

ISSN 2221-3198

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА ЮГА РОССИИ

№ 4 / 2017



УДК 504.43:556.3

DOI: 10.23671/VNC.2017.4.9522

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОСЕТИНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

© 2017 Р. Р. Гогичев, Б. В. Дзеранов, к.г.-м.н.

Геофизический институт – филиал ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Россия, 362002, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: cgi_ras@mail.ru

В работе приведены обобщение материалов по пресным подземным водам и сравнительный анализ изменения их качества в процессе эксплуатации. Систематизированы результаты химических анализов разных лет. Приведена характеристика деформационных изменений водоносных горизонтов и их связь с поверхностными водами. Дана оценка защищенности подземных вод от природных и техногенных загрязнений. Разработана методика расчета зон санитарной охраны для водозаборов с различными гидрогеологическими условиями, а также предложены мероприятия по санитарной охране и выявлению источников загрязнения (причины увеличения жесткости и минерализации пресных подземных вод в промышленной зоне г. Владикавказа). На основе проведенных исследований сделаны выводы о возможных источниках увеличения жесткости и ухудшения качества подземных вод Осетинского артезианского бассейна.

Ключевые слова: ГИС, подземные воды, скважина, мониторинг подземных вод, база данных, Осетинский артезианский бассейн, аллювий, водозабор, водоносный горизонт, водоупор, жесткость воды, минерализация.

Исследовались изменения качественных характеристик подземных вод Осетинского артезианского бассейна, в частности увеличение жесткости и, соответственно, минерализации в северо-восточной правобережной (промышленной) части г. Владикавказа. Основой для проведения исследований послужил ГИС проект, включающий данные мониторинга подземных вод на территории Республики Северная Осетия-Алания [Дзеранов и др., 2017].

За последние 20 лет отмечено ухудшение качества подземных вод эксплуатационного водоносного горизонта. Отмечается устойчивая тенденция к увеличению минерализации воды в отдельных водозаборных скважинах, подлежащих порой исключению из эксплуатации. Минерализация в водозаборной скважине может увеличиться за счет подсосывания минерализованных вод из других водоносных горизонтов или поступления в используемый водоносный горизонт поверхностных загрязнений. Увеличение жесткости подземных вод наблюдается в северной (промышленной) части города. По предварительным данным причиной было техногенное воздействие на геологическую среду [Джгмадзе и др., 2016].

Жесткость воды – определенное свойство воды, которое связывают с растворенными в ней соединениями магния и кальция, то есть наличием в воде катионов этих элементов. Жесткость воды во многом определяет её пригодность для использования как в промышленных, так и в бытовых целях. Жесткость воды принято исчислять суммой миллимолей ионов кальция и магния на 1 литр воды (ммоль/л).

Общей жесткостью (J_o) называется суммарная концентрация ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в воде, выраженная в моль/м³ или ммоль/дм³. Общая жесткость воды (J_o) равна сумме карбонатной и некарбонатной жесткости.

$$J_o = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = J_k + J_{нк}; \text{ (ммоль/дм}^3\text{)}$$

Количественно жесткость воды определяется суммой молярных концентраций эквивалентов ионов кальция и магния, содержащихся в 1 дм³ воды (ммоль/дм³, мг – экв/дм³).

Карбонатная (временная) жесткость (J_k) обусловлена содержанием в воде преимущественно гидрокарбонатов (и карбонатов при pH > 8,3) солей кальция и магния: $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $(MgCO_3)$.

Некарбонатная жесткость воды ($J_{нк}$) обусловлена присутствием в воде сульфатов и хлоридов солей кальция и магния: $CaSO_4$, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $MgCl_2$. Некарбонатная жесткость – часть общей жесткости, равная разности между общей и карбонатной жесткостью:

$$J_{нк} = J_o - J_k$$

По величине жесткости природную воду делят на: очень мягкую – до 1,5 ммоль/дм³; мягкую – от 1,5 до 4 ммоль/дм³; средней жесткости – от 4 до 8 ммоль/дм³; жесткую – от 8 до 12 ммоль/дм³; очень жесткую – свыше 12 ммоль/дм³.

В зависимости от конкретных требований производства допустимая жесткость воды может быть различной. Жесткость воды хозяйственно-питьевых водопроводов не должна превышать 7 ммоль/дм³ (мг-экв/дм³).

Причиной жесткости воды являются подземные залежи известняков, гипса, доломитов, которые растворяются в подземных водах, а также, отчасти, других процессов растворения и выветривания горных пород. Обычно в маломинерализованных водах преобладает (до 70-80%) жесткость воды, обусловленная ионами кальция (хотя, в отдельных редких случаях, магниевая жесткость может достигать 50-60%). С увеличением степени минерализации воды содержание ионов кальция (Ca^{2+}) быстро падает и редко превышает 1 г/л. Содержание же ионов магния (Mg^{2+}) в высокоминерализованных водах может достигать нескольких граммов, а в соленых озерах – десятков граммов на один литр воды. В целом, жесткость поверхностных вод меньше жесткости вод подземных.

