

## **Анализ питьевой воды на тяжелые металлы**

Руденко Г. В.

Кубанский Государственный Технологический Университет

Краснодар, Россия

## **Drinking water analysis for heavy metals**

Rudenko G.V.

Kuban State Technological University

Krasnodar, Russia

### **Оптические свойства**

Оптические свойства воды оцениваются по её прозрачности, которая в свою очередь зависит от длины волны излучения, проходящего через воду. Вследствие поглощения оранжевых и красных компонентов света вода приобретает голубоватую окраску. Вода прозрачна только для видимого света и сильно поглощает инфракрасное излучение, поэтому на инфракрасных фотографиях водная поверхность всегда получается чёрной. Ультрафиолетовые лучи легко проходят через воду, поэтому растительные организмы способны развиваться в толще воды и на дне водоёмов, инфракрасные лучи проникают только в поверхностный слой. Вода отражает 5 % солнечных лучей, в то время как снег — около 85 %. Под лёд океана проникает только 2 % солнечного света.

**Питьевая вода** — это вода, которая предназначена для безопасного неограниченного ежедневного и неограниченного потребления человеком и другими живыми биологическими существами. Основным отличием от столовых и минеральных вод является пониженное содержание солей, а также наличие действующих стандартов на общий состав и свойства (СанПиН 2.1.4.1116-02 — для вод, расфасованных в ёмкости и СанПиН 2.1.4.1074-01 — для централизованных систем водоснабжения).

Вода многих источников пресной воды непригодна для питья людьми, так как может служить источником распространения болезней или вызывать

долгосрочные проблемы со здоровьем, если она не отвечает определённым стандартам качества воды. Вода, не наносящая вред здоровью человека и отвечающая требованиям действующих стандартов качества называется **питьевой водой**. В случае необходимости, чтобы вода соответствовала санитарно-эпидемиологическим нормам, её очищают или, официально говоря, «подготавливают» с помощью установок водоподготовки.

### **Источники питьевой воды**

Основным источником питьевой воды является природная вода, которую очищают и обеззараживают муниципальные службы, осуществив все этапы водоподготовки и водоочистки, необходимые для получения сначала технической, а после водопроводной воды. В России основными являются водохранилища, реки, озёра. Доля подземных вод не велика. В целом источники следующие:

- ✓ Дождевая и талая вода;
- ✓ Подземные источники, колодцы, артезианская скважина, родники;
- ✓ Водозабор из водохранилищ, рек, озёр;
- ✓ Опреснители;
- ✓ Вода из айсбергов.

Вода делится на артезианскую, питьевую, минеральную, очищенную, газированную, ключевую и воду из скважины. (согласно ГОСТ 51232-98 "Вода питьевая. Общие требования к организации и контролю качества.")

### **Анализ питьевой воды на тяжёлые металлы.**

В настоящее время термином «тяжелые металлы» обозначают ряд химических элементов, обладающими определенными химическими

свойствами, а также токсичностью для человеческого организма, и достаточно распространены в природе. Некоторые из них, такие как железо, цинк, медь, молибден, участвуют в определенных биологических процессах и необходимы для организма в небольших количествах. Однако, важно, чтобы эти количества не были превышены, иначе эффект для здоровья будет негативный. Другие металлы, такие как ртуть, кадмий, мышьяк, свинец, токсичны для организма даже в малых количествах.

### **Тяжелые металлы в окружающей среде**

В связи с развитием химического производства, металлургической и других видов промышленности, а также ростом количества техногенных отходов, контроль над содержанием тяжелых металлов в окружающей среде, а тем более в воде, становится все более актуальным. В основном источником тяжелых металлов в воде становятся сточные воды предприятий и городские стоки. Но происходит и поступление из атмосферы, так как выхлопные газы автомобилей, отходы сжигания угля в котельных и некоторые промышленные газовые выбросы так же содержат тяжелые металлы. Известно, что тяжелые металлы могут легко мигрировать из хранилищ отходов производства и мест городских свалок в грунтовые и речные воды, многие из них образуют стойкие органические соединения, которые переносятся на большие расстояния от источника. Водные растения, микроорганизмы и большинство видов рыб обладают способностью аккумулировать тяжелые металлы из воды, именно поэтому требованиями к качеству воды рыбохозяйственных водоемов установлены очень низкие ПДК для тяжелых металлов.

