

СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

1. К физическим свойствам подземных вод относятся **прозрачность, цвет, запах, вкус, температура.**

Природная вода может быть прозрачной и мутной. **Мутность воды** обуславливается присутствием в ней взвешенных частиц минерального и органического происхождения. Механические примеси могут попадать в воду источника вследствие неисправности водозабора или просачивания в водоносный пласт дождевых, поводковых, речных вод (карстовые районы). Иногда мутность подземных вод обуславливается растворенными в ней химическими соединениями (железо и пр.).

Цвет. Чистая вода бесцветная. Окраска объясняется наличием в ней тех или иных примесей (железо придает ржавый оттенок, сероводород – голубоватый).

Запах. Подземные воды обычно без запаха. Наличие запаха свидетельствует о наличии различных химических соединений (сероводород придает запах тухлых яиц и др.)

Вкус. Появляется при определенном содержании в воде тех или иных соединений (соленый – NaCl, кислый – в районах сульфидных месторождений).

Температура – изменяется от 4-5°C до 60-90°C. При температуре выше 20°C воды называются субтермальными. Пресная вода при $t^{\circ}=4^{\circ}\text{C}$ имеет наибольшую плотность.

II. Реакция воды (величина рН). Для того, чтобы судить о химическом составе подземных вод необходимо в первую очередь знать реакцию воды т.е. концентрацию водородных ионов. По теории электролитической диссоциации вода диссоциирует на водородный (H^+) и гидроксильный (OH^-) ионы, величина произведения которых при данной температуре всегда постоянна. Если реакция нейтральная, то концентрация H^+ и OH^- одинакова и равна 10^{-7} мг-экв/л. Поэтому степень кислотности или щелочности воды характеризуется концентрацией водородных ионов. Для выражения концентрации водородных ионов принято пользоваться логарифмом концентрации их (т. е. количества грамм-экв этого иона в 1 л воды), взятым с обратным знаком и обозначаемым $pH = -\lg(H^+)$. При нейтральной реакции $pH=7$, при кислой pH – меньше 7, а при щелочной pH больше 7. Определение pH производится специальными приборами (pH -метрами) калориметрическим методом, в полевых условиях применяется лакмусовая бумага.

III. Общая минерализация воды выражается суммой содержащихся в воде химических элементов, их соединений и газов. Оценивается по сухому остатку, который получается после выпаривания воды при температуре $105^\circ C$, или суммированием массы всех ионов, полученных при химическом анализе. Выражается в миллиграммах (граммах) на литр ($дм^3$), граммах на кг (мг/л, г/кг). По минерализации подразделяются:

до 0,2 г/л – ультрапресные, до 1,0 г/л – пресные,

1-10 – солоноватые: 1-3 – слабо, 3-5 – средне, 5-10 – сильносоленые, 10-35 – соленые, более 35 г/л – рассолы.

IV. Главными химическими компонентами в подземных водах обычно являются: анионы



(гидрокарбонатный ион, сульфат-ион, хлор-ион),

катионы $\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Na}^+, \text{K}^+$

В воде часто присутствует карбонатный ион, нитрит-ион, нитрат-ион $\text{CO}_3^{2-}, \text{NO}_2^-, \text{NO}_3^-$

, углекислый газ, сероводород, метан, железо 2-х и 3-х валентное и др. Содержание соединений азота в подземных водах обычно невелико (1-2 мг/л), но иногда достигает 0,5-0,8 мг/л. Наличие даже небольшого их количества указывает на загрязнение воды и возможность нахождения в ней вредных опасных бактерий. Если присутствуют

нитрит ион NO_2^- – загрязнение свежее, а нитрат ион – загрязнение старое. В целом подземных водах присутствуют до 60-80 различных химических элементов в растворенном состоянии.

Жесткость воды обусловлена наличием ионов кальция и магния. По ГОСТ 2874-73 и СанПиН 2.1.4.1074-01 жесткость воды выражается в миллиграммах-эквивалентах Ca^{2+} и Mg^{2+}

на 1 л воды. 1 мг-экв. жесткости соответствует содержанию 20,04 мг/л Ca^{2+}

и 12,6 мг/л Mg^{2+}

По жесткости воды делятся на:

- очень мягкие – до 1,5 мг-экв/л,
- мягкие – 1,51-3,0 мг-экв/л,
- умеренно жесткие – 3,01-6,0 мг-экв/л,
- жесткие – 6,01-9,0 мг-экв/л,
- очень жесткие – более 9,0 мг-экв/л.

