

Выводы

Изменение годовых сумм осадков и суммарного испарения с поверхности речного бассейна за исследуемый ретроспективный период (1952/53–2006/07 годы) имеет тенденцию к увеличению. Величины трендов составляют 19 мм/10 лет и 8 мм/10 лет.

Период с 1952 по 1975 год соответствует снижению естественной увлажненности бассейна Верхнего Дона, тогда как с 1976 по 2006 год наблюдается общая тенденция к увеличению годовых сумм атмосферных осадков. Речной сток за период с 1952 по 1965 год представляет собой фазу повышенной водности, а затем наступает период устойчивого маловодья (до 2002 года). Начиная с 2003 года речной сток имеет тенденцию к росту. Суммарное испарение повторяет тенденцию, свойственную колебаниям суммарных атмосферных осадков. Повышение речного стока подтверждается изменением бассейновых влагозапасов в сторону их сработки, хотя начиная с 1975 года наблюдается

наполнение бассейновых влагозапасов.

1. **Исмайылов Г. Х., Федоров В. М.** Межгодовая изменчивость и взаимосвязь элементов водного баланса бассейна реки Волги // Водные ресурсы. – 2008. – Т. 35. – № 3. – С. 259–276.

2. **Исмайылов Г. Х., Федоров В. М.** Оценка возможных изменений элементов годового водного баланса бассейна Волги // Природообустройство. – 2010. – № 5. – С. 58–64.

Материал поступил в редакцию 17.04.11.

Исмайылов Габил Худуш оглы, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Гидрология, метеорология и регулирование стока»

Тел. 8 (499) 976-23-68

E-mail: Ism37@mail.ru

Муращенко Наталья Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Гидрология, метеорология и регулирование стока»

Тел. 8 (499) 976-23-68

УДК 502/504:628.16

Л. С. АЛЕКСЕЕВ, Е. В. ГЛАДКОВА

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный аграрный заочный университет»

ОЧИСТКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ОТ СТАБИЛЬНОГО СТРОНЦИЯ

Оценен способ очистки воды от стабильного стронция, основанный на электрохимическом воздействии на воду и осаждении стронция в виде карбоната. В диапазоне предварительно исследованных значений концентраций стронция (до 50 мг/л) этот способ позволяет снизить его содержание до 2...5 мг/л при предельно допустимом значении 7 мг/л.

Подземные воды, очистка воды от стронция, электрохимия.

The method of water cleaning from stable strontium was assessed by the authors which was based on the electrochemical action on water and strontium sedimentation in a form of carbonate. In the range of the preliminarily studied values of strontium concentrations (up to 50 mg/l) this method allows to decrease its content up to 2...5 mg/l under the maximum permissible level 7 mg/l.

Underground water, water cleaning of strontium, electrochemistry.

Источниками стронция в природных водах являются горные породы, наибольшее количество его в гипсоносных отложениях. Массовая доля стронция в земной коре $3,4 \cdot 10^{-2} \%$. Всего известно 25 минералов, содержащих стронций. Собственно стронциевых из них два: целестин SrSO_4 и стронцианит SrCO_3 . Кроме того, в водоисточники стабильный стронций может попадать со сточными водами металлургии, электротехнического, стекольного, керамического и свеклосахарного производства.

В пресных водах концентрация стронция обычно намного ниже 1 мг/л. Встречаются районы с повышенной концентрацией этого иона в водах. Из солей стронция хорошо растворимы в воде галогениды (кроме фторида), нитрат, ацетат, хлорат; трудно растворимы карбонат, сульфат, оксалат и фосфат.

Термин «жесткость» используется для описания суммарной концентрации кальция, магния и стронция в эквивалентном выражении. Стронций, близкий к кальцию по химическим свойствам, резко отличается от него по своему биологическому действию. Длительное употребление воды с повышенным содержанием Sr приводит к развитию заболеваемости среди детского и взрослого населения. На организм человека стронций оказывает токсическое действие как нервный и мышечный яд. Гидроксид стронция вызывает ожоги слизистой оболочки и кожи. Попадание солей стронция пероральным путем приводит к кишечно-желудочным расстройствам и параличам. При избытке стронция в организме теплокровных поражается прежде всего костная ткань, печень и кровь. Наиболее характерные эффекты токсического действия стронция – «стронциевый рахит» и «уровская болезнь» (по названию реки Уров в Восточном Забайкалье), проявляющиеся в повышенной ломкости и уродстве костей. Лимитирующий показатель вредности стронция – санитарно-токсикологический. Стронций и фтор при воздействии на живые организмы являются антагонистами. Поэтому повышение содержания стабильного стронция в питьевой воде, содержащей фтор, снижает и уменьшает величину риска появления заболеваний в

организме людей.

