

5. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Нормативы качества воды различных источников – предельно-допустимые концентрации (ПДК), ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) и ориентировочно-безопасные уровни воздействия (ОБУВ) – содержатся в нормативно-технической литературе, составляющей водно-санитарное законодательство. К ним, в частности, относятся Государственные стандарты – ГОСТ 2874, ГОСТ 24902, ГОСТ 17.1.3.03, различные перечни, нормы, ОБУВ, санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами СНиП № 4630 и др.

По нормативам качества, определяющим наличие и допустимые концентрации примесей, воды различают как:

- питьевую;
- природные воды (водоемы хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения);
- сточные воды (нормативно-очищенные, сточные воды неизвестного происхождения, ливневые).

5.1. ТЕМПЕРАТУРА

В условиях теплового загрязнения значительно изменяются кислородный режим и интенсивность процессов самоочищения водоема, изменяется интенсивность фотосинтеза и др. В результате этого нарушается, часто необратимо, природный баланс водоема, складываются особые экологические условия, негативно сказывающиеся на животном и растительном сообществе.

Специалисты установили: чтобы не допустить необратимых нарушений экологического равновесия, температура воды в водоеме летом в результате спуска загрязненных (теплых) вод не должна повышаться более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого года за последние 10 лет.

5.2. ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Любое знакомство со свойствами воды начинается с определения органолептических показателей, т.е. таких, для определения которых мы пользуемся нашими органами чувств (зрением, обонянием, вкусом). Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о составе воды. К органолептическим характеристикам относятся: цветность, мутность (прозрачность), запах, вкус, привкус.

5.2.1. ЦВЕТНОСТЬ

Цветность – естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Цветность воды может определяться свойствами и структурой дна водоема, характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников и др. Для воды поверхностных водоемов этот показатель допускается не более 20 градусов по шкале цветности.

5.2.2. ЗАПАХ

Запах определяют при нормальной (20°C) и при повышенной (60°C) температуре воды. Запах подразделяют на две группы (таблица 5.1.):

- естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.);
- искусственного происхождения. Такие запахи обычно значительно изменяются при обработке воды.

Таблица 5.1.

| Естественного происхождения | Искусственного происхождения |
|---|---|
| Землистый, гнилостный, плесневый, торфяной. | Нефтепродуктов (бензиновый и др.), хлорный, уксусный. |

Интенсивность запаха оценивают по 5-балльной шкале (ГОСТ 3351), приведенной в таблице 5.2.

Таблица 5.2.

| Интенсивность запаха | Характер проявления запаха | Оценка интенсивности запаха |
|----------------------|---|-----------------------------|
| Нет | Запах не ощущается | 0 |
| Очень слабая | Запах сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды) | 1 |
| Слабая | Запах замечается, если обратить на это внимание | 2 |
| Заметная | Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде | 3 |
| Отчетливая | Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья | 4 |
| Очень сильная | Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению | 5 |

Для питьевой воды допускается запах не более 2 баллов.

5.2.3. ВКУС И ПРИВКУС

Различают 4 основных вкуса: соленый, кислый, горький, сладкий. Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами (солонюватый, горьковатый, металлический, хлорный и т.п.). Интенсивность вкуса и привкуса оценивают по 5-балльной шкале (ГОСТ 3351), согласно требованиям табл. 5.3.

Таблица 5.3.

| Интенсивность вкуса и привкуса | Характер проявления вкуса и привкуса | Оценка вкуса и привкуса |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|
| Нет | Вкус и привкус не ощущаются | 0 |
| Очень слабая | Вкус и привкус сразу не ощущаются потребителем, но обнаруживаются при тщательном тестировании | 1 |
| Слабая | Вкус и привкус замечаются, если обратить на это внимание | 2 |
| Заметная | Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде | 3 |
| Отчетливая | Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья | 4 |
| Очень сильная | Вкус и привкус настолько сильные, что делают воду непригодной к употреблению | 5 |

Для питьевой воды допускаются значения показателей вкуса и привкуса не более 2 баллов.

5.2.4. МУТНОСТЬ

Мутность воды обусловлена содержанием взвешенных в воде мелкодисперсных примесей – нерастворимых или коллоидных частиц различного происхождения.