Жесткость воды также сказывается на ее агрессивном воздействии на бетон. Агрессивной по отношению к бетонам вода считается в следующих случаях:

| Временная жесткость, мг/л | Водородный показатель P_H | |
|------------------------------|--------------------------------|-------|
| < 14,4 | при | > 7 |
| < 67,2 | при | > 7 |
| > 67,2 | при | < 6,7 |

Существует несколько форм выражения анализа воды: ионная, эквивалентная, процент-эквивалентная.

При ионной форме содержание ионов приводят в граммах или миллиграммах на литр (г/л, мг/л).

Эквивалентная форма позволяет судить о возможных сочетаниях катионов и анионов. Сумма эквивалентных единиц катионов и анионов, выражается в миллиграмм-эквивалентах на 1 литр и получают путем умножения мг/л на пересчетный коэффициент.

Классификация подземных вод по химическому составу.

Существует несколько десятков классификаций, основанных на различных принципах и имеющих разное практическое применение и значение. К наиболее популярным относятся классификации Пальмера, Н.И. Тостихина, В.А. Сулина, О.А. Алекина, Е.В. Посохова и другие. В гидрогеологии и гидрологии применяется в основном гидрохимическая классификация О.А. Алекина.

Все природные воды делятся по преобладающему аниону на три класса:

- 1) гидрокарбонатный,
- 2) сульфатный,
- 3) хлоридный.

Выделенные 3 класса сразу дают в общих чертах гидрохимический облик воды. К гидрокарбонатному классу относятся большая часть пресных (маломинерализованных) вод рек, озер, некоторых подземных вод. К классу хлоридных принадлежат воды океана, морей, подземные воды глубоких горизонтов. Воды сульфатного класса по распространению и величине минерализации являются промежуточными между гидрокарбонатными и хлоридными.

V. Оценка пригодности воды для различных целей.

Водоснабжение. По ГОСТу 2874-73 «Вода питьевая» и СанПиН 2.1.4.1074-01 вода должна отвечать следующим требованиям: Минерализация до 1 г/л (по разр. СЭС до 1,5 г/л); жесткость 7 мг-экв/л.

Cl^- до 350 мг/л;

SO_4^{2-} до 500 мг/л (Абдрахманов, Чалов, Абдрахманова, 2007).

Орошение. Оросительная вода по минерализации и химическому составу должна быть физиологически доступной растениям и не вызывать засоления и осолонцевания почвы. Важное значение играет изучение содержания микрокатионов биологически активных микроэлементов: I, Br, B, Co, Cu, Mn, Mo (Абдрахманов, Методические..., 2008).

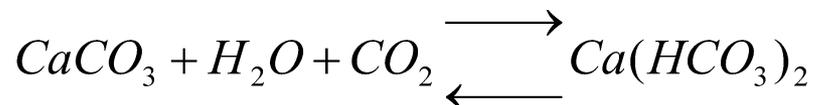
VI. Агрессивные свойства подземных вод. Под ними понимается способность воды разрушать различные строительные материалы, воздействуя на них растворенными солями, газами или выщелачивая их составные части. Особое значение имеет агрессивное действие воды на бетонные сооружения. Основным вяжущим веществом в бетоне является цемент. Практическое значение агрессивного действия воды на бетон сооружения настолько велико, что ни одно сколько-нибудь существенное строительство не обходится без предварительного гидрохимического исследования водной среды. Согласно СН-249-63 различают следующие виды агрессивного действия воды на бетон: *выщелачивания, углекислотная, общекислотная, сульфатная, магниевая.*

Агрессивность *выщелачивания* проявляется в растворении *карбоната кальция, входящего в состав бетона.* Она возможна при малом содержании в воде

(0,4-1,5 мг-экв/л) а избыток CO_2 растворяет $CaCO_3$



Углекислотная агрессивность обусловлена действием на бетон CO_2



В наиболее опасных условиях максимально допустимое содержание агрессивной углекислоты (CO_2) составляет 3 мг/л, менее опасных до 8,3 мг/л.

Общекислотная агрессивность характерна для кислых вод и зависит от содержания свободных водородных ионов. При pH 5,0-6,8 возможен этот вид агрессии.

Сульфатная агрессивность проявляется при большом содержании ионов SO_4^{2-}

которые, проникая в тело бетона при кристаллизации образуют соли



Образование этих солей в порах бетона сопровождается увеличением их объема и разрушением бетона. Агрессивность проявляется при обычных цементах при SO_4^{2-} более 250 мг/л, при сульфат стойких – 4000 мг/л.

