

Лекция 4.

2 часа

Контролируемые показатели качества воды.

К гидрологическим показателям качества воды относят её расход, скорость течения и уровень, а к гидрохимическим, характеризующим физические свойства и химический состав воды, – температуру, прозрачность, цветность, вкус, запах, водородный показатель (рН), окислительно-восстановительный потенциал, удельную электропроводность, содержание главных ионов, биогенных и органических веществ, растворённых газов, загрязняющих веществ.

Большинство физических свойств воды (температура, прозрачность, цвет или цветность, вкус и запах) можно обнаружить органами чувств (осязание и обоняние), поэтому их называют органолептическими.

Температура – важнейшая характеристика воды, в значительной мере определяющая её скорость, а иногда и направление изменений качества. Температура влияет на протекающие в водоёме физические, химические, биохимические и биологические процессы, от которых в значительной мере зависят кислородный режим, интенсивность процессов самоочищения и т.д.

При многих гидрохимических и гидробиологических исследованиях, а также при изучении тепловых загрязнений по значениям температуры определяют степень насыщения воды кислородом, форму щёлочности, состояние карбонатно-кальциевой системы.

Температуру воды измеряют во время отбора пробы. Для этого обычно используют калиброванные ртутные термометры с ценой деления 0,1...0,5 °С. Для определения температуры воды в поверхностном слое водоёма применяют термометр, заключённый в металлическую оправу. Его выдерживают в воде перед измерением 5 – 10 мин. Температуру воды глубинных слоёв определяют либо обычным ртутным термометром, укреплённым в пробоотборнике, либо глубоководным опрокидывающимся термометром.

Прозрачность, или светопропускание, воды обусловлена её цветом и мутностью, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ. В зависимости от степени прозрачности воду условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную.

Опалесценция – оптическое явление резкого усиления рассеяния света чистыми жидкостями и газами при достижении критической точки, а также растворами в критических точках смешения.

Мерой прозрачности служит высота столба (указывают в сантиметрах, отмечая при этом способ измерения) воды, при которой можно наблюдать опускаемую в водоём белую пластину определённых размеров или различать на белой бумаге шрифт также определённого размера и типа.

Цветность воды обусловлена главным образом присутствием в ней гумусовых веществ и соединений трёхвалентного железа. За единицу цветности принята цветность раствора, содержащего хлорплатинат калия (1 мг + 1 л) и хлорид кобальта. Результаты определения цветности выражают в градусах

цветности.

Цветность природных вод колеблется в широких пределах – от единиц до сотен и тысяч градусов. Обычно цветность вод рек и озёр, расположенных в лесной и болотистой местности, где поверхностный сток приносит с прилегающей территории большое количество гумусовых веществ, повышена.

Высокая цветность воды ухудшает её органолептические свойства и отрицательно сказывается на развитии водных растительных организмов, так как в такой воде низка концентрация растворённого кислорода, который идёт на окисление соединений железа и гумусовых веществ.

Предельно допустимая цветность вод, используемых для питьевых целей, – 35 °С.

Цветность воды обычно определяют сравнением окраски исследуемой пробы и стандартного раствора гексахлорплатината калия и хлорида кобальта с помощью шкалы стандартов или колоритметрическим титрованием. Применяют в этих целях также спектрофотометрические методы, основанные на измерении оптической плотности окрашенных проб воды при двух длинах волн и последующем расчёте их цветности.

Вкусовые свойства воды обусловлены присутствием в ней веществ природного происхождения или веществ, которые попадают в водоём со стоками. Специфический вкус подземных вод, содержащих только неорганические растворённые вещества, может быть вызван наличием в них железа, марганца, магния, натрия, калия, хлоридов и карбонатов.

Определяют (органолептически) вкус только питьевых вод. Описывают его словесно. Различают четыре основных вкуса: солёный, сладкий, горький, кислый. Можно отмечать также и некоторые привкусы, например, щелочный, металлический и т.д.

Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, попадающие в неё естественным путём или со сточными водами. Природным водам, содержащим исключительно неорганические вещества, запах может придавать только сероводород. Запах питьевой воды обусловлен свойствами сырой воды, технологическим процессом улучшения её качества и способом обработки.

При определении запаха питьевых, поверхностных или сточных вод во всех случаях сначала устанавливают его характер (гнилостный, огуречный и т.п.), затем интенсивность (или органолептически, выражая интенсивность запаха по пятибалльной шкале, или же проводя «пороговое испытание» – разбавляя анализируемую пробу до тех пор, пока запах не исчезнет). Если анализируемая вода содержит только одно сильно пахнущее вещество и известна его концентрация, то интенсивность запаха можно найти соответствующим расчётом.

Интенсивность запаха пробы воды температурой 20 и 60 °С оценивают по шестизначной (пятибалльной) шкале (табл. 1). Результат исследований записывают в виде римской цифры или описывают словесно.

Определение интенсивности запаха питьевой воды

Интенсивность запаха, баллы	Характеристика запаха	Обнаруживаемость запаха
0	Никакого запаха	Отсутствие ощутимого запаха
I	Очень слабый	Запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистом
II	Слабый	Запах, обнаруживаемый потребителем, если он обратил на запах внимание
III	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый; он может быть причиной того, что вода неприятна для питья
IV	Отчётливый	Запах привлекает внимание; он может заставить воздержаться от питья
V	Очень сильный	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

Концентрация ионов водорода (рН) – один из важнейших показателей качества воды. От значения рН зависят интенсивность протекания химических и биологических процессов в природных водах, жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивность воздействия воды на металл и бетон.

Значение рН определяют колориметрическим и потенциометрическим (электротермический) методами.

Колориметрический метод отличается большой простотой. Однако он недостаточно точен, требует введения солевых и температурных поправок, даёт значительную погрешность при очень малой минерализации исследуемой воды (менее 30 мг/л). Используют его обычно в полевых условиях и для ориентировочных определений.

Потенциометрический метод со стеклянным индикаторным электродом намного точнее колориметрического, лишён в значительной мере всех вышеперечисленных недостатков, но требует оборудования лабораторий специальными приборами (рН-метрами) и соответствующими источниками тока. Кроме стеклянного электрода для определения значения рН можно применять водородный, хингидронный, сурьмяный и другие электроды.

Окислительно-восстановительный потенциал (Еh) – один из важных показателей химико-биологического состояния водоёма. От его значения зависят жизнедеятельность микроорганизмов, направление и способы трансформаций органического вещества природных вод. Определяют значение Еh в основном потенциометрически. Колориметрическое измерение Еh, основанное на изменении окраски окислительно-восстановительных индикаторов при изменении окислительно-восстановительного потенциала среды, применяют очень редко.

Удельная электропроводность воды служит приблизительным показателем суммарной концентрации неорганических веществ. Её значение определяют кондуктометрическим методом.

Кислород постоянно присутствует в поверхностных водах. Режим его в

значительной степени зависит от химико-биологического состояния водоёмов. Потребление растворённого в воде кислорода связано с химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ (Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+ , NO_2^- , H_2S , CH_4 , H_2 и др.), а также с дыханием водных организмов. Скорость его потребления увеличивается с повышением температуры воды, количества бактерий и других водных организмов и веществ, подвергающихся химическому и биохимическому окислению. Концентрация кислорода определяет значение окислительно-восстановительного потенциала и в значительной мере направление и скорость процессов химического и биохимического окисления органических и неорганических соединений.

Концентрацию кислорода в поверхностных водах устанавливают с целью оценки условий обитания гидробионтов, в том числе рыб, косвенной характеристики качества воды, интенсивности процессов продуцирования и деструкции органических веществ, самоочищения водоёмов с помощью различных методов – йодометрических, колориметрических, электрохимических, хроматографических и т.д.

В программу контроля гидрохимических показателей входит определение химического и биохимического потребления кислорода за 5 суток.

