расчетный водоустойчивости грунтов | -для определения модуля сжимаемости; -твердый грунт менее 0; -пластичный грунт 0 – 1,0; -текучий грунт более 1,0. |
| 16 | Коэффициент | μ | доли | классифи- | -для расчета дренажных сооружений; |

| | | | | | |
|--|------------------------------|--------------------------|----------------------------|---|--|
| | водоотдачи | | единицы | кационный, косвенно-расчетный влагоёмкости грунта | а) влагоёмкие $\mu < 0,1$; б) слабовлагоёмкие $\mu = 0,1-0,3$; в) невлагоёмкие $\mu > 0,3$. |
| 17 | Коэффициент фильтрации | Кф | м/сут | прямой расчетный водопроницаемости грунтов | -оценка условий осушения строительных площадок, котлованов и откосов; -решение задач, связанных с водоснабжением, водоотводом, орошением, потерями из водохранилищ и каналов; -расчет продолжительности осадки на глинистых грунтах. |
| Показатели механических свойств грунтов | | | | | |
| 18 | Предельное сдвигающее усилие | τ | МПа | прямой расчетный прочности грунта | -для оценки устойчивости бортов карьеров. |
| 19 | Угол внутреннего трения | ϕ | градус | прямой расчетный прочности грунта | -для характеристики силы внутреннего трения между частицами грунта; -для характеристики сопротивления структурных связей грунта сдвигу. |
| 20 | Коэффициент сцепления | c | МПа; кг/см ² | прямой расчетный прочности грунта | -для характеристики силы сцепления между частицами в глинистом грунте. |
| 21 | Коэффициент компрессии | a | МПа; кг/см ² | классификационный, прямой расчетный деформации грунта | -для характеристики сжимаемости грунта; -для расчета осадок сооружений и консолидации грунтов в основании сооружений; -для расчета относительной просадочности и набухаемости; -для расчета модуля общей деформации; --практически несжимаемый $< 0,001$; --слабосжимаемый $0,001 - 0,01$; --среднесжимаемый $0,01 - 0,1$; --сильносжимаемый $> 0,1$. |
| 22 | Модуль сжимаемости | E | мм/м | классификационный деформации грунта | -практически несжимаемый менее 1; -слабосжимаемый 1 – 5; -среднесжимаемый 6 – 20; -повышенной сжимаемости 21 – 60; -сильносжимаемый более 60. |
| 23 | Модуль общей деформации | E₀ | МПа; кг/см ² | прямой расчетный деформации грунта | -для расчета осадки фундамента сооружений. |
| 24 | Степень консолидации | V | % | косвенно-расчетный деформации грунта | -для оценки уплотненности грунта. |

Контрольные вопросы:

1. Виды показателей свойств грунтов.
2. Показатели физических свойств грунтов.
3. Показатели водных свойств грунтов.
4. Показатели механических свойств грунтов.

ТЕМА № 2.2.1 Физико-геологические процессы и явления.

Процессы, возникающие в земной коре под воздействием естественных природных сил и факторов (воды, ветра, климатических факторов, внутренней энергии Земли) и порождающие явления, изменяющие природную обстановку и окружающую среду, называют геологическими процессами и явлениями.

1. Процессы, связанные с действием климатических факторов.

Выветривание – это процесс непрерывного изменения и разрушения горных пород под действием внешних факторов: колебания t° воздуха, механическое и химическое воздействие воды, жизнедеятельность растений и организмов. Различают 3 вида:

Физическое – проявляется в механических разрушениях пород, которые приводят к изменению гранулометрического состава и к образованию обломочных грунтов. Основным фактором данного выветривания является резкое колебание t° в окружающей среде.

Химическое – проявляется в изменении химического состава горных пород в результате растворения, окисления, гидратации и дегидратации минералов, входящих в состав горных пород, что приводит к изменению породы и ухудшению строительных свойств.

Биологическое – это разрушение пород в процессе жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов.

Конечным результатом выветривания является растрескивание, дробление, изменение физических свойств и химического состава материнской породы, что приводит к резкому ухудшению их строительных свойств, и способствует возникновению оползней, обвалов, селей.

Меры борьбы с выветриванием. В период строительства проводится съём почвы, покрывающий чехлом холм и грозящий обвалами и оползнями. В период эксплуатации сооружения проводят покрытие или экранирование грунтов (гудрон, цемент, глина), пропитывание грунтов специальными растворами (жидкое стекло, битум, смолы), отвод поверхностных и грунтовых вод.

Мерзлотные процессы. Примерно на 25% территории материков распространены многолетнемерзлые породы, t° которых на некоторой глубине от поверхности в течение длительного времени остается нулевой или отрицательной. Такое формирование толщ многолетнемерзлых пород объясняется изменением теплового баланса земной коры (в тех областях, где установлен дефицит тепла, происходит охлаждение земной коры, ведущее к ее последующему промерзанию на протяжении многих лет). Определяющим фактором является климат.

Горные породы, имеющие отрицательную или нулевую температуру и содержащие в своем составе лед, называются *мерзлыми*. Различают 2 вида мерзлых пород:

1) *к сезонно-мерзлым* относятся породы, которые летом оттаивают, а зимой промерзают.

2) *многолетнемерзлыми* называются породы, которые сохраняют мерзлое состояние в течение 100 и 1000 лет. Зона развития многолетнемерзлых пород называется криолитозоной. По физическому состоянию подразделяются:

1) *твердомерзлые* в которых минеральные частицы скелета сцементированы льдом в монолитную несжимаемую массу (ведут себя как скальные грунты);

2) *пластичномерзлые* в которых кроме льда – цемента существует незамерзшая вода, находятся в полутвердом состоянии, способны сжиматься под нагрузкой (полускальные грунты);

3) *сыпучемерзлые* – мелко и грубообломочные грунты, имеющие отрицательную температуру, но не сцементированные льдом, и поэтому рыхлые.

Конечным результатом мерзлотных процессов является при буграх пучения – поднятия земной поверхности в высоту 0,2-0,5 м; при термокарстах – провалы с отвесными стенками, края его обваливаются, он увеличивается, достигая 10 метров в ширину и нескольких метров в длину; наледи представляют угрозу для движения транспорта, причиной затопления пониженных участков местности; солифлюкция представляют опасность для существующих путей сообщения и сооружений, расположенных у подножия склонов (потоки разжиженной грязи).

Меры борьбы:

1) при пучения осуществляют осушение пучинистых участков с помощью дренажей и водоотвода, насыпи на дорогах;

2) при наледях – ограждающие валы вдоль берегов рек, глубокие канавы вокруг строительной площадки;

3) при солифлюкции – закрепление склонов растительностью, специальными оградительными сооружениями.

2. Деятельность ветра.

Эоловыми называются геологические процессы, порожденные энергией ветра (давление, отрыв, перемещение). Разрушительная деятельность ветра выражается двумя процессами: 1) выдувание;

2) обтачивание неровностей рельефа мелкообломочным материалом.

