

УДК 556.388

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ГОРОДА КРАСНОКАМЕНСК КАК РЕЗУЛЬТАТ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

© Г.Г. Верхотуров, А.Г. Верхотуров

Ключевые слова: загрязнение; водоснабжение; скважина; подтопление; хвостохранилища; золоотвал.

Основными источниками загрязнения подземных вод сульфатами и тяжелыми металлами в районе г. Краснокаменск являются хвостохранилища уранодобывающего предприятия ОАО «ППГХО» и золоотвал Краснокаменской ТЭЦ. Гидрогеологический мониторинг по ведомственной сети осуществляется на объектах Приаргунского производственного горно-химического объединения с 1973 г. Фильтрационные потери техногенных вод из многочисленных искусственных емкостей привели не только к подъему уровня грунтовых вод, но и к изменению их химического состава. В будущем это скажется на условиях водоснабжения г. Краснокаменск, которое осуществляется в основном за счет подземных вод.

ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение населения г. Краснокаменск, второго по величине города Забайкальского края, и производственных объектов Приаргунского горно-химического объединения (ОАО «ППГХО») осуществляется централизованно за счет подземных вод Восточно-Урулунгуйского месторождения, расположенного в долине р. Урулунгуй. Скважины водозабора глубиной 50–60 м эксплуатируют водоносный горизонт

верхнечетвертичных отложений. На водозаборе пробурено 29 скважин, из которых 24 действующих, 4 – законсервированы и одна ликвидирована. Величина водоотбора составляет 52 тыс. м³/сут. Подземные воды в пределах месторождения в основном соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. В 14 эксплуатируемых скважинах подземные воды характеризуются повышенными содержаниями: железа (до 0,4–2,0 мг/дм³), фтора (1,7–2,8 мг/дм³), марганца (до 0,3 мг/дм³). По химическому составу преобладают гидро-

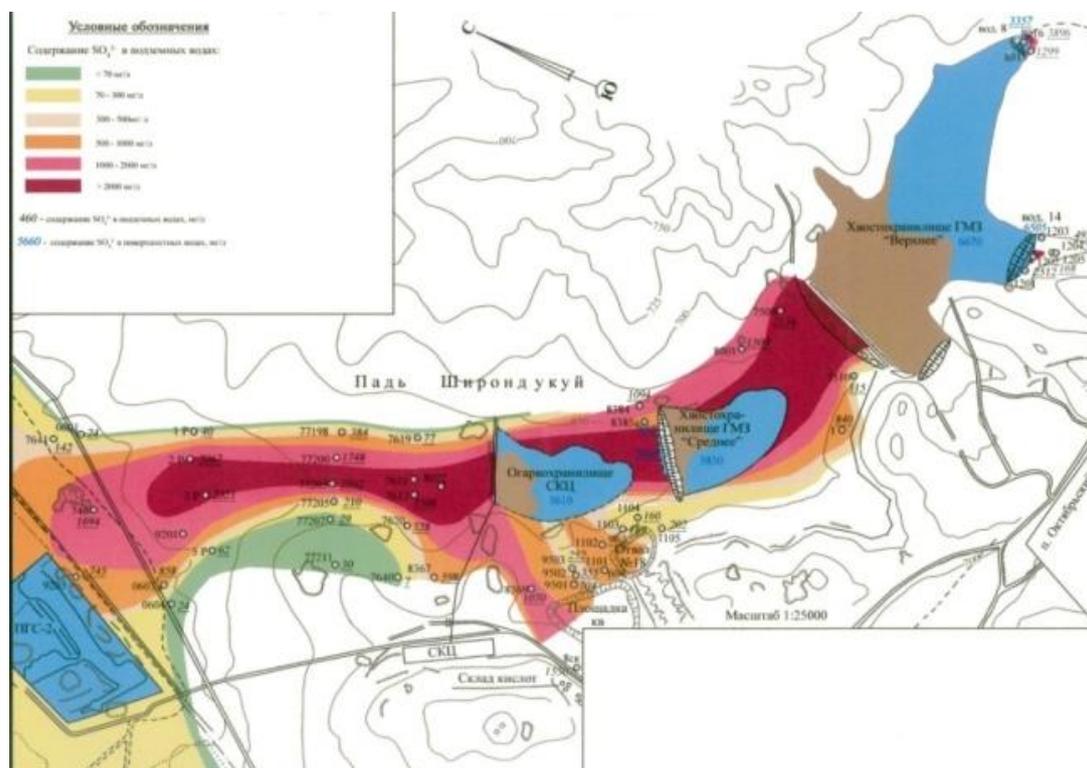


Рис. 1. Схематическая карта распространения сульфатов в подземных водах пади Широудукой за 2013 г.

