

Химический состав пресных вод рыбохозяйственного назначения

Лекция 1

Введение



Вопросами применения воды в сельском хозяйстве и промышленности занимается целый ряд отраслей — гидрология, гидротехника, гидробиология. Гидрохимия – наука, изучающая химический состав природных вод и его изменения во времени и пространстве в закономерной связи с химическими, физическими и биологическими процессами. Дисциплина «Контроль качества воды» изучает не только химический состав воды, но и приборы и приспособления для ее исследования.

Гидрохимические исследования водных объектов: озер, водохранилищ, рек, прудов — все больше входят в практику прудового рыбоводства. Каждое рыбоводное хозяйство должно иметь лабораторию для выполнения гидрохимических определений.



Значение гидрохимических исследований возрастает в связи с тем, что в последнее десятилетие все шире используются различные интенсификационные мероприятия, среди которых важнейшими являются удобрение прудов и кормление рыбы, оказывающие серьезное влияние на гидрохимический режим водоемов. К тому же поверхностные воды все больше загрязняются под воздействием отходов промышленности, пестицидов, избытков удобрений.

Все это требует постоянного контроля за качеством воды. Гидрохимические наблюдения необходимы и для ведения озерного хозяйства, при искусственном рыборазведении, а также в научно-исследовательских работах по рыбоводству. Кроме того, гидрохимические исследования должны

2 ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРЕСНЫХ ВОД



Вода в естественных условиях не встречается в химически чистом виде и представляет собой раствор, так как в ней всегда оказывается растворенным то или иное количество различных веществ. Еще находящиеся в атмосфере мельчайшие капли воды содержат некоторое количество растворенных веществ, в том числе газы (NO_2 , CO_2 , NH_3 и окислы азота), ионы хлора, натрия, кальция, аммония, а также твердые частицы минерального и органического происхождения.

Присутствие в воде растворенных и взвешенных в ней веществ определяет условия существования гидробионтов. В свою очередь, в результате деятельности живых организмов, населяющих водоемы, изменяется химический состав воды, особенно содержание растворенных в воде газов, биогенных и органических веществ. Громадную роль в этом процессе играют микроорганизмы, разлагающие органическое вещество на более простые неорганические соединения или способствующие образованию его из

Основные факторы, влияющие на химический состав воды:

В пределах континентов важная роль принадлежит аэрозолям континентального происхождения, состав которых определяется характером почв, горных пород, наличием растительности, климатическими и метеорологическими условиями.

Кислые агенты продуктов горения изменяют ионный состав и понижают рН атмосферных осадков. Все чаще выпадают кислые дожди. Атмосфера интенсивно снабжается такими компонентами, как сероводород, серный и сернистый ангидрид, окислы азота, двуокись углерода.

Насыщение воды солями и органическими веществами при соприкосновении с земной поверхностью. При своем движении по поверхности водосбора и внутри его вода растворяет минеральные и органические вещества.

Химический состав природных вод условно можно подразделить на 3 группы:

- 1) растворенные в воде газы;**
- 2) простые и сложные ионы, как, например, магний (Mg^{3+}), кальций (Ca^{2+}), ион аммония (NH_4^+), гидрокарбонатный ион (HCO_3^-);**
- 3) органические вещества. При анализе солевого состава воды иногда дополнительно выделяют биогенные вещества и микроэлементы.**

Содержание растворенных в воде газов во многом определяется их растворимостью, которая зависит от природы газа, температуры воды и ее минерализации, а также давления. Большой растворимостью в воде отличается CO_2 и значительно меньшей – O_2 . С повышением температуры и минерализации воды растворимость газов уменьшается. Газы, растворенные в воде, всегда стремятся прийти в равновесие соответственно с их парциальным давлением в атмосфере. Если их содержание в воде меньше, чем в атмосфере, то происходит поглощение газов из атмосферы (процесс инвазии), наоборот, при большем содержании наблюдается выделение их (эвазия). Такие газы, как H_2S и H_2 , парциальное давление которых в атмосфере практически равно нулю, не накапливаются в водоемах, выделяясь в атмосферу.

Солевой состав природной воды определяют в основном 7 ионов: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ . Пресные и морские воды различаются по соотношению этих ионов. В пресных водах на гидрокарбонаты приходится в среднем около 60% общего количества солей, а на хлористые – менее 10%, в морской воде на углекислые соли приходится в среднем всего 0,3%, а на хлористые соли – около 80%. По общему количеству растворенных веществ (общей минерализации) воды условно разделяются на 3 группы: пресные, солоноватые и соленые. В группу пресных вод входят воды, содержащие в 1 л до 1 г растворенных минеральных веществ, солоноватых – 1-15 г и соленых – 15-40 г/л.