Химическая потребность в кислороде (ХПК), или бихроматная окисляемость, даёт представление о количестве органических веществ в пробе воды, способных к окислению сильными окислителями, и выражается в мг/л кислорода, израсходованного на окисление всех органических веществ, находящихся в этой пробе. ХПК – основной показатель загрязнений промышленных сточных вод.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) – количество кислорода в мг/л, использованного для полного биохимического окисления органических веществ аэробными микроорганизмами (без учёта расхода кислорода на нитрификацию). БПК – основной показатель загрязнения сточных вод. На практике обычно определяют частичное потребление кислорода в течение 5 суток – БПК₅, а для более подробного изучения характера загрязнений и скорости окисления органических веществ на сооружениях биологической очистки – БПК₂₀.

Соотношение между БПК₅ и БПК₂₀ для хозяйственно-бытовых сточных вод должно составлять $0,68 \div 0,8$.

Концентрация двуокиси углерода (CO₂) в природных водах колеблется в пределах от нескольких десятых долей до $3 \div 4$ мг/л и изредка достигает величины $10 \div 20$ мг/л. На концентрацию двуокиси углерода влияет ряд факторов: фотосинтез, дыхание водных организмов, биохимическое разложение органических веществ и т.д. Повышение концентрации CO₂ угнетающе действует на живые организмы.

Ионы кальция в основном преобладают в маломинерализованных водах, относящихся к гидрокарбонатному классу. Данные о содержании кальция необходимы при решении вопросов, связанных с формированием химического состава природных вод, их происхождением, а также при исследовании карбонатно-кальциевого равновесия. Для определения содержания кальция в поверхностных водах используют титриметрические, колориметрические, потенциометрические, атомно-абсорбционные методы.

Магний придаёт воде горьковатый вкус, поэтому концентрация его в питьевых водах должна быть ограниченной. Поскольку магний подобно кальцию обуславливает жёсткость воды, к содержанию его в водах, питающих паросиловые установки, предъявляют высокие требования, так как в присутствии карбонатов, сульфатов и ряда других анионов магний образует прочную накипь. Данные о содержании магния необходимы при решении вопросов, связанных с происхождением вод и формированием их химического состава.

Содержание ионов магния в чистых поверхностных водах устанавливают путём расчёта по разности между общей жёсткостью и содержанием ионов кальция. Для прямого определения содержания ионов магния можно применять комплексонометрические или колориметрические методы.

Натрий и калий являются одними из главных химических компонентов природных вод. Помимо геохимического значения изучение содержания натрия и калия в природных водах необходимо для разработки научно обоснованных мероприятий по охране и использованию природных вод в хозяйстве страны. Например, по характерным концентрациям и режиму этих элементов в речных водах можно установить их фоновые концентрации, что нужно знать при изучении загрязнённости рек, при решении вопросов о пригодности вод для орошения, использования в промышленных технологических процессах.

В природных водах содержание калия можно определить кобальтинитритным методом с различным окончанием: титрованием – весовым и нефелометрическим, электротермическим методом с помощью ионселективных электродов, методами эмиссионной и абсорбционной пламенной фотометрии. Содержание натрия можно установить уранил-ацетатным методом, электротермически с помощью ионселективного электрода, методами эмиссионной и абсорбционной пламенной фотометрии.

Сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах. Значительное их количество поступает в водоёмы в процессе отмирания организмов и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения и с подземным стоком. Сульфаты также выносятся в водоёмы со сточными водами предприятий стекольной, бумажной, мыловаренной, текстильной промышленности, с бытовыми стоками и стоками с сельскохозяйственных угодий. Данные о содержании сульфатов необходимы при решении вопросов, связанных с происхождением вод, оценке возможности их использования для питьевого и хозяйственного водопотребления, орошения, при строительстве гидротехнических сооружений и т.д.

Содержание сульфатов определяют различными методами: весовыми, титрометрическими, в том числе комплексонометрическими, фотометрическими, турбидиметрическими, полярографическими с использованием ионселективных электродов.