Мутность воды обуславливает и некоторые другие характеристики воды такие как:

- наличие осадка, который может отсутствовать, быть незначительным, заметным, большим, очень большим;
- взвешенные вещества или грубодисперсные примеси. Этот показатель обычно малоинформативен;
- прозрачность, см. п.5.2.5. “Прозрачность”.

Различают следующие характеристики по мутности:

- мутность не заметна (отсутствует);
- опалесцирующая;
- слабо мутная;
- мутная;
- очень мутная.

5.2.5. ПРОЗРАЧНОСТЬ

Прозрачность воды обусловлена ее цветом и мутностью, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и минеральных веществ. Прозрачность воды часто определяют наряду с мутностью, особенно в тех случаях, когда вода имеет незначительную окраску и мутность, которые затруднительно обнаружить.

5.3. ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ (pH)

Нормативные требования pH питьевой воде 6,0-9,0; в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 6,5-8,5. Пониженное значение pH (5,5-6,0) характерно для болотных вод за счет повышенного содержания гуминовых и других природных кислот.

Измерение pH при контроле качества природной и питьевой воды проводится практически повсеместно.

5.4. ЩЕЛОЧНОСТЬ И КИСЛОТНОСТЬ

Щелочность природных вод в силу их контакта с атмосферным воздухом и известняками, обусловлена, главным образом, содержанием в них гидрокарбонатов и карбонатов, которые вносят значительный вклад в минерализацию воды. Щелочность пробы воды измеряется в г-экв/л или мг-экв/л и определяется количеством сильной кислоты (обычно используют соляную кислоту), израсходованной на нейтрализацию раствора.

Естественная кислотность воды обусловлена содержанием слабых органических кислот природного происхождения (например, гуминовых кислот). Кислотность воды определяют в основном при анализе сточных и технологических вод.

5.5. МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ

Ряд показателей качества воды связан с определением концентрации растворенных в воде различных минеральных веществ. Содержащиеся в воде минеральные соли вносят разный вклад в общее солесодержание, которое может быть рассчитано суммированием концентраций каждой из солей. Пресной считается вода, имеющая общее солесодержание не более 1 г/л. Можно выделить две группы минеральных солей, обычно встречающихся в природных водах (таблица 5.4).

Таблица 5.4.

| Интенсивность запаха | Компонент минерального состава воды | Предельно-допустимая концентрация (ПДК), мг/куб.дм |
|----------------------|-------------------------------------|--|
| Катионы: | | |
| Группа 1 | Кальций (Ca ²⁺) | 200 |
| | Натрий (Na ⁺) | 200 |
| | Магний (Mg ²⁺) | 100 |

| | | |
|-----------------|---|---------------|
| Анионы | | |
| | Гидрокарбонат (НСО ₃ ⁻) | 1000 |
| | Сульфат (SO ₄ ²⁻) | 500 |
| | Хлорид (Сl ⁻) | 350 |
| | Карбонат (СО ₃ ²⁻) | 100 |
| Катионы | | |
| Группа 2 | Аммоний (NH ₄ ⁺) | 2,5 |
| | Тяжелые металлы (сумма) | 0,001 ммоль/л |
| | Железо общее (Fe ²⁺ и Fe ³⁺) | 0,3 |
| Анионы | | |
| | Нитрат (NO ₃ ⁻) | 45 |
| | Фосфат (PO ₄ ³⁻) | 3,5 |
| | Нитрит (NO ₂ ⁻) | 3,3 |

5.6. КАРБОНАТЫ И ГИДРОКАРБОНАТЫ

Как отмечалось выше (п. “Щелочность и кислотность”), карбонаты и гидрокарбонаты представляют собой компоненты, определяющие природную щелочность воды. Их содержание в воде обусловлено процессами растворения углекислого газа, взаимодействия воды с находящимися в прилегающих грунтах известняками и протекающими в воде жизненными процессами дыхания всех водных организмов.