Допустимая жесткость воды для питьевых нужд зависит от конкретных местных условий. Порог вкуса для иона кальция находится в диапазоне 2-6 мг-экв/л, в зависимости от соответствующего аниона, а порог вкуса для магния – значительно ниже (в отдельных случаях приемлема вода жесткостью в 10 мг-экв/л).

Жесткая вода имеет горьковатый вкус и негативно воздействует на органы пищеварения, ее органолептические свойства отвечают низкому уровню. Однако мягкая вода с жесткостью менее 2 мг-экв/л имеет низкую буферную емкость и может, в зависимости от значения pH и других параметров, влиять на коррозионную активность водопроводов (в данном случае повышать их устойчивость и работоспособность). В теплотехнике в некоторых случаях проводят специальную химподготовку воды с целью достижения оптимального и эффективного соотношения между жесткостью воды и ее коррозионной активностью.

Если при длительном использовании, без соответствующих профилактических мер, вода с повышенным содержанием сильных солей кальция способна разрушать

даже самый износостойкий металл, то каким же губительным может быть влияние жесткой воды на организм человека?

На территории РСО-Алания крупнейшей гидрогеологической структурой является Осетинский артезианский бассейн. Гидрогеологические условия Осетинского артезианского бассейна (Осетинской наклонной равнины) обусловлены ее местоположением в зоне сочленения структур Большого Кавказа и Терско-Каспийского передового прогиба. В соответствии с принятым гидрогеологическим районированием Осетинская наклонная равнина (Владикавказская котловина) расположена на территории Крымско-Кавказской провинции сложных бассейнов пластово-блоковых, жильно-блоковых подземных вод, являющейся структурой I порядка. Северная граница провинции проходит по системе Предкавказских глубинных разломов фундамента, совпадающих в первом приближении с выходами кровли верхнего мела на поверхность. В пределах провинции выделены артезианские бассейны II порядка: Большекавказский и Восточно-Предкавказский или Терско-Кумский. [Музаев и др., 2016; Заалишвили и др., 2013, 2016].

Изучаемая территория находится в южной части Терско-Кумского артезианского бассейна, в пределах которой выделены малые артезианские бассейны III порядка, к которым относится рассматриваемый нами Осетинский артезианский бассейн.

Геолого-гидрогеологическая характеристика Осетинского артезианского бассейна (ОАБ) приводится по материалам мониторинга подземных вод, проводимых АО «Севосетингеоэкомониторинг» и результатам ранее проведенных работ по гидрогеологии района.

Северная граница бассейна проходит по водораздельной линии Сунженского (Мало-Кабардинского) хребта, южная – по подножию Лесистого хребта. На востоке Северо-Осетинский артезианский бассейн отделен от Сунженского, Назрано-Яндырской и Датыхской возвышенностями. На западе бассейн оконтуривает Змейское поднятие (Змейский хребет).

Абсолютные отметки поверхности ОАБ изменяются от 800 до 320 м., с общим уклоном на северо-запад к «Эльхотовским воротам» – зоне разгрузки.

ОАБ слагается мощной толщей голоценово-плейстоценовых валунно-галечниковых отложений с редкими прослоями и линзами песков, супесей, суглинков и глин.

В пределах Осетинского артезианского бассейна основным источником хозяйственно питьевого водоснабжения является первый от поверхности водоносный аллювиально-флювиогляциальный четвертичный комплекс (afQ_{I-III}), на базе которого, в значительной степени, осуществляется водоснабжение РСО-Алания.

Водоносный аллювиально-флювиогляциальный четвертичный горизонт пользуется почти повсеместным развитием в равнинной части территории равнины. Водовмещающей является мощная толща галечников, валунно-галечников с песчаным и песчано-глинистым заполнителем. Мощность водовмещающих пород по периферии равнины изменяется от 10-20 м., в центральной (осевой), более прогнута части бассейна – 150-300 м. Отсутствие выдержанных водоупорных глинистых прослоев в разрезе плейстоценовой толщи, обуславливает безнапорный режим фильтрации, а также прямую гидравлическую связь с грунтовыми водами голоцена. [Дзеранов и др., 2010]

Глубина залегания уровня грунтовых вод в южной, восточной и западной периферии бассейна составляет 150-50 м., в центральной части – 50-15 м., а в северо-за-

падной части, характеризующейся наличием многочисленных выходов грунтовых вод в естественных понижениях рельефа, изменяется от 15-10 до 0,1 м.

Дебиты сосредоточенных нисходящих родников, охватывающих значительную площадь (около 85 км²) изменяются от 15-30 до 350-700 дм³/с., а суммарный расход зоны разгрузки (родники и разгрузка в русла рек), согласно последним оценкам региональных работ, составляет 13,9 м³/с и свидетельствуют о значительной водообильности четвертичных отложений и достаточно высоких фильтрационных свойствах водовмещающих грунтов этой площади.