Большая часть (около 80 %) поверхностных вод относится к гидрокарбонатному классу, так как среди главных анионов в них преобладают гидрокарбонаты. Содержание гидрокарбонатов и карбонатных ионов в значительной мере обуславливается щёлочностью воды.

Щёлочность – это важная характеристика поверхностных вод, по которой можно судить о таких гидрохимических и геохимических процессах, как фор-

мирование химического состава вод, эрозия земной поверхности, образование осадочных пород. От значения щёлочности зависят коррозия строительных материалов (бетона) и выпадение карбонатной накипи в котлах, питающих различные паросиловые установки. Для определения значения щёлочности поверхностных вод используют методы прямого и обратного титрования и потенциометрические.

Хлориды преобладают в высокоминерализованных водах. При повышении их содержания ухудшаются вкусовые качества воды, вода становится малоприспособленной для питьевого водоснабжения, многих технических и хозяйственных целей и для орошения сельскохозяйственных угодий. Знание о содержании и поведении хлоридов в водах необходимо при решении вопросов их круговорота в природе и изучении процессов соленакопления. Для определения содержания хлоридов в поверхностных водах используют объёмные, колориметрические, турбидиметрические, радиометрические и потенциометрические методы.

Концентрация аммонийного азота – показатель, указывающий на загрязнённость сточных вод фекальными, в которых аммонийные соли образуются при гидролизе мочевины и распаде белка при гниении.

Азот является питательным (биогенным) веществом для микроорганизмов. Уменьшение его количества, особенно при наличии промышленных сточных вод, может привести к ухудшению жизнедеятельности аэробных микроорганизмов (требующих свободного кислорода для своего развития).

В поверхностных водах аммонийный азот находится главным образом в виде ионов аммония и недиссоциированных молекул NH_4OH .

Кроме целей оценки качества вод информация о распределении и изменениях концентрации ионов аммония представляет интерес для гидро- и микробиологических исследований и анализа состояния водных объектов.

Концентрацию ионов аммония в практике гидрохимических исследований определяют различными методами: колориметрическим, основанным на реакции ионов аммония с реактивом Несслера; потенциометрическим с использованием селективных мембранных электродов; спектрофотометрическим.

Содержание нитритов – важный санитарный показатель. Повышенное содержание нитритов в водах указывает на усиление процессов разложения органических остатков в условиях более медленного окисления NO_2^- до NO_3^- , что говорит о загрязнении водоёма. Кроме целей оценки качества вод информация о распределении и изменениях содержания нитритов представляет интерес при изучении процессов самоочищения водоёмов, а также при гидро- и микробиологических исследованиях. Для наблюдений за содержанием нитритов рекомендуется спектрофотометрический метод определения с реактивом Грисса.

Содержание нитратов также служит важным санитарным показателем. При его увеличении санитарное состояние водоёма ухудшается. Амплитуда сезонных колебаний содержания нитратов может служить одним из показателей эвтрофикации водоёма и степени его загрязнённости органическими азотсодержащими веществами, поступающими с бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами. Если концентрацию аммонийных ионов в водоёме

можно использовать в качестве одного из показателей «свежего» загрязнения, то повышенное содержание нитратов говорит о загрязнении в прошлом. Кроме целей оценки качества воды информация о распределении и изменениях концентрации нитратов представляет интерес для гидро- и микробиологических исследований. Из колориметрических методов в анализе вод с целью установления содержания нитратов наиболее широко применяют методы с фенолдисульфоновой, хромотроповой кислотой, салицилатом натрия, дифениламино, бруцином. Распространён также фотометрический метод определения содержания нитратов в воде без применения реагентов по собственному поглощению в УФ-области сектора.

Фосфор – один из главных биогенных элементов, определяющих продуктивность водоёма. Соединения фосфора встречаются во всех живых организмах и регулируют энергетические процессы клеточного обмена. В природных водах соединения фосфора находятся в растворённом, коллоидном и взвешенном состояниях. Растворённый фосфор представляет собой неорганические орто-, пиро-, мета- и полифосфаты и органические фосфаты.

