

Влияние сезонных изменений на количественные показатели качества природных вод Пензенской области

А. А. Шумкина, К.Н. Креськина

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Аннотация: Проведено исследование качества питьевой воды (родниковой и централизованного водоснабжения). Определение жесткости и щелочности воды проводилось методами титриметрического анализа в химической лаборатории. Установлена зависимость этих параметров в осенний и весенний период. Пределы изменения значений жесткости воды составляют 3,4 - 9,9 ммоль/л осенью, 3,2 – 9,8 ммоль/л весной. Большинство исследуемых природных вод относятся к водам средней жесткости и жесткой, следовательно, возникает необходимость в умягчении воды. Пределы изменения щелочности воды составляют 0,6 - 5,1 ммоль/л осенью, 0,8 – 5,3 ммоль/л весной. Значения щелочности всех проб находятся в рамках норм предельно допустимой концентрации (ПДК). Проведен сравнительный анализ результатов исследования, устанавливающий зависимость жесткости и щелочности воды в разные сезоны. Значения жесткости воды уменьшаются в период паводка, значения щелочности в этот период, наоборот, увеличиваются.

Ключевые слова: щелочность, жесткость, методы титриметрического анализа, природная вода, умягчение, осенний период, весенний период.

Жизненно важным компонентом, обеспечивающим полноценную работу организма человека и всего живого на планете, является вода. Однако бурная жизнедеятельность людей, незначительное расходование ресурсов приводит к загрязнению воды, используемой для бытовых и технических нужд, поэтому вопрос проверки ее основных показателей и срочной очистки является актуальным [1-3].

Причиной загрязнения воды чаще всего является человеческий фактор. Но и природные катаклизмы нарушают экологическое равновесие водоемов. Промышленные и бытовые отходы, выхлопы автомобилей, катастрофы техногенной природы считаются частыми источниками загрязнения воды [4-6].

Для эффективной очистки воды бытового использования необходимо определить ее химический и микробиологический состав [7, 8], выяснить, как патогенные реакции и химические процессы влияют на здоровье человека. Серьезные нарушения работы различных органов зачастую возникают при

смещении значений жесткости и щелочности, являющиеся важными показателями, обеспечивающими нормальное функционирование организма.

Под термином *жесткость воды* понимают концентрацию различных солей, недостаток которых нарушает водно-щелочное равновесие организма, а избыток вызывает заболевания жизненно важных органов. Повышенная концентрация солей жесткости негативно влияет на работу бытовых приборов и систем водоснабжения [9]. В течение года жесткость природной воды подвергается изменению. Степень жесткости колеблется не только в зависимости от условий местности, но и от сезонного периода.

Щелочность воды определяют содержащиеся в ней свободные основания, а также соли, образованные сильными гидроксидами и слабыми кислотами, при гидролизе которых концентрация свободных гидроксильных ионов, находящихся в растворе, не соответствует концентрации ионов OH^- , нейтрализующихся сильной кислотой. Выделяют два типа щелочности воды:

а) активную щелочность, которая обусловлена наличием в воде реально присутствующих гидроксильных ионов (ммоль/л);

б) общую щелочность, обусловленная присутствием в воде ионов OH^- , определяемых в процессе проведения нейтрализации (ммоль/л).

Однако нужно разграничивать понятие «щёлочность воды» и её водородный показатель (рН), показывающий концентрацию в воде свободных ионов водорода. При низком рН среда, если высоком – щелочная. Значения этих показателей прямо пропорциональны: повышение щёлочность воды влечет за собой увеличение показателя рН. Состояние организма человека зависит от щёлочности воды. В организме человека преобладают нейтральные или слабощелочные жидкости. Нормализация щёлочности воды поможет наладить обменные процессы, восстановить микрофлору кишечника, активизировать мозговую деятельность, укрепить иммунитет. Кислая среда обу-

славливает развитие многих болезней. Поэтому очень важны определение жесткости и щёлочности питьевой воды и контроль этих показателей.

Цель работы: исследовать качественные показатели воды в различных источниках централизованного водоснабжения и родников Пензенской области, изучить особенности изменения жесткости и активной щелочности в разные сезонные периоды. Для этого следует решить следующие задачи:

- изучить методы исследования количественных и качественных характеристик воды;
- провести анализ проб, взятых осенью и весной (в период паводка);
- сравнить результаты анализов и сделать соответствующие выводы;
- предложить методы улучшения качества исследуемых вод.

