

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ ВОД

*Природные воды* - многокомпонентные системы, в состав которых входят минеральные вещества, газы, коллоидные и крупнодисперсные частицы, в том числе микроорганизмы.

*Макрокомпонентами* природных вод являются кальций, магний, натрий, калий, железо, кремний, углерод, сера, хлор, находящиеся в ионном виде, *микрокомпонентами* (содержание в воде менее 1 мг/л) - редкие и рудные элементы (например, бор, литий, рубидий, цинк). *Основные газы* - оксид углерода IV ( $CO_2$ ), азот ( $N_2$ ), метан ( $CH_4$ ), оксид углерода II ( $CO$ ), сероводород ( $H_2S$ ). В природных водах содержатся также *биогенные* вещества - вещества, необходимые для жизнедеятельности водных организмов, а также вещества, которые образуются организмами в процессе метаболизма. К таким соединениям в первую очередь относятся соединения азота. Последний может быть в органической (альбу-миноидной) и неорганической формах. Различают несколько форм неорганического азота: аммонийный  $NH_4^+$ , нитритный  $NO_2^-$ , нитратный  $NO_3^-$ . Неорганический азот может попадать в водоем и за счет смывания азотных удобрений с полей. *Органические вещества* в основном представлены гуминовыми, гумусовыми, фульвокислотами и их солями.

Гуминовые кислоты - смесь природных органических соединений. Они образуются при разложении отмерших растений или окислении углей и других продуктов органического происхождения. Химическая природа и строение гуминовых кислот достаточно сложны. Это высокомолекулярные соединения (молекулярная масса около 1300 - 1500), которые могут находиться в виде коллоидных систем, легко набухают и пептизируются в воде. В составе гуминовых кислот установлено наличие конденсированных ароматических ядер, фенольных, карбоксильных, карбонильных и ацетогрупп, наличие простых эфирных связей. Из щелочного раствора гуминовых кислот можно осадить, а затем экстрагировать с помощью спирта гумусовые кислоты. Не осаждаются из щелочного раствора органические вещества, называемые фульвокислотами.

Растворимые компоненты в природных водах находятся в равновесии, образуя комплексы различного состава.

Формирование состава природных вод происходит в результате взаимодействия воды с окружающей средой - горными породами, почвой, атмосферой. При этом протекают физико-химические (растворение соединений, гидролиз солей, окислительно-восстановительные процессы) и биохимические процессы. На них большое влияние оказывают абиотические и биотические факторы. Среди абиотических факторов наибольшее значение имеют такие, как температура, давление, структура и состав почвы. Среди биотических можно выделить антропогенный фактор, который в последнее время оказывается все более значительным.

В результате использования воды на производственные или бытовые нужды образуются *сточные воды*. Это воды, получившие загрязнения и подлежащие удалению с территории населенных мест и промышленных предприятий.

Органические остатки растительного и животного происхождения, попадающие в водоемы вместе со сточными водами, загрязняют водоемы соединениями азота. В водоем могут попасть и ионы тяжелых металлов: меди, цинка, хрома, никеля, свинца и др.

Качественный состав сточных вод весьма изменчив, в то время как качественный состав природных вод довольно постоянен.

### КЛАССИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД

В настоящее время нет единой классификации природных вод. В зависимости от рассматриваемого основного параметра можно выделить следующие виды:

/ . Классификация по происхождению:

- атмосферные (осадочные);
- подземные (ключевые и колодезные);

- поверхностные (речные, озерные, морские, болотные). // . Классификация по величине минерализации (г/дм<sup>3</sup>):
- ультрапресные до 0,2;
- пресные 0,2...0,5;
- слабоминерализованные 0,5... 1,0;
- солоноватые 1,0...3,0;
- соленые 3,0... 10,0;
- с повышенной соленостью 10,0... 35;
- переходные к рассолам 35,0... 50;
- рассолы свыше 50,0.

Наименьшая минерализация воды в реках наблюдается в периоды половодья и дождевых паводков, а наибольшая - в зимний период. Минерализация речных вод в целом увеличивается с севера на юг от 0,1...0,15 г/дм<sup>3</sup> в тундровой зоне до 0,8... 1,0 г/дм<sup>3</sup> на реках пустынной зоны. Большинство рек России ультрапресные, пресные (0,1... 0,2 г/дм<sup>3</sup>) и слабоминерализованные (0,5...0,6 г/дм<sup>3</sup>).

III. Классификации по химическому составу: О классификации природных вод по химическому составу до сих пор нет единого мнения. Как указывал еще академик В.И. Вернадский, классификация природных вод должна развиваться в двух направлениях. С одной стороны, необходимо учитывать природную обстановку существования вод, с другой - их химический состав.