Грунтовые воды содержат обычно незначительное количество фосфатов. В поверхностные воды фосфаты попадают главным образом из почвы с различными сточными водами или из органической массы при её разложении.

Появление значительного количества фосфатов в питьевой воде указывает на её загрязнение.

Под термином «общий фосфор» понимают все виды фосфатов (растворимые и нерастворимые, неорганические и органические), содержащихся в воде.

Содержание в водах неорганических растворимых ортофосфатов определяют с помощью колориметрического метода с использованием молибдата и соли сурьмы. Образующееся комплексное соединение восстанавливают аскорбиновой кислотой. Реакцию проводят при комнатной температуре, при которой полифосфаты не гидролизуются и органические фосфаты не разрушаются. Этот же метод используют и для установления концентрации гидролизующихся полифосфатов и «общего фосфора» после превращения данных соединений в растворимые неорганические ортофосфаты. «Общий фосфор» в сильноокрашенных сточных водах, содержащих большое количество органических веществ, определяют весовым методом.

Железо – это биологически активный элемент, влияющий на интенсивность развития фитопланктона и качественный состав микрофлоры в водоёме. При превышении его содержания в воде 1...2 мг/л значительно ухудшаются её органолептические свойства, вода приобретает неприятный вяжущий вкус и становится малопригодной для использования в технических целях. Содержание ионных форм железа в воде определяют с помощью методов, основанных на предварительном окислении или восстановлении всех форм железа в двух- и трёхвалентные состояния: колориметрических, комплексонометрических, атомно-абсорбционных, масс-спектральных и др.

Нефтепродукты относят к числу наиболее распространённых и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды и оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека, животный мир, водную растительность, физическое, химическое и биологическое состояние водоёма.

Содержание нефтепродуктов в воде определяют методом колоночной хроматографии с ИК-спектрофотометрическим окончанием, методом тонкослойной хроматографии с ИК-, УФ-спектрофотометрическим и люминесцентным окончанием, а также способом отбора плёночных нефтепродуктов.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) представляют собой обширную группу загрязняющих воду соединений, различных по своей структуре, относящихся к разным химическим классам. В зависимости от свойств, проявляемых СПАВ при растворении в воде, их делят на анионоактивные, катионоактивные, амфолитные и неионогенные. Наиболее распространены анионоактивные СПАВ, которые в водном растворе ионизируются с образованием отрицательно заряженных органических ионов. СПАВ оказывают значительное влияние на химико-биологическое состояние водоёмов и водотоков. В их присутствии может нарушаться слизистая оболочка жабр рыб, что снижает сопротивляемость рыб к заболеваниям. СПАВ уменьшают поверхностное натяжение воды и воздействуют на кислородный и даже температурный режимы воды.

Для определения в загрязнённых природных водах содержания анионоактивных СПАВ используют преимущественно экстракционно-фотометрические методы, основанные на образовании ионных ассоциатов поверхностно-активного аниона с катионами основных красителей. Содержание в воде катионоактивных моющих веществ устанавливают с помощью объёмных или экстракционно-фотометрических методов, основанных на их реакциях с анионоактивными СПАВ в эквивалентных отношениях. Оперативный контроль содержания неионогенных СПАВ рекомендуют проводить нефелометрическим методом с реактивом Несслера.

Фенолы – производные бензола с одной или несколькими гидроксильными группами. Их принято делить на две группы: летучие с паром (фенол, крезолы, ксиленолы, гваякол, тимол) и нелетучие (резорцин, пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол и другие многоатомные фенолы).

Содержание фенолов должно быть ограничено в водах, используемых для водоснабжения, рыбозаводства, водопоя скота. Спуск в водоёмы и водотоки фенольных вод резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая отрицательное влияние на живые организмы не только своей ядовитостью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворённых газов (O_2 , CO_2).

В токсикологическом и органолептическом отношении фенолы неравноценны. Летучие с паром фенолы более токсичны и обладают более интенсивным запахом при хлорировании, чем нелетучие. Наиболее токсичными для рыб являются гидрохинон, затем нафтенны, ксиленолы, пирокатехин, крезолы, фенол, резорцин, рирогаллол, флороглуцин.