Эти процессы развиваются параллельно. Все эоловые процессы целесообразно разделить на подвижные, естественно закрепленные и искусственно закрепленные. Подвижные эоловые отложения: скопления песка – барханы, перемещающиеся массы песчаных отложений – дюны. К естественно закрепленным относятся: грядовые, бугристые пески равнин, закрепленные растительностью. К искусственно закрепленным – любые продукты и формы ветровой аккумуляции, которые закреплены методами технической мелиорации. Различают следующие виды рельефа:

а) барханы – песчаные холмы серповидной формы в плане, ассиметричной в разрезе, передвигается в направлении дующего ветра со скоростью 5-70 м/год;

б) дюны – песчаные грядообразные, вытянутые вдоль побережья холмы, движущиеся внутрь материка (с помощью ветра, дующего с моря на сушу);

в) грядовые пески – вытянутые в форме гряд и валов отложения эоловых песков в районах полупустынь;

г) бугристые пески – холмы с пологими склонами, покрытые растительностью.

Конечный результат: Ухудшение устойчивости склонов, внезапные обвалы, камнепады, обрушение отдельных камней, массы песка засыпают дороги, ирригационные каналы, сооружения, населенные пункты.

Меры борьбы: 1) устройство щитовых ограждений вдоль дорог для задержки песков;

2) закрепление песков эмульсиями и растворами;

3) фитомелиорация: посадка растений, лесополос, посев трав.

3. Геологическая деятельность поверхностных вод.

3.1 Атмосферные осадки (выпадение и таяние).

Ежегодно на поверхности земли в виде осадков выпадает более 100 тыс.км² воды. Вода совершает громадную геологическую работу. Определяющим фактором этой работы является **эрозия** – это размыв горных пород под действием энергии движущейся воды. Интенсивность процесса размыва зависит от сопротивления горных пород размыву, который обуславливается литологическим составом, прочностью, кинетической энергией движущейся воды и т.п. Различают 3 вида геологической деятельности поверхностных вод:

1) плоскостной смыв – все выпавшие на поверхность количество воды растекается по ней тонким слоем, увлекая и смывая поверхностный слой.

2) струйчатая эрозия – отдельные струи соединяются в ручейки или в бурные потоки, стекающие по линии максимального уклона. Увеличение массы воды и ее V ведет к образованию рытвин, промоин, желобов (обмеление рек, смыв растительного покрова со склонов).

3) оврагообразование – экзогенный процесс, размыва горных пород на склоне с образованием единичных вытянутых вдоль склона депрессий или целой системы отрицательных форм рельефа оврагов (затруднение сельскохозяйственных работ, эксплуатации дорог).

Конечный результат: эрозия выводит из освоения 10-30% пахотных земель, приводит к образованию деллювиально-пролювиальных процессов; струйчатая эрозия – вызывает обмеление рек, смыв растительного покрова на склонах; оврагообразование – вывод из эксплуатации дорог, затруднение сельскохозяйственных работ.

Меры борьбы:

--профилактические – запрещение вырубки леса, запрет выпаса скота, неорганизованного сброса поверхностных вод по склону. В случае образования «лысин» проводится засыпка этих склонов, посадка трав и кустарников.

--инженерные – водозадерживающие валики, водоперехватывающие канавы, строятся водоотводящие гидротехнические сооружения, посадка на склонах кустарников, деревьев, посев трав.

3.2 Геологическая деятельность рек.

Реки – продольные понижения, имеющие вытянутую форму и следующие уклону местности, где аккумулируются атмосферные осадки, стекающие по уклону в долины. В зависимости от уклона, движутся с большей либо с меньшей V. Виды геологической деятельности рек:

1)разлив (эрозия) на верхнем участке река имеет максимальный уклон и обладает большой живой силой, происходит размыв русла в глубину так наз.донная эрозия.

2)перенос (транспортировка) в среднем течении, живая сила реки снижается, река делает повороты и изгибы, что ведет к боковой эрозии (обрушение берегов, расширение долины реки). Частично происходит перенос и отложение продуктов размыва.

3) отложение (аккумуляция) в нижнем участке происходит отложение наносов, образуются старицы.

Конечный результат: разлив угрожает сооружениям, дорогам, расположенных на берегах. Отложение размытых горных пород приводит к затруднению судоходства вследствие обмеления рек.

Меры борьбы: строятся дамбы для увеличения V движения воды (предотвращение отложений). Берегоукрепительные сооружения и сооружения, способствующие наращиванию берега за счет наносов; набережные в городах; углубление дна (с помощью различных снарядов).

3.3 Геологическая деятельность морей и озер.

Угрозой для сооружений является абразия (разрушительная деятельность моря), приводящая к отступанию берега в сторону суши, обрушению блоков горной породы, возникновению обвалов, оползней. Волны, формирующиеся под действием ветра, и зависят от его энергии. Чем больше высота и ℓ (длина) волны, тем больше масса движущейся воды. Во время штормов и ураганов $L = 12-15$ м, $\ell = 400$ м. т.е. основным разрушительным фактором является ударная сила волны (от 0,06-0,6 мПа).

Влияние условий залегания пород на разрушение берега.:

---при горизонтальном залегании пород, разрушение берега замедляется, наиболее медленно протекает разрушение в случае полого падения пластов в сторону моря;

---в случае падения пластов в сторону берега, обрушение протекает наиболее быстро, т.к. вода подрезает сразу целую пачку пластов или полную мощность слоя.

Влияет и водопрочность грунтов:

---легко разрушаются лессы, мергели;

---суглинки, глины, песчаники противостоят деятельности волн.

Влияние формы берега:

1) на отмелях берегах, по мере приближения волна деформируется, наклоняется, из-за чего сила удара резко уменьшается;

2) при глубоких берегах сила волны будет сильнее, разрушение будет интенсивнее.

Меры борьбы: Защитные сооружения делятся на пассивные и активные. К пассивным относят набережные, каменные набросы из глыб, массивные сооружения из бетона или железобетона, защищающие бровку (служат всего 5-10 лет, а затем разрушаются). К активным относят молы и волноломы – это массивные гравитационные сооружения для гашения кинетической энергии удара волны, на некотором S от берега. Булы и продольные волноломы – сооружения, опирающиеся 1 кольцом о берег, выдвинутые \perp или под углом к берегу для гашения энергии волн и осаждения наносов.

3.4 Сели – это горные потоки, формируемые в некоторых сборных бассейнах, преимущественно при ливневых осадках или снеготаянии и насыщенные твердым материалом. Для формирования селей необходимо 3 фактора:

-наличие рыхлого, обломочного материала;

-крутых уклонов местности;

-интенсивных атмосферных осадков, снеготаяния.

Виды селей:

1. *связные сели* – до 30% глинистого материала, относительная вязкость и медленное движение. Обладают огромной разрушительной силой.

2. *несвязные сели* – формируются из обломочного материала – 30-70%, гравийно-галечника. При содержании 15% мелкозема, их называют грязекаменными.

3. *водокаменные сели* – насыщены крупнообломочным материалом. Доходя до какого-либо препятствия, они разгружаются, т.е. оставляют возле него часть своего материала. Носит пульсирующий характер (особо опасен для инженерных сооружений).

