

Инженерное оборудование зданий и сооружений

УДК 628.1

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ В ЦЕЛЯХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

И.А. Арканова, Ф.П. Марышев

Рассмотрены технологии удаления бария, железа и марганца из подземных вод с целью подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды логистического комплекса ЗАО «Тандер». Представлен обзор последствий использования в питьевых целях воды, содержащей превышающие концентрации бария, железа и марганца.

Ключевые слова: очистка воды, барий, железо, марганец, подземные воды, химическая обработка.

Каждый объект капитального строительства, в котором предполагается присутствие людей, требует устройства системы водоснабжения для удовлетворения хозяйственно-питьевых, производственных и противопожарных нужд. Как правило, учитывая тот факт, что водные ресурсы загрязнены повсеместно, любая система водоснабжения, в свою очередь, требует создания системы водоподготовки. Так, в Свердловской области ведется проектирование и строительство логистического комплекса, который не является исключением. Водоснабжение данного объекта запроектировано из четырех артезианских скважин (2 рабочих, 2 резервных). Расчетный расход воды для хозяйственно-питьевых нужд составляет $10 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Согласно результатам лабораторных испытаний в пробах воды обнаружено превышение ПДК по 3 показателям (табл. 1).

Таблица 1
Показатели качества артезианской воды, превышающие ПДК

Наименование показателя	Результаты анализа, мг/л	Требования Сан-ПиН 2.1.4.1074-01, мг/л
Железо (общее)	0,46	0,3
Марганец	0,28	0,1
Барий	2,3	0,1

Снабжение водой такого качества для хозяйственно-питьевых целей недопустимо.

Барий как химический элемент принадлежит ко II группе периодической системы элементов Д.И. Менделеева, относится к щелочноземельным металлам. Барий встречается в природе только в виде соединений. Его содержание в земной коре составляет 0,065%. Наиболее распространенными бариевыми рудами являются барит (сульфат бария) и виверит (карбонат бария).

Известно, что барий не является жизненно важным элементом, однако при превышении содержания в организме он начинает поражать клетки крови, мышечные ткани, нейроны, ткани сердца и другие важные органы. Также барий может замещать ионы кальция в костной ткани, что приводит к остеопорозу. Это обусловлено тем, что растворимость фосфатов щелочноземельных металлов уменьшается в ряду $\text{Ca} - \text{Sr} - \text{Ba}$. [1]

Так как токсичной дозой для человека считается 200 мг Ва, а смертельной – около 1 г, то нормативные значения содержания бария в воде хозяйственно-питьевого назначения достаточно строги и составляют согласно рекомендациям ВОЗ – 0,7 мг/л. Российскими санитарными нормами установлено еще более жесткое значение ПДК по барию в воде – 0,1 мг/л [1, 2].

Железо и марганец присутствуют в большинстве вулканических пород, что обуславливает их распространенность на Урале. Превышение содержания в воде железа и марганца также негативно сказывается на здоровье людей и эксплуатации промышленного оборудования. Оксиды железа и марганца способны накапливаться и закупоривать водопроводные трубы, оставлять накипь на теплонапряженных поверхностях. В организме человека избыточное количество металлов накапливается в печени, почках, негативно сказывается на общем состоянии нервной системы.

Исходя из вышесказанного, необходимы разработка и применение надежных, эффективных и доступных по стоимости методов очистки воды от соединений железа, марганца, бария.

Нами были изучены и рассмотрены технологии подготовки исходной воды заданного качества для хозяйственно-питьевых целей. Из всего многообразия технологий следует выделить следующие 3 варианта:

Инженерное оборудование зданий и сооружений

1. Реагентная обработка воды (по патенту RU2377194 C1).

Способ очистки воды включает механическую фильтрацию с помощью механического фильтра, после чего воду подают в бак-аэратор. При подаче воды в бак-аэратор одновременно вводят сульфат натрия, который связывает соли бария, железа и марганца, начиная с момента его ввода. После прохождения режима аэрации воду при помощи насосов подают на повторную механическую очистку в напорных механических фильтрах. Завершающим этапом водоподготовки является обеззараживание на ультрафиолетовой установке [3].

2. Комбинированный метод очистки воды с применением реагента (сульфата натрия), рис. 1.

