

УДК 546.723

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ ОЗЕРА КРАСНОЕ

А.А. Мальцева, В.Э. Суровая

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева

Физико-химический анализ водных ресурсов является обязательной частью контроля качества водопользования. На сегодняшний день вопрос загрязнения водных ресурсов имеет глобальную проблему, решение которой всё ещё не найдено. Учёные постоянно придумывают новые методы очистки воды, однако пока что это может помочь только для очистки вод, используемых человеком [1].

Используя такие методы можно очистить определённые объёмы воды, но что делать с остальным мировым океаном? В мире живёт множество разновидностей живых существ, для жизнедеятельности которых тоже необходима вода. Именно поэтому вопрос о контроле и очистке водных ресурсов является крайне важным.

Вода – прозрачная жидкость, не имеющая в чистом виде ни вкуса, ни запаха, ни цвета. Синий цвет морей и озёр обусловлен присутствием в воде мелких твердых частиц. Вода (оксид водорода) имеет формулу H_2O и представляет собой простейшее устойчивое соединение водорода с кислородом [1-3].

Химически чистая вода обладает рядом свойств, резко отличающих ее от химических аналогов (гидридов элементов шестой группы периодической системы Менделеева) и других жидкостей. Эти особые свойства воды называют аномальными, так как большинство из них являются уникальными в природе.

Наличие в воде некоторых примесей определяет ее качество. Под качеством природной воды понимают совокупность ее свойств, обусловленных характером и концентрацией содержащихся в ней веществ. Поверхностные источники характеризуются большими колебаниями качества воды и количества загрязнений в отдельные периоды года.

Качество воды рек и озёр в большой степени зависит от интенсивности выпадения атмосферных осадков, таяния снега, а также загрязнения ее поверхностными стоками и сточными водами городов и промышленных предприятий [1-3].

Загрязнения, которые могут входить в состав воды: главные ионы (макроэлементы), тяжёлые металлы, нефтепродукты, растворённые газы, биогенные вещества, растворённые органические вещества, микроэлементы, бактерии и микроорганизмы.

Повышенное содержание трехвалентного (окисленного) железа в воде становится причиной развития железобактерий. Продукты жизнедея-

тельности железобактерий являются канцерогенами, они создают идеальную среду для развития кишечной палочки, гнилостных бактерий, и других микроорганизмов. А также высокое содержание железа отрицательно влияет на здоровье живых существ [4].

Объектом для исследований является вода озера Красное. Длина озера составляет 1,5 километров, а ширина 260 метров, глубина местами достигает 2,5 метров. Расположено в Ленинском районе между рекой Томь и Детской железной дорогой. Около озера находится оборудованный платный пляж, купание запрещено [5].

Озеро является бывшим отстойником, куда попадают ливневые сточные воды Ленинского района. Хотя гидравлически оно и связано с рекой, но водообмена в нем практически нет. Это озеро – зона рекреации у воды, но без каких-либо водных процедур [5].

Отбор проб воды озера Красное проводили согласно методике приведенной в [6].

В связи с условиями отбора было принято решение отбора пробы в количестве 1 штуки объёмом 1 дм³. Такая точечная проба характеризует состав воды в данное время в данном месте. Её получают однократным отбором требуемого количества воды.

На момент отбора озеро было покрыто не толстым льдом, и бурение скважины на тот момент, было не возможным, поэтому местом отбора пробы было выбрано на основании с техникой безопасности.

На озере каждый год подготавливают прорубь для купания на крещение, в этом месте лёд был особенно тонким, и забор пробы был легкодоступен. После проламывания льда, чистую стеклянную прозрачную бутыл несколько раз промыли исследуемой водой, после чего отобрали пробу с глубины 30-40см. Далее закрыли бутыл полиэтиленовой пробкой [6].

Содержание трехвалентного железа в воде определяют по ГОСТ 4011-72. Для анализа отбирали 50 см³ исследуемой воды и помещали в коническую колбу вместимостью 100 см³. Пробу при отборе не консервировали кислотой, поэтому к 50 см³ добавляли 0,20 см³ соляной кислоты плотностью 1,19 г/см³.

