

Пути поступления марганца в открытый питьевой водоисточник и меры предупреждения его попадания в питьевую воду, подаваемую населению г. Каменска-Уральского

Т. А. Федотова, П. Л. Дудоров

Территориальный отдел Управления Роспотребнадзора по Свердловской обл. в г. Каменск-Уральском и Каменском р-не, филиал ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области» в г. Каменск-Уральский и Каменском районе

Резюме

С целью предупреждения поступления марганца в питьевую воду разводящей сети г. Каменска-Уральского были проведены исследования по выявлению путей поступления марганца в питьевую воду и причин неэффективности проектной технологии водоподготовки на очистных сооружениях города. В ходе динамических наблюдений и исследований сделаны выводы: о биохимическом характере загрязнения марганцем воды поверхностного водоисточника (Нижне-Сысертского водохранилища), необходимости применения дополнительных реагентов: кислородсодержащего окислителя перманганата калия, коагулянта оксидлорида алюминия, для полноты удаления марганца — гашеной извести; о необходимости проектирования и введения в действие верхнего водозабора в летний период; о продолжении применения гиперхлорирования два раза в год (весной и осенью) с целью обеззараживания трубопроводов и для предотвращения развития в них железистых и марганцевых бактерий. Применение этих мероприятий дало положительные результаты, а именно, получение питьевой воды стандартного качества.

Ключевые слова: питьевая вода, марганец, деманганация.

Наблюдаемое на протяжении многих лет сезонное (летом) повышенное содержание марганца в поверхностном источнике водоснабжения, Нижне-Сысертском водохранилище, в период «цветения» водоема не устраняется на очистных сооружениях города Каменск-Уральского применяемой проектной технологией водоподготовки, основанной на реагентной обработке воды хлором, коагулянтами и флокулянтами, осветлении методом отстаивания и последующей фильтрации через песчаную загрузку. Это приводит к повышенному содержанию марганца в питьевой воде разводящей сети г. Каменска-Уральского в концентрациях, превышающих нормативно-допустимые по СанПиН 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», ПДК в котором определена в количестве 0,1 мг/дм³.

Марганец необходим человеческому организму в минимальных дозах, которые поступают вместе с пищей. Длительное употребление человеком воды с повышенным содержанием

марганца, кроме цвета и неприятного вяжущего вкуса, приводит к накоплению его в организме и может быть опасно для здоровья человека. Избыточное накопление в организме марганца в первую очередь приводит к изменениям в центральной нервной системе [1].

При минеральном происхождении (подземные источники) технология водоочистки (безреагентная и реагентная), основанная на переводе растворимых двухвалентных соединений марганца в нерастворимые четырехвалентные типа $MnO_2 \cdot nH_2O$, дает возможность получать питьевую воду стандартного качества с высокой степенью очистки по этому показателю [2]. Однако в поверхностных водах марганец находится в форме устойчивых комплексных органических соединений гуминовых и жирных кислот, коллоидов и тонкодисперсных взвесей. Равновесный состав этой сложной водной системы постоянно меняется и зависит от множества факторов, в том числе и от времени года и, особенно, погодных условий в летний период [2, 3].

Динамические наблюдения и исследования, проведенные совместно со специалистами очистных сооружений МУП ПТО ЖКХ с 1999г., а в настоящее время — с ОАО «Водоканал», показали на значительный рост содержания марганца в водоеме в летний период при прогреве воды более 180°C. Причем концентрации марганца в

Дудоров Павел Леонтьевич — нач. территориального отдела Управления Роспотребнадзора по Свердловской обл. в г. Каменск-Уральском и Каменском р-не;

Федотова Татьяна Анатольевна — зав. лаб. контроля хим. факторов Филиала ФГУЗ «ЦГиЭ в Свердловской области» в г. Каменск-Уральский и Каменском р-не.

воде на глубине 9 м (в точке водозабора) превышали до 34 раз концентрации в воде с поверхности водоема. Измерение концентрации марганца проводилось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на базе санитарно-гигиенической лаборатории ФГУ ЦГСЭН [4, 5] и флуориметрическим методом [6] на базе химической лаборатории очистных сооружений фильтровальной станции МУП ПТО ЖКХ.

С увеличением содержания марганца в воде наблюдалось снижение содержания в ней растворенного кислорода с $14,0 \pm 0,48$ мг/дм³ в осенне-весенний период до $0,60 \pm 0,06$ мг/дм³ в период роста содержания марганца, а на глубине в точке водозабора практически до нуля [7].