Химические классификации основываются на различных показателях состава вод. Среди них можно выделить классификации:

- по составу газов, спонтанно выделяющихся из вод (А.М. Овчинников);
- по составу газов, растворенных в природных водах (В.И. Вернадский);
- по наличию в водах ценных бальнеологических элементов и соединений;
- по совокупности различных признаков. Это преимущественно бальнеологические классификации, оценивающие наличие в водах спонтанно выделяющихся газов, активно действующих бальнеологических компонентов и растворенных твердых минеральных компонентов;
- по составу минеральных растворимых веществ и наличию в водах характерных химических компонентов, специфичных для основных природных обстановок существования вод (В.А. Сулин).
- по величине содержания и составу минеральных растворимых веществ (С.А. Щукарев, О.А. Алекин и др.).

Классификация природных вод по величине содержания и составу минеральных растворимых веществ является наиболее распространенной. Ее вариации в основном сводятся к различной форме выражения состава вод, к выделению более узких или более широких классов вод по содержанию того или иного компонента и к различному способу распределения в классификационной таблице отдельных показателей вод. При этом выделяются основные группы по преобладающему в их составе аниону и подгруппы - по доминирующему в них катиону. В наименовании вод часто соединяются названия преобладающих в их составе анионов и катионов. Обычны наименования вод: хлор-натриевые, сульфатно-натриевые, сульфатно-кальциевые, гидрокарбонатно-кальциевые и т. д.

Наиболее развернутой классификацией вод, построенной по данному принципу, является классификация С.А. Щукарева.

Достаточно полной классификацией такого типа является и классификация, предложенная О.А. Алекиным (табл. 1).

**Классификация природных вод по О.А.**

Класс	Группа	Тип
Карбонатный или гидрокарбонатный (C)	Кальциевая (Ca)	I, II, III
	Магниева (Mg)	I, II, III
	Натриевая (Na)	I, II, III
Сульфатный (S)	Кальциевая (Ca)	II, III, IV
	Магниева (Mg)	II, III, IV
	Натриевая (Na)	I, II, III
Хлоридный (Cl)	Кальциевая (Ca)	II, III, IV
	Магниева (Mg)	II, III, IV
	Натриевая (Na)	I, II, III

Природные воды по преобладающему аниону делятся на три класса: карбонатный или гидрокарбонатный (C), сульфатный (S) и хлоридный (Cl). По преобладающему катиону классы делятся на группы: кальциевую, магниевую и натриевую. Группы, в свою очередь, делятся на типы:

I. Мягкие воды с небольшим солесодержанием. Преобладают катионы натрия и калия,  $\text{HCO}_3^- \sim > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$

II. Воды с малым и средним солесодержанием -  $\text{HCO}_3^- \sim < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ .

III. Воды с высоким солесодержанием -  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} \sim < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  или  $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$ .

IV. Кислые воды -  $\text{HCO}_3^- = 0$ . Они могут быть только в сульфатном и хлоридном классах, в группах кальция или магния.

Зная классы, группы и типы, можно кратко охарактеризовать природные воды. Например,  $\text{C}^{I/0}$  - вода гидрокарбонатного класса, группы кальция, тип I;  $\text{Cl}_{\text{v}}^{\text{Ms}}$  - вода хлоридная, группа - магния, четвертый тип, т.е. преобладающим катионом является магний.

Метод комбинирования ионов позволяет выделять обширные группы природных вод, увязав их распространение с определенными природными условиями.

Классификация по составу минеральных растворимых веществ и наличию в водах характерных химических компонентов, специфичных для основных природных обстановок существования вод, была разработана В.А. Сулиным. Эта классификация учитывает не только химический состав природных вод, но и их происхождение.

IV. Классификация по принципу использования:

- питьевые;
- технические;
- охлаждающие;
- хозяйственные;
- лечебные.

V. Классификации по количеству и характеру примесей. Например, по содержанию ионов жесткости:

- очень мягкая (0... 1,5 мг-экв/л);
- мягкая (1,5... 3 мг-экв/л);
- довольно жесткая (4,5... 6,5 мг-экв/л);
- жесткая (6,5... 11 мг-экв/л);
- очень жесткая (свыше 11 мг-экв/л).

Основной классификацией природных вод по характеру примесей является классификация Л.А. Кульского, которая более подробно будет рассмотрена в лекции 8.

VI. Специальные классификации. Среди специальных классификаций можно выделить, например, классификацию по величине водородного показателя pH, по которой подземные воды делятся на сильнокислые (менее 1,9), кислые (1,9-4,1), слабокислые (4,1-7), нейтральные (7), слабощелочные (7-8,3), щелочные (8,3-10,9), сильнощелочные (выше 10,9), классификацию подземных

вод по температурному признаку, определяющему возможность  
их практического использования. По этой классификации выде-  
ляют воды переохлаждённые (ниже  $0^{\circ}\text{C}$ ), весьма холодные  
( $0...4^{\circ}\text{C}$ ), холодные ( $4...20^{\circ}\text{C}$ ), тёплые ( $20...36^{\circ}\text{C}$ ), горячие  
( $36...50^{\circ}\text{C}$ ), весьма горячие ( $50...70^{\circ}\text{C}$ ), очень горячие  
( $70...100^{\circ}\text{C}$ ), перегретые (выше  $100^{\circ}\text{C}$ ).