

¹Е.Н. Сквалецкий, ²А.А. Донецкова

¹E.N. Skvaletsky, ²A.A. Donetskova

¹Отдел геоэкологии ОНЦ УрО РАН, ²Оренбургский государственный университет
¹Department of Geoecology Orenburg Research Center, UB RAS, ²Orenburg State University

О ВЛИЯНИИ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ЧЕЛОВЕКА В ОРЕНБУРЖЬЕ ABOUT INFLUENCE OF QUALITY OF UNDERGROUND WATERS ON THE PERSON IN THE ORENBURG REGION

Аннотация. Охарактеризовано качество подземных питьевых вод по обобщенным показателям по санитарным нормам и правилам на водозаборах Оренбургской области. Показаны возможные проблемы состояния здоровья населения, связанные с потреблением некачественной питьевой воды.

Abstract. Quality of underground potable water on the generalized indicators on sanitary rules and norms on water intakes of the Orenburg region is characterized. Possible problems of a state of health the population connected with consumption of poor-quality potable water are shown.

Среди полезных ископаемых пресная подземная вода занимает одно из первых мест. Как известно, без пресной воды невозможна жизнь на земле, именно поэтому проблема пресной воды имеет особо актуальное значение. Использование пресных вод увеличивается с ростом численности населения, развитием промышленности. В решении проблем водообеспечения важную роль играют подземные воды. Увеличение объемов использования пресных подземных вод неуклонно приводит к изменению их качества, как при эксплуатационном водоотборе за счет подтягивания некондиционных вод, так и в результате промышленных, сельскохозяйственных и бытовых загрязнений. По мнению экспертов ООН недостаток качества питьевой воды является главным дефицитом для человечества в XXI веке. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) на долю техногенных факторов, ухудшающих состояние окружающей среды, включая питьевую воду, приходится в среднем 30 % вклада в суммарное здоровье населения [1].

Питьевая вода должна быть безопасной в эпидемическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Этим качеством в большей мере отвечают подземные воды (ПВ), которые согласно нормативам должны быть первоочередными источниками хозяйственно-питьевого водоснабжения. В РФ потребность в питьевой воде на 45 % удовлетворяется за счет подземных вод. На Южном Урале объем использования подземных вод выше, в т.ч. в Оренбуржье он составляет 88-90 %. Общий отбор ПВ в области в 2010 г. составил 526,3 тыс. м³/сут и по сравнению с 1990-1995 гг. снизился в 2,2 раза, в т.ч. в системе централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения – в 2,03 раза (с 717,8 до 339,5 тыс. м³/сут) или с 311,0 до 160,5 л/сут на 1 человека). Основная часть (74-76 %) ПВ для хозяйственных целей используется из аллювиального водоносного горизонта (аQ), 16 % – из верхнепермского водоносного комплекса (P₃), из остальных горизонтов – по 1,0-3,0 %.

Вещества, поступающие в организм человека с питьевой водой, делятся на 3 группы: *макроэлементы*, составляющие 99 % элементного состава человеческого организма (С, О, Н, N, Са, Mg, Na, К, S, Cl, P); *микроэлементы*, необходимые для функционирования в организме человека в следовых количествах (Fe, Mn, J, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, As, F, Al, B, Br), но создающие токсические эффекты в больших дозах; *контаминанты*, вещества или соединения, не имеющие физиологического значения для организма человека, но вредные для него (к ним относятся токсичные элементы и их соединения – ртуть, кадмий, свинец, бериллий, пестициды, диоксины,

нефтепродукты, ПАВ, фенолы и др.).

В соответствии с Санитарными Нормами (СанПиН 2.1.4.1074-01) далее рассматриваются соединения и показатели, наиболее характерные для подземных питьевых вод Оренбуржья.

Обобщенные показатели. К обобщенным показателям, отражающим интегральное содержание соединений в питьевой воде, относятся общая минерализация, общая жесткость, окисляемость перманганатная, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и фенольный комплекс.