Направление движения грунтовых вод ОАБ совпадает с течением рек (притоков) бассейна реки Терек, а уклон грунтового потока изменяется от 0,0030 до 0,0068, с большими значениями в северо-западной части бассейна – зоне естественной разгрузки грунтовых вод, охватывающей левобережье и правобережье р. Терек и ее притоки.

Наибольшее значение водообильности четвертичного водоносного комплекса ОАБ, согласно гидрогеологическому опробованию, отмечается в северной части (в междуречье рек Камбилеевка-Карджин), где расчетная проводимость, согласно результатам детальной разведки Брут-Даргкохского участка, составляет 7500 м²/сут. [Попов, 2007; Жаренов, 2003]

В центральной, наиболее переуглубленной части бассейна проводимость водоносного четвертичного комплекса изменяется от 1568 до 4685 м²/сут. со средним расчетным значением (Бесланское МПВ) – 3145 м²/сут., дебиты эксплуатационных скважин составляют 17-45 дм³/сек, а удельные дебиты изменяются от 14,6 до 29,4 дм³/сек. В южной части (северная окраина г. Владикавказа), восточной и западной частях ОАБ проводимость снижается до 1500-900 м²/сут., а удельные дебиты скважин на периферии бассейна имеют более низкие значения (0,3-3,5 дм³/сек).

Область питания водоносного аллювиально-флювиогляциального ниже-верхнеплейстоценового комплекса совпадает с площадью его распространения. Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, поглощения поверхностного стока рек, обуславливающих уровенный режим грунтовых вод, который тесно связан с климатическими и гидрологическими факторами.

Наибольшая амплитуда сезонных колебаний уровня грунтовых вод (6-7 м.) отмечается в южной части ОАБ.

Амплитуда колебания уровня грунтовых вод ОАБ, ниже контура зоны региональной естественной разгрузки, в северной части бассейна, не превышает 0,2-0,3 м.

Естественная разгрузка подземных вод ниже-верхнеплейстоценового комплекса происходит в речную сеть и в виде родников, испарения со свободной поверхности на участках неглубокого залегания уровня, а также путем подземного стока через «Эльхотовские ворота».

По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, с минерализацией 0,3-0,7 г/дм³. благополучные в санитарно-бактериологическом отношении.

В северо-восточной правобережной части г. Владикавказа до середины восьмидесятых годов XX века, по данным гидрохимического опробования водоносного комплекса в гидрогеологических скважинах, качество подземных вод соответствовало требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Жесткость воды составляла 4-6 мг-экв./дм³ (норма – 7,0), а минерализация не превышала 0,5 г/дм³ (норма – до 1 г/дм³) (рис. 1).

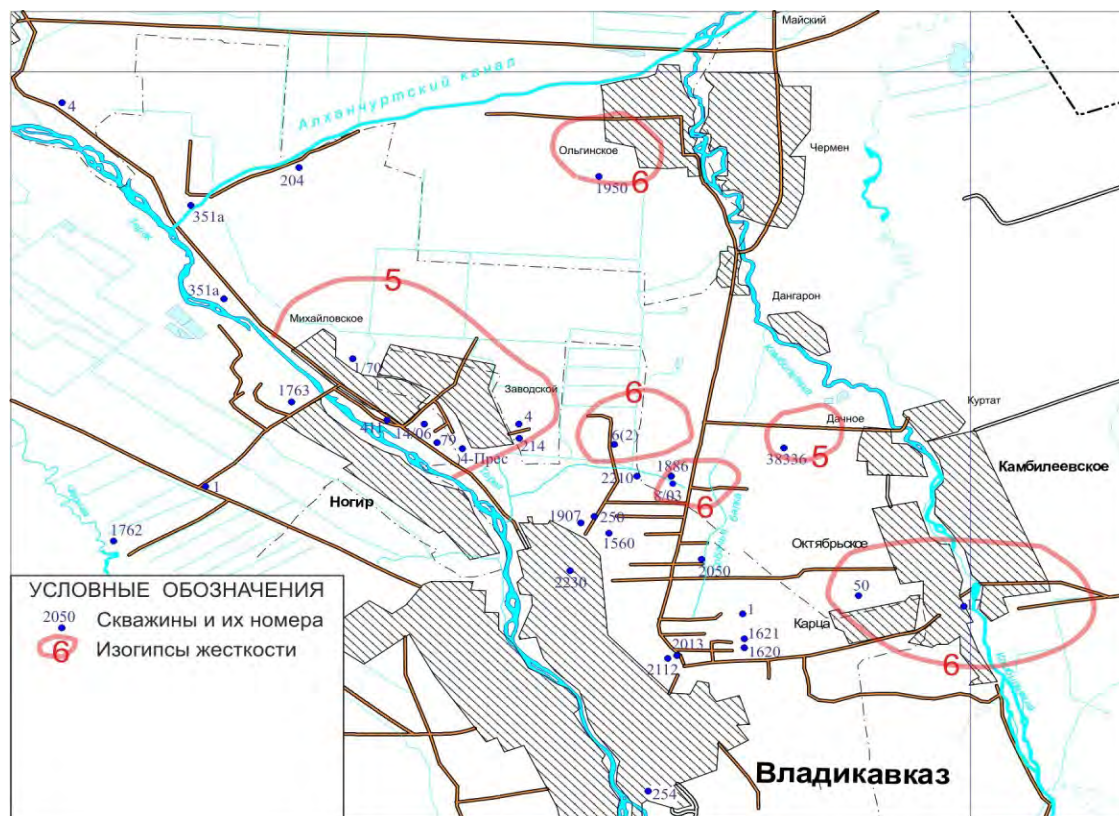


Рис. 1. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказ до 1985 г.

