

## Модуль 3.

### Тема 6. Гидрогеология.

**Гидрогеология** – это наука о происхождении, распространении, условиях залегания, составе и движении подземных вод в земной коре.

#### 6.1. Виды воды в горных породах.

В природе вода встречается в различном состоянии: свободная, физически связанная, парообразная, в виде льда или в составе кристаллической решетки минералов. Форма нахождения воды определяется климатом, рельефом, составом и свойствами пород и многими другими факторами, изменение которых приводит к качественным и количественным изменениям содержания воды в породах.

**Парообразная вода** (водяной пар) находится в зоне аэрации в порах, не занятых водой. Несмотря на ее малое содержание в грунтах (около 0,1 % от массы сухого грунта), она играет важную роль во влажностном режиме почвенных и лежащих ниже (в зоне аэрации) горизонтов грунтов, особенно в районах степей и пустынь.

**Физически связанная вода** бывает гигроскопическая и плёночная.

Гигроскопическая вода прочно связана с поверхностью частиц. При связывании ее с породой выделяется теплота (теплота смачивания), что является основным формальным признаком, отличающим гигроскопическую воду от других видов связанной воды.

Максимальное количество воды, поглощаемое грунтом с выделением теплоты, называется *максимальной гигроскопической влажностью*.

Плёночная вода образует на поверхности частиц пленку, толщина которой зависит от вещественного состава и крупности частиц. В отличие от гигроскопической плёночная вода передвигается в породе с частицы на частицу, из участков с большей толщиной пленки в участки с меньшей ее толщиной.

**Свободная или гравитационная вода**— это находящаяся в жидком состоянии, передвигающаяся в порах под действием разности напоров, обладающая смачивающей и выщелачивающей способностью. По характеру движения она может подразделяться на просачивающуюся и воду грунтового потока. Просачивающаяся вода движется сверху вниз под действием силы тяжести. Вода грунтового потока движется в горизонтальном направлении в зоне полного насыщения.

**Парообразная вода** заполняет совместно с воздухом поры грунта. Количество этой воды регулируется относительной влажностью воздуха.

**Вода в твердом состоянии или в виде льда**, встречается в мерзлых грунтах.

## 6.2. Происхождение подземных вод.

По происхождению подземные воды разделяются на инфильтрационные, конденсационные, седиментационные и ювенильные.

**Инфильтрационные** воды образуются за счет просачивания (инфильтрации) в горные породы атмосферных осадков и поверхностных вод. Так формируются большая часть подземных вод.

**Конденсационные** воды образуются благодаря конденсации водяных паров, перемещающихся под влиянием разности упругости из атмосферы в земную кору, а в горных породах - из одних горизонтов в другие.

**Седиментационные** или  **реликтовые** воды являются остаточными водами бывших морских водоемов. Эти воды находятся в морских и донных осадках и сохраняются в них после отступления моря. Их отличительными особенностями являются повышенная минерализация (часто представляют собой рассолы) и залегание на очень больших глубинах.

**Ювенильные** или глубинного происхождения, воды образуются за счет конденсации поднимающихся паров воды из глубинных недр земли(из магматических и метаморфических зон). На данной стадии развития Земли эти воды существенного значения не имеют.

Подземные воды могут быть как напорными, так и безнапорными. При бурении в безнапорных водах уровень их появления совпадает с уровнем их установления в скважине, а в напорных эти уровни не совпадают.

### 6.3. Условия залегания подземных вод.

**Верховодка** – это временный водоносный горизонт, который образуется на водоупорных линзах или выклинивающихся слоях глинистых пород в зоне аэрации (или просачивания). Нередко верховодка образуется за счет утечки воды из водопроводов или промышленного стока, нередко бывает загрязнена.

**Грунтовые воды** – это первый от поверхности постоянно действующий водоносный горизонт, который залегает на первом водоупоре. Это обычно безнапорные подземные воды, которые по всей области распространения питаются путем инфильтрации атмосферных осадков или за счет поверхностных вод рек и водоемов. Условия питания, залегания и движения грунтовых вод определяются климатом, рельефом геологическим строением, влиянием рек, водохранилищ и деятельностью человека.

Грунтовые воды могут залегать на различной глубине. В зависимости от условий залегания выделяются грунтовые воды речных долин, ледниковых отложений, степей, горных областей и песчаных морских отложений.

**Гидростатическим (пьезометрическим)** уровнем называется воображаемая поверхность, проходящая через области питания и разгрузки, и определяющая высоту напора воды в данном месте.

Разность между статическим и динамическим уровнем подземных вод в скважине, т.е. величина на которую понижается уровень воды называется **понижением**.

Пресные подземные воды, преимущественно располагаются в зоне **интенсивного** водообмена. Подземные воды, расположенные до глубины 600...2000 м, относятся к зоне **замедленного** водообмена.

Направление потока подземных вод по карте гидроизогипса устанавливается по высотным отметкам гидроизогипса.

Линии, соединяющие точки с равными абсолютными отметками называются **гидроизогипсами**.

**Артезианские воды** – это напорные воды, залегающие между водоупорными пластами крупных геологических структур. Артезианские воды часто бывают ювенильного или глубинного происхождения, а иногда питаются за счет инфильтрации атмосферных осадков и притока грунтовых вод. Площадь распространения межпластового напора называют **артезианским бассейном**.