Поток селей имеет три части:

1)-область питания находится на более высоких отметках (часто котловина или верхняя часть водосборного бассейна с крутыми склонами в состоянии предельного равновесия, слабо заросшие).

2)-область транзита – путь движения селя, или уже многократно пройденный, или вновь прокладываемый. На этом участке селя движется с $\max V$ и приостанавливается только в местах заторов.

3)-область разгрузки – нижняя часть долины реки или выход на предгорную равнину. Резко замедляется движение селя с образованием конуса выноса.

Конечный результат:

В г.Алма-Аты с 1921-1973 гг. произошло 4 селя, в результате чего разрушено большое количество зданий, гибель около 0,5 млн.человек, вынос 3,5 тонн твердого материала, который покрыл город 2-метровым слоем застывшей бетоноподобной массы.

Селевые процессы в Забайкалье характеризуются интенсивностью и частотой проявления. Вследствие крутизны склонов, значительного количества атмосферных осадков, сели являются постоянной угрозой для дорог и инженерных сооружений.

Меры борьбы:

----в зоне питания повышение устойчивости склонов (подпорные стенки, валики, кустарники, деревья, наблюдения за осадками).

----в зоне транзита – селеуловители, которые уменьшают уклон для потока, снижают его разрушительную силу.

----в зоне разгрузки – сооружения для аккумуляции масс сели и отвод селей от сооружения (селеотводящие каналы).

4. Деятельность подземных вод.

Суффозией называют процесс выноса частиц грунта потоком подземной воды с образованием пустот, воронок, провалов, в ряде случаев сопровождающихся оседанием поверхности земли. Суффозия чаще всего происходит в рыхлых песчаных грунтах. Условия для возникновения суффозии по Бочкову:

--гидравлический градиент $I > 5$, способствующий выносу отдельных частиц;

--соотношение размеров мелких частиц – d_{\min} и наиболее крупных – d_{\max} не менее 20;

--соотношение d пор к d преобладающей фракции ≥ 8 ;

--соотношение K_f двух смежных слоев должно быть > 2 .

Выделяют следующие виды суффозии:

--*химическая суффозия* является разновидностью суффозии или начальным этапом суффозии засоленных грунтов; происходит ослабление солевых связей в результате чего отдельные частицы грунта выносятся, происходит увеличение пористости.

--*суффозийная осадка* возникает в результате вымывания и выноса частиц в слое грунта; связано с увеличением пористости и давления вышележащего слоя.

--*лессовый карст* наблюдается в пылеватых лессовидных грунтах, залегающих на крутых склонах берегов рек. Эти грунты часто карбонатны и содержат гипс. В результате на склонах образуется суффозийные воронки.

--*суффозийные оползни* возникают в результате суффозийного выноса частиц грунта на контакте 2 слоев. Верхний слой – водовмещающий, нижний (подстилающий) – малопроницаемый глинистый грунт.

Конечный результат:

-суффозийные явления могут иметь неблагоприятные последствия как сами по себе, так и в комплексе с другими явлениями (провалы, пустоты). Например, суффозийная осадка представляет опасность для гидротехнических сооружений, может привести к деформациям основания. Лессовые карсты вызывают образование суффозийных воронок.

Меры борьбы:

-основные средства борьбы с суффозией – это перехват и отведение грунтового потока. В большинстве случаев это достигается устройством различного вида дренажей.

Плывунами называют песчано-глинистые водонасыщенные грунты, ведущие себя наподобие вязких жидкостей. При их вскрытии они разжижаются, приходят в движение, заполняя подземные выработки и котлованы, засасывая тяжелые предметы. В свободном состоянии не обладают несущей способностью. По свойству и составу делятся на 2 группы по Лебедеву:

--*ложные плывуны* представляют собой обычные несвязные раздельно-зернистые грунты, которые переходят в плывунное состояние в результате полного водонасыщения и проникновения в них гидродинамического давления движущегося грунтового потока.

--*истинные плывуны* еще недостаточно изучены, могут быть самого различного гранулометрического состава – от песков до суглинков. Они обладают высокой гидрофильностью и малой прочностью. При ударах, вибрации часть связной H_2O высвобождается, структура грунта разрушается и он разжижается. Последние исследования показали, что свойства истинных плывунов, объясняются не только содержанием гидрофильных минералов, но и особого вида бактерий, влияющих на формирование у них плывунных свойств.

Конечный результат:

--в свободном состоянии не обладают несущей способностью. При их вскрытии они заполняют подземные выработки и котлованы, засасывают тяжелые предметы.

Меры борьбы:

--*ложные плывуны* легко поддаются осушению, закреплению шпунтовыми ограждениями, замораживанию, а *истинные плывуны* ведут себя как глинистые грунты, не отдают воду при обычных способах водопонижения. Подземные работы (вибрация) ведет к тиксотропному разжижению. Взрывные работы недопустимы, производят надежные крепления, осуществляется оно электро-осмотическим методом. Истинные

плывуны в силу малой водопроницаемости закрепляется лишь временем, методом замораживания.

5. Совместная деятельность поверхностных и подземных вод.

Просадочность лессовых грунтов образуется в результате совместной деятельности подземных и поверхностных вод. Просадочность возникает только в областях, сожженных лессовыми грунтами $\approx 3,3$ млн.км. Склонность к просадочности обусловлена их природной недоуплотненностью. Кроме того, они отличаются высокой карбонатностью и большим содержанием водорастворимых солей SO_4 , Cl -дов. Содержание гипса может достигать 15%. Признаками, отличающими территории на которых возможно появление просадок в лессовых грунтах – специальные формы рельефа:

- поды;
- просадочные блюдца;
- промоины;
- суффозийно-просадочные воронки вдоль берегов рек.

Карст. Карстообразованием называют процесс выщелачивания растворимых пород движущимися поверхностными и подземными водами, сопровождаются образованием воронок, провалов, пустот, оседанием кровли. Главными условиями карстообразования по Попову является:

- 1) наличие растворимых пород – известняков, мела;
- 2) корродирующая деятельность подземных и поверхностных вод, скорость их движения, гидродинамический напор и химический состав.

Выделяют следующие виды:

- 1) *открытый карст* – карстующиеся породы выходят на поверхность и подвергаются размыву поверхностными водами с последующим их проникновением в глубину;
- 2) *скрытый карст* – карстующиеся породы залегают на некоторой глубине, перекрытые с поверхности толщей растворимых, но водопроницаемых пород.

Различают: **а) поверхностные карсты:**

---*карры, карровые поля* – участки, чередующиеся гребнями, углублениями круглой, угловатой форм, возникающие вследствие избирательной коррозии известняков, доломитов и других твердых пород;

---*воронки* – углубления, первоначально конусовидной формы, самых различных размеров, разной глубины, симметричные или ассиметричные в разрезе с крутыми или пологими склонами, открывающиеся в подземную полость или глухие. С течением времени некоторые из этих воронок превращаются в озера.