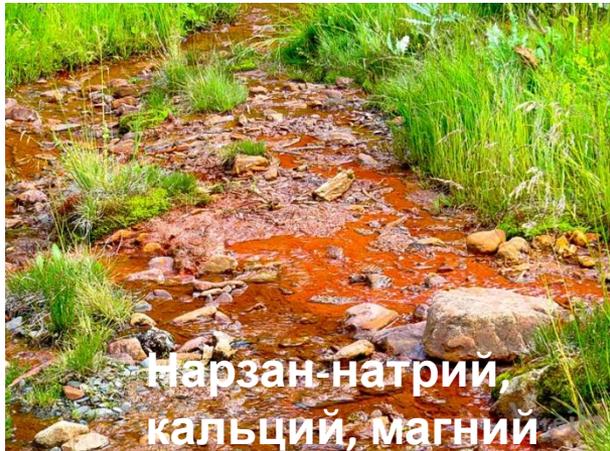
Биогенные вещества, к которым относятся нитратный (NO_3^-), нитритный (NO_2^-), аммонийный (NH_4^+) ион, ионы фосфорной кислоты (H_2PO_4^- и HPO_4^{2-}), ионы железа (Fe^{2+} и Fe^{3+})² и кремния (Si^{4+})⁴, обуславливают возможность развития в воде растительных организмов. Соединения азота и фосфора появляются в природных водах главным образом в результате распада органических веществ. Кроме того, существенным источником соединений азота для природных вод являются окислы азота, образующиеся в воздухе при разряде атмосферного электричества. Железо и кремний поступают в воду преимущественно из горных пород.

К микроэлементам относятся те элементы, содержание которых в воде незначительно и не превышает сотых долей миллиграмма на литр. К ним относятся бром (Br), йод (I), медь (Cu), фтор (F), никель (Ni), кобальт (Co) и многие другие. Значение их в жизненных процессах, несмотря на малое содержание в природных водах, очень велико. Так, медь, цинк, йод, кобальт играют важную физиологическую роль в жизни организмов.

Кроме сравнительно простых по своему составу неорганических соединений, находящихся в воде в виде молекул газов и ионов солей, в ней почти всегда присутствуют органические вещества.

Значительную часть их в пресных водоемах составляют органические кислоты. Суммарное содержание нелетучих органических кислот может сильно колебаться в отдельных водоемах. Органическое вещество попадает в воду как извне, так и в результате вымывания органических веществ из почв, а также поступления со сточными и промышленными водами. В самих водоемах органическое вещество непрерывно образуется в результате жизнедеятельности водных организмов. Количество органического вещества, продуцируемого в водоемах низшими организмами в течение года, во много раз превышает массу тела таких животных, как рыбы и водные беспозвоночные.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОД ПО ИХ ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ



Нарзан-натрий,
кальций, магний



Ессентуки-



Ласточка-железо

Имеется немало классификаций природных вод по их химическому составу. В основу их положены различные признаки: по присутствующим в них солям; по наличию какого-либо специфического фактора, придающего воде характерные свойства, как, например, H_2S , Fe, большое количество CO_2 и т. п. Название воды в этом случае получают по специфическим ингредиентам: сероводородные, железистые, углекислые и т.п. Предложены классификации и по величине минерализации, т. е. по общему количеству минеральных веществ.

В гидрохимических исследованиях по рыбоводству и гидробиологии наибольшее распространение получила классификация природных вод, предложенная О.А. Алекиным. Она сочетает принцип деления по преобладающим ионам и их соотношению.

Все природные воды по преобладающему аниону представлены 3 классами:

- гидрокарбонатные и карбонатные ($\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$),**
- сульфатные (SO_4^{2-}),**
- хлоридные (Cl^-).**

Выделенные классы отражают гидрохимические особенности воды.

К гидрокарбонатным относится большая часть маломинерализованных вод – рек, озер, водохранилищ, прудов; к классу хлоридных – прежде всего воды океана, морей, лиманов. Уровень минерализации обычно высокий.

Воды сульфатного класса по распространению и минерализации являются промежуточными между карбонатными и хлоридными. Это озера и реки с повышенной минерализацией.

Каждый класс по преобладающему катиону подразделяется на 3 группы:

- кальциевую,
- магниевую
- натриевую,

а каждая группа, в свою очередь, - на 3 типа, определяемых соотношением ионов.

Первый тип характеризуется соотношением $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Воды чаще всего минерализованы;

второй тип — $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$. Большинство рек, озер и подземных вод малой и умеренной минерализации;

третий тип - $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Воды океана, морей, лиманов и сильно минерализованные подземные воды;

четвертый тип — $\text{HCO}_3^- = 0$, т. е. воды кислые. Поэтому в класс карбонатных вод этот тип не входит, а находится только в сульфатном и хлоридном классах, в группах Ca^{2+} и Mg^{2+} .