### **Распространённые тяжёлые металлы**

**Ртуть.** Тяжелый металл, который относят к наиболее опасным для здоровья. Токсичностью обладает не сама металлическая ртуть, а ее соединения. Особенно органические соединения, такие как метилртуть,

поскольку они легко проникают через мембраны внутрь клеток и нарушают ферментативные процессы. Именно поэтому особенно опасно попадание ртути в воду, поскольку в воде она преобразуется микроорганизмами в метилртуть и накапливается в больших количествах в тканях рыб. Попадание ртути в организм человека в виде паров или соединений, присутствующих в воде и пище, вызывает поражение нервной системы, почек, печени, желудочно-кишечного тракта. При вдыхании паров поражаются дыхательные пути. Предельно допустимые концентрации ртути составляют: 0,0005 мг/л для питьевой воды (СанПиН 1074-01); 0,0005 мг/л для природных вод (ГН 2.1.5.1315-03); 0,0003 мг/дм<sup>3</sup> для атмосферного воздуха (ГН 2.1.6.1338-03).

**Свинец.** Достаточно распространенный рассеянный металл, встречающийся как в воде, так и в почве. Поступление свинца в атмосферу в следствии жизнедеятельности человека происходит в виде тетраэтилсвинца, который добавляют в автомобильное топливо. Соответственно, это токсичное соединение присутствует в автомобильных выхлопах. Свинец выводится из организма достаточно медленно. Накапливается свинец в костях, что приводит к их разрушению, а так же в почках и печени. Особенно опасен для детей, так как при хроническом отравлении вызывает умственную отсталость. Предельно допустимые концентрации свинца составляют: 0,0003 мг/дм<sup>3</sup> в атмосферном воздухе (ПДК с.с., ГН 2.1.6.1338-03), 0,03 мг/л в питьевой воде (СанПиН 2.1.4.1075-01), 0,01 мг/л в природных водах (ГН 2.1.5.1315-03).

**Кадмий.** Достаточно рассеянный и редкий элемент. Техногенным источником кадмия в природных водах обычно являются сточные воды рудообогатительных предприятий, металлургических и химических производств. Кадмий медленно выводится из организма, поэтому его относят к кумулятивным, к накапливающимся ядам. Соединения кадмия высокотоксичны. Особенно пары оксида кадмия. В организме кадмий встраивается в белковые молекулы, нарушая их работу. В результате

поражается центральная нервная система, печень и почки, хроническое отравление приводит к анемии и разрушению костей, острое отравление может приводить к летальному исходу. Предельно допустимые концентрации кадмия: 0,001 в питьевой воде (СанПиН 1074-01); 0,001 в природных водах (ГН 2.1.5.1315-03)

### **Виды анализов воды на тяжёлые и токсичные металлы**

Существует несколько методик анализа воды на тяжелые металлы. Наиболее простым с точки зрения проведения анализа является многоэлементный анализ на атомно-эмиссионном спектрометре, позволяющий за один анализ получать данные о концентрациях всех элементов. Также существуют методики определения каждого элемента в отдельности — фотометрические, флуориметрические и др.

**Атомно-эмиссионная спектрометрия (АЭС)** — совокупность методов элементного анализа, которые основаны на изучении спектров испускания свободных атомов и ионов газовой фазы. Обычно эмиссионные спектры регистрируют в наиболее удобной оптической области длин волн приблизительно от 200 до 1000 нм.