Для суммарного определения содержания фенолов (групповой показатель) в воде используют гравиметрический, бромометрический и колориметрический методы с применением в качестве реагентов 4-аминоантипирина, диметиламиноантипирина. Содержание индивидуальных фенолов устанавливают с помощью полярографических и хроматографических методов.

Хлорорганические и фосфорорганические пестициды, широко приме-

няемые в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, часто попадают в водные источники. Содержание их вследствие токсичности должно быть ограничено в водах, используемых для водоснабжения, рыборазведения. Некоторые пестициды даже в незначительных количествах ухудшают органолептические свойства воды. Загрязнение воды пестицидами отрицательно сказывается на условиях обитания рыб и качестве рыбных продуктов. Особенно опасно загрязнение пестицидами грунтовых вод, идущих на питьевое водоснабжение.

Для идентификации и определения содержания хлор- и фосфорорганических пестицидов в природных водах используют ряд фотометрических, полярографических и хроматографических (тонкослойных и газожидкостных) методов.

Медь содержится в воде в ионной форме и в виде комплексных соединений с органическими и неорганическими веществами. Недостаточное содержание меди в почвах отрицательно сказывается на синтезе белков, жиров и витаминов и приводит к бесплодию растительных организмов. Вместе с тем избыточные концентрации меди оказывают неблагоприятное воздействие на растительные и животные организмы.

Цинк встречается в воде главным образом в ионной форме, в форме его цианидных и тартратных комплексов и иногда в нерастворимых формах: в виде гидроокиси, карбоната, сульфида и т.д. Многие соединения цинка, и прежде всего его сульфат и хлорид, токсичны. В то же время цинк относится к числу активных микроэлементов, способствующих росту и нормальному развитию растительных микроорганизмов.

Фотометрический метод с диэтилдитиокарбаматом свинца позволяет определять содержание меди и цинка в одной пробе воды. Содержание меди и цинка в воде можно также установить спектрографическим и атомно-абсорбционным методами.

Свинец находится в природных водах в растворённом (в виде неорганических и органо-минеральных комплексов, а также простых ионов) и взвешенном (сорбированном, главным образом в виде сульфатов и карбонатов) состояниях. Вследствие его токсичности и способности накапливаться в организмах явления острого и хронического отравления наблюдаются при длительном потреблении воды даже с низким содержанием этого элемента. Содержание свинца в воде определяют колориметрическими, фотометрическими и полярографическими методами.

Соединения ртути в поверхностных водах встречаются в растворённом и взвешенном состояниях. В водоёмах ртуть может находиться в виде метилртутных соединений. Соединения ртути высокотоксичны, поражают нервную систему, вызывают изменения слизистой оболочки, в крови, нарушение двигательной функции и секреции желудочно-кишечного тракта и т.д. Метилртутные соединения накапливаются в рыбе и могут попадать в организм человека.

Для определения содержания ртути в воде используют разнообразные методы: спектрофотометрические, экстракционно-фотометрические, колориметрические, основанные на образовании комплексных соединений ртути с бриллиантовым зелёным, метилксиленоловым голубым, йодистым калием, а

также аэрации проб, содержащих соединения ртути, с последующим фотометрированием их паров. Для установления концентрации ртути в поверхностных водах рекомендуются беспламенный атомно-абсорбционный метод и фотометрическое определение с дитизином.

Соединения хрома в повышенных количествах обладают канцерогенными свойствами. В поверхностных водах эти соединения находятся в растворённом и взвешенном состояниях, соотношение между которыми зависит от состава и температуры вод, значения рН раствора. Взвешенные формы хрома представляют собой в основном сорбированные соединения. Установить содержание хрома в воде можно с помощью разнообразных методов, основанных на различных принципах. Широкое распространение получили варианты фотометрического метода с применением дифенилкарбазида, которые позволяют определить концентрацию Cr общего, (Cr VI) и (Cr III) в поверхностных и сточных водах.