4. ГИДРОХИМИЯ РЕК



К особенностям химического состава воды рек относятся:

1. Проточность и связанная с этим быстрая смена воды, в результате чего она непродолжительное время воздействует на породы;

2. Воды рек при своем формировании соприкасаются преимущественно с хорошо перемытыми породами, которые содержат мало растворимых солей;

3. Питание реки происходит главным образом за счет атмосферных осадков, и поэтому химический состав воды находится в большой зависимости от гидрометеорологических условий.

Все это является причиной того, что воды рек содержат

Химический состав воды рек качественно более или менее однообразен и представлен в основном ионами:



Однако соотношение этих ионов весьма различно. Его легкая изменчивость во времени зависит от характера питания реки, которое за счет воздействия атмосферных осадков и сравнительно небольшой массы воды не является постоянным в течение года.

Различают 2 основных вида питания рек – поверхностное и грунтовое. Оба эти источника питания существенно различаются по составу вносимой в реку воды.

Почвенный сток мало обогащает воду рек солями. Величина минерализации зависит от того, какой период предшествовал выпадению осадков – засушливый или дождливый.

В противоположность поверхностному стоку подземные воды, питающие реку, значительно более минерализованы. Доля участия того или иного вида питания реки неодинакова в течение года, и это обстоятельство определяет сезонный характер химического состава воды реки и его непрерывное изменение во времени.

В период паводков, происходящих как за счет талых вод, так и за счет дождей, минерализация воды является минимальной, а в междупаводковый период она достигает наибольшего уровня. Многие зависят и от величины реки. Так, в Волге, имеющей обширный водосбор, при выпадении осадков в летний период состав воды изменяется незначительно; в малых реках он менее стабилен.

В течение года меняется не только общее содержание ионов в воде, но и их соотношение.

Состав воды реки неоднороден на всем ее протяжении, это связано с впадением притоков, характером питания реки, процессами, совершающимися в русле, взаимодействием реки с породами, составляющими ее ложе, испарениями и осадками. Это явление особенно характерно для рек, имеющих большую длину и протекающих по районам, различающимся по географическим условиям и геологическому строению почв.

5. ГИДРОХИМИЯ ОЗЕР, ПРУДОВ, ВОДОХРАНИЛИЩ

Озера имеют неодинаковую минерализацию, что во многом определяется наличием или отсутствием стока. Как правило, химический состав воды озер, имеющих сток, тесно связан с составом воды притоков и подземных вод, питающих озеро. Так же, как и в реках, преобладающими ионами здесь являются:



и в меньшей степени — $\text{SO}_4^{2-}, \text{Cl}^-, \text{Na}^+, \text{K}^+$.

Абсолютное содержание биогенных элементов в воде озер невелико и практически мало влияет на величину общей минерализации. Однако в ряде случаев химический состав воды озер может значительно отличаться от состава речной воды. Обусловлено это особенностью озера как водоема.

Для химического состава воды и всего гидрохимического режима озера существенное значение имеют его размеры — площадь, глубина и объем.

В больших озерах, аккумулирующих маломинерализованные паводковые воды, чаще всего минерализация бывает меньше, чем в небольших. Они слабее подвержены и сезонным колебаниям ионного состава, в то время как в малых озерах, особенно при большой проточности, ионный режим в значительной мере напоминает режим, свойственный рекам. Кроме того, от размера озера зависит прогреваемость воды, что, в свою очередь, определяет интенсивность биологических процессов. В малых, хорошо прогреваемых озерах с умеренной минерализацией и достаточным количеством питательных солей создаются оптимальные условия для развития живых организмов, и их гидрохимический режим в сильной степени связан с протекающими в них биологическими процессами (биологическим фактором), тогда как в больших озерах и озерах с высоким содержанием солей основными факторами являются физические и физико-химические процессы.

Большое влияние на химический состав воды оказывает величина стока. Он создается в том случае, если озеро находится в зоне избыточного увлажнения и объем притока в озеро превышает испарение с его поверхности. Минерализация воды при этом обычно составляет не более 200-300 мг/л. При превышении испарения над притоком, что наблюдается в условиях недостаточного увлажнения, сток отсутствует и в озере происходит аккумуляция солей, вносимых притоками. Величина минерализации воды будет зависеть от интенсивности испарения, соотношения объема притока и размера озера, состава воды притока.

Промежуточное положение занимают озера со стоком в отдельные сезоны года, обычно во время половодья. Соли в таких озерах не накапливаются, так как с повышением минерализации воды озера растет и минерализация стока из него и устанавливается некоторое равновесие. Таким образом, озера, в зависимости от наличия у них стока, подразделяются на имеющие сток пресные, бессточные соленые и озера с периодическим стоком, характеризующиеся средними величинами минерализации.