5.7. СУЛЬФАТЫ

Сульфаты в питьевой воде не оказывают токсического эффекта для человека, однако, ухудшают вкус воды: ощущение вкуса сульфатов возникает при их концентрации 250-400 мг/л. Сульфаты могут вызывать отложение осадков в трубопроводах при смешении двух вод с разным минеральным составом, например, сульфатных и кальциевых (в осадок выпадает CaSO₄). ПДК сульфатов в воде водоемов хозяйственно-питьевого назначения составляет 500 мг/л.

5.8. ХЛОРИДЫ

Хлориды присутствуют практически во всех пресных поверхностных и грунтовых водах. Если в воде присутствует хлорид натрия, она имеет соленый вкус уже при концентрациях 250 мг/л; в случае хлоридов кальция и магния соленость воды возникает при концентрациях свыше 1000 мг/л. ПДК для питьевой воды по хлоридам 350 мг/л.

Высокие концентрации хлоридов в питьевой воде не оказывают токсических эффектов на людей, хотя соленые воды очень коррозионно активны, пагубно влияют на рост растений, вызывают засоление почв.

5.9. СУХОЙ ОСТАТОК

Сухой остаток характеризует содержание в воде нелетучих растворенных веществ (главным образом минеральных) и органических веществ, температура кипения которых превышает 105-110°C.

Для питьевой и природной воды величина сухого остатка практически равна сумме массовых концентраций анионов (карбоната, гидрокарбоната, хлорида, сульфата) и катионов (кальция и магния, а также определяемых расчетным методом натрия и калия). Величина сухого остатка для поверхностных вод водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования не должна превышать 1000 мг/л (в отдельных случаях допускается до 1500 мг/л).

5.10. ОБЩАЯ ЖЕСТКОСТЬ, КАЛЬЦИЙ И МАГНИЙ

Жесткость воды обусловлена присутствием солей кальция, магния, стронция и др. В поверхностных и грунтовых природных водах из перечисленных катионов в заметных концентрациях присутствуют практически исключительно кальций и магний. Содержание в питьевой воде кальция и магния играет важнейшую роль для человеческого организма. Кальций играет большую роль в жизнедеятельности клеток организма. Дефицит магния приводит к коронарной болезни сердца, с другой стороны, повышенное содержание магния угнетающе действует на нервную систему, поражая двигательные нервные окончания.

Величина жесткости воды может варьироваться в широких пределах в зависимости от типа пород и почв, слагающих бассейн водосбора, а также от сезона года, погодных условий. Общая жесткость воды в озерах и реках тундры, например, составляет 0,1-0,2 мг-экв/л, а в морях, океанах, подземных водах достигает 80-100 мг-экв/л и даже больше (Мертвое море).

Суммарная жесткость воды, т.е. общее содержание растворимых солей кальция и магния, получила название “общей жесткости”. При жесткости до 4 мг-экв/л вода считается мягкой; от 4 до 8 мг-экв/л – средней жесткости; от 8 до 12 мг-экв/л – жесткой; более 12 мг-экв/л – очень жесткой.

Допустимая величина общей жесткости для питьевой воды и источников централизованного водоснабжения составляет 7 мг-экв/л.

5.11. РАСТВОРЕННЫЙ КИСЛОРОД

Поступление кислорода в водоем происходит путем растворения его при контакте с воздухом (абсорбции), а также в результате фотосинтеза водными растениями, т.е. в результате физико-химических и биохимических процессов. Содержание растворенного кислорода (РК) зависит от температуры, атмосферного давления, степени турбулизации воды, минерализации воды др. В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. ПДК растворенного в воде кислорода для рыбохозяйственных водоемов – 6 мг/л (для ценных пород рыбы), 4 мг/л (для остальных пород).

Определение РК является частью анализа при определении другого важнейшего показателя качества воды – биохимического потребления кислорода (БПК).