Анализ качества воды проводился в химической лаборатории методами аналитической химии. Выбор объектов анализа обусловлен необходимостью охватить наибольший ареал с целью изучения показателей качества в различных образцах исследуемых источников, выявления взаимосвязи между составом воды и антропогенным характером почвенных пород. Поэтому объектами исследования послужили пробы воды из централизованных источников водоснабжения города и пробы из родников Пензенской области.

Родник - естественный источник, образующийся на земле в месте выхода на ее поверхность подземных вод. Их возникновение обуславливается смещением земных слоев и особенностями местного рельефа. Побочным эффектом стремительного развития человечества является их загрязнение. Поэтому следует выяснить, что такое родниковые воды, и полезны ли они для здоровья. Химический состав родниковых вод зависит от поверхностности водоносных пластов, состава почвенных пород, фильтрующей природную жидкость. Основные родники, расположенные на территории Пензенской области:



Семиключье – источник, расположенный в селе Мордовская Норка, в дубовом срубе.

Сазанье - родник, расположен в посёлке Сазанье Сердобского района на территории монастыря в пещере.

Салолейка. Находится в лесу недалеко от села Лукина Поляна Нижне-ломовского района Пензенской области.

Соловцовка. Чудотворный родник, расположен на окраине села Соловцовка Пензенского района.

Чаадаевка. Родник расположен в тишине соснового бора.

Определение общей жесткости воды проводилось комплексометрическим методом, основанным на взаимодействии ионов кальция и магния с комплексным соединением ЭДТА. В присутствии индикатора в щелочной среде образуются комплексоны ионов кальция и магния с эриохромом красного цвета, которые при титровании пробы трилоном Б разрушаются вследствие образования бесцветных комплексонов. В точке эквивалентности фиолетовая окраска пробы от раствора трилона Б изменяется на синюю (исходная окраска индикатора). В колбу с исследуемой водой добавляли аммонийный буфер, эриохром и титровали раствором ЭДТА до перехода красной окраски в синюю. Расчет проводили по формуле:

$$x = \frac{(1000 \cdot V_1 N)}{V_2}$$

где x - общая жесткость воды, ммоль/л;

V_1 - объем раствора ЭДТА, пошедший на титрование пробы, мл;

N - эквивалентная концентрация рабочего раствора ЭДТА, моль/л;

V_2 - объем пробы, мл.

Щелочность воды определялась титриметрическим методом, основанном на измерении количества реагента, требующегося для реакции с данным количеством определяемого соединения. В коническую колбу отмеряли ис-

следуемую воду, прибавляли метилоранж. Титровали раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски в оранжевую, измеряя ее объем. Расчет проводили по формуле:

$$x = \frac{1000 \cdot V_{HCl} \cdot N_{HCl}}{V_{H_2O}}$$

где x - общая щелочность воды, ммоль/л;

V_{HCl} - объем рабочего раствора HCl, пошедший на титрование пробы, мл;

N_{HCl} - эквивалентная концентрация рабочего раствора HCl, моль/л;

V_{H_2O} - объем пробы воды, мл;

1000 - коэффициент перевода моль в ммоль.

Отбор проб воды проводился согласно инструкции. Анализ жесткости и щелочности проведен с участием 14 проб: река Сура, Сурское водохранилище, Семиключье, Сазанье, Салолейка, Соловцовка, Чаадаевка.

Сезонные колебания значений жесткости воды приведены на рис. 1.

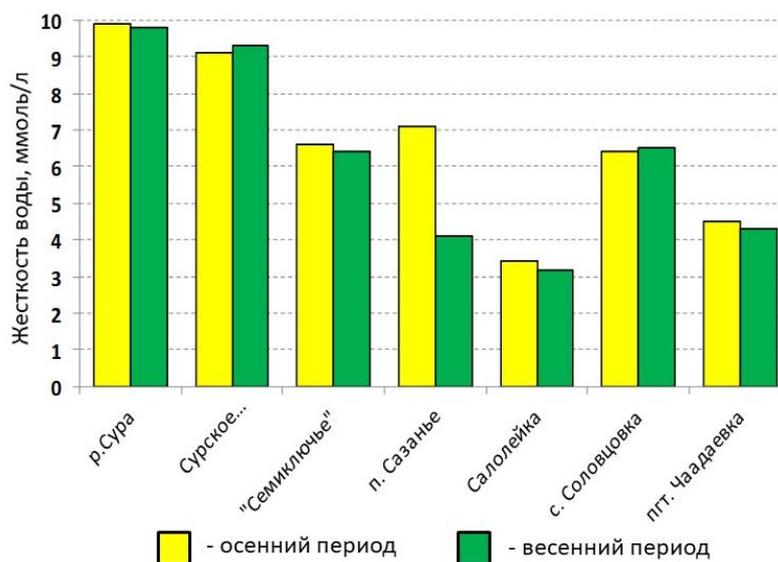


Рис. 1. – Сезонные изменения жесткости воды

По величине общей жесткости (ммоль-экв/л) воду делят на пять классов: 1) очень мягкая (0 - 1,5); 2) мягкая (1,5 - 4); 3) средней жесткости (4 - 8); 4) жесткая (8 - 12); 5) очень жесткая (> 12).

