

Факторы, влияющие на формирование химического состава природных вод

Процесс формирования химического состава природных вод очень сложен и зависит от множества факторов (рис. 1.12).

Атмосферные воды

Основой, первоисточником всех природных вод является Мировой океан. В результате испарительных процессов под воздействием энергии солнечного излучения громадные объемы воды поднимаются в атмосферу и переносятся на огромные расстояния. Атмосферные воды являются первой стадией формирования поверхностных и подземных вод. Атмосферные воды относятся к наименее изученным, но можно сказать, что испарившаяся вода содержит незначительное количество примесей и является практически пресной. Рис. 1.12.



Рис.1.12. Факторы, влияющие на формирование химического состава природных вод

Общая минерализация ее составляет 10-20 мг/л. Однако это могут быть растворы сильных кислот. Известно, что кислотные дожди наносят непоправимый вред природе. Образуются они в результате взаимодействия атмосферной влаги и газов - окислов серы и азота, в огромных количествах выделяющихся при сжигании органического топлива - мазута, угля, торфа и т. п. В результате растворения этих газов в атмосферной воде ее водородный показатель достигает значений pH 3-4. Эта атмосферная влага фактически является слабым раствором серной, азотной и некоторых других кислот. В атмосфере могут также находиться вредные примеси, попадающие в нее в результате техногенных катастроф. При растворении в атмосферной влаге они могут переноситься на огромные расстояния и загрязнять природные воды далеко от места аварии. Всем памятна радиоактивные выбросы в Чернобыле, когда огромные европейские пространства оказались загрязнены радионуклидами. В таком случае атмосферные воды непосредственно влияют на химический состав и качество природных вод, а антропогенные факторы оказывают влияние на атмосферные воды.

Климат местности

Одним из основных факторов формирования химического состава воды является климат местности. Выпавшие атмосферные осадки, как правило, уменьшают минерализацию поверхностных и подземных вод. В то же время в результате испарения поверхностных вод минерализация их увеличивается. Климат является одной из географических характеристик той или иной местности Земли и изучается в рамках науки климатологии. На климат местности оказывают воздействие такие географические факторы, как широта, высота над уровнем моря, распределение морей, равнинных пространств и горных массивов, растительный и снежный покров. Антропогенные факторы также непосредственно влияют на климат. Рукотворные водоемы, регулирование речных стоков, тепловое, газовое и аэрозольное загрязнение атмосферы, тепловое загрязнение гидросферы, вырубка лесов и т. д. - все эти факторы приводят к глобальному изменению климата.

Залегающие горные породы и их выщелачивание

К ведущим факторам формирования минералогического состава природных вод можно отнести и залегающие горные породы. Подземные реки, протекающие в осадочных и коренных породах, обогащаются различными ионами хорошо растворимых минералов, содержащихся в этих породах. Главнейшими растворимыми минералами, которые в основном и определяют химический состав природных вод, являются галит и каменная соль NaCl , гипс CaSO_4 , кальцит CaCO_3 и доломит $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$. Химический состав природных вод в значительной степени определяется процессами выщелачивания, или химического выветривания горных пород. В табл. 1.7 приведена классификация горных пород по их происхождению.

Относительное содержание горных пород в земной коре представлено в табл. 1.8. Как видно, осадочные и метаморфические горные породы, оказывающие основное влияние на формирование химического состава природных вод, составляют не более 5%.

Таблица 1.7. Классификация горных пород по происхождению

Виды пород	Породообразующие процессы
<i>Магматические, или изверженные</i>	Остывание расплавленной магмы: эффузивные, или вулканические, вылившиеся наружу в виде потока лавы; Энтрузивные, застывшие в глубине Земли, не доходя до ее поверхности.
<i>Осадочные (механические, химические и органогенные осадки)*</i>	Разрушение первичных пород и последующее выпадение в виде механических осадков (песок, песчаник) или химических отложений (соли).
<i>Метаморфические</i>	Воздействие на магматические и осадочные породы высоких давлений и температур (гнейс, мрамор), химическое воздействие растворов; погружение горных пород в глубь Земли в результате складчатости или воздействия поднимающейся в высокие горизонты магмы

* Сюда причисляются и породы, образовавшиеся в результате жизнедеятельности организмов (мел, известняки). Характерный признак этих пород - слоистость и наличие отпечатков и окаменелостей.

В то же время свойства магматических пород, составляющих более 95% земной коры, очень важны для понимания процессов их выщелачивания. Классификация этих пород по их активности приведена в табл. 1.9.