б) подземные формы карста:

---*каверны* – пустоты округлой или неправильной формы небольших размеров;

---*каналы* – более крупные желобообразные или трубчатые пустоты, образованные при расширении трещин в растворимых породах;

---*галереи* – крупные продольные пустоты круглого сечения, больших размеров, идущие в различных направлениях;

---*пещеры, залы* – полости, размером в 10-ки метров и V в 100-ни и 1000-чи m^3 , имеющие сводчатый потолок и большую высоту;

---*подземные реки и озера* – углубления в дне пещер, заполненные проточной H_2O ;

---сталактиты и сталагмиты – натечные формы, образуются в результате медленного стекания и капежа раствора солей.

Конечный результат:

Карст может представлять существенную опасность по некоторым причинам:

- 1) не всегда можно определить границы подземного карста в результате он может оказаться в зоне строительства;
- 2) не всегда можно установить V карстообразования, невозможно прогнозировать нарастание угрозы карста во времени.

Результатами карстообразования являются:

- 1) разрушение зданий и сооружений;
- 2) провалы участков дорог;
- 3) разрушение плотин;
- 4) затопление тоннелей;
- 5) утечка воды из водохранилища.

Меры борьбы:

- 1) по Макееву: сбор сведений и подсчет числа карстовых воронок, образовавшихся на данной S за определенный промежуток времени;
- 2) по Родионову: показатель карстовой активности определяется по формуле:
 $A = V_p / V_n \cdot 100\%$; где, V_p растворимых пород, вынесенных подземными водами за 1000 л.
 V_n – полный объем V карстующихся пород.
- 3) планировка территории;
- 4) отвод поверхностных вод;
- 5) дренаж подземных вод;
- 6) противофильтрационные завесы;
- 7) закрепление пород методами технической мелиорации.

6. Процессы, связанные с силой тяжести на склонах.

6.1 Оползни - под ними следует понимать перемещение масс горных пород вниз по склону под действием силы тяжести, связанное с деятельностью подземных и поверхностных вод и носящие характер скольжения пород на склоне.

Элементы оползня:

- 1 – вал выпора;
- 2 – тело оползня;
- 3 – положение склона до оползня;
- 4 – оползневая терраса;
- 5 – стенка срыва;
- 6 – надоползневый уступ;
- 7 – коренные породы;
- 8 – поверхность скольжения

Тело оползня покрыто трещинами, которые по характеру можно разделить:

- 1) трещины отрыва, возникающие вдоль бровки склона;
- 2) трещины сдвига (склона) – вдоль бортов оползня;
- 3) трещины перемещения – извилистые трещины в различных частях оползня.

Единой классификации оползней не существует. Можно разделить оползни по наиболее характерным признакам:

- 1) по месту образования – на склонах, в горах;
- 2) по объему оползших пород – малые, средние, большие;
- 3) по форме в плане – вытянутые в длину, ширину, округлые, лунообразные;
- 4) по степени активности – действующие и замерзшие;

- 5) по причине возникновения;
- 6) по типу движения;
- 7) характеру движения – скольжение, сплывание;
- 8) по положению поверхности скольжения, т.е. по строению оползневого склона;
- 9) по глубине залегания поверхности скольжения;
- 10) по числу поверхностей скольжения: -1, -2, - многоярусные.

Конечный результат:

Ежегодно оползни наносят значительный ущерб народному хозяйству, т.к. происходит деформация многочисленных промышленных, дорожных сооружений. Известно огромное количество аварий трубопроводов, дорог, дренажей и т.д.

Меры борьбы:

- 1) профилактические мероприятия по поддержанию щадящего режима в оползневой зоне. Наблюдения за нормальной работой существующих сооружений для отвода поверхностных и подземных вод, уход за лесонасаждениями на склонах, запрещение их вырубки и т.п.;
- 2) инженерные – это устройство:
 - а) сооружений для поверхностных вод;
 - б) дренажа для поверхностных вод;
 - в) срезка верхней части склона для увеличения устойчивости;
 - г) устройство подпорных стенок набережных;
 - д) свай – шпилек для закрепления отдельных участков оползшего склона.
- е) банкет – т.е. срезанный грунт, укладывают у основания оползня, увеличивая устойчивость склона.

6.2 Обвалы, камнепады, осыпи. Существенное различие между ними заключается в масштабе самого явления, т.е. в объемах обрушающихся масс породы. *Обвалы – внезапное обрушение больших массивов пород горных склонов, сопровождающееся опрокидыванием и дроблением.* Они возникают вследствие выветривания, увлажнения пород. Виды обвалов по составу обрушающихся пород:

--каменные – обвалы в зоне, сложенной твердыми породами магматического, метаморфического, осадочного происхождения в областях молодых тектонических движений;

--земляные – обвалы на склонах оврагов и искусственных откосах;

--смешанные – широко распространены и происходят в выветрелых скальных и полускальных породах.

Конечный результат:

Обвалы представляют большую угрозу для существования различных сооружений в горах и предгорьях – шоссе, железных дорог, лечебных учреждений.

Меры борьбы:

- 1) профилактические – направленные на предупреждение явления или приостановление его развития на ранней стадии;
- 2) инженерные – направлено на устранение процесса, снижение его интенсивности.

Камнепадами называют падение со склонов отдельных камней и глыб. Размер этих обломков может варьироваться от нескольких см до нескольких метров. Причиной

камнепадов чаще всего является атмосферные осадки (дождь, снег) приводящие к увеличению силы тяжести.

Конечный результат: угроза для расположенных ниже дорог, зданий и сооружений.

Меры борьбы: профилактические и инженерные.

Осыпями называют скопление глыбового или обломочного материала на склоне и у его основания. Виды осыпей:

1) действующие – обнаженные свежие, все время пополняющиеся осыпи, которые легко приходят в движение от динамического сотрясения или увеличения веса при увлажнении атмосферными водами.

2) затухающие – к ним относятся уплотненные осыпи, частично покрытые растительностью. Движение возможно в результате сейсмического толчка или подмыва склона.

3) неподвижные – полностью задернованы и залесены.

Особыми формами осыпей называют курумы – осыпи, состоящие из крупнообломочного материала, располагающегося у подножия склона или в виде шлейфа, имеющие очень пологие поверхности. Легко различаются под действием воды, в результате слабонаклонное основание осыпи становится скользким, нижележащая толща начинает медленно передвигаться.

Конечный результат:

Обвалы, камнепады представляют большую угрозу для существования различных сооружений в горах и предгорьях, расположенных ниже – шоссе, железных дорог, лечебных учреждений.

Меры борьбы: профилактические и инженерные.

7. Явления, связанные с сейсмичностью.

Под землетрясением обычно понимают интенсивные колебания земной поверхности, вызванные сильными подземными толчками, возникающими в результате высвобождения громадного количества внутренней энергии Земли. Из всех стихийных бедствий (после ураганов и тайфунов) занимает 2 место по величине материального ущерба, приносимого человечеству. Ежегодно происходит около 100 тысяч землетрясений.