Общая минерализация (сухой остаток) характеризует суммарное содержание солей в питьевой воде и относится к важному фактору жизнедеятельности человека. Стандартами ВОЗ и СанПиН РФ лимитируется только верхний уровень общей минерализации – 1000 мг/дм³, и 1500 мг/дм³ по разрешению органов Роспотребнадзора. У лиц более 2-х лет употреблявших питьевую воду с высоким сухим остатком 3000 мг/дм³, как правило, отмечают склонности к гипертензивным состояниям, сужениям сосудов, а также изменениями в водно-солевом равновесии [2]. Потребление воды с минерализацией до 2000 мг/дм³ ускоряет процессы старения организма человека. Нижним пределом минерализации питьевой воды считается 500-600 мг/дм³ [3], хотя мнения по этому вопросу противоречивы.

Согласно данным [4, 5, 6] в Оренбуржье в зоне активного водообмена, где формируется большая часть ресурсов пресных подземных вод, широко развиты воды сульфатного и содового типов. В сульфатных водах, где наиболее широко распространен сульфатно-натриевый подтип, при минерализации <0,9 г/дм³ воды характеризуются преимущественно гидрокарбонатным анионным составом с преобладанием кальция и магния. В диапазоне минерализации 0,9-1,6 г/дм³ в анионной части доминируют сульфаты, среди катионов – натрий и кальций (магний). С ростом минерализации до 1,6 г/дм³ и более состав воды становится преимущественно хлоридным натриевым.

В водах содового типа сухой остаток колеблется от 0,36 до 0,95 г/дм³, специфическими компонентами являются NaCl, Na₂CO₃ и Na₂SO₄, а химический состав имеет вид – HCO₃-Cl(SO₄)-Na-Ca. Основной вклад в общую минерализацию воды вносят сульфаты и хлориды.

По данным Государственного мониторинга геологической среды [7] за период 1997- 2006 гг. на действующих водозаборах подземных вод общая минерализация воды является показателем, часто превышающим нормативные требования. Контроль сухого остатка по 71 крупному водозабору показал, что в 21 из них сухой остаток периодически превышал норму и составлял 1100-1480 мг/дм³ (1,1-1,5 ПДК). В Оренбурге к числу таких водозаборов относятся Уральский Подруслевой, водозаборы РТИ, Сакмара-1, Авиагородка; в Бузулуке – Красногвардейский, в Бугуруслане – Михайловский и др.

В сельской местности, по данным выборочного контроля, превышение сухого остатка до 1840 мг/дм³ (1,8 ПДК) на западе области отмечалось в Бузулукском, Александровском, Тоцком, Илекском, Оренбургском, Саракташском, Беляевском районах, а на востоке в Кваркенском, Новоорском, Адамовском, Домбаровском, Светлинском, Ясенском районах [8]. Превышение сухого остатка наблюдалось в 22,5 % населенных пунктов, то есть в каждом четвертом или пятом из общего их числа, равного 1575.

Рост сухого остатка в аллювиальных водоносных горизонтах закономерно происходит по потоку подземных вод. В среднем течении долины р. Урал (Ириклинское водохранилище) сухой остаток составляет 0,35-0,5 г/дм³; на отрезке нижнего течения в районе с. Беляевка – 0,5-0,8 г/дм³, и далее по течению в г. Оренбург – 0,6-0,9 г/дм³, в с. Илек – 0,7-0,96 г/дм³, иногда 1,1 г/дм³. В долине Сакмары в районе г. Кувандык сухой остаток 0,30-0,45 г/дм³, в г. Оренбург – 0,5-0,6 г/дм³. В верховье

Самары (г. Переволоцк) минерализация воды 0,3-0,4 г/дм³, ниже по течению в г. Сорочинск – 0,4-0,7 г/дм³, в г. Бузулук (Красногвардейский водозабор – от 0,7-0,9 до 1,15 г/дм³). В среднем за год общая минерализация воды в реках и в аллювиальном водоносном горизонте, обеспечивающих соответственно 10-12 % и 73-75 % объема питьевого водоснабжения, не превышает ПДК, и только в реках Чаган и Бузулук достигает значений 1,3-2,7 ПДК.