При бурении скважины № 79 – ООО «Форвард-С» в 2000 году, впервые было обнаружена повышенная жесткость воды в северной окраине г. Владикавказ, которая составила 12,5 мг-экв.

В результате проведенных гидрогеологических исследований за 2005-2008 гг. были изучены и подсчитаны запасы пресных подземных вод участка «Северный», куда вошли водозаборы: ЗАО «Ариана», ООО «Форвард-С», ООО «Люкс», ОАО «ВПБЗ «Дарьял» и ООО «Владикавказский ПищекOMBинат Севоспотребсоюза».

По данным физико-химических исследований выведенные скважинами водозаборных участков подземные воды относятся к холодным (температура 9–12°), по уровню общей минерализации (0,5-0,9 г/дм³) – слабоминерализованным, пресным (сухой остаток 0,41-0,68 г/дм³) гидрокарбонатного, сульфатно-гидрокарбонатного кальциевого, магниевно-кальциевого состава: HCO₃ 43-70, SO₄ 10-30, Ca 55-86, Mg 8-25, Na+K 3,3-19,8 экв. % с реакцией среды от слабокислой до слабощелочной (pH 6,9-7,85). Общая жесткость воды составляет 6,9-11,0 мг-экв/дм³. [Заалишвили, Джгмадзе, 2015]

Химический состав воды, выведенной скважинами, может быть представлен следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \text{№79 (ООО «Форвард-С»)} & \quad - \quad M \frac{0,8-0,9}{Ca69-73} \frac{HCO_3 63-66 SO_4 21}{Mg20-24} \quad pH \ 7,8-7,9 \\
 \text{№6(2) (ООО «Люкс»)} & \quad - \quad M \frac{0,5-0,8}{Ca70-86} \frac{HCO_3 58-65 SO_4 24-30}{Mg8-25} \quad pH \ 7,2-7,4; \\
 \text{№1-96 (ЗАО «Ариана»)} & \quad - \quad M \frac{0,6-0,8}{Ca73-79} \frac{HCO_3 43-73 (SO_4 10-14)}{Mg18-20} \quad pH \ 7,0-7,2.
 \end{aligned}$$

№2210 (ОАО «ВПБЗ «Дарьял») - $M_{0,7-0,8} \frac{HCO_3 43 - 47 SO_4 41 - 44}{Ca 74 - 79 Mg 12 - 15} pH 6,9 - 7,0$.

В воде всех скважин токсичные и нормируемые микроэлементы, в том числе тяжелые металлы (свинец, кадмий, хром, мышьяк и др.), соединения группы азота (нитриты, нитраты, аммоний), а также стронций (природный и техногенный) не обнаружены, или их концентрации ниже предельно допустимых (ПДК) для пресных подземных вод (СанПиН 2.1.4.1074-01).

Таким образом, качество подземных вод, выведенных скважинами водозаборных участков ООО «Форвард-С», ООО «Люкс», ЗАО «Ариана», ОАО «ВПБЗ «Дарьял», по всем показателям хорошее и отвечает требованиям, предъявляемым к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода», за исключением жесткости.

Аналогичная картина отмечается и на Заводском скважинном водозаборе, из которого осуществляется снабжение питьевой водой пос. Заводского Промышленного района г. Владикавказа (около 40 тыс. человек).

По результатам разведочных работ на Заводском участке подземных вод в период 2009-2013 гг. (ООО «Гидр плюс» Джгамадзе А. К., Пашенко А. А.) было отмечено повышение жесткости подземных вод [Джгамадзе и др., 2016].

На Заводском участке подземных вод водозаборные скважины каптируют верхнюю часть акчагыл-апшеронского водоносного комплекса. Водовмещающие породы, представленные гравийно-галечными отложениями и конгломератами, содержат холодные (10–12°C) напорные подземные воды, относящиеся по уровню общей минерализации к пресным (0,5-0,8 г/дм³) [Джгамадзе, Заалишвили, 2010].

По данным исследований, проведенных при бурении скважин 1975-1976 гг., было установлено, что состав подземных вод гидрокарбонатный кальциевый, магниевый-кальциевый. Вода без запаха, прозрачность менее 30 см, мутности нет, общая жесткость вод не превышает 5,2 мг-экв./дм³, сухой остаток – 0,2-0,3 г/дм³, содержание в воде кальция – 50 мг/л, сульфатов – 10-40 мг/л, хлора – 7,0-10,0 мг/л.