Причина: с ростом напряжения происходит растрескивание пород, трещинообразование нарастает, образуя узкую зону разрыва, затем происходит тектоническое нарушение или «вспарывание» разрыва. Напряжение пород сбрасывается, возникает распрямление сжатых пород, порождающее упругие волны (они называются сейсмическими волнами). Образуется 3 вида волн:

---*продольные* – скорость их наибольшая, заставляют колебаться частицы породы, в направлении движения волны;

---*поперечные* – перпендикулярны продольным волнам, скорость и энергия значительно меньше;

---*поверхностные* – обычные волны тяжести, которые приводят к деформациям поверхности Земли.

Виды землетрясений (по происхождению):

- 1) *тектонические* – большинство землетрясений, вызванные тектоническими движениями земной коры;
- 2) *вулканические* – связаны с извержением вулканов;
- 3) *денудационные* – порождаются падением больших массивов горных пород со склонов или провалами в процессе образования карста;
- 4) *техногенные* – в результате взрывов, производимых в инженерных и строительных целях;
- 5) *морские (цунами)* – связаны с поднятием морского дна и возникновением разрушительной морской волны.

Конечный результат:

Если сейсмичность > 9 баллов, не допускается строительства зданий и сооружений; второе место по величине материального ущерба в мире; разрушение зданий и сооружений, материальный ущерб и гибель людей в больших масштабах.

Меры борьбы:

- 1) необходимо произвести строительство сооружений с учетом сейсмических сил;
- 2) выбор оптимальных участков, менее всего подверженных сейсмическим толчкам;
- 3) фундаменты зданий следует делать заглубленными (подвалы);
- 4) дороги, ЛЭП – прокладывают вдали от обрывов и мест тектонических нарушений.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение геологическим процессам и явлениям, назовите их виды.
2. Проанализируйте, к чему приводят процессы выветривания. Как бороться с данным явлением.
3. Процессы, связанные с деятельностью поверхностных вод. Как при этом меняется рельеф. Какие опасности существуют при селях и какие методы борьбы с ними существуют.
4. Как вы думаете, как деятельность подземных вод может повлиять на человеческую жизнь. (Просадки, карст методы оценки и борьбы).
5. Проанализируйте геологическую деятельность рек, опасность для человека, сохранение в природе...
6. Проследите взаимосвязь между склоновыми гравитационными процессами и сейсмическими явлениями. Какими методами можно бороться с данными явлениями.
7. Проанализируйте методы предотвращения глобальных катастроф в результате сейсмических явлений.

ТЕМА № 2.2.2 Инженерно-геологические процессы и явления.

Инженерно-геологические процессы и явления - возникают как результат производственной, геологической и хозяйственной деятельности человека, нарушая сложившееся равновесие с окружающей средой и приводя к нежелательным последствиям.

1.Осадка оснований зданий и сооружений. В результате приложения внешней (вертикальной) нагрузки от возводимого сооружения, грунты его основания уплотняются и возникает процесс-осадки основания, т.е. фундамента. Это изменение (опускание) может измеряться миллиметрами, сантиметрами и десятками сантиметров. Различают допустимую и недопустимую осадку. Допустимая не ведет к разрушению сооружения или к изменению его архитектурных форм в процессе эксплуатации. Сильнее уплотняются пески и другие разнородные породы.

2.Просадка оснований сооружений – возникает в результате замачивания. Просадки могут возникать лишь в лессовых грунтах. При замачивании оснований существующих зданий и сооружений из-за аварий коммуникаций при неправильной эксплуатации, вызывающей подъем уровня грунтовых вод и т.д.

3.Выпор грунтов оснований (глины). При значительном увеличении удельной нагрузки от сооружения в грунтах основания возникают зоны пластических деформаций, которые приводят к сдвигу 1 части грунта относительно другой. Борьба с этим явлением – улучшение несущей способности грунта или строительство на фундаментах специальные конструкции.

4.Горное давление и сдвижение горных пород. Горные породы в массиве находятся в естественном напряженном состоянии, сложившемся в процессе его формирования. Любые подземные работы нарушают это состояние и приводят к деформации стенок и свода выработки. Для предупреждения этих явлений применяются крепления горных выработок.

Сила давления на крепь, вызванная движением породы в сторону выработки, называется горным давлением. Сдвижением земной поверхности называют изгиб пластов над выработанным пространством, оно сопровождается обрушением породы.

5.Оседание земной поверхности – происходит при добыче жидких и газообразных полезных ископаемых. Откачка изменяет гидрогеологические условия целых регионов и ведет к изменению напряженного состояния водоносных толщ, т.е. уплотнению пород под действием силы тяжести, что вызывает оседание земной поверхности.

6.Явления, связанные с водохозяйственным и гидротехническим строительством – возникают из-за создания плотин, водохранилищ и каналов, в результате чего меняется гидрогеологический режим территории: из-за скорости течения по берегам водохранилища возникает волноприбойная деятельность, вызывающая разрушение берегов. За счет повышения УГВ возникают оползни, увеличивается сейсмическая балльность землетрясений.

Раздел 3. Гидрогеологические и инженерно-геологические исследования.

ТЕМА № 3.1.1 Гидрогеологические исследования

(стадии гидрогеологических исследований).

Целью гидрогеологических исследований являются установление условий распространения водоносных горизонтов, зон и комплексов (глубина залегания, мощность, литологический состав и водообильность водовмещающих пород), областей питания и разгрузки, изучение режима и баланса, и в конечном итоге, оценки запасов и ресурсов подземных вод.

Под месторождением подземных вод подразумевается пространственно-ограниченная часть водоносной системы, в пределах которой под влиянием естественных или искусственных факторов создаются благоприятные условия для отбора подземных вод в достаточном количестве и качеством для целевого использования их в народном хозяйстве. Часть месторождения подземных вод, в пределах которой производится непосредственный их отбор для практического использования, называется эксплуатационным или водозаборным участком (водозабором).

Принципы изучения месторождений подземных вод:

- принцип гидрогеологической обоснованности и экономической целесообразности постановки на каждом объекте поисково-разведочных гидрогеологических работ;
- принцип стадийности, или последовательных приближений изучения месторождения подземных вод;
- принцип полноты исследования объекта;
- принцип охраны окружающей среды при эксплуатации подземных вод, а также защиты их от истощения и загрязнения;
- принцип минимальных затрат труда, времени и средств при разведке месторождений.

Основные виды гидрогеологических исследований.

1. Сбор, обобщение и анализ материалов предшествующих работ (республиканский, территориальный геологические фонды и фонды предприятий).
2. Реконструктивное гидрогеологическое обследование (дешифрирование КФС, аэровизуальное и наземное обследование).
3. Гидрогеологическая съёмка (разного масштаба при различных стадиях исследований).
4. Разведочные работы (проходка шурфов, бурение скважин).
5. Опытнo-фильтрационные работы (откачки воды из скважин, наливов воды в шурфы, скважины и нагнетания воды в скважины).
6. Наблюдения за режимом подземных вод (суточные, месячные, сезонные, годовые, многолетние в режимной сети).
7. Опробование и лабораторные работы (отбор проб воды, анализы, опыты, геологический контроль).

В зависимости от целей и задач исследования могут дополняться проведением наземных геофизических работ и каротажем, топографо-геодезических и гидрологических работ.

Стадийность гидрогеологических исследований.