**Фотометрический анализ (ФА)** - совокупность методов молекулярно-абсорбционного спектрального анализа, основанных на избирательном поглощении электромагнитного излучения в видимой, ИК и УФ областях молекулами определяемого компонента или его соединений с подходящим реагентом. ФА включает визуальную фотометрию, спектрофотометрию и фотоколориметрию. Последняя отличается от спектрофотометрии тем, что поглощение света измеряют в видимой области спектра, реже - в ближних УФ и ИК областях (т. е. в интервале длин волн приблизительно от 315 до 980 нм), а также тем, что для выделения нужного участка спектра (шириной 10-100 нм) используют не монохроматоры, а узкополосные светофильтры.

**Флуориметрический (люминесцентный) анализ** основан на измерении излучения (интенсивности или суммы света), который возникает в результате выделения избыточной энергии возбужденными молекулами анализируемого вещества.

Анализ воды на тяжелые металлы подразумевает определение концентраций ряда элементов. Некоторые из них являются токсичными для человека, другие же необходимы для жизнедеятельности организма, однако превышение их концентраций вредно для здоровья. Поэтому рекомендуется контролировать их содержание в воде.

В условиях лаборатории анализ питьевой воды лучше проводить с помощью фотометрического метода.

Для проведения анализа концентрации меди в питьевой воде потребуется 250 см<sup>3</sup> воды, для анализа свинца - 1 дм<sup>3</sup>, для анализа молибдена - 200 см<sup>3</sup>, для анализа железа - 200 см<sup>3</sup>, для анализа марганца - 1 дм<sup>3</sup> воды.

При фотометрическом колориметрировании меди используют синий светофильтр (=430 нм) и кювету с толщиной рабочего слоя 50 мм. Из измеренной оптической плотности исследуемой пробы вычитают оптическую плотность контрольной пробы.

Для построения градуировочного графика используют оптические плотности окрашенных стандартных растворов меди в воде. (по ГОСТ 4388-72. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди.)

Интенсивность окраски раствора свинца в воде измеряют фотометрически, пользуясь шкалой стандартных растворов, приготовленной в тех же условиях, что и исследуемая проба воды. Измерение оптической плотности проводят с зеленым светофильтром (=515 нм), используя кювету с толщиной рабочего слоя 2 см. Из найденных значений оптической плотности каждого раствора вычитают оптическую плотность холостого определения. (по ГОСТ 18293-72 Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра.)

С помощью шкалы стандартных растворов определяется содержание свинца  $\alpha = 0,031$  мг/дм<sup>3</sup>.

Оптическую плотность раствора молибдена в воде измеряют с голубым светофильтром (= 470-480 нм), используя кювету толщиной рабочего слоя 10 мм. (по ГОСТ 18308-72 Вода питьевая. Метод определения содержания молибдена.)

С помощью шкалы определяют концентрацию молибдена  $C = 0,052$  мг/дм<sup>3</sup>.

Измеряют оптическую плотность окрашенных растворов железа в воде, используя фиолетовый светофильтр (=400-430 нм) и кюветы с толщиной оптического слоя 2, 3 или 5 см<sup>3</sup>. Массовую концентрацию общего железа находят по градуировочному графику. (по ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа.)

С помощью градуировочного графика определяют концентрацию железа  $C = 0,0012$  мг/дм<sup>3</sup>.

Оптическую плотность стандартных растворов марганца в воде измеряют на фотоколориметре с зеленым светофильтром (=530 нм), используя кюветы с толщиной рабочего слоя 20-50 мм. (по ГОСТ 4974-72 Вода питьевая. Методы определения содержания марганца.)

С помощью стандартной шкалы определяют концентрацию марганца  $\alpha = 0,00012$  мг/дм<sup>3</sup>.

### Список используемой литературы

- 1) ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ КОЛЛОИДНЫХ ПАВ  
Боровская Л.В., Доценко С.П.  
Современные наукоёмкие технологии. 2010. №4.С.76-78
- 2) ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА  
(ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНИК) Данилин В.Н., Боровская Л.В., Шурай П.Е.  
Международный журнал экспериментального образования. 2009. №4 С.10
- 3) ФИЗКОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ (ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС) Боровская Л.В.  
Международный журнал экспериментального образования.2009.№4 С.9-10