Минерализация в Верхнем хвостохранилище достигает 14 г/дм^3 , а водородный показатель в огаркохранилище понижается до $2,9 \text{ г/дм}^3$. Содержание изотопов некоторых радиоактивных элементов (радия, тория) в отдельных пробах промышленных стоков превышает нормы радиационной безопасности в десятки раз. Однако ореол загрязнения подземных вод четко фиксируется лишь до устья пади, при выходе грунтового потока из пади Широудкуй в падь Сухой Урулунгуй. В имеющихся ниже по потоку наблюдательных скважинах он не проявляется. С хвостохранилищами горно-промышленного комплекса связаны наиболее интенсивные загрязнения подземных вод. Негативное влияние оказывают как хвостохранилища действующих предприятий, так и неработающих.

Мониторинг подземных вод по ведомственной сети осуществляется на объектах Приаргунского производственного горно-химического объединения в районе г. Краснокаменск, которые и создают высокую техногенную нагрузку на геологическую среду. Режимные наблюдения на территории города в разные годы велись по 14 скважинам глубиной 5–24 м, но с течением времени большинство из них вышли из строя, и с 1999 г. замеры уровня и определение качества воды осуществлялось по 7 скважинам глубиной 8–12 м.

Фильтрационные потери техногенных вод из многочисленных искусственных емкостей привели не только к подъему уровня грунтовых вод (рис. 2), но и к изменению их химического состава на прилегающей территории.

Наиболее заметно воздействие техногенных вод на химический состав подземных вод сказывается на участках Краснокаменской ТЭЦ и золоотвала. На гидрогеологические условия пади Безымянная непосредственное влияние оказывает расположенный в ее верхней части гидрозолоотвал Краснокаменской ТЭЦ. Из-за фильтрации техногенных вод через тело плотины в нижнем бьефе образовался водоток с расходом от 1,2 до 2,15 млн. $\text{м}^3/\text{год}$ (2009 г.), который по каналу отводится в карьер ПГС-2. На участке слияния падей Сухой Урулунгуй и Безымянная поверхность заболочена, в зимнее время здесь образуется наледь площадью до $0,8 \text{ км}^2$.

По химическому составу техногенные воды в золоотвале характеризуются сульфатным натриево-кальциевым составом. Минерализация закономерно изменяется от 819 до 1628 мг/дм^3 , общая жесткость до $10,0 \text{ мг-экв/дм}^3$, рН до 8,73.

На площадке ТЭЦ химический состав подземных вод сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-натриевый с минерализацией $0,4 \text{ г/дм}^3$. С течением времени она несколько увеличилась и к 2009 г. достигла $0,82 \text{ г/дм}^3$. Тенденция изменения состава воды в наблюдательных скважинах в общем плане совпадает (имеет место повышение концентрации большинства компонентов с течением времени), однако в конкретных пробах, отобранных одновременно в разных скважинах, содержание основных элементов зачастую разнонаправленное, т. е. при росте некоторых компонентов в одних наблюдается их снижение в других и наоборот.

По химическому составу подземные воды в районе города гидрокарбонатные (HCO_3^- 76–91 мг-экв/%), магниевое-натриевые и натриевые (Mg^{2+} – 21–42 мг-экв/%; Na^+ – 42–65 мг-экв/%). Минерализация изменяется в пределах 507–567 мг/дм³, водородный показатель рН – 6,98–7,82. Превышение предельно допустимых концентраций (ПДК), согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГН 2.1.5.1315-03 отмечается по содержанию ионов фтора (до $4,38 \text{ мг/дм}^3$), магния (до $55,9 \text{ мг/дм}^3$), марганца (до 27 мг/дм^3) и урана (до $0,08 \text{ мг/дм}^3$). Химический состав подземных вод на территории города с течением времени изменился незначительно, но по площади он варьирует довольно заметно. Менее минерализованными являются грунтовые воды в устье пади Билетуй, здесь сухой остаток изменяется в пределах $0,2\text{--}0,4 \text{ г/дм}^3$, количество сульфатов не превышает 50 мг/дм^3 , общая жесткость находится в пределах 3–6 мг-экв/дм³. В северной части города общая жесткость грунтовых вод изменяется от 5,1 до $6,3 \text{ мг-экв/дм}^3$.

