

## 12-лекция. Экологотехнологическая химия гидросферы

Гидросферой называют прерывистую водную оболочку Земли, расположенную между атмосферой и земной корой и представляющую собой совокупность океанов, морей и водных объектов суши (реки, озера, водохранилища, болота, подземные воды), включая скопления воды в твердой фазе (снежный покров, ледники). Океан занимает 71% поверхности Земли, его средняя глубина 4 км, масса воды  $1,5 \cdot 10^{18}$  т. Запасы воды в гидросфере составляют почти 1,5 млрд. км<sup>3</sup> (табл. 8.1).

Таблица 8.1

### Запасы воды в гидросфере Земли

Часть гидросферы	Объем воды, тыс. км <sup>3</sup>	Объем воды в % общего объема
Океан	1 370 323	94,201
Подземные воды	60 000	4,42
В том числе зоны активного водообмена	4 000	0,27
Ледники	24 000	1,65
Озера	230	0,016
Почвенная влага	75	0,005
Пары атмосферы	14	0,001
Речные воды	1,2	0,0001

Из приведенных данных видно, что запасы соленой воды колоссальны, а пресной воды очень малы и составляют лишь около 3% общего объема вод суши. Кроме того, значительная часть пресной воды практически не используется из-за своей недоступности - воды ледников и основной части подземных вод. В настоящее время объем пригодных для использования пресных вод составляет 0,3% общего запаса гидросферы (примерно 4 млн. км<sup>3</sup>).

Вода в атмосфере - это главным образом водяной пар и его конденсат (капельки воды и ледяные кристаллы).

**Биологическая вода - это вода, содержащаяся в живых организмах и растениях, в которых в среднем ее находится 80%.** Общая масса живого вещества биосферы около 1400 млрд. тонн, соответственно масса биологической воды составляет 1120 млрд. тонн, или 1120 км<sup>3</sup>.

Вода - это единственное вещество на Земле, существующее в природе во всех трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном. Под действием солнечного тепла вода испаряется из естественных водоемов и водотоков - океанов, морей, рек, а также почвы. Водяной пар, будучи легче воздуха, поднимается в верхние слои атмосферы и конденсируется в мельчайшие капельки, образуя облака. Из облаков вода возвращается на земную поверхность в виде атмосферных осадков - дождей и снега.

Выпадающая вода поступает непосредственно в водные объекты, а также собирается в верхних слоях почвы, образуя поверхностные и грунтовые воды, которые, соприкасаясь с минеральными и органическими веществами, частично растворяют их, формируя химический состав природных вод.

«Парниковый эффект», приводящий к нарушению теплового баланса Земли, способен повысить температуру земной поверхности. Любая человеческая деятельность, которая способствует парниковому эффекту и происходящим изменениям климата, по-видимому, влияет и на глобальный круговорот воды. Предполагаемое повышение уровня моря не только создает проблему защиты прибрежных районов от затопления, но может привести к загрязнению водных ресурсов (при затоплении химических производств, складов ядовитых веществ, свалок токсических отходов и т.д.), а также увеличению доли соленой воды по отношению к пресной воде. В результате потепления климата и увеличения испарений осадки могут возрасти на 15%. При повышении температуры на 2-4°C в глобальном масштабе возможно таяние льда и повышение уровня Мирового океана примерно на 20 м с последующими непредсказуемыми экологическими последствиями.

Огромную роль играет вода в живых организмах. Обмен веществ без нее невозможен; почти все химические, физиологические и коллоидные процессы в организме (ассимиляция, диссимиляция, диффузия, ресорбция, осмос и др.) протекают в водных растворах или при обязательном участии воды.

Исключительные свойства воды в общей биологической системе Земли связаны с ее физическими и химическими свойствами. Вода ( $H_2O$ ) - простейшее устойчивое химическое соединение водорода с кислородом. При обычных условиях это жидкость без запаха, вкуса и цвета. По шкале Цельсия температура плавления воды принята за 0°C, а температура кипения - за 100°C. Температура кипения воды является аномальной и в то же время наиболее важной, так как именно поэтому стало возможным существование на Земле воды в жидкой фазе. С другой стороны, существование воды в чистом виде обусловлено и высокой температурой замерзания, что обеспечивает вымерзание примесей. Высокая теплоемкость воды способствовала тому, что Мировой океан стал регулятором климата, перераспределяя тепло по поверхности Земли. Наибольшую плотность вода имеет при 4°C ( $1г/см^3$ ), при 0°C плотность льда 916,8 кг/м<sup>3</sup>, а плотность воды - 999,968 кг/м<sup>3</sup>. Такая зависимость плотности воды от температуры позволяет сохраниться в холодные периоды всей водной биосфере. При температурах до 4°C плотность льда становится меньше плотности воды и лед всплывает. При дальнейшем охлаждении происходит перемешивание более плотной холодной воды и менее плотной теплой до тех пор пока вся вода не достигнет 4°C. Поверхностный слой становится легче глубинных слоев, и перемешивание воды прекращается, что приводит к образованию на

поверхности воды льда, служащего тепловым барьером, защищающим гидросферу от переохлаждения.

Вода обладает способностью растворять очень многие вещества, имеет высокую диэлектрическую постоянную, способна к самопроизвольной электролитической диссоциации с образованием ионов:  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ + \text{OH}^-$ .

Эти свойства воды позволяют из любой природной системы получить водный раствор электролита, в котором возможно протекание многих процессов, невозможных в безводной среде. Многие вещества вступают с водой в реакцию обменного разложения, называемую гидролизом. Изменение физических свойств водных растворов почти линейно зависит от концентрации растворенных в ней солей.