Общая жесткость обусловлена наличием катионов Са+Mg и оказывает существенное воздействие на здоровье человека. Согласно норм РФ общая жесткость питьевой воды ограничена значением 7 мг-экв/дм³. В отношении влияния жесткости воды на состояние здоровья человека мнения отечественных и зарубежных исследователей неоднозначны. Установлена повышенная распространенность язвенной болезни в группе, потреблявших воду с повышенной минерализацией и жесткостью [9]. В соседней Самарской области у населения, употреблявшего жесткую воду, отмечалось отложение солей в мочевыводящих путях, изменение водно-солевого и белково-липидного обмена [3]. Считается, что повышенная жесткость воды нарушает функции печени, вызывает колиты, гастрит, язвенную болезнь, снижает кислотность желудочного сока, вызывает болезни мочевыводящих органов, мочекаменную болезнь, ошлакованность организма, желудочные заболевания.

В Оренбуржье превышение нормативной величины жесткости является наиболее часто встречающимся нарушением питьевых норм и, как правило, тесно связано с ростом общей минерализацией воды. На основных водозаборах областного центра в долине р. Урал жесткость воды периодически превышает 7,0 мг-экв/дм³, в т.ч. и на таких, которые характеризуются неплохим качеством – Ивановский, Южно-Уральский. В отдельные годы превышение общей жесткости наблюдается на береговых водозаборах р. Сакмара (Ново-Сакмарский, Маяк). Подобное явление отмечается также на водозаборах Бугурусланского, Бузулукского, Курманаевского, Илекского, Первомайского, Акбулакского и других районов.

Окисляемость воды характеризует общее количество в воде органических соединений, окисляемых KMnO₄. ПДК окисляемости в питьевой воде 5 мг/дм³ O₂. В основном подземные воды Оренбуржья характеризуются окисляемостью 1,5-3,0 мг/дм³ O₂. При попадании в подземные воды сбросных, канализационных, других загрязнителей окисляемость может повышаться на 1-2 порядка.

Окисление таких органических веществ, как сине-зеленые водоросли, все более широко распространяющихся в водах Оренбуржья, вызывает появление ядовитого вещества диоксин, который принадлежит к циклическим соединениям и признан абсолютным ядом. Действие его как яда сильнее цианидов, стрихнина и др. По данным В.С. Самариной и др. [4], диоксин, попав в геологическую среду, разрушается очень медленно. Несмотря на распространенность и большую ядовитость, диоксин пока в массовом порядке в питьевых водах не изучается. Формирование диоксина происходит при хлорировании вод, содержащих фенолы (хлорирование в Оренбуржье является практически единственным методом обеззараживания питьевой воды). Канцерогенная и мутагенная опасность продуктов хлорирования вод подтверждена исследованиями С.П. Сайченко и др. [10].

Нефтепродукты ухудшают органолептические свойства воды, придают ей неприятный запах и вкус, ПДК нефтепродуктов – 0,1 мг/дм³. В состав нефтепродуктов входит бензапирен – циклический углеводород, ПДК которого 0,005 мг/дм³. Он относится к числу канцерогенов и отрицательно влияет на центральную нервную систему, генетическую наследственность, замедляет образование кровяных телец и т.д. Фоновое содержание нефтепродуктов в незагрязненных подземных водах находится на ничтожно малом уровне – на несколько порядков ниже ПДК. В подземные воды, прежде всего, попадают бензин, керосин, дизельное топливо, нефть, обладающие малой вязкостью и заметной растворимостью. По данным газохроматографических

исследований в истинный раствор переходят в основном мооядерные ароматические углеводороды (бензол и его гомологи C_7-C_9). Эти углеводороды высокотоксичны. Общая молекулярная растворимость топлив высокая (mg/dm^3): для бензина 5-505, керосина 2-5, дизельного топлива 8-22, нефти 10-20. В присутствии природных и техногенных поверхностно-активных веществ (гумусовые соединения, жирные кислоты) растворимость топлив может повышаться.

