

# Физические свойства и химический состав подземных вод

Свойства и состояние подземных вод определяются:

- свойствами самой воды;
- свойствами содержащихся в ней веществ;
- условиями взаимодействия их между собой и с окружающей средой.

# ***Физические свойства подземных вод***

- Мутность (прозрачность)
- Цветность
- Запах
- Вкус
- Температура
- Плотность
- Вязкость
- Электропроводность
- Радиоактивность

# Химический состав подземных вод

***Химический состав подземных вод*** –  
содержащиеся в подземных водах  
растворенные минеральные,  
органические соединения и газы.

Живое вещество, содержащееся в  
подземных водах, не определяет их  
химический состав

# Компонентный состав

## Макрокомпоненты

Анионы:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$

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

Молекулярная кремнекислота ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ )

## Мезокомпоненты

$\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,

$\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$

$\text{I}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{Br}$

# Показатели химического состава

П.В.

- Минерализация
- Сухой остаток
- Водородный показатель (рН)
- Окислительно-восстановительный потенциал (Eh)
- Жесткость
- Агрессивность

# Формы выражения химического состава

- Массовая (мг/л, г/л, мг/дм<sup>3</sup>, г/дм<sup>3</sup>, мг/кг, г/кг)
- Эквивалентная (мг-экв/л, г-экв/л) – молярная (ммоль/дм<sup>3</sup>, моль/дм<sup>3</sup>)
- Процент-эквивалентная (%-экв) – процент-моль

# Формула Курлова

$$H_2SO_4 2I 10.06 M_{26.0} \frac{Cl 97 HCO_3 3}{(Na + K) 79 Ca 14 Mg 7} pH 6.0$$

# Виды анализа воды

- **Полный:** физ.св-ва, Eh, hН, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, Na, K, Ca, Mg, Fe<sup>II</sup>, Fe<sup>III</sup>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, Al, H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>, CO<sub>2св</sub>, окисляемость, сухой остаток. По данным анализа вычисляется жесткость общая, карбонатная, агрессивная углекислота
- **Сокращенный:** Mg, Na, K рассчитываются, окисляемость, Eh, Al, H<sub>2</sub>S, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> не определяются.
- **Полевой:** Нестабильные, рН и газы св. углекислота, сероводород, кислород – при отборе пробы

# Классификация ПВ по химическому составу

Две группы классификаций

1. **Чисто химические** базируются на принципе «преобладающих ионов»: формула Курлова, формула ионного состава
2. **С элементами генетической основы**: классификация В.А.Сулина для нефтяных вод, О.А.Алекина для природных вод

# Формирование химического состава ПВ

- Происходит в результате процессов массопереноса вследствие наличия в гидрогеодинамических системах градиентов ***концентраций, температур и давления*** как собственно в воде, так и в системе ***«вода – порода – газ»***

# Растворение и выщелачивание

- Растворение – процесс перехода в-ва из твердой фазы в жидкую, сопровождающийся разрушением структуры твердой фазы
- Выщелачивание – процесс избирательного извлечения какого-либо компонента из твердого в-ва без разрушения структуры твердой фазы

# Комплексообразование

- Связывание отдельных ионов в комплексы выводит их из раствора, тем самым стимулируя процесс растворения
- Выделение в твердую фазу в-ва раствора приводит к коагуляции (уменьшению размеров) пор

# Испарение

- Процесс испарения – вывод из подземных вод (раствора) молекул воды (растворителя)

Вывод из раствора растворителя ( $H_2O$ ) приводит:

- всегда к увеличению минерализации подземных вод;
- к осаждению солей и возможной трансформации ионного состава раствора с изменением в отдельных случаях его pH.

# Сорбция - десорбция

Физическая сорбция происходит на поверхности частиц горной породы по контакту порода-вода

Направление процесса зависит от соотношения концентраций иона в системе вода-порода и равновесных их значениях при данных термодинамических условиях (изотерма сорбции)

Сорбционная способность катионов увеличивается с увеличением заряда, для однозарядных – с увеличением размера иона (ряды К.К.Гедройца)

Процесс влияет на минерализацию вод и концентрацию в них определенного

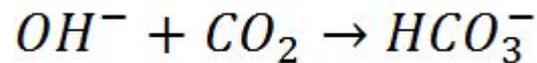
# Ионный обмен

- Процесс вытеснения с поверхности частиц породы ионов с низкой энергией поглощения ионами с более высокой энергией поглощения (ряды Гедройца)
- Тесно связан с процессом сорбции
- Проходит в основном в глинистых породах в верхней части гидрогеологического разреза
- В ходе ионного обмена одни катионы переходят из подземных вод на поверхность породы, другие – с поверхности породы переводятся в подземные воды
- Происходит изменение компонентного (в основном, катионного) состава с незначительным изменением минерализации

# Гидролиз

- Важен в процессе разложения алюмосиликатов с образованием вторичных глинистых минералов (каолина, монтмориллонита)
- Гидролиз – один из основных процессов при формировании гидрокарбонатных кальциевых вод в силикатных породах самой верхней части гидрогеологического разреза
- В ходе процесса в подземные воды поступает кроме гидрокарбонат- и карбонат-иона ионы калия и натрия, а также кремнекислота
- Также процесс влияет на pH вод

Гидролитическое разложение  
алюмосиликатов в зоне гипергенеза при  
участии  $\text{CO}_2$



# Гидробиохимические процессы

- Биогенная генерация  $\text{CO}_2$
- Сульфификация – окисление тионовыми бактериями сульфидов до  $\text{SO}_4^{2-}$
- Сульфатредукция – восстановление сульфатредуцирующими бактериями элементарной серы и сульфатов до  $\text{H}_2\text{S}$
- Нитрификация – процесс окисления  $\text{NH}_4^+$  до состояния  $\text{NO}_2^-$  и далее до  $\text{NO}_3^-$  проходящий, в основном, в почвенных водах в присутствии кислорода
- Денитрификация – процесс, обратный нитрификации, характерен для восстановительных условий. Характерен для глубоких частей артезианских бассейнов и систем с отсутствием кислорода (верховые болота)