Химический состав воды в отдельных частях и на разных глубинах озера неодинаков. Причинами этого могут быть, с одной стороны, различие между составом воды впадающих притоков, а с другой стороны, физические, химические и биологические процессы, происходящие в водной массе самого озера. В больших и глубоких озерах подобная неоднородность выражена менее четко.

Еще большая неоднородность в химическом составе воды, особенно в содержании газов, проявляется на разных глубинах. Это связано с температурой, а следовательно, и растворимостью газов, а также с интенсивностью процессов, обуславливающих появление и потребление кислорода и окислительного

6. Изменение химического состава воды озер во времени

Химический состав воды озер не остается постоянным по ряду причин: изменение состава и объема воды притоков, температуры воды, перемешивание водных масс и их аэрация при наступлении ледостава, изменение интенсивности биологических процессов, зависящих от температуры и освещения.

Ионный состав озерной воды обуславливается главным образом соответствующими изменениями в составе впадающих притоков, и степень его колебаний в значительной мере зависит от размера озера и его проточности. Если озеро имеет большую массу воды и в него впадают небольшие притоки, то сезонные изменения в составе озерной воды почти незаметны. Наоборот, в небольших проточных озерах, особенно при значительной мощности впадающих притоков, минеральный состав воды сильно изменяется и приближается к составу впадающих в него рек.

Режим растворенных газов в озерах весьма разнообразен, на него оказывает влияние ряд условий, из которых, помимо климатических, особо следует выделить два: размер озера и интенсивность происходящих в нем биологических процессов.

В больших и глубоких озерах биологические процессы замедленны, поэтому содержание растворенных газов зависит главным образом от температуры воды. Иной характер носит режим растворенных газов в мелких, хорошо прогреваемых озерах, где интенсивность биологических процессов настолько велика, что роль температуры отходит на второй план. В летнее время, когда процесс фотосинтеза идет активно, содержание кислорода в поверхностных слоях мелких озер обычно выше нормального. Зимой оно значительно падает за счет сокращения поступления кислорода из атмосферы из-за ледяного покрова и окислительных процессов.

Близки к озерам по своему гидрохимическому режиму водохранилища – искусственные водоемы, образовавшиеся в результате подъема воды на реке после сооружения плотины. Характерной их особенностью является:

- 1) специфический состав воды первой фазы существования после залития (затопления);**
- 2) значительное влияние реки на гидрохимический режим;**
- 3) возможность регулирования стока из водохранилища.**

Своеобразие первой фазы заключается в том, что при затоплении обширной площади смывается большое количество органических и неорганических продуктов с поверхности почвы, а также в том, что изменяются гидрологические условия (испарение, температура, интенсивность грунтового питания) в связи с переходом от режима реки к режиму озера.

Интенсивность и направленность гидрохимических процессов зависят от физико-географических условий:

- 1. В зоне избыточного увлажнения и имеется постоянный сток, изменения будут незначительны. В первый период минерализация несколько повысится за счет вымывания поглощенных почвой ионов, а также за счет усиления испарения, однако последнее обстоятельство сглаживается благодаря аккумуляции паводковых вод.**
- 2. В зоне сухого климата – происходят более глубокие изменения химического состава. Увеличение водной поверхности и повышение температуры воды способствуют интенсивному испарению, в результате чего сток из водохранилища может стать лишь периодическим, и даже совсем прекратиться. Это создает условия для аккумуляции солей.**

В результате затопления площади со сложившимся растительным и почвенным покровом вода водохранилища обогащается органическим веществом и в ней активизируются биологические процессы, чему способствует и большая прогреваемость поверхностных слоев воды. Это обстоятельство отражается на содержании газов. Уменьшается количество кислорода, а окиси углерода увеличивается, и, как следствие, усиливаются окислительные процессы. В поверхностных слоях при наличии фотосинтеза часто наблюдается полное исчезновение CO_2 и перенасыщение воды кислородом и, наоборот, в глубоких слоях содержание кислорода может резко падать. Количество биогенных элементов в течение года и суток сильно колеблется.

Гидрохимический режим водохранилищ зависит от степени их проточности. При малой проточности он приближается к режиму непроточных водоемов, а при резко выраженной



Гидрохимический режим прудов, используемых для целей рыбоводства, отличается от режима других водоемов. Применение удобрений и кормление рыбы приводят к повышению активной реакции воды и насыщению ее кислородом в дневное время. Изменяются физические свойства воды: возрастает ее цветность, снижается прозрачность, увеличивается окисляемость. Резкие колебания ряда гидрохимических показателей требуют