Гидрогеологические исследования или работы, как и все геологоразведочные работы ведутся стадийно, т.е. последовательно:

I стадия – гидрогеологическая съёмка масштаба 1:200 000. Целью является изучение и картирование гидрогеологических условий. Главной задачей и основным результатом является составление кондиционной государственной гидрогеологической карты по листам международной топографической разграфки, которая служит основой для поисков и разведки подземных вод.

II стадия – гидрогеологические поиски. Целью является выявление и изучение перспективных водоносных горизонтов и участков для проведения разведочных работ и ориентировочной оценки их эксплуатационных возможностей (запасов подземных вод). Подразделяется на две подстадии:

II.1 – общие гидрогеологические поиски. Целью является оценка перспектив крупных гидрогеологических регионов, областей на выделение водоносных горизонтов и комплексов для проведения поисково-разведочных работ и проведение региональной оценки эксплуатационных запасов. Основным видом работ является сбор, обобщение и анализ, т.е. камеральная обработка результатов ранее проведенных работ.

II.1 – детальные гидрогеологические поиски. Целью является выявление и обоснование перспективных водоносных горизонтов для проведения разведочных работ и ориентировочная оценка их эксплуатационных возможностей. Задача – изучение нескольких водоносных горизонтов с целью выбора наилучшего. На этой стадии бурят глубокие картировочные скважины для вскрытия и опробования всех встречающихся горизонтов, оценки гидродинамических параметров и оценки эксплуатационных запасов по промышленной категории С₂.

III стадия – предварительная гидрогеологическая разведка. Целью является изучение основных особенностей геолого-гидрогеологических условий месторождения (участка) и обоснование постановки детальной разведки. Основные задачи – изучение выбранного горизонта, комплекса; его условия питания, разгрузки, количества и качества подземных вод; выбор участка и обоснование схемы размещения скважин будущего водозабора. Проводятся наземные геофизические работы, ведется целенаправленное бурение на изучаемый водоносный горизонт. Большое количество опытных работ – откачек воды из скважин для определения гидродинамических параметров и оценки эксплуатационных запасов по категории С₁.

IV стадия – детальная гидрогеологическая разведка. Целью является получение данных для обоснования строительства нового или расширения существующего водозабора. Задача направлена на изучение гидрогеологических условий на месте будущего водозабора. *Водозабор* – это группа скважин, взаимодействующих друг с другом, производящих системный забор воды из водоносного горизонта в течение 30 лет. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод производится по категории В или А, или А+В. Эта стадия может подразделяться на:

-*детальная разведка нового месторождения;*

-*детальная разведка эксплуатируемого месторождения.*

V стадия – эксплуатационная гидрогеологическая разведка. Проводится в процессе строительства и эксплуатации водозаборов на участках с утвержденными запасами подземных вод с целью выявления соответствия режима эксплуатации прогнозным расчетам, обоснования рационального режима эксплуатации и её текущего планирования. Эта стадия также может подразделяться на:

-стадия проекта;

-стадия рабочей документации.

В настоящее время на производстве стадии гидрогеологических исследований часто совмещают ввиду хорошей геолого-гидрогеологической изученности района или участка работ, небольшой заявленной потребности в водоснабжении и экономической целесообразности.

Контрольные вопросы:

- 1.Опишите последовательность и виды гидрогеологических исследований.
- 2.Сформулируйте цель и задачу проведения гидрогеологической съемки.
- 3.Поясните цель и задачи гидрогеологических поисков подземных вод.
- 4.Гидрогеологические наблюдения, режимные наблюдения, мониторинг, что связывает эти понятия.
- 5.Что вы понимаете под месторождением подземных вод, принципы его изучения?
- 6.Цель, задачи и результат проведения разведочных гидрогеологических стадий.

ТЕМА № 3.1.2 Гидрогеологические исследования

(опытно-фильтрационные работы и методы оценки эксплуатационных запасов).

Опытно-фильтрационные работы - проводятся в зоне насыщения (откачки воды из скважин), в зоне аэрации (наливы в шурфы, наливы и нагнетания в скважины). Откачка воды из скважин – это принудительное извлечение подземных вод на поверхность с помощью различных водоподъемников. Водоподъемники бывают воздушные (эрлифт), погружные и поверхностные, различных типов и конструкций.

Для доброкачественного проведения откачки воды из скважины и получения достоверных результатов необходимо соблюдать следующие условия:

1. расход (дебит) Q скважины должен быть все время постоянным, близким к потребному;
2. понижение S должно быть также постоянным и максимально возможным в случае, когда понижений несколько и начинать надо с большего;
3. фильтр скважины осушаться не должен;
4. опыт (откачка) должен проводиться непрерывно и достаточно долго, чтобы получить установившейся режим фильтрации, для которого созданы формулы законов динамики.
5. продолжительность откачки должна быть достаточной для формирования стационарного режима фильтрации. Таким режимом считается режим фильтрации, при котором через любое сечение в течение всей откачки проходит одинаковое количество жидкости. В реальности такой ситуации не бывает ввиду неоднородности природных условий, но режим становится все ближе стационарному, чем дольше продолжительность откачки. Такой режим называется квазиустановившимся.

Выделяют следующие типы откачек:

--**прокачка скважины** - для очистки от шлама после бурения и деглинзации, (7 часов или 1 бригада-смена);

--**пробная откачка** - для предварительного опробования водоносного горизонта, (21ч, 3 бр/см);

--опытная откачка для определения гидрогеологических параметров различной продолжительности на различных стадиях гидрогеологических исследований, она подразделяется:

--**опытно-одиночная откачка** – предназначена для определения зависимости дебита от понижения уровня воды, некоторых гидродинамических параметров водоносного горизонта с целью оценки запасов подземных вод, определения качества подземных вод; продолжительность 10-15 бр/см; применяются на различных стадиях разведки.

--**опытно-кустовая откачка** – проводится для изучения граничных условий водоносного горизонта и взаимосвязи с другими водоносными горизонтами, более точного и полного определения гидродинамических параметров. Кустовая откачка заключается в том, что откачка воды производится из одной скважины, которая называется центральной, а наблюдения за изменением уровня подземных вод производится по нескольким скважинам, которые называются наблюдательными и располагаются на лучах относительно центральной. Данная откачка позволяет проследить изменения в плане, а следовательно оценить граничные условия в плане. Продолжительность кустовой откачки зависит от геолого-гидрогеологических условий и достигает 30-40 бр/см.

--**опытно-групповая откачка** – проводятся одновременно из двух-трех возмущающихся скважин в сильноводобильных горизонтах - для обеспечения необходимого понижения уровня подземных вод.

--опытно-эксплуатационная откачка – проводится на всех скважинах водозабора с целью определения закономерностей изменения уровней, качества воды при проектном максимальном дебите в течении 1-4 месяцев для оценки эксплуатации запасов гидравлическим способом на местах со сложным условием.

Таким образом, указанные виды откачек являются основным видом гидрогеологических исследований и проводятся для определения гидрогеологических (гидродинамических) параметров.

Методы оценки эксплуатационных запасов подземных вод.