По результатам гидрохимического опробования недропользователем, начиная с 1991 г., происходит увеличение жесткости воды. Динамика ее изменения на участке следующая: 1975-1990 гг. – 3-5 мг-экв./дм³; 1991-1998 гг. – 5-7 мг-экв./дм³; 1999-2000 гг. – 8-9 мг-экв./дм³; 2001 г. – 9-11 мг-экв./дм³; 2002-2005 гг. – 7-8 мг-экв./дм³; 2008 г. – 9-14 мг-экв./дм³; 2009 г. – 8-14 мг-экв./дм³; 2010 г. – 8-15 мг-экв./дм³; 2012 г. – 12-15 мг-экв./дм³; 2013-2017 гг. – 9,8-11,2 мг-экв./дм³.

Сухой остаток за указанный период изменился с 0,3-0,4 г/дм³ до 0,7 г/дм³ в 2007 году. Содержание хлора – с 20 до 60 мг/дм³.

Обобщенный химический состав подземных вод эксплуатационного водоносного комплекса выражается нижеследующей формулой:

$$M_{0,5-1,0} \frac{HCO_3 50 - 63 SO_4 20 - 37 (Cl 9 - 18)}{Ca 72 - 79 Mg 17 - 25}$$

Жесткость воды изменялась в пределах 6,9-13,5 мг-экв./дм³, а минерализация 0,5-1,0 г/дм³. Содержание кальция – 99-200 мг/дм³, гидрокарбоната – 262-427 мг/дм³, хлора 28,4-64,5 мг/дм³, сульфатов – 80,7-235,4 мг/дм³. Необходимо отметить повышение минерализации воды по скважине №2 в пробе воды, отобранной в январе 2013 года, где она составила 1,0 г/дм³ при жесткости 11,6 мг-экв./дм³. Содержание сульфата в пробе составило 235 мг/дм³.

В пределах ореола повышенной жесткости подземных вод, начиная с 2008 года, ведется мониторинг 12 основных водозаборов, расположенных в ореоле повышенной жесткости.

Все водозаборы расположены в правобережной части г. Владикавказа.

В результате мониторинговых наблюдений (ежегодное опробование водозаборных скважин различных предприятий г. Владикавказа – АО «Севосетингеоэкомониторинг») за показателями жесткости подземных вод получены следующие сведения:

Очаг повышенной жесткости ПВ по результатам 30 анализов, выполненных в результате опробования водозаборных скважин предприятий в 2017 г. (АО «Севосетингеоэкомониторинг») сохраняет свои пространственные и количественные параметры (табл. 1).

Таблица 1.

Характеристика показателей жесткости и минерализации

№№ п/п	Наименование предприятия	Номер скважины, водоносный горизонт	Жесткость, Мг-экв.	Дата отбора пробы воды
1	2	3	4	6
Промышленная зона г. Владикавказа, правобережье р. Терек				
1	Завод «Радуга»	1907 afQ	6,6 18,2 16,3 14,8 15,0 8,1 14,6 7,4 10,2 13,7	31.07.89 г. 16.08.08 г. 14.05.09 г. 20.06.10 г. 19.09.11 г. 1.10.12 г. 12.08.2013 г. 1.08.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
2	ГУП «Иристон»	1620 1621 afQ	5,4 5,4 5,1	10.10.82 г. 31.12.82 г. 12.08.2013 г.
3	Завод «Газоаппарат»	1884 afQ	3,4 6,9 9,73	30.03.89 г. 5.05.06 г. 19.08.06 г.
4	ООО «Чистый город»	1886 afQ	7,6	9.03.89 г.
5	ЗАО «Ариана»	1-96 afQ	8,6 8,6 8,0 8,4 3,4	9.07.08 г. 16.08.08 г. 20.06.10 г. 19.09.11 г. 23.10.17 г.
6	Завод «Победит»	2112 afQ	7,0 8,0 8,0 5,5 9,0 6,5 11,2 6,3 6,4 6,0	22.08.05 г. 18.12.07 г. 18.03.08 г. 25.06.08 г. 16.08.08 г. 14.05.09 г. 14.04.09 г. 20.06.10 г. 19.09.11 г. 1.10.12 г.