Пробу воды нагревали до кипения и упаривали до объема 35-40 см³. Раствор охлаждали до комнатной температуры, переносили в мерную колбу вместимостью 50 см³, ополаскивали 2-3 раза по 1 см³ дистиллированной водой, сливая эти порции в ту же мерную колбу. Затем к полученному раствору прибавляли 1,00 см³ хлористого аммония, 1,00 см³ сульфосалициловой кислоты, 1,00 см³ раствора аммиака (1:1), тщательно перемешивая после добавления каждого реактива [7].

Объем раствора в мерной колбе доводили до метки дистиллированной водой, оставляли стоять 5 мин для развития окраски. Измеряли оптическую плотность окрашенных растворов, используя фиолетовый светофильтр (400- 430 нм) и кюветы с толщиной оптического слоя 50 мм, по от-

ношению к 50 см³ дистиллированной воды, в которую добавлены те же реактивы.

Массовую концентрацию общего железа находили по градуировочному графику [7].

Содержание общего железа X , мг/дм³, рассчитывали по формуле:

$$X = A \cdot K$$

где A – оптическая плотность раствора с анализируемой пробой;

K – градуировочный коэффициент.

За результат анализа принимается среднеарифметическое число двух параллельных испытаний.

Повторяемость и погрешность результатов рассчитывается по формулам, представленным в таблице 1.

Таблица 1

Повторяемость и погрешность результатов исследований

Диапазон определения по методике (мг/дм ³)	Норматив оперативного контроля повторяемости, r	Характеристика погрешности, Δ (абс. ед.)
0,1-0,15	$0,30 \cdot X$	$0,30 \cdot X$
0,15-1,5	$0,25 \cdot X$	$0,25 \cdot X$
1,5-5	$0,18 \cdot X$	$0,18 \cdot X$
X – это найденное содержание общего железа в пробе		

В результате исследований оптической плотности получили значения для двух параллельных испытаний: $A_1 = 0,097$; $A_2 = 0,094$.

Содержание общего железа рассчитываем:

$$X_1 = 0,187 \times 2,02 - 0,01 \approx 0,368 \text{ мг/дм}^3$$

$$X_2 = 0,184 \times 2,02 - 0,01 \approx 0,362 \text{ мг/дм}^3$$

Среднее арифметическое значение:

$$\bar{X} = \frac{0,368 + 0,362}{2} = 0,365 \text{ мг/дм}^3$$

Расчёт погрешности результата анализа производится по формулам из таблицы 1.

$$\Delta = 0,25 \cdot 0,365 \approx 0,091 \text{ мг/дм}^3$$

Результат анализа можно представить в виде: $0,365 \pm 0,091 \text{ мг/дм}^3$.

По нормам СНИП содержание общего железа не должно превышать 0,3 мг/дм³.

В результате исследований содержания трехвалентного (окисленного) железа в воде озера Красное установили превышение показателей ПДК.

Превышение содержания железа может быть свидетельством начала паводка, так как проба была взята во время повышения температур окружающей среды.

Железо является тяжёлым металлом, выделяющимся с выхлопными газами машин и различных производств, оседая на поверхности льда и снежных покровов в течение зимнего сезона. При повышении температур окружающей среды начинается процесс таяния, вместе с этим концентрации различных веществ в воде могут увеличиваться.

Список литературы

1. Орлова Т.Н. Химия природных и промышленных вод. – Ярославль: ЯрГУ, 2013. – 120 с.
2. Аксенов В.И. Химия воды: аналитическое обеспечение лабораторного практикума. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014 — 140 с.
3. Алексеев, Л.С. Контроль качества воды. – М.: ИНФРА-М., 2004 – 154 с.
4. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология. – Минск: БГУ, 2011.
5. Красное, озеро [Электронный ресурс] // Открытое Кемерово, 2014 – URL: http://openkemerovo.ru/wiki/Красное,_озеро
6. Суrowая В.Э., Черкасова Е.В. Контроль качества материалов в химической технологии. – Кемерово: КузГТУ, 2021. – 103 с.
7. ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР: дата введения 1974-01-01: взамен ГОСТ 4011-48 – М.: Стандартиформ, 2010. – 7 с.