Согласно [7], значение жесткости воды не должно превышать 7 ммоль/л, щелочности воды – 6,5 ммоль/л.

Вода в пробе №5 относится к мягкой, в пробах №3, 4, 6, 7 – к воде средней жесткости, пробах №1, 2 – к жесткой. Невысокий процент мягкой воды обуславливает необходимость ее умягчения.

Результаты анализа щелочности воды показали соответствие всех проб нормам предельно допустимой концентрации (ПДК) по щелочности. Достаточно высокие значения щелочности воды в пробах №1, 2, 4, 6 составляют более 50% от общего количества исследуемых проб.

Сезонные колебания значений жесткости воды приведены на рис. 2.

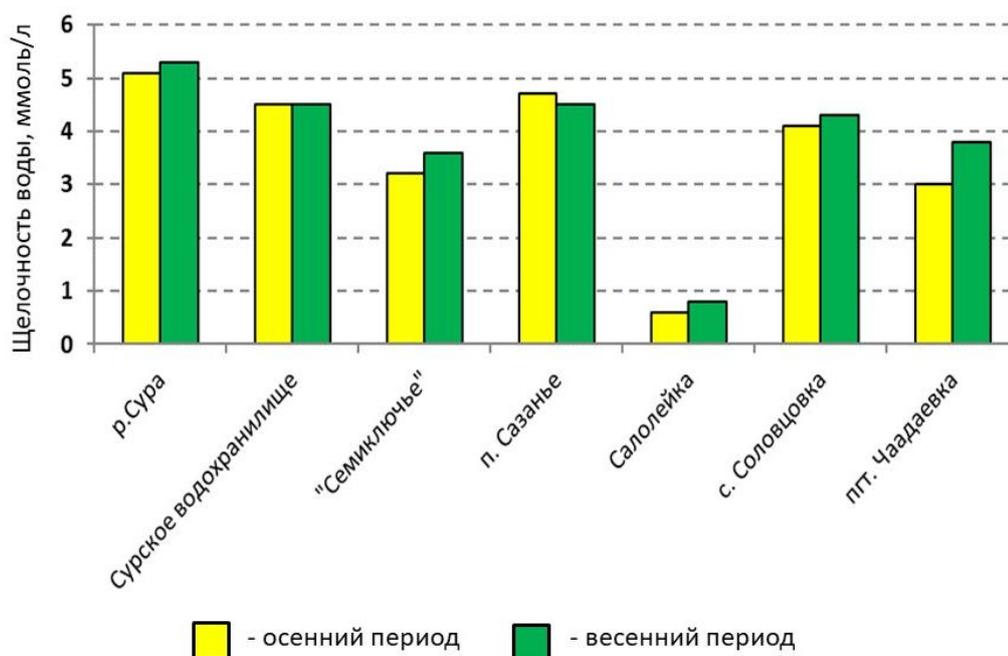


Рис. 2. – Сезонные изменения щелочности воды

Согласно результатам исследования, мягкая вода в пробе №5, средней жесткости в пробах № 3, 4, 6, 7 и жесткая – в пробах №1, 2. Жесткая вода весной составляет около 80% от общего числа проб.

Щелочность воды имеет диапазон значений от 0,8 до 5,3 ммоль/л, причем высокое значение щелочности наблюдается у 30% проанализированных

проб. Результаты анализа показали, что все пробы не превышают нормы ПДК по щелочности.

Снижение значения жесткости и щелочности в весенний период наблюдается в пробах 1, 3, 4, 5, 7, что, вероятно, объясняется разбавлением природных вод мягкими водами в результате таяния снега, что, в свою очередь, приводит к уменьшению жесткости воды.

Сравнительный анализ результатов щелочности воды, проведенных в различные сезоны, показал увеличение данного показателя весной, что вызвано интенсивным таянием снега в период паводка. Минеральные соединения, находящиеся в почве и почвенных породах, растворяясь в воде, увеличивают их концентрацию.

В осенний период пределы изменения жесткости воды составляют 3,4 – 9,9 ммоль/л, пределы изменения щелочности 0,6 – 5,1 ммоль/л. Большинство проб воды средней жесткости имеют и достаточно высокие значения щелочности.