Способ очистки воды включает механическую фильтрацию с помощью механического фильтра 1, на котором задерживаются крупные частицы. Затем воду подают на фильтр-обезжелезиватель 2 для удаления окисленной формы железа и марганца, внутри которого находится каталитическая загрузка. Далее вода направляется на установку умягчения 4, которая частично снижает содержание бария. В камере смешения 6 происходит смешение исходной воды с реагентом (сульфатом натрия). В результате взаимодействия ионов бария с сульфатом натрия барий пере-

ходит в труднорастворимый осадок – сульфат бария ($Ba^{2+} + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2Na^+$), после чего вода поступает на повторную очистку на механический фильтр 7, на котором помимо задержания сульфата бария происходит сорбционная доочистка воды (загрузка – обезвоженный алюмосиликат). Обеззараживание воды происходит на ультрафиолетовой установке.

Спецификация данного оборудования представлена в табл. 2.

3. Комбинированный метод очистки воды с использованием обратного осмоса (рис. 2).

Способ очистки воды включает механическую фильтрацию с помощью механического фильтра 1, на котором задерживаются крупные частицы. Затем воду подают на фильтр – обезжелезиватель 2 для удаления окисленной формы железа и марганца, внутри которого находится каталитическая загрузка. Далее вода направляется на установку умягчения 4. Для снижения концентрации бария вода направляется на систему обратного осмоса 6, где вода разделяется при помощи полупроницаемых мембран на 2 потока: фильтрат и концентрат. Завершением очистки воды по данной схеме является обеззараживание на ультрафиолетовой установке [4].

Спецификация данного оборудования представлена в табл. 3.

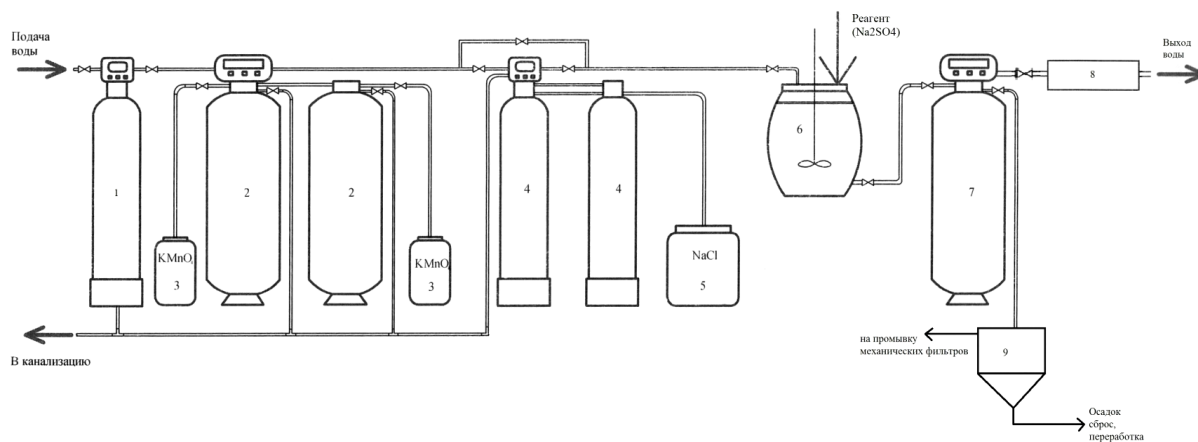


Рис. 1. Технологическая схема водоподготовки с применением реагента

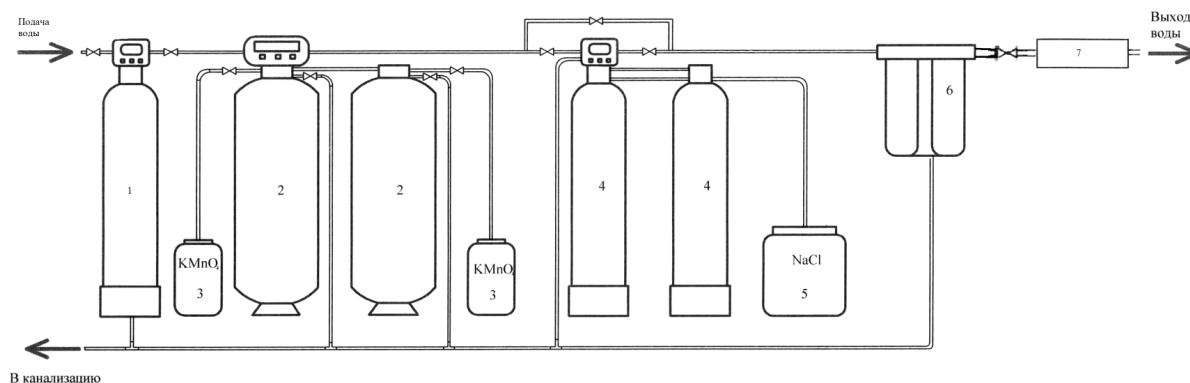


Рис. 2. Технологическая схема водоподготовки с применением обратного осмоса

Таблица 2
Спецификация оборудования

№	Наименование	Примечание	Степень очистки
1	Механический фильтр		Первая
2	Обезжелезиватель		Вторая
3	Баки с реагентами	Реагент $KMnO_4$	
4	Установка умягчения		Третья
5	Баки с реагентами	Реагент $NaCl$	
6	Камера смешения	Реагент Na_2SO_4	Четвертая
7	Механический фильтр	Загрузка – обезвоженный алюмосиликат	Пятая
8	Ультрафиолетовая установка		Обеззараживание
9	Бак промывных вод		