6	Завод «Победит»		5,7 4,7 7,9 5,8	12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
		2113 afQ	7,2 6,0 6,6 8,1 8,2 5,4 8,0	18.12.07 г. 18.03.08 г. 25.06.08 г. 12.08.2013 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
7	ООО «Ноэль»	2050 afQ	5,5 6,8 6,3	2000 г. 20.06.10 г. 1.10.12 г.
8	ООО «Люкс» Новое название «Гигант»	6 (1) afQ	6,63 7,8 10,0 6,7 6,9 12,4	19.07.01 г. 20.06.10 г. 19.09.11 г. 01.08.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
			6 (2) afQ	7,0 7,0 7,9 6,9 7,6 6,8 8,0
		6 (4),afQ		7,5
		9	ООО «Владикавказский пищекомбинат» Севоспотребсоюза	8/03 afQ
10	Групповой водозабор п. Заводской (Владикавказское МУП «Водоканал»)	4 afQ	4,05 8,0 13,5 13,1 12,5 13,0 12,6 12,2 9,8 8,9 9,2 11,2	21.05.76 г. 22.08.05 г. 16.08.08 г. 14.05.09 г. 20.06.10 г. 19.09.11 г. 1.10.12 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
11	ОАО ВПБЗ «Дарьял»	2210 afQ	9,9 9,9 9,3 8,7 8,2 8,5 8,6 8,2 8,1 7,7	2001 г. 08.03.05 г. 16.08.08 г. 14.05.09 г. 20.06.10 г. 19.09.11 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.

12	ООО «Снежная королева»	б/н	9,0	12.10.17 г.
12	Агрофирма «Фат»	250 afQ	5,3 15,3 15,5 15,7 16,0 14,4 9,4 9,6	1973 г. 10.11.08 г. 1.10.12 г. 22.04.13 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
13	СКГМИ	2230 afQ	8,5 9,0 9,5 9,3 8,9 9,1 8,4 8,1 7,9	19.06.06 г. 07.07.06 г. 16.08.08 г. 14.05.09 г. 20.06.10 г. 19.09.11 г. 1.10.12 г. 12.08.2013 г. 19.11.2015 г.
14	ООО «Форвард-С»	79 afQ	12,5 12,1 11,0 9,5 8,6 9,5 10,0 7,9	5.10.00 г. 16.10.00 г. 11.02.08 г. 19.09.11 г. 1.10.12 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
15	Пищекомбинат «Михайловский»	411 afQ	3,4 4,4 4,9 4,1 4,6 4,6 5,3 5,8 4,5	04.04.90 г. 28.09.05 г. 14.05.09 г. 1.10.12 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
16	МУП «Коммунресурсы». с. Михайловское	14/06 afQ	-4,6 3,5 7,3 7,3	10.04.74 г. 16.09.08 г. 12.08.2013 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
17	МУП «Коммунресурсы». ОПХ, с. Михайловское	1/70 afQ	5,3 5,1 5,8 6,3 5,5 6,2	1.10.12 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
18	Конно-спортивная школа п. Заводской	214 afQ	8,5 9,3	19.11.2015 г. 12.10.17 г.
19	ООО «Престиж»	4 afQ	11,7 12,1 12,8	1.10.12 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г.

20	ПР Михайловский (птицефабрика)	334 afQ	5,2 5,4 5,5 6,2	12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
21	ПТФ «Владикавказская», с. Дачное	38336 afQ	6,2 6,2 6,1 5,9 5,8	1.10.12 г. 12.08.2013 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
22	ОАО «Миранда»	б/н 1 afQ б/н ²	6,1 6,2 6,3 5,8	2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г. 23.10.17 г.
Левобережье р. Терек				
23	ООО «Диабаз»	1763 afQ	5,5 4,7 4,4 4,6 4,8 5, 5,2 5,5	12.09.86 г. 16.08.08 г. 1.10.12 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
24	Аэродром «ДОСААФ»	1762 afQ	5,2 4,0 4,7 4,8 5,1 3,5	0,415.86 г. 27.07.05 г. 16.08.08 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 12.10.17 г.
25	АЗС «Газпром»	б/н afQ	5,9 5,5 5,4 5,0 5,3 5,5 5,0 5,9	20.06.10 г. 19.09.11 г. 1.10.12 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
26	ФГУП Владикавказский завод «Бином»	254 1588 Q _E	4,9 4,6 4,7 5,0 6,0 6,0	1.10.12 г. 12.08.2013 г. 01.08.2014 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
27	Заправка ЧМИ	б/н Q _{III-IV}	3,6	2.10.2014 г.
28	Южный вздб	9 (1629) Q _{III-IV}	5,1 5,0	2.10.2014 г. 19.11.2015 г.
Выборочные пункты опробования в пределах ОАБ				
29	МУП «Коммунаресурсы» Сунжа	275 afQ	4,9	2.10.2014 г.
30	МУП «Коммунаресурсы» Октябрьское	17 afQ	6,5 6,2 5,4	2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
31	МУП «Коммунаресурсы» С. Ир	50 afQ	6,5 6,9	19.11.2015 г. 12.10.17 г.