Эксплуатационные запасы подземных вод оценивают путем получения доказательств возможности эксплуатации подземных вод водозабором с заданным дебитом в течении определенного срока или неограниченно долгое время, т.е. это расчет конечных величин понижения уровня воды в скважинах водозабора при заданном дебите скважин.

Существуют следующие методы оценки эксплуатационных запасов подземных вод:

1)--гидродинамический – основан на вычислении допустимого понижения в скважине водозабора, который работает в наихудших условиях, также учитывается влияние границ I и II рода. В случае, если $S_{дон} \geq (0,5-0,6)H$ мощности водоносного горизонта или $S_{расч} \leq S_{дон}$, запасы подземных вод считаются обеспеченными. Способ применим при простых гидрогеологических условиях для месторождений 1-й и 2-й групп сложности.

2)--гидравлический – применяется в сложных гидрогеологических условиях и заключается в экспериментально-практическом применении опытно-эксплуатационной откачки, т.к. расчетные зависимости в условиях трещинных и карстовых вод малоэффективны. Обычно используется совместно с гидродинамическим и балансовым методами.

3)--балансовый – позволяет определить водный баланс участка или месторождения и установить обеспеченность восполнения эксплуатационных запасов подземных вод. Использование его совместно с гидродинамическим и гидравлическими методами весьма целесообразно.

4)--метод математического моделирования – используют в очень сложных гидрогеологических условиях, которые не укладываются в типовые расчетные схемы.

5)--метод гидрогеологических аналогий – сущность заключается в использовании данных режима эксплуатации существующего водозабора для оценки запасов на разведочном участке, который имеет аналогичные гидрогеологические условия с участком существующего водозабора.

Контрольные вопросы:

1. Методы оценки эксплуатационных запасов подземных вод.
 2. Откачки воды из скважин, какие условия нужно соблюдать при её проведении?
 3. Виды откачек, их цель и продолжительность.
 4. Нарисуйте конструкцию скважины для проведения откачки эрлифтом.
 5. Доложите, какое оборудование и приборы применяют, какую документацию составляют и ведут при проведении откачки воды из скважин.
- . На чем основан гидродинамический метод оценки эксплуатационных запасов подземных вод.

ТЕМА № 3.2.1 Инженерно-геологические исследования

(стадии проектирования и этапы инженерно-геологических изысканий).

Цель инженерно-геологических исследований, которые часто называют инженерно-геологическими изысканиями, - комплексное изучение природных, в т. ч. инженерно-геологических, условий района работ или площадки будущего сооружения для получения необходимой и достоверной информации, позволяющей обосновать проектные решения по строительству, хозяйственному освоению и предложить мероприятия по борьбе с неблагоприятными процессами.

Основные задачи инженерно-геологических исследований:

- обоснование технической возможности и экономической целесообразности строительства;*
- сравнение различных вариантов размещения объекта;*
- обоснование выбранного варианта и компоновки различных сооружений;*
- обоснование мероприятий по рациональному использованию и защите окружающей (геологической) среды.*

Стадии проектирования и этапы изысканий инженерно-геологических исследований.

Детальность инженерно-геологических исследований определяется стадией проектирования строительства будущего сооружения. Выделяют предпроектную, проектную (основную) и послепроектную стадии.

Таблица соотношений стадий проектирования и этапов проектируемых работ.

| Стадии проектирования | Цели проектируемых работ | Этапы выполнения работ | Циклы | |
|--|---|---|----------------------------------|---|
| 1-предпроектная стадия | -ознакомление с районом, площадкой предполагаемого строительства сооружения (объекта). | 1- сбор, систематизация и анализ фондовых материалов, литературных и других источников; 2- рекогносцировочное обследование района, площадок и участков; а)- в сложных условиях, если данных ТЭО, ТЭР недостаточно, то проводится мелкомасштабная инженерно-геологическая съемка. | Инженерно-геологический поиск | Инженерно-геологические изыскания (опробование) |
| 2-основная (проектная) стадия а) - <u>проект</u> | -изучение перспективного участка для выбора «пятна» под фундамент сооружения (объекта). | 3- проводится крупномасштабная инженерно-геологическая съемка. | | |
| б) - <u>рабочая документация</u> | -обоснование критериев устойчивости сооружения (объекта). | 4- проходятся разведочные выработки по контуру фундамента сооружения, проводятся ГИС, опытные и режимные работы; 5- проходятся контрольные выработки с контрольным отбором проб, геодезические наблюдения за осадкой фундамента сооружения (объекта). | Инженерно-геологическая разведка | |
| 3-послепроектные работы (внестадийное проектирование). | -проверка прогнозов, авторский надзор. | 6- проводятся топографо-геодезические и режимные работы. | | |

Выполняются различные исследования при следующих этапах инженерно-геологических работ:

- инженерно-геологические работы по изучению района;
- инженерно-геологические работы на перспективных участках (вариантах);
- инженерно-геологические работы на выбранном (лучшем) участке;
- инженерно-геологические работы в пределах фундамента (контура) будущего сооружения;
- инженерно-геологические работы в период строительства и эксплуатации сооружений.

Инженерно-геологические поиски выполняются посредством проведения инженерно-геологической съёмки – с целью общей оценки инженерно-геологических условий территории, предназначенной для строительства сооружений или осуществления других мероприятий, путем выполнения комплекса работ. *Под инженерно-геологическими условиями* понимается совокупность геологической обстановки, оказывающей влияние на строительство и эксплуатацию сооружений.

В состав инженерно-геологической съемки входит следующий стандартный набор (состав) работ:

- 1) дешифрирование аэрофото- и космоснимков (применяются при мелкомасштабных съемках для изучения геоморфологических структур);
- 2) наземная съемка или реконгсцировочные маршруты (для корректировки местоположения скважин и других проектных работ, для изучения поверхности и первого от поверхности слоя);
- 3) геофизические работы: электроразведка, сейсморазведка, каротаж для изучения условий залегания, литологии, физико-механических свойств грунтов;
- 4) горно-буровые работы (для вскрытия и изучения разреза и проведения опытных работ);
- 5) опробование (для отбора проб нарушенной структуры и монолитов с целью определения показателей физико-механических свойств грунтов);
- 6) опытные работы (для получения в полевых условиях прямых расчетных показателей);
- 7) режимные (стационарные) для наблюдения за естественными характеристиками природной обстановки с целью выявления их влияния на проектируемые объекты;
- 8) лабораторные работы (для получения физико-механических свойств в лабораторных условиях);
- 9) топогеодезические и камеральные.

Инженерно-геологическая разведка – это комплекс работ, проводимых на завершающих этапах инженерно-геологических исследований, когда известны контуры сооружения, определены его конструктивные элементы и режим эксплуатации. Целью является получение количественных исходных данных для расчета оснований и фундаментов сооружений или их среды, и прогноза изменения геологической среды в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

Контрольные вопросы:

1. Цели и задачи инженерно-геологических исследований.
2. Стадии и этапы инженерно-геологических исследований.
3. Цели инженерно-геологических поисковых и разведочных изысканий.
4. Виды и цель геологоразведочных работ при инженерно-геологической съемке.