Химический состав подземных вод территории, прилегающей к г. Краснокаменск с юго-запада, с течением времени в различных скважинах изменяется неоднозначно. Минерализация воды в верхней части пади из-за опреснения природных озер Умыкейской группы дренажными водами в общем случае снижается с $9,3$ до $4,8 \text{ г/дм}^3$. Ниже, наоборот, наблюдается увеличение ми-

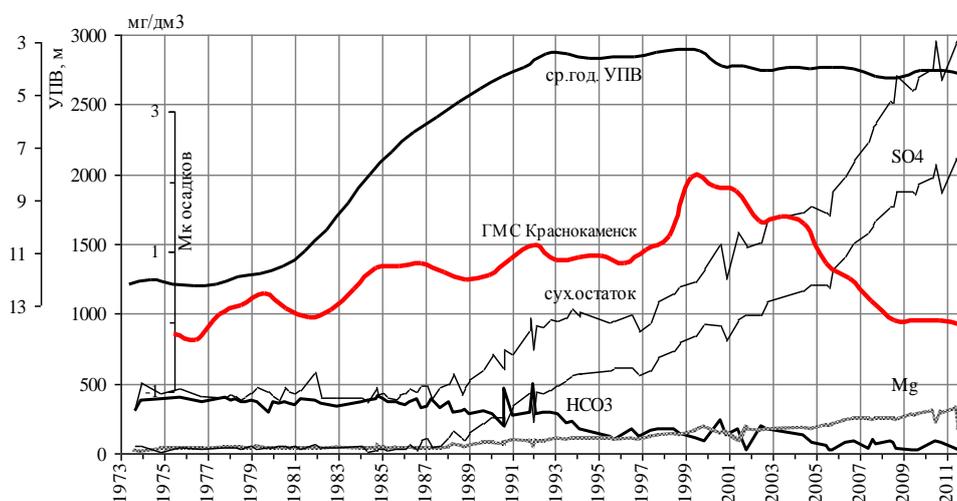


Рис. 3. Изменения средних годовых уровней подземных вод (ср. год УПВ), модуля атмосферных осадков (ГМС Краснокаменск) и концентраций некоторых компонентов по скважине 2р в устье пади Широудкуй

нерализации с 0,2 до 0,5 г/дм³, что связано не с техногенным загрязнением, а с растворением солей в зоне аэрации (в т. ч. и слоя мирабилита в озерных отложениях) по мере роста уровня подземных вод. В устьевой части пади наблюдается устойчивый рост минерализации с 0,4 до 0,6 г/дм³, обусловленный загрязнением грунтового потока техногенными водами из хвостохранилищ в п. Широндукуй.

Изменения средних годовых уровней подземных вод, концентрации загрязняющих веществ тесно связаны с количеством атмосферных осадков в районе, что наглядно представлено на рис. 3.

В районе водозабора на стрелке п. Сухой Урулюнгуй и долины р. Урулюнгуй наметилось незначительное увеличение минерализации воды с 290 до 363 мг/дм³, общей жесткости – с 4,1 до 4,7 мг-экв/дм³, которые связаны с подтоком техногенных вод.

В 2013 г. аномально высокое количество атмосферных осадков привело к практически повсеместному повышению уровней подземных вод:

- в верховьях пади Сухой Урулюнгуй от 0,09 до 0,54 м;
- верхний участок пади Сухой Урулюнгуй от 0,26 до 0,11 м;
- в пади Тулукуй до 0,05 м;
- в пади малый Тулукуй от 0,14 до 4,25 м;
- в пади Широндукуй от 0,11 до 1,51 м;
- в пади Уртуй (западный, северо-западный борт угольного разреза) от 0,78 до 1,82 м;
- на нижнем участке пади Сухой Урулюнгуй от 0,07 до 1,24 м;
- в городе от 0,36 до 0,60 м;
- на территории ремонтно-механического завода (РМЗ) от 0,24 до 1,18 м;
- на территории ТЭЦ 0,06–0,32 м;
- на территории склада кислот 0,18–0,41 м.

Повышение уровней незначительно сказалось на химическом составе подземных вод, но существенно повлияло на обеспечение безопасности жизнедеятельности, в частности, подтоплены подвалы, трансформаторная подстанция, дачные участки и т. д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Влияние гидротехнических сооружений на химический состав подземных вод в районе г. Краснокаменска неоднозначно. Резервное водохранилище, сформированное за счет речных вод р. Аргунь и частично пополняемое дренажными водами Уртуйского разреза, т. е. подземными водами четвертичного и нижнемелового водоносного комплекса, не является загрязнителем грунтового потока, движущегося по пади. Повышенное содержание фтора, величина которого здесь достигает 2,7 мг/дм³, характерно для всех подземных вод района.