Таблица 1.8. Относительное содержание горных пород в земной коре

Виды пород	Содержание в земной коре, %
Магматические	95
Метаморфические	4
Осадочные	1

Таблица 1.9. Классификация магматических горных пород

Виды магматических пород	Содержание SiO_2 , %	Пример
Кислые	66	Гранит
Средние	66 и 65	Сиенит, диорит

Основные	45 - 55	Габбро, базальт
Ультраосновные	45	Дунит
Щелочные	Около 55	Нефелиновые сиениты

Гидрокарбонатно-кальциевые воды образуются при протекании подземных вод через известняки. Сульфатные кальциевые воды образуются при растворении минералов, содержащих гипс. Хлоридные натриевые воды образуются при выщелачивании каменной соли. Важнейшие виды горных пород приведены в табл. 1.10.
Таблица 1.10. Важнейшие горные породы

Виды горных пород	Наименование пород
<i>Магматические</i>	Граниты, диориты, сиениты, габбро, базальты, порфириты, липариты, андезиты, дуниты, трахиты, нефелиновые сиениты и др.
<i>Осадочные</i>	Механические, или обломочные, породы: валуны, щебень, галька, гравий, брекчии, конгломераты, пески, глины и др. Химические осадки: каменная соль, гипс, ангидрит, калийные магниевые соли, мирабилит и др.
<i>Метаморфические</i>	Глинистые и кристаллические сланцы (хлористые, слюдяные и др.), роговик, песчаник, гнейсы, скарны (кремнесиликатные породы), полевые шпаты и др.

Из таблицы видно, что на формирование химического состава природных вод основное влияние оказывают осадочные породы, точнее, хорошо растворимые минералы осадочных пород. В табл. 1.11 представлены основные минералы, находящиеся в земной коре.
Таблица 1.11. Минералогический состав земной коры

Наименование минерала	Содержание в земной коре, %	Наименование минерала	Содержание в земной коре, %
Полевые шпаты	55	Фосфаты	0,75
Силикаты	15	Хлористые соединения	0,30
Кварц и его разновидности	12	Фтористые соединения	0,20
Слюда	3	Доломит	0,10
Оксиды железа	3	Прочие (глины, сульфиды и др.)	0,15
Вода	9		
Кальцит	1,5	ВСЕГО	100

Окислительно-восстановительные и кислотнo-щелочные реакции, в результате которых происходит формирование природных вод, оказывают большое влияние на химический состав воды. В зависимости от содержания в атмосфере окислов серы, азота и диоксида углерода (углекислого газа) природные воды имеют различную активную реакцию. В более кислых природных водах, как правило, лучше растворяется большинство химических элементов. Растворение химических соединений природных минералов под воздействием химических реакций носит название химического выщелачивания минералов.

Окислительно-восстановительные реакции в природных водах определяются наличием в них окислителей, например кислорода, и восстановителей, например водорода. Окислением называется процесс отдачи электронов, а восстановлением - процесс их приобретения. Поскольку процесс окисления химического элемента сопровождается восстановлением окислителя, эта реакция и носит название окислительно-восстановительной.

Многие элементы (железо, марганец, хром, сера, кобальт и др.) способны изменять свою валентность, поэтому реакции окисления и восстановления играют значительную роль, переводя растворимые "соединения в нерастворимые и наоборот.

В процессах растворения почвенных минералов значительная роль принадлежит микроорганизмам. В процессе своей жизнедеятельности они используют энергию окислительно-восстановительных реакций, поэтому процесс называется биологическим выщелачиванием минералов.

Смешение природных вод

При смешении различных природных вод происходит значительное изменение их химического состава. Так, в результате образования нерастворимых соединений и выпадения осадка получаются воды, химический состав которых не совпадает с химическим составом исходной воды.

Почвы обогащают природные воды газами, органическими веществами, ионами электролитов. В результате прохождения через почвенные слои вода насыщается продуктами разложения органических остатков. Это высокомолекулярные органические, гумусовые и фульвокислоты. В свою очередь, из почвы вымываются комплексные коллоидные соединения вида $\text{SiO}_2 \times \text{Al}_2\text{O}_3$. При формировании химического состава природных вод в почвенной среде активно протекают процессы ионного обмена между водой и структурными составляющими почвы.

Антропогенные факторы

Одним из основных антропогенных факторов, оказывающих непосредственное влияние на химический состав природных вод, являются сточные воды. Хозяйственно-бытовые, промышленные и сельскохозяйственные сточные воды могут содержать весь перечень природных и созданных человеком химических элементов и веществ. Поскольку полностью очистить сточные воды не представляется возможным, то все эти вещества оказываются в почве, воде, атмосфере. Сточные воды приводят также к термическому загрязнению природных вод и уменьшению концентрации кислорода, что снижает окислительный потенциал воды.

Интенсивное развитие сельскохозяйственного производства способствует изменению химического состава природных вод (поступление в водоемы нитратов, нитритов, пестицидов, нефтепродуктов, фенолов). Использование оросительного земледелия приводит к усилению засоленности почв. Свалки и захоронения твердых и жидких отходов, отвалы шлаков и пепла, хранилища минеральных удобрений, животноводческие комплексы, пыль и стоки автомобильных дорог, аэрозоли городов и т.д. - все это способствует изменению химического состава природных вод.

*Из книги "Чистая вода"
Миклашевский Н.В.
Королькова С.В.*