ТЕМА № 3.2.2 Инженерно-геологические исследования

(особенности инженерно-геологических изысканий и полевых работ).

Исходным документом, определяющим задачи инженерно-геологических изысканий, является техническое задание, выдаваемое заказчиком (проектной организацией). Техническое задание составляется на основе требований СНиП и других нормативных документов с учетом стадии проектирования и конструктивных особенностей сооружения.

Особенности инженерно-геологических изысканий заключаются в их подразделении по видам строительства в народном хозяйстве:

--**для промышленного строительства** – выполняются:

- а) для выбора площадок при строительстве крупных промышленных предприятий;
- б) на выбранных площадках;
- в) для отдельных зданий и сооружений.

--**для гражданского строительства** – выполняются для обоснования проектов:

- а) застройки жилых массивов, микрорайонов, комплексов;
- б) строительства жилых и общественных зданий.

--**для гидротехнического строительства** – объёмы и методика инженерно-геологических изысканий для обоснования строительства плотин, водохранилищ, гидроэлектростанций, каналов и т. д. определяются инженерно-геологическими условиями района, стадиями проектирования, конструктивными, технологическими и эксплуатационными особенностями сооружения и выполняются применительно в две стадии: предпроектной и проектной.

--**для мелиорации земель (мелиоративного строительства)** – вопрос проектирования и строительства мелиоративных систем с целью орошения, обводнения и осушения территорий решается на основе комплексных схем использования земельных и водных ресурсов. В соответствии с этим инженерно-геологические изыскания для обоснования проектов мелиоративного строительства делятся на:

--региональные – схемы комплексного использования;

--строительные – проект, рабочая документация, рабочий проект.

--**для линейного строительства** – объекты линейного строительства могут быть:

- наземные (железные и автомобильные дороги, подъездные, трамвайные и троллейбусные пути);
- подземные (метро, тоннели, водо-, газо-, нефтетрубопроводы, канализация);
- воздушные (линии электропередач, подвесные канатные дороги, монорельсы метро и другие).

Также для изучения различных геологических и инженерно-геологических процессов и определения мер по борьбе с ними проводят по различным методикам инженерно-геологические изыскания.

Контрольные вопросы:

1. Что является основанием для проведения инженерно-геологических изысканий?

2. В чем заключаются особенности инженерно-геологических изысканий и полевых работ?

ТЕМА № 3.3 Охрана окружающей среды.

Под охраной окружающей среды понимается система международных, государственных, правовых, технических, политических и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, на защиту и сохранение природной среды и околоземного пространства от загрязнений и разрушений в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей настоящих и будущих поколений людей.

Охрана атмосферы. Атмосфера регулирует важнейшие параметры климата – температуру, влажность, давление. Источники загрязнения могут быть:

--*естественными* – это извержение газов и тепла вулканами, лесные и степные пожары, пыль с эродированных почв и пустынь, микроорганизмы;

--*искусственными* – физическое, химическое и радиоактивное загрязнения, шум от предприятий и транспорта.

Охрана гидросферы. Неочищенные производственные, ливневые и бытовые стоки – это многокомпонентные системы, содержащие мусор, химические загрязнители, патогенные организмы и т.д. Различают следующие методы очистки:

--*механические* – предназначены для отделения в начале крупных загрязнений с помощью решеток и сит, а затем тяжелых взвесей с помощью песколовков. В заключении воду пропускают через отстойники, где осаждаются тонкодисперсные части;

--*биохимические* – основаны на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные загрязнители в качестве источников питания (активный ил);

--*химические* – применяется для удаления растворимых примесей с помощью различных реагентов вступающих в химическую реакцию с вредными примесями, в результате чего образуется малотоксичные вещества;

--*физико-химические методы* – подразделяются на:

а) флотация – одсорбирование легких грубо-дисперсных частиц мелкими пузырьками воздуха и поднятие их на поверхность, где образуется слой пены;

б) ионообменная сорбция – это процесс обмена между ионами, находящиеся в сточной воде и присутствующими на поверхности твердой фазы;

в) дезодорация – это удаление веществ органического происхождения, обладающего токсичным действием, либо запахом.

На всех водозаборах постоянного питьевого водоснабжения должны предусматриваться ЗСО (зоны санитарной охраны), состоящие из трех поясов:

---1 пояс ЗСО – зона строгих ограничений, включает в себя площадь, на которой расположены все основные производственные сооружения, связанные с подъемом, очисткой, распределением воды. Граница пояса – 50 м от последней скважины водозабора (для отбора и транспортирования воды без других жилых и прочих объектов, огорожена колючей проволокой и под охраной).

---2 пояс ЗСО – прилегает к первому и охватывает такую территорию, которая позволит предотвратить возможность загрязнения той части водоносного пласта, который будет обеспечивать водозабор водой соответствующего качества в течение расчетного срока эксплуатации (30 лет). Размер этого пояса определяется расчетным временем

передвижения загрязненных вод, достаточным для утраты жизнеспособности патогенных микроорганизмов.

--при возможности химического загрязнения создается 3 пояс ЗСО.

Охрана почв. Почвенный покров – рыхлый поверхностный слой земной коры, находящийся в сфере тесного контакта атмосферы, литосферы и биосферы, являющимся одним из важнейших ресурсов планеты, источник получения продуктов питания.

К особо опасным последствиям отрицательного воздействия человека на почвы относятся:

--эрозия;

--засоление;

--заболачивание;

--насыщенность химическими веществами;

--изменение факторов почвообразования – создание водохранилищ с огромным объёмом воды, грандиозных каналов и перемещение миллионных масс грунта при вскрышных работах.

Охрана растительности. Растительность – важнейший компонент биосферы, отражающей её состояние и происходящие в ней процессы. Она подразделяется на водную, наземную и подземную (в основном бактерии). *Охрана природной растительности – это комплекс проектно-изыскательских, правовых, биотехнических, организационно-хозяйственных и других мер, направленных на поддержание естественных условий природной среды и функциональной экологической ценности природных растительных комплексов.*

Контрольные вопросы:

1. Что вы понимаете под охраной окружающей среды.
2. Виды загрязнений окружающей среды.
3. Зоны санитарной охраны водозаборов (три пояса ЗСО).

ОСНОВНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Камзист Ж.С., Коротких И.В., Фролов А.Ф. «Основы гидрогеологии и инженерной Геологии» М., Недра, 1988.
2. Скабалланович И.А., Седенко М.В. «Гидрогеология, инженерная геология и осушение месторождений» М, Недра. 1980.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

3. Седенко М.В. «Основы гидрогеологии и инженерной геологии» М., Недра. 1979.
4. Климентов П.П. «Общая гидрогеология» М., Высшая школа, 1980.
5. Коротких И.В., Фролов А.Ф. «Инженерная геология» М., Недра, 1983.
6. Гордеев П.В., Шемелина В.А., Шулякова О.К. «Руководство к практическим занятиям по гидрогеологии» М., Недра, 1981.
7. Гавич И.К. «Практикум по гидрогеологии» М., Недра, 1995.

