

низкой температурой преобладающей формой миграции для всех РЗЭ является  $R[CO_3]^+$  (>70%) и  $R[OH_2]^+$  (5-8%). Однако доля формы  $R[O_2H]^+$  для данных вод сильно увеличивается в ряду от La к Lu (от 0,01% до 10%). Более того, максимальные содержания  $R[CO_3]^+$  комплекса (55-84%) были получены для вод с наименьшей температурой среди всех гидротерм (до 50°C), а минимальные – для вод НП с температурой 90°C и более. Характерно, что, несмотря на схожесть химического состава вод НП и СНП, содержание, поведение, а также формы миграции РЗЭ различны.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол\_нр № 16-35-50161.

#### Литература

1. Брагин И.В., Челноков Г.А., Чудаев О.В., Харитоновна Н.А. Особенности взаимодействия вода-порода при формировании месторождений термальных вод Сихотэ-Алиня // Материалы Второй всероссийской научной конференции с международным участием «Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами». – Владивосток: Дальнаука, 2015. С. 95-98.
2. Манухин Ю.Ф., Ворожейкина Л.А. Гидрогеология Паратунской гидротермальной системы и условия ее формирования // Гидротермальные системы и термальные поля Камчатки. Владивосток, 1976. С. 143–178.
3. Чудаев О.В., Челноков Г.А., Брагин И.В., Харитоновна Н.А., Рычагов С.Н., Нуждаев А.А., Нуждаев И.А. Геохимические особенности распределения основных и редкоземельных элементов в Паратунской и Большебанной гидротермальных системах Камчатки / Тихоокеанская геология. 2016. Т. 35. № 6. С. 102-119.
4. Чудненко К.В., Карпов И.К. Селектор – Windows. Программное средство расчета химических равновесий минимизацией термодинамических потенциалов. Краткая инструкция. Иркутск. – 2003. – 90 с.
5. Н. А. Харитоновна, Е. А. Вах, Г. А. Челноков, О. В. Чудаев, И. В. Брагин, И. А. Александров. Распространенность и фракционирование редкоземельных элементов в подземных водах Сихотэ-Алиня. Материалы II Всероссийской науч. конф. с международным участием “Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами” Дальнаука Владивосток – 2015– с.315–319.
6. Челноков Г.А., Калитина Е.Г., Брагин И.В., Харитоновна Н.А. // Гидрогеохимия и генезис термальных вод источника Горячий ключ, Приморье (Дальний Восток России) // Тихоокеанская геология – 2014. – Том 33. – №6. – С. 99–110.
7. Michard A. Rare earth element systematics in hydrothermal fluids//Geochim et Cosmochim. Acta. 1989.V.53. pp.745-750.
8. Moller P. The behavior of REE and Y in water-rock interactions // Water-Rock Interaction. Proceedings of the 10th International Symposium. Netherlands, Rotterdam: Balkema. 2001. V.2. P. 989-992.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В С. ЗЫРЯНСКОЕ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Е.В. Васина**

**Научный руководитель доцент М.В. Решетько**

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск, Россия**

Проблема предоставления качественной питьевой воды жителям населенных пунктов в наше время имеет огромное значение. Обеспечение высокого санитарного качества питьевой воды требует защиты источников от загрязнения, а также тщательной очистки воды на водоподготовительных станциях, так как состояние большинства существующих на данный момент систем водоснабжения оставляет желать лучшего. Практически во всех населенных пунктах используется подземная вода, потому что подземные воды Томской области достаточно надежно защищены от поверхностного загрязнения слабопроницаемыми глинистыми отложениями. Роль подземных вод, как источника водоснабжения, с каждым годом увеличивается.

Целью исследования являлось изучение организации водоснабжения в селе Зырянское и проверка соответствия химического состава вод нормам СанПин 2.1.4.1074-01 [4].

Материалами исследования в работе послужили данные химического анализа воды, используемой для питьевого водоснабжения в с. Зырянское (из трех скважин, на выходе из резервуаров чистой воды в сеть населению и со станции резервуаров чистой воды). Анализ был проведен испытательной лабораторией филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области».

Зырянский район расположен в юго-восточной части Томской области. Данный район находится на территории Западной Сибири в лесной области. Ландшафты таежные, в том числе мезлотно-таежные и широколиственные, преобладают возвышенные равнины. Рельеф местности сложный, полого-волнистый и увалистый. Абсолютные отметки поверхности колеблются от 110 м над у.м. в пойме р. Чулым до 160-180 м над у.м. на водоразделе рр. Яя-Кия и Кия-Тонгул в южной части района. Наличие в районе сравнительно крупных рек и многочисленных притоков определяет значительную изрезанность территории. Территория района покрыта развитой речной сетью - 237 рек общей протяженностью 1159 км, в том числе 30 рек протяженностью более 10 км [1]. Значительная часть исследуемой территории покрыта лесом, средняя лесистость составляет - 68,05 %, заболоченность - 2,32 %. Леса смешанного породного состава, их общая площадь составляет 269,9 тыс. га, большая часть которых относится к категории земель лесного фонда (168,1 тыс. га).