32	АМСУ с. Фарн	552 afQ	4,3 4,0	2.10.2014 г. 19.11.2015 г.
33	Аэропорт г. Беслан	132 afQ	5,5 5,4 5,3	2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
34	МУП ВКХ г. Беслан	129 (3) afQ	6,8 6,1 6,0	16.09.2014 г. 19.11.2015г 12.10.17 г.
		4	6,4	12.10.17 г.
35	набл.скв. ГОНС п. Алханчурт	б/н afQ		16.09.2014 г. 19.11.2015г
36	п.Алханчурт	204	6,9	12.10.17 г.
	п.Алханчурт	162	6,4	12.10.17 г.
37	набл.скв. Редантского водозабора	28 (2н) afQ	3,8	31.03.2014 г. 12.10.17 г.
38	с. Хумалаг на терр. МТФ	374а	6,0	24.10.2013 г.
39	МУП ВКХ г. Беслан (Хумалаг)	112 afQ	6,2 5,8	2.10.2014 г. 19.11.2015 г.
40	Конзавод им. Кантемирова	1802 afQ	6,3 4,0 5,0	2.10.2014 г. 19.11.2015 г. 12.10.17 г.
41	МУП «Водоканал» г. Ардон вдзбХаткар	1 afQ	4,0	2.10.2014 г.
42	Ардонскаяптицфабр.	38234 afQ	5,1	2.10.2014 г.
43	С. Кадгарон (градобойня)	1 afQ	6,5	2.10.2014 г.
44	Нартский ГВ	1663 afQ	5,1	2.10.2014 г.
45	с. Мостиздаз	б/н afQ	4,3	2.10.2014 г.
46	С. Красногор	б/н afQ	4,8	2.10.2014 г.
47	ИП Арсамаков	68	5,1	24.10.2013 г.
48	МУП «Коммунресурсы». С. Чермен	2090 afQ	3,7 3,9	19.11.2015 г. 12.10.17 г.
49	АМСУ Зильги	2/89	7,5 6,3 5,5	24.10.2013 г. 2.10.2014 г. 19.11.2015 г.
50	г. Дигора	14	3,2	24.10.2013 г.
51	Ольгинское РАСХН	1950	6,2	12.10.17 г.
	ФГУ «Многопрофильный мед.центр», г. Беслан	4	6,4	12.10.17 г.
	ИП Гаглоев	4-16	4,6	12.10.17 г.

В 12% опробованных скважин (в пределах очага повышенной жесткости) показатели жесткости остаются на уровне 2014 г. В 25% опробованных скважин по-

казатели жесткости незначительно ниже показателей 2014 г. В 62% опробованных скважин показатели жесткости выше показателей 2014 г.

Кроме северо-восточной промышленной зоны, для установления тренда динамики ранее установленных фоновых значений жесткости и минерализации, были проанализированы результаты опробований нескольких водозаборов в западной левобережной части города.

С целью установления границ распространения ореола загрязнения по направлению потока подземных вод, как и в 2014 г. и в 2015 г., была значительно расширена площадь опробования: были опробованы водозаборы на южной окраине с. Михайловского, г. Беслана, Пригородного района (с. Сунжа, с. Октябрьское), г. Ардона, с. Мостиздах, с. Кадгарон, с. Красногор. Здесь уже показатели жесткости составляли от 3,5 до 6,8 мг-экв.

Таким образом, ореол повышенной жесткости подземных вод (более 7 мг/экв.) ограничивается правобережной частью г. Владикавказа в пределах промышленной зоны города, где превышение нормы составляет от 1,1... до 1,5 ед. ПДК.

Недостаточный объем информации не позволяет однозначно установить причины происходящих гидрогеохимических процессов в подземных водах и, в целом, в геологической среде на этой площади.

Для установления истинных причин происходящих процессов необходима постановка специальной тематической работы, предусматривающей комплексный подход к изучению проблемы, обработка данных которого позволит определить источники загрязнения подземных вод и проследить динамику состояния подземных вод.

Основной причиной недостатка информации является отсутствие данных объектного мониторинга, который обязаны проводить предприятия, получившие лицензию на право пользования подземными водами.

Границы распространения ореола повышенной жесткости, по результатам опробования в динамике за 2008-2017 гг. приведены на рисунках 2-6.



Рис. 2. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказа за 2008 г.



Рис. 3. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказ за 2010 г.



Рис. 4. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказ за 2012 г.

Рис. 4. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказ за 2012 г.



Рис. 5. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказа за 2014 г.

Рис. 5. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказа за 2014 г.



Рис. 6. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказа за 2017 г.

Рис. 6. Карта жесткости подземных вод северо-восточной части г. Владикавказа за 2017 г.

Предположительно, одной из причин изменения качества подземных вод водоносных горизонтов четвертичных отложений, и отложений свиты Рухс-Дзуар в сторону ухудшения, могут являться техногенные отложения завода «Электроцинк», в том числе, т. н. «Гипсовое озеро» и промплощадка АО «Кавдоломит». Загрязнение обусловлено распылением доломитовой муки, с последующим ее растворением и фильтрацией в водоносный горизонт четвертичных отложений и отложений свиты Рухс-Дзуар.

Негативное влияние на качество подземных вод и ухудшение их качества, несомненно, могут также оказывать разлагающиеся полигоны шлаковых отвалов промышленных металлургических предприятий – ОАО «Электроцинк» и ОАО «Победит». Это ставит под угрозу использование подземных пресных вод огромного резервуара – Северо-Осетинского артезианского бассейна в будущем.