При проектировании и строительстве бензо-газопроводных станций и других предприятий – потенциальных загрязнителей водной среды, предусматривается ведение мониторинга за химическим составом подземных вод, содержанием нефтепродуктов, фенолов, ПАВ. Однако, методы аналитического контроля нефтепродуктов сложны и слабо разработаны. Данных о деградации нефтепродуктов в подземных водах также мало, в связи с чем нельзя исключить появление более токсичных и опасных для здоровья человека веществ, чем исходные.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Наличие ПАВ в коммунальных сточных водах осложняет их биологическую очистку, а также эффективность очистки от тяжелых металлов и способствует, в конечном итоге их проникновению в водопроводную сеть [2]. Как показала практика, очистка сточных вод, содержащих ПАВ, на полях фильтрации ведет к проникновению их в подземные воды, при этом они переводят в растворенное состояние жидкие и твердые загрязнители, содержащиеся в сточных водах (масла, нефтепродукты, углеводороды, канцерогенные вещества и др.). Норма содержания ПАВ – $0,5 mg/dm^3$.

Фенолы, как и нефтепродукты, ухудшают органолептические свойства воды, сообщая ей неприятный запах и вкус. Некоторые производные фенола образуют на воде пленку, которая препятствует нормальной аэрации воды. ПДК фенола в питьевой воде составляет $0,25 mg/dm^3$. Фенолы делят на две группы – нелетучие и летучие, последние наиболее опасны, поскольку характеризуются широким распространением и способны легко мигрировать в воде. Некоторые фенолы представляют собой сильные яды, обладающие одновременно выраженным раздражающим и прижигающим действием. При попадании в организм в повышенных количествах они называют тяжесть в голове, тошноту, обморочное состояние [2]. В Оренбуржье наиболее крупная катастрофа связана с массовым выбросом фенолов в р. Урал в 1990 г. в результате аварии на Орском нефтеперерабатывающем заводе. Производные фенола – диоксин, хлорорганические соединения отравили не только речные воды в Оренбурге, Новотроицке, Беляевке, но и подземные воды аллювиального горизонта, где зафиксировано их аномальное содержание.

Таким образом, проблема качества питьевой воды в Оренбуржье очевидна. Решение ее должно основываться на изучении динамики химического состава питьевой воды в рамках всех уровней мониторинга (локального, регионального, федерального). Результаты наблюдений, достоверные прогнозы позволят управлять качеством подземных вод при эксплуатации водозаборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Принципы и методы оценки токсичности химических веществ. Ч. 1, ВОЗ. Женева. 1981. 312 с.
2. Рыбальский Н.Г. и др. Экология и безопасность (справочник). Т. 2, Ч. II. Вода. М: Минздрав РФ. 1993
3. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин М.А. и др. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. 408 с.
4. Самарина В.С., Гаев А.Я., Нестеренко Ю.М. и др. Техногенная метаморфизация химического состава природных вод (на примере эколого-гидрогеохимического картирования бассейна реки Урал, Оренбургская область).

Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1999. 444с.

5. Сквалецкий Е.Н. К оценке ресурсов и использования подземных вод Оренбуржья// Водные ресурсы, геологическая среда и полезные ископаемые Южного Урала. Оренбург: Изд-во ОГУ, 2000. С. 14-35.

6. Шевцова Л.Ф. Булгаков А.В. Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод и обеспеченность ими народного хозяйства Оренбургской области// Водные ресурсы, геологическая среда и полезные ископаемые Южного Урала. Оренбург: Изд-во ОГУ, 2000. С. 35-40

7. Зинченко Л.Е., Кизима М.В. и др. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Оренбургской области. Вып. 1-10. ОАО «Компания вотемиро». Оренбург, 1997-2006.

8. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды в Оренбургской области в 2002-2008 гг. Госкомитет по природоохранной деятельности Оренбургской области. Оренбург, 2002-2008 гг.

9. Рахманин Ю.А., Румянцев Г.И, Новиков С.М. Методологические проблемы диагностики и профилактики заболеваний, связанных с воздействием окружающей среды // Гигиена и санитария. 2001. №5. С. 3-7

10. Сайченко С.П., Никонов Б.И. и др. О канцерогенной и мутагенной опасности продуктов хлорирования питьевых вод // Гигиена и санитария. 1997. №6. С. 62-64