Климат района континентальный. За год выпадает в среднем 482 мм осадков при максимуме 645 мм и

минимуме 383 мм. Наибольшее количество осадков (43 %) выпадает в июле-августе. Глубина снежного покрова достигает 0,68 м. Среднегодовая температура воздуха составляет -0,5°С, средняя максимальная наиболее холодного месяца -19,1°С, средняя максимальная наиболее жаркого месяца +18,3°С. Продолжительность безморозного периода 105-125 дней [1].

Территория Томской области обладает огромными ресурсами пресных подземных вод отложений неоген четвертичного, палеогенового и мелового возраста. Они широко используются для водоснабжения как мелких, так и крупных населенных пунктов. Глубина распространения пресных подземных вод от западной границы области к восточной значительно возрастает. Наибольшую мощность зона пресных вод имеет в восточной части области, в Чулымо-Енисейской впадине, на которой расположен Зырянский район. Водовмещающими породами являются обычно пески, лишь в аллювиальных отложениях встречаются песчано-гравийные и песчано-галечниковые горизонты. Наибольшую мощность эти отложения имеют в восточной части района. Глубина их залегания изменяется от 15 до 100 м. Зеркало грунтовых и пьезометрическая поверхность напорных вод располагаются на глубинах 0-40 м. В долине р. Чулым водопроницаемость достигает 700-1000 м<sup>2</sup>/сутки. На междуречных пространствах водопроницаемость пластов уменьшается до 200 м<sup>2</sup>/сутки и меньше [2].

Характерной чертой подземных вод Томской области, в том числе и Зырянского района, является несоответствие нормам СанПин 2.1.4.1074-01 [4] из-за особенностей гидрогеологического строения и состава водовмещающих пород. Перед тем как использовать подземную воду из скважин необходимо производить специальную водоподготовку для улучшения качества питьевой воды. Несоответствие химического состава подземных вод требованиям, предъявляемым к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения [4] может быть обусловлено не только природными особенностями, но и не соблюдением зон санитарной охраны [7].

До запуска современной станции водоподготовки вода в с. Зырянское подавалась из 14 водозаборных скважин, расположенных в нескольких микрорайонах села. Эксплуатируемый водоносный слой был недостаточно защищен с поверхности от антропогенного и техногенного воздействия. Часть скважин не имела санитарной охранной зоны, поэтому вода, добываемая из них, отличалась сильным сероводородным запахом, железистым привкусом и мутностью. Поскольку предварительная водоподготовка на большинстве скважин отсутствовала, высокое содержание железа приводило к отложениям в магистральных трубопроводах [5].

В настоящее время в результате реализации проекта «Чистая вода Томской области» [3] источником водоснабжения в с. Зырянское служат три водозаборные скважины глубиной 85 м каждая. Данные о химическом составе вод приведены в таблице. Основные превышения норм ПДК [4] наблюдаются по содержанию железа общего и ионов марганца. По результатам химического анализа проб воды со станции водоподготовки за 2015 год водородный показатель и запах содержится в пределах нормы. Показатель жесткости на всех скважинах, кроме скважины №3, превышен, но не на много. В скважине №1 содержание марганца и цветность превышают норму в среднем в 2 раза, мутность в 2,5 раза, а железо в 22 раза. Скважина №2 характеризуется превышением показателей цветности в 2,5 раза, мутности в 3,3 раза, марганца в 1,5 раза, а железа в 12 раз. В скважине №3 показатели цветности и мутности превышают в 1,3 раза, марганец в 1,5 раза, а железо в 3 раза.

*Таблица*

*Результаты химического анализа проб воды [6]*

Наименования показателя	Ед. изм.	ПДК*	Скважина			Выход из станции в резервуары чистой воды	Выход из резервуаров чистой воды в водопроводную сеть
			№1	№2	№3		
Запах	баллы	2	1	1	-	-	-
Цветность	градус	20	40,1	48,2	25,8	23,4	24,4
Мутность	мг/дм <sup>3</sup>	1,5	3,61	5,03	2,0	1,8	1,93
Железо общее	мг/дм <sup>3</sup>	0,3	<b>6,61</b>	<b>3,69</b>	<b>0,9</b>	0,1	<0,025
Марганец	мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,19	0,15	0,15	0,14	0,13
Жёсткость	мг-экв./л	7,0 (10) <sup>2</sup>	7,6	7,9	6,7	7,9	8,4
Водородный показатель	pH	6-9	7,19	7,16	7,12	7,12	7,1

\*СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества;

Все водозаборные скважины оснащены павильоном, соблюдаются правила зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения согласно [7]. Подземная вода по водоводам подается на современную станцию водоподготовки. На станции установлен комплекс очистки, предусматривающий следующие стадии: аэрация-дегазация, озонирование и фильтрование. Включение в технологическую схему обработки воды – озонирования для её обеззараживания позволяет использовать хлор только на последнем этапе водоочистки для предотвращения вторичного микробного загрязнения. Озон является более эффективным окислителем, чем хлор. Он уничтожает не только бактерии, но и вирусы, кроме того, устраняет запахи и обесцвечивает воду.