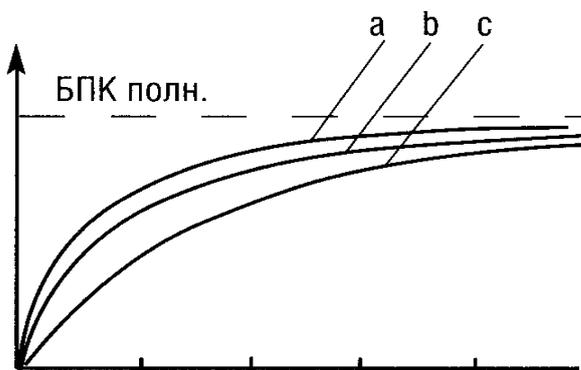
5.12. БИОХИМИЧЕСКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА (БПК)

БПК – показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ. Природными источниками органических веществ являются разрушающиеся останки организмов растительного и животного происхождения, как живших в воде, так и попавших в водоем с листьями, по воздуху, с берегов и т.п. Кроме природных, существуют также техногенные источники органических веществ.

В естественных условиях находящиеся в воде органические вещества разрушаются бактериями с образованием двуокси углерода. При этом на окисление потребляется растворенный в воде кислород. Таким образом, в процессе биохимического окисления органических веществ в воде происходит уменьшение концентрации РК, и эта убыль косвенно является мерой содержания в воде органических веществ.

Величина БПК увеличивается со временем, достигая некоторого максимального значения – БПК полн. Обычно определяют БПК за 5 суток инкубации (БПК 5). Динамика биохимического потребления кислорода при окислении органических веществ в воде приведена на рисунке 1.

БПК, (МГ/Л)



а – легкоокисляющиеся (“биологически мягкие”) вещества – сахара, формальдегид, спирты, фенолы и т.п.;

в – нормально окисляющиеся вещества – нафтолы, крезолы, анионогенные ПАВ, сульфанол и т.п.;

с – тяжело окисляющиеся (“биологически жесткие”) вещества – неионогенные ПАВ, гидрохинон и т.п.

Особенностью биохимического окисления органических веществ в воде является сопутствующий ему процесс нитрификации (окисление азотсодержащих соединений нитрифицирующими бактериями), искажающий характер потребления кислорода.

Норматив на БПК полн. для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования – 3 мг/л, для водоемов культурно-бытового водопользования – 6 мг/л. Соответственно можно

оценить предельно-допустимые значения БПК 5 для тех же водоемов, равные примерно 2 мг/л и 4 мг/л.

5.13. БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Вопросы контроля качества воды внесли в понятие биогенных элементов широкий смысл: к ним относят соединения (точнее, компоненты воды), которые, во-первых, являются продуктами жизнедеятельности различных организмов; во-вторых, являются “строительным материалом” для живых организмов. В первую очередь к ним относятся соединения азота (нитраты, нитриты, органические и неорганические аммонийные соединения), фосфора (ортофосфаты, полифосфаты, органические эфиры фосфорной кислоты и др.). Соединения серы интересны в этой связи, в меньшей степени, так как сульфаты уже рассматривали в аспекте компонента минерального состава воды, а сульфиды и гидросульфиты, если присутствуют в природных водах, то в очень малых концентрациях, и могут быть обнаружены по запаху.

5.13.1. НИТРАТЫ

Нитраты являются солями азотной кислоты. Повышенное содержание нитратов в воде может служить индикатором загрязнения водоема в результате распространения фекальных либо химических загрязнений (сельскохозяйственных, промышленных). Питьевая вода и продукты питания, содержащие повышенное количество нитратов, могут вызывать заболевания, и в первую очередь у младенцев (так называемая метгемоглобинемия). Вместе с тем, растения не так чувствительны к увеличению содержания в воде азота, как фосфора.

5.13.2. ФОСФАТЫ И ОБЩИЙ ФОСФОР

Фосфор является необходимым элементом для жизни, однако его избыток приводит к ускоренной эвтрофикации водоемов. Большие количества фосфора могут попадать в водоемы в результате естественных и антропогенных процессов – поверхностной эрозии почв, неправильного или избыточного применения минеральных удобрений и др.

ПДК полифосфатов в воде водоемов составляет 3,5 мг/л в пересчете на фосфат-ион PO_4^{3-} , лимитирующий показатель вредности – органолептический.

5.13.3. АММОНИЙ

Катионы аммония являются продуктом микробиологического разложения белков животного и растительного происхождения. Образовавшийся таким образом аммоний вновь вовлекается в процесс синтеза белков. По этой причине аммоний и его соединения в небольших концентрациях обычно присутствуют в природных водах.