Соединения кадмия играют важную роль в ряде ферментативных процессов в животных организмах, а также оказывают стимулирующее влияние на рост некоторых растений. В повышенных концентрациях соли кадмия могут вызывать воспаление почек, жировое перерождение печени и сердца, кишечные кровотечения. Токсичность кадмия проявляется в наибольшей степени в сочетании его с другими токсичными веществами.

Растворённые формы кадмия в поверхностных водах представляют собой главным образом неорганические и органо-минеральные комплексы. Основная взвешенная форма кадмия – его сорбированные соединения.

Определить содержание кадмия в воде можно с помощью полярографического и ионообменного методов в сочетании со спектрографическим методом. Наиболее широкое распространение получили фотометрические методы с применением дитизона.

Соединения никеля являются окислительными катализаторами и играют важную роль в кроветворных процессах. В поверхностных водах эти соединения находятся в растворённом, взвешенном и коллоидном состояниях, соотношение между которыми зависит от состава и температуры вод, значения рН раствора. Растворённые формы никеля представляют собой главным образом комплексные ионы. Повышенное содержание никеля оказывает специфическое воздействие на сосуды мозга и надпочечников, вызывая множественные кровоизлияния.

Наиболее широкое распространение при определении содержания никеля в воде получил фотометрический метод, основанный на образовании диметилглиоксимата никеля в щелочной среде в присутствии окислителя. Варианты его отличаются применением разных окислителей и способами устранения мешающих элементов.

Марганец участвует в процессах восстановления нитратов, ассимиляции азота растениями и в ряде других биохимических процессов. Важная экологическая и физиологическая роль этого элемента вызывает необходимость изучения его содержания и распределения в природных водах. Колебания концентраций марганца представляют большой интерес при гидробиологических, гидрохимических, гидротехнических и геохимических исследованиях.

Главная форма миграции соединений марганца в поверхностных водах – взвеси, состав которых зависит от состава пород, дренируемых водами, а также коллоидные гидроокиси тяжёлых металлов и сорбированные соединения марганца.

Для установления содержания марганца в воде применяют методы, основанные на различных принципах. Наиболее распространены фотометрические методы определения после окисления персульфатом.

Кобальт относится к числу элементов, которые редко обнаруживают в природных водах. В небольших количествах он оказывает стимулирующее влияние на важнейшие физиологические процессы в растениях и животных (интенсивность фотосинтеза, дыхание, водный обмен). В повышенных концентрациях соединения кобальта становятся токсичными: нарушают функции нервной системы, желудочно-кишечного тракта, кроветворных органов, почек.

В поверхностных водах соединения кобальта находятся в растворённом и взвешенном состоянии, соотношение между которыми определяется составом и температурой вод и значением рН раствора. Растворённые формы кобальта представлены в основном комплексными соединениями, в том числе с органическими веществами природных вод.

Содержание кобальта в воде устанавливают с помощью различных методов, в их числе варианты фотометрического с применением в качестве реагентов β-нитрозо-α-нафтола.

Соединения мышьяка в повышенных концентрациях являются токсичными для организма человека и животных, тормозят окислительные процессы, ухудшают снабжение кислородом органов и тканей. В поверхностных водах эти соединения находятся в растворённом и взвешенном состояниях, соотношение между которыми определяется составом вод, значением рН раствора. Взвешенный мышьяк представляет собой сорбированные соединения мышьяка (сорбентом могут быть гидроокись железа, глинистые минералы и др.). В растворённом состоянии мышьяк встречается в трёх- и пятивалентной формах.

При необходимости в перечень контролируемых гидрохимических показателей может быть включено определение содержания радиоактивных элементов или других веществ, влияющих на качество воды.

Для реализации гидрохимических методов анализа воды разработано и выпускается промышленностью много разнообразных приборов.

Литература

1. Алтунин В.С., Белавцева Т.М. Контроль качества воды: Справочник. – М.: Колос, 1993. – 367 с.