Проблема очистки воды от стабильного стронция в последнее десятилетие стала очень актуальной в связи с вовлечением в питьевое водоснабжение Российской Федерации больших объемов артезианской воды водоносных горизонтов с содержанием стабильного стронция, в 5–20 раз превышающим предельно допустимое 7 мг/л. Это межпластовые воды Московского артезианского бассейна, территории которого охватывают Московскую, Смоленскую, Тульскую, Калужскую, Калининскую, Ярославскую, Владимирскую, Рязанскую области, частично Мордовию. Повышенные концентрации стабильного стронция обнаружены в скважинах Архангельской, Воронежской областей, Нижнем Новгороде и др. Установлена закономерная тенденция увеличения содержания стронция вглубь.

Из-за относительной новизны проблемы рубрика с наименованием «стронций» в классификаторе патентов по водоподготовке отсутствует. При решении задачи умягчения воды, несмотря на обширную литературу, стронций практически не упоминается.

Из методов очистки от стабильного стронция возможно отметить фильтрационный с применением клиноптилолита в Na^+ -ионной форме [1]. Способ требует значительного количества химических реагентов (на регенерацию загрузки фильтров при производительности установки $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ затрачивается 30...60 т/год кальцинированной соды). Способ пока не имеет промышленного внедрения. Для метода умягчения характерен большой расход реагентов (коагулянта, флокулянта, извести и др.), массовая доля которых составляет 150...300 % от содержания стронция и кальция, значительные количества образующегося шлама, что усложняет и удорожает процесс очистки. Способы обратного осмоса и электродиализа не селективны, образуется большое количество концентратов, содержащих стронций, которые необходимо очищать, например, методом дистилляции, что экономически не оправдано.

Научно-исследовательский институт водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной

гидрогеологии (НИИ ВОДГЕО) совместно с Научно-исследовательским и конструкторским институтом энерготехники имени Н. А. Доллежала (НИКИЭТ) предварительно оценили способ очистки воды от стабильного стронция, основанный на электрохимическом воздействии на воду и осаждении стронция в виде карбоната. В диапазоне предварительно исследованных значений концентрации стронция (до 50 мг/л) этот способ позволяет снизить его содержание до 2...5 мг/л. В процессе электрохимической очистки вода проходит через ряд емкостей, где подвергается воздействию сильного электрического поля, которое разрушает органические вещества, уничтожает микроорганизмы, удаляет ионы тяжелых металлов, в том числе стронций.

Для решения задачи очистки воды от стабильного стронция электрохимический метод является более перспективным – он безреагентен, экономичен, технология электрохимической очистки может быть легко автоматизирована, количество образующегося шлама минимальное [2]. Кроме того, практически вся обрабатываемая вода направляется потребителю. В результате проведенных испытаний по очистке реальной подземной воды (город Егорьевск, Московская область) от стабильного стронция достигнутый эффект составляет 93...97 %.

На предприятии «Астраханская нефтегазовая компания» для очистки воды от ионов стронция используются опоки Астраханской области, обладающие высокой сорбционной емкостью по отношению к стронцию [3].

Выводы

Проблема, связанная с повышенным содержанием стабильного стронция в пи-

тывеюй воде, в наши дни очень актуальна. Это связано с увеличением потребления и истощением водоносных горизонтов, а также с ускорением выщелачивания минералов из-за увеличения кислотности осадков.

Способ очистки питьевой воды от стабильного стронция, основанный на электрохимическом воздействии на воду и осаждении стронция в виде карбоната, оценивается в качестве перспективного.

1. Способ очистки питьевой воды от стронция: патент 2032626 (13) С1 Рос. Федерация. – № 4953765/26; / В. А. Никашина, Е. В. Зайцева. – Патентообладатель: Институт геологии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАН; заявл. 06.28.91.; опубл. 04.10. 95.

2. Зухурова М. А. Электрохимическое поведение стронция (II) в водно-спиртовых растворах: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04. – Душанбе: Таджикский национальный университет, 2009. – 165 с.

3. Санджиева Д. А. Сорбционное концентрирование стронция на природных минеральных сорбентах как основа очистки природных и сточных вод: дис. ... канд. хим. наук : 03.00.16. – Астрахань: Астраханский государственный университет, 2005. – 125 с.

Материал поступил в редакцию 14. 11. 11.
Гладкова Елена Валентиновна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Гидравлика и водохозяйственные сооружения»

E-mail: eiovv@rgazu.ru

Алексеев Леонид Сергеевич, доктор технических наук, профессор

Тел. 8 (495) 521-24-43