Аммонийные соединения в больших количествах входят в состав минеральных и органических удобрений, кроме того, аммонийные соединения в значительных количествах присутствуют в нечистотах (фекалиях). По этим причинам повышенное содержание аммонийного азота в поверхностных водах обычно является признаком хозяйственно-фекальных загрязнений.

ПДК аммиака и ионов аммония в воде водоемов составляет 2,6 мг/л. Лимитирующий показатель вредности – общесанитарный.

5.13.4. НИТРИТЫ

Нитритами называются соли азотистой кислоты. Нитрит-анионы являются промежуточными продуктами биологического разложения азотсодержащих органических соединений. Благодаря способности превращаться в нитраты, нитриты, как правило, отсутствуют в поверхностных водах. ПДК нитритов (по NO₂-) в воде водоемов составляет 3,3 мг/л.

5.14. ФТОР (ФТОРИДЫ)

Фтор в виде фторидов может содержаться в природных и грунтовых водах. Избыток фтора в организме вызывают разрушение зубной эмали, осаждает кальций, что приводит к нарушениям кальциевого и фосфорного обмена. По этим причинам определение фтора в питьевой воде, а также грунтовых водах (например, воде колодцев и артезианских скважин) и воде водоемов хозяйственно-питьевого назначения, является очень важным. ПДК фтора в питьевой воде для разных климатических районов составляет от 0,7 до 1,5 мг/л, лимитирующий показатель вредности – санитарно-токсический.

5.15. МЕТАЛЛЫ

5.15.1. ЖЕЛЕЗО ОБЩЕЕ

Железо – один из самых распространенных элементов в природе. Его содержание в земной коре составляет около 4,7 % по массе, поэтому железо, с точки зрения его распространенности в природе, принято называть макроэлементом.

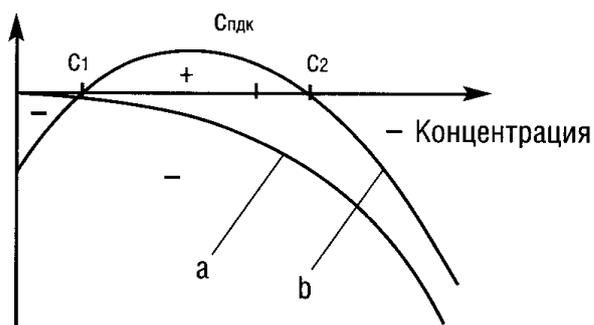
В природной воде железо содержится в виде соединений, в которых железо может быть двухвалентным или трехвалентным. В свою очередь, соединения железа могут образовывать истинные или коллоидные растворы. На воздухе железо двухвалентное быстро окисляется до железа трехвалентного, растворы которого имеют бурую окраску.

Таким образом, поскольку соединения железа в воде могут существовать в различных формах, точные результаты могут быть получены только при определении суммарного железа во всех его формах, так называемого “общего железа”, хотя иногда возникает необходимость определить железо в его индивидуальных формах.

ПДК общего железа в питьевой воде составляет 0,3 мг/л, лимитирующий показатель вредности – органолептический.

5.15.2. СУММА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Говоря о повышенной концентрации в воде металлов, как правило, подразумевают ее загрязнение тяжелыми металлами (Cd, Pb, Zn, Ni, Co, Hg и др.). Тяжелые металлы по характеру биологического воздействия можно подразделить на токсиканты и микроэлементы, имеющие принципиально различный характер влияния на живые организмы. Характер зависимости эффекта, оказываемого элементом на организмы, в зависимости от его концентрации в воде приведен на рис. 2.



Как видно из рис.2, токсиканты оказывают отрицательное воздействие на организмы при любой концентрации, в то время как микроэлементы имеют область недостаточности, вызывающей отрицательный эффект (менее C_1), и область необходимых для жизни концентраций, при превышении которых снова возникает отрицательный эффект (более C_2). Типичными токсикантами являются: кадмий, свинец, ртуть; микроэлементами — марганец, медь, кобальт.

Медь. Медь является микроэлементом, содержится в организме человека, главным образом, в виде комплексных органических соединений и играет важную роль в процессах кроветворения. Отравление соединениями меди могут приводить к расстройствам нервной системы, нарушению функций печени и почек и др. ПДК меди в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения составляет 1,0 мг/л, лимитирующий показатель вредности — органолептический.