**Трещинные воды** приурочены к трещиноватым скальным магматическим, метаморфическим и осадочным породам. Водообильность этих пород зависит от степени трещиноватости, условий питания, состава заполнителя и т.д.

**Карстовые воды** приурочены к полостям, трещинам, образующимся в результате растворения и выщелачивания осадочных пород химического происхождения.

**Подземные воды** областей многолетней мерзлоты подразделяются на три типа: надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные.

#### 6.4. Коэффициент фильтрации. Степень водопроницаемости горных пород и грунтов.

Скорость фильтрации подземной воды при напорном градиенте, равном 1, называется **коэффициентом фильтрации**.

Коэффициент фильтрации характеризует водопроницаемость породы, его размерность л/сутки или м/сутки., часто его определяют с помощью откачек воды из скважин.

$$K = \frac{V}{I}, I = \frac{H - H_2}{l}, \text{ где } I - \text{напорный градиент, } H - H_2 - \text{разница высоты}$$

напоров

По значению коэффициента фильтрации все породы и грунты делятся на: водопроницаемые, слабопроницаемые и непроницаемые (водоупоры).

- I- водопроницаемые  $K = 10, 10^{-1}$  л/сутки (сильнотрещиноватые породы-граниты, известняки; пески, галечники);
- II- слабопроницаемые  $K = 10^{-1} - 10^{-3}$  л/сутки (мергели, супеси, суглины, песчаники);
- III- непроницаемые  $K < 10^{-3}$  л/сутки (глины, ил, не трещиноватые скальные породы).

#### 6.5. Режим подземных вод.

**Режим подземных вод** - это изменение их уровня, расхода, температуры и химического состава во времени под влиянием естественных (природных) или искусственных факторов.

Естественные факторы — это изменение количества выпадения атмосферных осадков, условий питания (за счет поверхностных и подземных вод лежащих выше водоносных горизонтов), а также влияние паводков и наводнений.

Искусственные факторы – это возведение платин, ирригационных каналов или дренажных канав, водозабор подземных вод, утечки воды из водопроводов, вырубка леса и др. мероприятия связанные с деятельностью человека. Их влияние на изменение природного режима подземных вод зависит от гидрогеологических условий района, а также от интенсивности и продолжительности воздействия.

#### 6.6. Химический состав воды. Агрессивные свойства подземных вод.

**Химический состав воды** определяется содержанием главных элементов в виде следующих ионов: кальция, магния, хлора, натрия, сульфатов, карбонатов и гидрокарбонатов.

В нейтральной химически чистой воде  $pH=7$ , при  $pH < 7$  - вода кислая, а при  $pH > 7$  – вода щелочная.

Жесткость воды обусловлена наличием в ней соединений кальция и магния. Жесткость воды является устранимой: когда при кипячении воды бикарбонаты переходят в карбонаты и выпадают в осадок.

Природные воды содержат ряд элементов и газов, которые могут обуславливать **агрессивные свойства воды** по отношению к бетону, многим видам цемента и железа.

Существуют следующие виды агрессивности подземных вод:

1. Углекислотная
2. Сульфатная
3. Карбонатная
4. Магнезиальная

Вопрос об агрессивности углекислоты имеет большое практическое значение при производстве бетонных и при работе с металлическими конструкциями. Оценка агрессивности воды по отношению к бетону и железобетону определяется по особым нормам. Для приготовления гидротехнического бетона выбирают цемент по отношению к которому

данная вода как среда не является агрессивной по установленным нормам агрессивности. Если же вода признается агрессивной, то водостойкость бетона и металлических конструкций д.б. обеспечена специальными мероприятиями: гидроизоляцией, применением защитных оболочек, снижением степени агрессивности, дренажом.

Вредными являются подземные воды содержащие **сульфаты**. В результате реакции между сульфатами и известью цемента образуется гипс. Кристаллизация гипса в порах бетона сопровождается значительным увеличением гипса в объеме и вызывает снижение прочности бетона и его разрушение. Это явление растрескивания и крошения бетона и носит название **сульфатной агрессией**. Агрессивность воды определяется содержанием в ней ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ . Слабоагрессивная вода содержит эти ионы в количестве 250-800 мг/л, агрессивная – более 800 мг/л.

Коррозия железа происходит в результате замещения железа водородом. Коррозия обуславливается наличием в воде кислорода, агрессивной углекислоты и водорода. Хлориды нитраты, повышенная температура – усиливают коррозию, а сульфаты уменьшают.

## **Вопросы для контроля знаний по теоретическому курсу дисциплины «Геология»**

### ***Тема 6. Гидрогеология.***

1. Что изучает наука гидрогеология?
2. Перечислите и охарактеризуйте виды воды в горных породах и грунтах.
3. Какие бывают подземные воды по происхождению?
4. Что называется максимальной гигроскопической жидкостью?
5. Перечислить виды подземных вод по условиям залегания.
6. Как называются линии, соединяющие точки с равными абсолютными отметками?
7. Дайте определение коэффициента фильтрации.

8. На какие виды подразделяются все породы и грунты по значению коэффициента фильтрации?
9. Какие факторы влияют на режим подземных вод?
10. Перечислить основные виды агрессивности подземных вод и охарактеризуйте их отрицательное влияние на строительные конструкции и подземные сооружения.
11. Перечислите мероприятия, которые проводятся по защите строительных конструкций от агрессивного воздействия подземных вод, а также способы нейтрализации или устранения агрессивных свойств воды.