С ростом населения Земли и увеличением выпуска промышленной и сельскохозяйственной продукции потребление воды возрастает. По оценкам Института мировых ресурсов, около  $9000 \text{ км}^3$  пресной воды доступно для человеческой деятельности. Этот запас воды достаточен, чтобы обеспечить 20 млрд. человек в год. По оценкам специалистов, безвозвратное водопотребление составляет  $150 \text{ км}^3$  в год (около 1% устойчивого стока пресных вод). В среднем городское водопотребление оценивается в 450 л/сутки на одного человека. Из них 50% идет на хозяйственно-питьевые, 20% на коммунально-бытовые и 30% на производственные нужды.

Главным потребителем воды является сельское хозяйство, на долю которого приходится около 70% всех запасов пресной воды. Велика потребность в воде и промышленности, где она используется для приготовления и очистки растворов, охлаждения и нагревания, транспортировки сырья, теплоэнергетических целей, удаления отходов, мытья оборудования, тары, помещений и т.д. Средний химический комбинат ежедневно расходует 1 - 2 млн.  $\text{м}^3$  воды, теплоэлектростанция -  $300 \text{ км}^3$  в год.

**Качество воды - это сочетание химического и биологического состава и физических свойств воды, определяющее ее пригодность для конкретных видов водопользования, в зависимости от назначения воды и особенностей технологического процесса.** Требования к качеству всех видов вод, кроме сточных, устанавливаются отечественными государственными стандартами (ГОСТами). Термины и определения даны в ГОСТе 27065-86.

Существует несколько различных классификаций вод. В зависимости от водопользования воды могут быть питьевые, речные, озерные, артезианские, морские, сточные, смешанные и илы. Питьевая вода - это вода, в которой бактериологические, органолептические показатели и показатели токсичных химических веществ находятся в пределах норм питьевого водоснабжения (отсутствие запаха, вкуса, цвета, минерализация не более 1 г/л, жесткость не должна превышать 7,0 ммоль/л, рН в пределах 6,5-9,5, концентрация нитрат-иона не более 45-50 мг/л, коли-индекс не более 3, коли-титр не менее 300). Состав речных и озерных вод зависит от ряда

особенностей, к которым относятся скорость течения, геологические особенности местности, климатические и погодные условия, интенсивность воздействия на ионный и газовый состав биологических процессов и хозяйственной деятельности человека. Состав артезианских вод зависит от зональности - от пресных гидрокарбонатных в верхней части до высокоминерализованных хлоридных в глубоких частях бассейна. Под смешанными водами подразумеваются дождевая, колодезная, кипяченая вода и вода из устьев рек (солончатая). Другая классификация подразделяет все воды на морские, поверхностные, подземные и осадки.

Классификации природных вод по химическому составу основываются на самых различных признаках: минерализации, концентрации преобладающего компонента или групп их, соотношении между концентрациями разных ионов, наличии повышенных концентраций каких-либо специфических компонентов газового ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$  и др.) или минерального (F, Ra и др.) состава. Известны попытки классифицировать природные воды в соответствии с общими условиями, в которых формируется их химический состав, а также по гидрохимическому режиму водных объектов.

К наиболее известным классификациям относятся классификации С.А.Щукарева, Н.И.Толстихина, В.А.Сулина, О.А.Алекина. Для минеральных вод ранее применяли классификацию В.А.Александрова, в настоящее время - В.В.Иванова и Г.А.Невраева; для рассолов используется классификация М.Г.Валяшко. Для поверхностных вод наиболее часто применяется классификация О.А.Алекина, сочетающая принцип деления химического состава воды по преобладающим ионам с делением по количественному соотношению между ними.

### **Вопросы для итогового контроля**

1. Основные понятия и принципы экологической химии.
2. Химические основы экологических взаимодействий.
3. Современные представления о роли химических элементов и процессов в эволюции биосферы.
4. Химикоэнергетические процессы функционирования живого вещества в экосистеме.
5. Фотосинтез и дыхание. Трофические сети и основы теории питания..
6. Химические и радиоактивные загрязнители природной окружающей среды.
7. Стандарты качества окружающей среды.
8. Экологический мониторинг. Структура и состав системы мониторинга.
9. Методы прогнозирования состояния окружающей среды.

10. Оценка риска здоровью населения в результате загрязнения окружающей среды.
11. Экологотехнологическая химия атмосферы. Способы и оборудование для очистки газов от аэрозолей.
12. Экологотехнологическая химия гидросферы.
13. Экологотехнологическая химия литосферы (недра, ресурсы, почвы, отходы). Население и ресурсы планеты Земля.
14. Химические элементы в биосфере.
15. Токсиканты окружающей среды.

#### **Литературы для подготовки к лекции**

1. Корте Ф. Экологическая химия, М., Мир, 396 с, 1997, ISBN 5-03-003081-6
2. Исидоров В.А. Экологическая химия (Уч. для ВУЗ), Химиздат, 304 с, 2001, ISBN 5-7245-1068-5
3. Копылова Л.И. Малый практикум по эколого-химическому анализу почв. Учебное пособие, Иркутск, ИГПУ, 2002.
4. Копылова Л.И. Введение в экологическую химию. Учебное пособие.- Иркутск: ИГПУ, 2000.- 242 с.
5. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. 1997,
6. Астафьева Л.С. Экологическая химия, 2006
7. Медведев Практикум по экологической химии, 1999
8. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г., Мизити А. Введение в экологическую химию, М., Высшая школа, 399 с, 1994
9. Duca Gh., Scurlatov Iu. Ecological chemistry. - Chişinău: CEUSM, 2002. - 289 p.