Цинк. Цинк является микроэлементом и входит в состав некоторых ферментов. Отрицательное воздействие соединений цинка может выражаться в ослаблении организма, повышенной заболеваемости, астмоподобных явлениях и др. ПДК цинка в воде водоемов составляет 1,0 мг/л, лимитирующий показатель вредности — общесанитарный.

Кадмий. Соединения кадмия очень ядовиты. Действуют на многие системы организма — органы дыхания и желудочно-кишечный тракт, центральную и периферическую нервные системы. ПДК кадмия в воде водоемов составляет 0,001 мг/л, лимитирующий показатель вредности — санитарно-токсикологический.

Ртуть. Ртуть относится к ультрамикроэлементам и постоянно присутствует в организме, поступая с пищей. Соединения ртути вызывают глубокие нарушения функций центральной нервной системы, сердца, сосудов, нарушения в иммунологическом состоянии организма и другие. ПДК ртути в воде водоемов составляет 0,0005 мг/л, лимитирующий показатель вредности — санитарно-токсикологический.

Свинец. Соединения свинца — яды, действующие на все живое, но вызывающие изменения особенно в нервной системе, крови и сосудах. Органические соединения свинца (тетраметилсвинец, тетраэтилсвинец) — сильные нервные яды, являются активными ингибиторами обменных процессов. Для всех соединений свинца характерно кумулятивное действие. ПДК свинца в воде водоемов составляет 0,03 мг/л, лимитирующий показатель — санитарно-токсикологический.

Ориентировочное предельно-допустимое значение содержания в водах суммы металлов составляет 0,001 ммоль/л (ГОСТ 24902).

5.16. АКТИВНЫЙ ХЛОР

В процессе водоподготовки в воду вводятся сильные окислители, содержащие хлор в разных степенях окисления: собственно хлор (Cl₂), гипохлорит-анион, хлорноватистая кислота, хлорамины. Суммарное содержание этих соединений в пересчете на хлор называют термином “активный хлор”.

Наиболее широко для дезинфекции питьевой воды используется свободный хлор. В питьевой воде содержание активного хлора установлено в пересчете на хлор в пределах 0,3-0,5 мг/л в свободном виде и в пределах 0,8-1,2 мг/л в связанном виде, при меньших его концентрациях возможна неблагоприятная ситуация по микробиологическим показателям.

Активный хлор в указанных концентрациях присутствует в питьевой воде непродолжительное время (не более нескольких десятков минут) и удаляется даже при кратковременном кипячении воды. Лимитирующий показатель вредности для активного хлора – общесанитарный.

5.17. ИНТЕГРАЛЬНАЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ

Каждый из показателей качества воды в отдельности, хотя и несет информацию о качестве воды, все же не может служить мерой качества воды, т.к. не позволяет судить о значениях других показателей. Вместе с тем, результатом оценки качества воды должны быть некоторые интегральные показатели, которые охватывали бы основные показатели качества воды (либо те из них, по которым зафиксировано неблагополучие).

В простейшем случае, при наличии результатов по нескольким оцениваемым показателям, может быть рассчитана сумма приведенных концентраций компонентов, т.е. отношение их фактических концентраций к ПДК.

Критерием качества воды при использовании правила интеграции является выполнение неравенства:

$$\sum \frac{C_{fi}}{ПДК_i} \leq 1$$

где: C_{fi}; и ПДК_i – фактическая концентрация в воде и ПДК для i-го компонента.

Сумма приведенных концентраций (ГОСТ 2874) может рассчитываться только для химических веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности – органолептическим и санитарно-токсикологическим. При наличии результатов анализов по достаточному количеству показателей можно определять классы качества воды, которые являются интегральной характеристикой загрязненности поверхностных вод. Классы качества определяются по индексу загрязненности воды (ИЗВ), который рассчитывается как сумма приведенных к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды по формуле:

$$ИЗВ = \sum \frac{C_{fi}}{ПДК_i} \cdot 6$$

где:

C_{fi} – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений (при гидрохимическом мониторинге это среднее значение за год);

ПДК_i – предельно-допустимая концентрация для данного загрязняющего вещества;

б – число показателей, берущихся для расчета (на их выборе мы остановимся в этой же главе чуть ниже).