Вода со скважин глубинными насосами подается в блок аэрации и озонирования, где осуществляются

процессы: удаление растворенных в воде сероводорода и диоксида углерода; насыщение воды озono-воздушной смесью для окисления железа, марганца и органических соединений; обеззараживание.

Выделившиеся из воды растворенные газы и непрореагировавшая озono-воздушная смесь удаляются из аэратора через деструктор озона в атмосферу. Обработанная вода из блока аэрации и озонирования насосами подается на напорные осветлительные фильтры с зернистой загрузкой, на которой задерживаются нерастворимые соединения тяжелых металлов. Очищенная вода поступает в резервуары чистой воды, из которых подается в поселковую водопроводную сеть насосами станции. Максимальная производительность данного комплекса составляет 2400 м<sup>3</sup>/сут [5].

После водоподготовки показатели цветности и мутности, а также содержание марганца практически достигают нормы (превышая лишь в 1,2 – 1,4 раза), содержание железа общего снижено до минимума и соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01 [4]. Вода на выходе из станции в резервуары чистой воды и вода на выходе из резервуара чистой воды в водопроводную сеть практически не отличается, небольшие превышения норм ПДК наблюдаются по цветности, мутности, жесткости и содержанию марганца.

В процессе дальнейшей работы планируется изучение влияния износа трубопроводов на качество вод, используемых для питьевого водоснабжения в с. Зырянское. Для этого будут проведены повторные анализы вод, оценено их качество, а также проанализированы возможные источники поступления загрязняющих веществ.

#### Литература

1. Официальный сайт «Зырянский район» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zir.tomsknet.ru> (дата обращения: 25. 21. 2016);
2. Гидрогеология СССР. Том XVI. Западно-Сибирская равнина, 1970;
3. Постановление от 21 марта 2012 года № 105а. «Об утверждении государственной программы «Чистая вода Томской области» на 2012 - 2017 годы» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/951849763> (дата обращения 10.12.2016);
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества;
5. Водопользование. Водоснабжение. Водоотведение. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.watermagazine.ru> (дата обращения 05.12.2016);
6. Протоколы лабораторных исследований проб воды в с. Зырянское №3902/П, 3903/П, 3904/П, 3905/П, 3906/П.
7. СанПиН 2.1.4.027-95 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАСЫЩЕННОСТИ ВТОРИЧНЫМИ МИНЕРАЛАМИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД РАЙОНА ОЗЕРА ИМАНДРА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Д. А. Воробьёва

Научный руководитель доцент Н. В. Гусева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия

Кольский полуостров расположен на крайнем севере Европейской части России в пределах Мурманской области. Богатство недр здесь стало основой роста горнодобывающей и металлургической промышленности. В тоже время, северные экосистемы обладают высокой чувствительностью к техногенным воздействиям. А наиболее сильно подвержены воздействию хозяйственной деятельности человека водные объекты, в том числе, подземные воды [1]. Поэтому встает вопрос об особенностях формирования вод в таких условиях.

Восточную часть территории водосбора озера Имандра занимает Хибинский массив, откуда в озеро впадают горные ручьи и реки. Западная часть территории, исключая горный массив Мончетундра, вблизи г. Мончегорск, представляет собой холмисто-увалистую равнину, на которой сформированы озерно-речные системы. В западной части водосборной территории озера геологическая структура представлена основными и ультраосновными породами, перекрытыми моренными озерно-ледниковыми и флювиогляциальными отложениями. В восточной части преобладают щелочные породы.

Целью данной работы является исследование химического состава и насыщенности вод района озера Имандра (Кольский полуостров) вторичными минералами.

Гидрогеохимическое опробование подземных вод на территории Мурманской области проведено в июле 2014 г. Объектами опробования послужили родники «Прихибинский» (РВ-1), «Молодежный» (РВ-3), «Поддорожный» (РВ-4), «Болотный» (РВ-7), «Дорожный» (РВ-9(19)), «Горный» (РВ-10(22)), «Спортивный» (РВ-15), «Кислая губа» (РВ-18) (рисунок 1). Родники РВ-1, 7, 10(22), 15, 18 представляют собой зоны разгрузки трещинно-жильных вод кристаллического основания в толще четвертичных отложений, питание которых осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и подтока из глубоких зон. Остальные (РВ-3, 4, 9(19)) являются зонами разгрузки водоносных горизонтов флювиогляциальных и озерно-ледниковых отложений с атмосферным питанием [3].