В весенний период пределы изменения жесткости воды составляют 3,2 – 9,8 ммоль/л, пределы изменения щелочности 0,8 – 5,3 ммоль/л. Зависимость, выявленная в осенний период, является аналогичной и в весенний.

Характер изменения значений жесткости и щелочности в осенний и весенний период подтвердил взаимосвязь этих показателей качества воды, т.к. жесткость воды обуславливается наличием в воде ионов кальция и магния, а щелочность – присутствием анионов.

Таким образом, проведенные исследования позволили теоретически обосновать сезонные колебания жесткости и щелочности. Установлено, что по значению щелочности все пробы воды соответствуют норме ПДК. В то же время жесткость воды централизованного водоснабжения превышает значения, установленные для бытового и технического использования. Данный

факт обуславливает целесообразность умягчения воды с использованием различных методов [10].

Литература

1. Джамалов Р.Г., Никаноров А.М. Воды бассейна Оки: Химический состав и источники загрязнения // Вода и экология: проблемы и решения. 2017. №3. С. 114-132.
 2. Ермолаева В.А. Исследование возможности повышения эффективности функционирования станции обезжелезивания питьевой воды // Безопасность жизнедеятельности. 2011. №11. С. 24-30.
 3. Красовский Г.Н. Рахманин Ю.А. Гигиенические основы формирования перечней показателей для оценки и контроля безопасности питьевой воды // Гигиена и санитария. 2010. №4. С. 8-12.
 4. Денисова А.В. Ресурсосбережение в технологии гипохлорита натрия - дезинфектанта питьевой воды // Инженерный вестник Дона. 2015. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2781/.
 5. Brazovskiy, I. I., Katibnikova, G. I., Salnikova, I. A., Samoylenko, V. V. Study of the efficiency of a new reagent composition hydro-phos to decrease water hardness and scale formation. Chemistry for Sustainable Development. 2005. №5. PP. 399-602.
 6. Dvurechenskaya, S. Ya. Analysis of consequences of contribution from major sources of chemical matter in water of the Novosibirsk Reservoir. Contemporary Problems of Ecology. 2012. vol. 5. issue 4. PP. 347-351.
 7. Главный государственный санитарный врач Российской Федерации СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения // М.: Минздрав России. 2011. С. 18-21.
 8. Gorbacheva T. T., Mazukhina S. I. and Cherepanova T.A. Physico-chemical modelling of element speciation as an addition to a biotesting method of
-



melted snow water. Chemistry for Sustainable Development. 2017. № 2, PP. 161-168.

9. Рахманин Ю.А. Стратегические подходы управления рисками для снижения уязвимости человека вследствие изменения водного фактора // Гигиена и санитария. 2010. №2. С. 8-13.

10. Глинянова И.Ю. Экологический мониторинг рекреационных зон населенных пунктов (на примере поселка городского типа - Светлый Яр Светлоярского района Волгоградской области) // Инженерный вестник Дона. 2020. №12. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2019/6729/.

Referenses

1. Dzhamalov R.G., Nikanorov A.M. Voda i ekologiya: problemy i resheniya. 2017. №3. PP. 114-132.

2. Ermolaeva V.A. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2011. №11. PP. 24-30.

3. Krasovskij G.N. Rahmanin YU.A. Gigena i sanitariya. 2010. №4. PP. 8-12.

4. Denisova A.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2015. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2781/.

5. Brazovskiy, I. I., Katibnikova, G. I., Salnikova, I. A., Samoylenko, V. V. Chemistry for Sustainable Development. 2005. №5. PP. 399-602.

6. Dvurechenskaya, S. Ya. Contemporary Problems of Ecology. 2012. vol. 5. issue 4. PP. 347-351.

7. Glavnyj gosudarstvennyj sanitarnyj vrach Rossijskoj Federa-cii SanPiN 2.1.4.1074-01. Pit'evaya voda. Gigenicheskie trebovaniya k kachestvu vody centralizovannyh sistem pit'evogo vodosnabzheniya [Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation SanPiN 2.1.4.1074-01. Drinking water. Hygienic



requirements for water quality of centralized drinking water supply systems]. М.: Minzdrav Rossii. 2011. PP. 18-21.

8. Gorbacheva T. T., Mazukhina S. 1. and Cherepanova T.A. Chemistry for Sustainable Development. 2017. № 2, PP. 161-168.

9. Rahmanin YU.A. Gigiena i sanitariya. 2010. №2. PP. 8-13.

10. Glinyanova I.YU. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020. №12. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2019/6729/.