Значение ИЗВ рассчитывают для каждого пункта отбора проб (створа). Далее по таблице 5.5. в зависимости от значения ИЗВ определяют класс качества воды.

Таблица 5.5.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

| ИЗВ | Класс качества воды | Оценка качества (характеристика) воды |
|-------------------|----------------------------|--|
| Менее и равно 0,2 | I | Очень чистые |
| Более 0,2-1 | II | Чистые |
| Более 1-2 | III | Умеренно загрязненные |
| Более 2-4 | IV | Загрязненные |
| Более 4 — 6 | V | Грязные |
| Более 6-10 | VI | Очень грязные |
| Свыше 10 | VII | Чрезвычайно грязные |

В число 6 основных, так называемых “лимитируемых” показателей, при расчете ИЗВ входят, в обязательном порядке, концентрация растворенного кислорода и значение БПК 5, а также значения еще 4 показателей, являющихся для данного водоема (воды) наиболее неблагоприятными, или которые имеют наибольшие приведенные концентрации. Для расчета ИЗВ показатели выбираются независимо от лимитирующего признака вредности, однако при равенстве приведенных концентраций предпочтение отдается веществам, имеющим санитарно-токсикологический признак вредности (как правило, такие вещества обладают относительно большей вредностью).

Задачи интегральной оценки качества воды практически совпадают с задачами гидрохимического мониторинга, т.к. для окончательного вывода о классе качества воды необходимы результаты анализов по целому ряду показателей в течение продолжительного периода.

5.18. ОТБОР ПРОБ ВОДЫ И ИХ КОНСЕРВАЦИЯ

Отбор проб – операция, от правильного выполнения которой во многом зависит точность получаемых результатов. В нормативных документах (ГОСТ 24481, ГОСТ 17.1.5.05, ИСО 5667-2 и др.) определены основные правила отбора проб. При отборе проб воды из водопроводных сетей соблюдают следующие правила:

- отбор проб проводят после спуска воды в течение 10-15 мин – времени;
- для отбора не используют концевые участки водопроводных сетей, а также участки с трубами малого диаметра (менее 1,2 см);
- для отбора используют по возможности участки с турбулентным потоком – краны вблизи клапанов, изгибов;
- при отборе проб вода должна медленно течь в пробоотборную емкость до ее переполнения.

При отборе проб из скважин (колодцев, родников) необходимо предварительно откачивать воду в количестве, достаточном для обновления воды. В противном случае в точке отбора пробы может создаваться концентрация различных примесей, отличная от всего водоносного слоя.

Посуда для отбора проб должна быть химически чистой. Сосуды, предназначенные для отбора проб, предварительно тщательно моют, ополаскивают не менее трех раз отбираемой водой и закупоривают пробками. Между пробкой и отобранной пробой в сосуде оставляют воздух объемом 5-10 мл. В общую посуду отбирают пробу на анализ только тех компонентов, которые имеют одинаковые условия консервации и хранения.

Отбор проб, не предназначенных для анализа сразу же (т.е. отбираемых заблаговременно), производится в герметично закрывающуюся стеклянную или пластмассовую посуду. Отобранные для хранения пробы консервируют и помещают в холодильник.

В табл. 5.7. приведены способы консервации, а также особенности отбора и хранения проб.

Таблица 5.7.

СПОСОБЫ КОНСЕРВАЦИИ, ОСОБЕННОСТИ ОТБОРА И ХРАНЕНИЯ ПРОБ

| Анализируемый показатель | Способ консервации и количество консерванта на 1 л воды | Максимальное время хранения пробы | Особенности отбора и хранения проб |
|---------------------------------|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Активный хлор | Не консервируют | Несколько минут | — |
| 2. Аммиак и ионы аммония | Не консервируют | 2 часа | — |
| | Не консервируют | 1 сутки | Хранить при 4°C |
| | 2-4 мл хлороформа или 1 мл концентрированной серной кислоты | 1 -2 сутки | |