Магнезиальный вид агрессивности проявляется, так же как и сульфатный, в разрушении бетона при проникновении воды в тело бетона. Этот вид возникает при высоком содержании Mg^{2+}

В зависимости от цемента он проявляется при содержании магния от 1,0 до 2,5 г/л

VII. Формирование химического состава подземных вод.

Под факторами формирования химического состава подземных вод понимаются движущие силы, обуславливающие течение разнообразных процессов, которые изменяют минерализацию и химический состав вод. Химический состав подземных вод формируется под влиянием следующих факторов:

- **выщелачивание почв и горных пород**, полное растворение минералов и пород, концентрирование солей в воде в результате испарения, выпадение солей из природных растворов при изменении термодинамических условий, катионный обмен в поглощающем комплексе илов, почв, глинистых пород (Ca^{2+} на Na^{2+} и Na^{2+} на Ca^{2+}),
- **диффузия и микробиологические процессы,**
- **смешение вод различного происхождения.**

Процесс обмена наблюдается между катионами глинистых пород – воды и зависит от емкости поглощающего комплекса :

Емкость поглощения некоторых глинистых минералов

| Минерал | Емкость от поглощения, мг-экв на |
|----------------|---|
| Каолинит | 3-15 |
| Иллит | 10-40 |
| Монтморилланит | 80-180 |
| Вермикулит | 100-150 |
| Галлуазит | 5-50 |

Процессы эти зависят от климатических, геоморфологических, геологических, гидродинамических и др. условий. Значительную роль в формировании химического состава подземных вод играет состав осадков. Роль атмосферных осадков в формировании состава маломинерализованных вод хорошо известно.

Осадки постепенно инфильтруясь вглубь насыщаются солями в почвенном горизонте затем в зоне аэрации. Это происходит в результате растворения солей, минералов, горных пород в соответствии с их растворимостью. Растворимость изменяется в широких пределах, зависит от температуры воды и содержания других солей.

В рыхлых покровных образованиях происходит формирование первых от поверхности водоносных горизонтов грунтового типа. Анализ водных вытяжек из пород зоны аэрации свидетельствует о том, что при действии на них атмосферных вод, имеющих слабокислую реакцию, наблюдается солей из зоны аэрации. Основными солями, поступающими в подземные воды, являются карбонаты и сульфаты кальция и карбонаты магния. Из почвы выносятся избытки азотнокислого калия, используемого на полях как удобрение.

Чем ближе к поверхности расположены грунтовые воды, тем выше при прочих равных условиях их минерализация. При неглубоких грунтовых водах до 1 м возможно накопление солей и на поверхности земли. В пустынных и полупустынных часто образуются грунтовые подземные воды с высокой минерализацией (до 10-20 и более) сульфатно-хлоридного и хлоридного состава.

Первоисточниками минерального состава природных вод являются:

1) газы, выделяемые из недр земли в процессе дегазации.

2) продукты химического воздействия воды с магматическими породами. Эти первоисточники состава природных вод имеют место до сих пор. В настоящее время в химическом составе воды выросла роль осадочных пород.

Химия атмосферных осадков. В настоящее время развивается новая отрасль гидрохимии – химия атмосферы. Атмосферная вода (близкая к дистиллированной) содержит многие элементы.

Кроме атмосферных газов в воздухе присутствуют примеси, выделившиеся из недр земли компонентов, элементы биогенного происхождения и др. органические соединения.

формирования химического состава являются **аэрозоли**:

- пылевидные минеральные частицы, высокодисперсные агрегаты растворимых солей, мельчайшие капли растворов газовых примесей. Размеры аэрозолей (ядер конденсации) различны – радиус в среднем 20 мкм. Количество уменьшается с высотой. Концентрация аэрозолей максимальна в пределах городских территорий, минимальна в горах.

Аэрозоли поднимаются ветром в воздух – эоловая эрозия;

- соли поднимаемые с поверхности океанов и морей, льдов;
- продукты вулканических извержений;
- человеческой деятельности.

Минеральные воды

Лечебные свойства минеральных вод определяются: минерализацией, ионно-солевым составом, содержанием биологически активных компонентов, газовым и окислительно-восстановительным потенциалом (Eh), активной реакцией среды (pH), радиоактивностью, температурой, содержанием сероводорода H_2S