Технологические сульфатные натриево-кальциевые воды в золоотвале ТЭЦ, щелочные (рН до 8,73). Содержание фтора (до 3 мг/дм³) и алюминия (до 1,36 мг/дм³) в воде превышает ПДК.

Вода в Умыкеевских прудах-испарителях имеет ряд компонентов, превышающих ПДК (минерализация до 1,82 г/дм³, общую жесткость до 9,6 мг-экв/дм³, окисляемость до 12,4 мгО₂/дм³, концентрацию сульфат-иона до 511 мг/дм³, фтора до 3 мг/дм³, марганца до 5,58 мг/дм³). Поэтому фильтрационные потери из золо-

отвала и прудов-испарителей в какой-то мере влияют на химический состав грунтовых вод, но в большей мере на качество воды сказывается подъем уровня, что приводит к рассолению пород зоны аэрации, которая в семиаридных условиях содержит большое количество солей.

На увеличение уровня подземных вод оказывают влияние несколько причин:

- фильтрационные потери из искусственных емкостей, расположенных гипсометрически выше города;
- утечки сточных и техногенных вод из канализационных систем, водоводов;
- фильтрация воды с участков дачных кооперативов в п. Билетуй и др.

Следует отметить нерациональное использование подземных вод Восточно-Урулюнгуйского месторождения подземных вод для водоснабжения г. Краснокаменск. Из 52 тыс. м³/сут. воды питьевого качества, отбираемой из скважин, лишь 14 тыс. м³/сут. используется для хозяйственно питьевого водоснабжения, остальная расходуется на производственно-техническое водоснабжение. Учитывая положительный водный баланс в районе города, приводящий к подтоплению обширных территорий, целесообразно было бы снизить водоотбор на водозаборе до 15 тыс. м³/сут. и максимально использовать для технических целей дренажные воды разрабатываемых месторождений полезных ископаемых и очищенные сточные воды. Рациональное использование подземных вод на территории г. Краснокаменск обеспечит четкий первичный учет водопотребления на всех водозаборных сооружениях.

Для охраны подземных вод Восточно-Урулюнгуйского водозабора от загрязнения необходимо восстановить скважины, эксплуатация которых еще возможна, для гидрогеологического мониторинга и осуществить ликвидационный тампонаж скважин, не подлежащих восстановлению.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Верхотуров Г.Г.* Очистка и использование дренажных вод на горнопромышленном комплексе ОАО ПИГХО // Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых: материалы 8 Междунар. науч. школы молодых ученых и специалистов. М., 2011. С. 270-273.

Поступила в редакцию 1 июля 2014 г.

Verkhotur G.G., Verkhotur A.G. CHANGES IN COMPOSITION OF GROUNDWATER IN THE AREA OF CITY KRASNOKAMENSK AS A RESULT OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE TERRITORY

The main sources of groundwater contamination by heavy metals and sulphates in the Krasnokamensk region are tailings of uranium mining enterprise JSC "PIMCA" (Priargunsk Industrial Mining-Chemical Association) and the ash dump of Krasnokamensk TEM (Thermal-Electrical Main). The hydro-geological monitoring of the departmental network has been carrying out at the facilities of Priargunsk Mining and Chemical Association since 1973. Filtration technogenic water losses from numerous artificial containers have not only led to the rise of subterranean water level, but also to their chemical composition change. In the future it will affect the water supply conditions in Krasnokamensk which are carried out mainly due to subterranean water.

Key words: contamination; water supply; well; underflooding; tailings; ash dump.

Верхотуров Геннадий Григорьевич, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Российская Федерация, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: weral0606@yandex.ru

Verkhoturov Gennadiy Grigoryevich, Baikal State University, Chita, Russian Federation, Candidate of Geology and Mineralogy, Associate Professor, Head of Department, e-mail: weral0606@yandex.ru

Верхотуров Алексей Геннадьевич, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Российская Федерация, аспирант, e-mail: ekokonf2014@yandex.ru

Verkhoturov Aleksey Gennadyevich, Baikal State University, Chita, Russian Federation, Post-graduate Student, e-mail: ekokonf2014@yandex.ru