| | | | |
|--|--|------------------|--|
| 3. Биохимическое потребление кислорода (БПК) | Не консервируют | 2 часа | Отбирать только в в стеклянные бутылки |
| | Не консервируют | 1 сутки | Хранить при 4°C |
| 4. Взвешенные вещества | Не консервируют | 4 часа | Перед анализом взболтать |
| 5. Вкус и привкус | Не консервируют | 2 часа | Отбирать только в в стеклянные бутылки |
| 6. Водородный показатель (рН) | Не консервируют | При отборе пробы | В бутылки не оставлять |
| | Не консервируют | 6 часов | пузырьков воздуха |
| 7. Гидрокарбонаты | Не консервируют | 2 суток | — |
| 8. Железо общее | Не консервируют | 4 часа | — |
| | 2-4 мл хлороформа или 3 мл концентрированной азотной (соляной) кислоты | 2 суток | — |
| 9. Жесткость общая | Не консервируют | 2 суток | — |
| 10. Запах (без нагревания) | Не консервируют | 2 часа | Отбирать только в в стеклянные бутылки |
| 11. Кальций | Не консервируют | 2 суток | — |
| 12. Карбонаты | Не консервируют | 2 суток | — |
| 13. Металлы тяжелые (медь, свинец, цинк) | Не консервируют | В день отбора | — |
| | 3 мл азотной или соляной кислоты (до рН=2) | 3 суток | Хранить при 4°C |
| 14. Мутность | Не консервируют | 2 часа | Перед анализом |
| 15. Нефтепродукты | Не консервируют | В день отбора | Отбирать в в стеклянные бутылки |
| | 2-4 мл хлороформа | 5 суток | — |
| | Экстракция на месте | 1 месяц | — |
| 16. Никель | Не консервируют | В день отбора | — |
| | 3 мл концентрированной азотной (соляной) | 3 суток | Хранить при 4°C |

| | | | |
|---|-------------------|---------------|--|
| | кислоты | | |
| 17. Нитраты | Не консервируют | 2 часа | — |
| | 2-4 мл хлороформа | 3 суток | Хранить при 4°C |
| 18. Нитриты | Не консервируют | 2 часа | — |
| | 2-4 мл хлороформа | 3 суток | Хранить при 4°C |
| 19. Пенистость | Не консервируют | В день отбора | — |
| 20. Прозрачность | Не консервируют | 4 часа | — |
| 21. Растворенный кислород | Не консервируют | 1 сутки | Отбирать в кислородные склянки и фиксировать на месте отбора |
| 22. Сероводород (сульфиды) | Не консервируют | 1 сутки | Отбирать в кислородные склянки и фиксировать на месте отбора |
| 23. Сульфаты | Не консервируют | 7 суток | — |
| 24. Сухой остаток | Не консервируют | В день отбора | Отбирать в кислородные склянки и фиксировать на месте отбора |
| | 2 мл хлороформа | 1 -2 сутки | |
| 25. Фенолы | Не консервируют | В день отбора | Отбирать в кислородные склянки и фиксировать на месте отбора |
| 26. Фосфаты (полифосфаты, общий фосфор) | Не консервируют | В день отбора | — |
| | 2-4 мл хлороформа | 1 сутки | — |
| 27. Фториды | Не консервируют | 7 суток | Отбирать в кислородные склянки и фиксировать на месте отбора |

| | | | |
|---------------------------|--|---------------------|--------------------|
| 28. Хлориды | Не консервируют | 7 суток | — |
| 29. Хроматы (суммарно) | Не консервируют | В день отбора | Возможна адсорбция |
| | 3 мл азотной или соляной кислоты (до pH=2) | 1-2сут. | Возможна адсорбция |
| 30. Цветность | Не консервируют | В день отбора пробы | — |
| | 2 — 4 мл хлороформа | 1 -2 сут. | — |

Следует иметь в виду, что ни консервация, ни фиксация не обеспечивают постоянства состава воды неограниченно долго. Они лишь сохраняют на определенное время соответствующий компонент в воде, что позволяет доставить пробы к месту анализа (в специализированную лабораторию). В протоколах отбора и анализа проб обязательно указываются даты отбора и анализа проб.