Исследования привели нас к выводу о биохимической природе загрязнения воды, о появлении с прогревом воды и «цветением» водоема микроводорослей сине-зеленых диатомовых и темно-коричневых — железо-марганцевых бактерий, в продуктах жизнедеятельности которых образуются комплексные органические соединения марганца и железа.

В Нижнее-Сысертском водохранилище есть все благоприятные условия для развития микроорганизмов: р. Сысерть берет свое начало из болот, где образуется большое количество растворенных в поверхностной воде веществ, происходит разложение затопленной растительности, в том числе деревьев и кустарников, при создании искусственного ложа водохранилища. Рост микроводорослей происходит чрезвычайно быстро, также как и содержание марганца в воде и растворенного в ней кислорода [8]. Присутствие марганобактерий приводит динамическую водную систему в восстановительное состояние.

Снижение окислительно-восстановительного потенциала воды, присутствие органических веществ и гуминовых комплексов негативно сказываются на процессах оксидации марганца. Органические вещества и гуминовые комплексы являются восстановителями для Mn (IV) и образуют с ним устойчивые коллоидные соединения, которые могут растворяться при pH > 7,2. Наблюдается защитное действие гумусовых веществ, проявляющееся в способности некоторых коллоидов находиться в воде в небольших количествах и препятствовать выпадению содержащихся в ней взвесей [9]. Окислительную способность воды можно повысить добавлением сильного кислородсодержащего окислителя. Присутствие в воде аммонийного азота, нитратов также требует дополнительного количества окислителя необходимого для оксидации марганца [2].

Проведенные исследования и два самых теплых месяца (июль и август) 2003 г. позволили опробовать разные приемы водоочистки и обосновать следующие требования к водоподготовке:

1. О необходимости применения сильного окислителя, перманганата калия (KMnO₄), который окисляет Mn (II) до оксида марганца Mn (IV):

$$3 \text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$$

2. О применении в качестве коагулянта оксихлорида алюминия с небольшим содержанием в нем примеси железа — 0,26%.

3. Об известковании воды до pH 9,0-9,5 для обеспечения полноты удаления марганца (при этих значениях pH достигается максимальная скорость окисления).

4. О продолжении гиперхлорирования два раза в год (весна и осень) с целью обеззараживания трубопроводов и для предотвращения развития в них железистых и марганцевых бактерий;

5. О необходимости проектирования и введения в действие верхнего водозабора в период «цветения» водоема.

Применение временной технологии в 2004 г. в соответствии с п. 1-3 дополнительно к существующей системе водоподготовки дало возможность снабжать город в летний период питьевой водой стандартного качества, при этом содержание марганца в разводящей сети не превышало значений, временно разрешенных Главным государственным санитарным врачом РФ-0,50 мг/дм³.

Другие известные методы очистки («метод ионного обмена» с применением ионообменных соединений, «биохимический» с применением фильтров с марганец потребляющими бактериями, «озонирования» и др.) для города были отклонены в связи с высокой стоимостью и энергоемкостью.

Кроме этого, в 2005 и 2006 годах апробировано и применено использование верхнего водозабора в период «цветения» водоема. Это позволило очищать воду до стандартного качества без применения дополнительного окислителя — перманганата калия.

Литература

1. Исследования на наличие микроэлемента — Марганец. <http://micr22.narod.ru>
2. Кульский Л. А. Основы химии и технологии воды. Киев: Наукова Думка, 1991. 564.
3. Николадзе Г. И. Обработка подземных вод для хозяйственных нужд. Водоснабжение и сан. техника. 1998; 6.
4. ГОСТ Р 51309-99. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии.
5. ПНД Ф14.1.222-95. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов металлов в пробах природных и сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии.
6. ПНД Ф14.1.2:4.125-97. Мет. выполнения измерений массовой концентрации марганца в пробах природной, питьевой и сточной воды на анализаторе «Флюорат 02».
7. ПНД Ф14.1.2:101-97. Методика выполнения измерений содержания растворенного кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод йодометрическим методом.
8. Горюнова С. В., Ржанова Г. Н., Орманский Р. К. Сине-зеленые водоросли. М.: Наука, 1969. 340.
9. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии. М.: 1976. 380.