Таблица 3
Спецификация оборудования

№	Наименование	Примечание	Степень очистки
1	Механический фильтр		Первая
2	Обезжелезиватель		Вторая
3	Баки с реагентами	Реагент $KMnO_4$	
4	Установка умягчения		Третья
5	Баки с реагентами	Реагент $NaCl$	
6	Обратноосмотическая установка	Реагент Na_2SO_4	Четвертая
7	Ультрафиолетовая установка		Обеззараживание

Таким образом, в данном случае наиболее приемлемым методом очистки воды от бария, железа и марганца является комбинированный метод с применением реагента. Это обуславливается отличительными особенностями этого метода, которые позволяют:

- повысить эффективность удаления из воды железа и марганца (за счет применения фильтров-обезжелезивателей);
- полнее использовать способность сульфата натрия вступать в реакцию с ионами бария;

– снизить расходы на очистку воды, так как на 2-й ступени механической очистки используются природные алюмосиликаты (одни из самых дешевых материалов, обладающих сорбционными свойствами).

В результате обработки воды по данной технологии мы получаем осадок в виде сульфата бария ($BaSO_4$), который задерживается на загрузке механических фильтров, загруженных алюмосиликатом. При обратной промывке фильтров в промывных водах будет находиться преимущественно сульфат бария, откуда его можно извлечь стандартными методами обработки осадков природных вод (в отличие от реагентной обработки воды по патенту RU 2377194 С1, где сульфат бария в промывных водах находится в смеси окислов железа и марганца, что значительно затрудняет его извлечение). Это рационально, поскольку сульфат бария широко используется в химической промышленности, производстве строительных материалов, медицине и прочих отраслях промышленности. Например, сульфат бария используется для таких целей:

- как цветовой компонент в пиротехнике;
- в качестве рентгеноконтрастного вещества;
- как белый пигмент-наполнитель для красок, пластмасс;
- для варки специального сорта стекла – применяемого для покрытия урановых стержней;
- при производстве некоторых огнеупорных материалов [5].

Литература

1. Официальный сайт ООО «Центр Водных Технологий» – <http://www.water.ru/bz/param/barium.shtml>.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 96 с.
3. Описание изобретения к патенту RU 2377194 С1. – М., 2010.
4. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. В 3 т. / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – М.: Изд-во АСВ, 2004.
5. Карелин, В.А. Водоподготовка / В.А. Карелин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 458 с.

Аркинова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), vivsusu@mail.ru

Марышев Федор Павлович, студент, Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), Fedor_Geography@mail.ru

Поступила в редакцию 2 июля 2014 г.

MODERN WATER TREATMENT TECHNOLOGY FOR DRINKING WATER SUPPLY

I.A. Arkanova, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, vivsusu@mail.ru

F.P. Maryshev, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, Fedor_Geography@mail.ru

The technology of barium, iron, and manganese removal from the groundwater to supply water for drinking needs of the logistics center ZAO "Tander" in Pervouralsk is considered. An overview of the consequences of drinking water that contains excessive concentrations of barium, iron and manganese is provided.

Keywords: Water treatment, barium, iron, manganese, groundwater, chemical treatment.

References

1. Oficialniy sait OOO «CentrVodnyxTexnologiy» [Official site of Water Technology Centre]. Available at: <http://www.water.ru/bz/param/barium.shtml>
2. SanPiN 2.1.4.1074-01. Pityevaya voda. Gigienicheskiye trebovaniya k kachestvu vody centralizovannykh sistem pityevogo vodosnabzheniya. Kontrol kachestva» [Drinking water Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply. QA]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 96 p.
3. Opisaniye izobreteniya k patent [Description of the patent]. Patent RU, no. 2377194 C1, 2010.
4. Zhurba M.G., Sokolov L.I., Govorova Zh.M. Vodosnabzheniye. Proektirovaniye sistem i sooruzheniy [Water supply. Designing systems and structures]. Moscow, Association Building universities Publ., 2004. 756 p.
5. Karelin V.A. Vodopodgotovka [Water conditioning]. Tomsk, Tomsk Polytech. Univ. Publ., 2012. 458 p.

Received 2 July 2014