В других частях г. Владикавказа таких резких изменений качества подземных вод не отмечалось.

Необходимо отметить неизученную проблему увеличения жесткости (минерализации), а также содержания органических загрязняющих веществ на значительной территории правобережья г. Владикавказа, и района Бесланского МППВ. С 2007 г. ведутся наблюдения по ТНС за динамикой развития ореола жесткости и азотсодержащих соединений.

Литература

1. Джгамадзе А.К., Заалишвили В.Б. Ухудшение качества подземных вод в связи с техногенным воздействием на территории г. Владикавказа // Вестник МАНЭБ. – 2010. – Т. 15. №4. – С. 26-31.
2. Джгамадзе А.К., Колесникова А.М., Оганесян С.М. Инженерно-геологические условия южной, курортной части административного округа города Владикавказа и состояние системы жизнеобеспечения (водоснабжения) населения // Устойчивое развитие горных территорий. – 2016. – Т. 8. №1. – С. 33-45.
3. Дзеранов Б.В., Гогичев Р.Р., Джусоева Н.Г. Использование ГИС-технологий при оценке качества подземных вод республики Северная Осетия-Алания // Геология и геофизика Юга России. – 2017. – №3. – С. 40-56.
4. Дзеранов Б.В., Джгамадзе А.К., Заалишвили В.Б. Особенности гидрогеологических условий площади расположения г. Владикавказа, влияющие на сейсмичность территории // Труды молодых ученых Владикавказского научного центра РАН. – 2010. – №3. – С. 145-150.
5. Жаренов А.П. Отчет по теме: «Комплексный анализ результатов по Даллагкаускому оползнию»/АО «Институт Гидропроект», филиал «ЦСГИЭО». – М. – 2003.
6. Заалишвили В.Б., Джгамадзе А.К. Особенности оценки запасов пресных подземных вод в условиях эксплуатации взаимовлияющих водозаборов с учетом сейсмической опасности территории // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2015. – №1. – С. 48-55.
7. Заалишвили В.Б., Колесникова А.Ф., Джгамадзе А.К. Геолого-тектонические особенности моздокской впадины терско-кумского прогиба и территории г. Моздока. // В сборнике: Сейсмическая опасность и управление сейсмическим риском на Кавказе Труды V Кавказской международной школы-семинара молодых ученых/Ред.: В.Б. Заалишвили. – 2013. – С. 133-139.
8. Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О., Бурдзиева О.Г., Гогичев Р.Р. Перспективы развития и использования глубинных гидротермальных и петротермальных очагов в горной части Северной Осетии // GEOENERGY. Материалы II Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 116-130.
9. Музаев И.Д., Харебов К.С., Музаев Н.И. Математическая модель, алгоритм и программа для проектирования селективных водозаборных систем // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2016. – №1 (186). – С. 84-90.

10. Попов В. З. Отчет по теме «Инженерно-геологическая доразведка Даллагкау-ского оползня» // ООО «Центр геодинамических исследований». – М. – 2007.

DOI: 10.23671/VNC.2017.4.9522

CHANGES IN THE QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF UNDERGROUND WATERS OF THE OSSETIAN ARTISIAN BASIN

© 2017 R. R. Gogichev, B. V. Dzeranov, Sc. Candidate (Geol.-Min.)

Geophysical institute VSC RAS, Russia, 362002, RNO-Alania, Vladikavkaz,
Markov Str., 93 a, e-mail: cgi_ras@mail.ru

The paper summarizes materials on fresh groundwaters and compares the changes in their quality during operation. The results of chemical analyzes of different years are systematized. The characteristics of deformation changes in aquifers and their relationship to surface waters are given. The evaluation of the groundwater protection against natural and anthropogenic pollution is given. The methodology for calculating of protective sanitary zones for water intakes with various hydrogeological conditions is developed, and measures for sanitary protection and revealing of pollution sources are offered (reasons for increasing hardness and mineralization of fresh groundwater in the industrial zone of Vladikavkaz). Based on the investigation results, conclusions were drawn on possible sources of increasing rigidity and deterioration of groundwater quality in Ossetian artesian basin.

Keywords: GIS, groundwater, well, underground water monitoring, database, Ossetian artesian basin, alluvium, water intake, aquifer, waterproofing, water hardness, mineralization.

References

1. Dzhgamadze A.K., Zaalishvili V.B. Uhdshenie kachestva podzemnyh vod v svyazi s tehnogennym vozdejstviem na territorii g. Vladikavkaza [Deterioration of groundwater quality due to anthropogenic impact on the territory of Vladikavkaz]. Vestnik MANJeB, 2010, Vol.15, No.4, pp. 26–31. (in Russian)
2. Dzhgamadze A.K., Kolesnikova A.M., Oganessian S.M. Inzhenerno-geologicheskie uslovija juzhnoj, kurortnoj chasti administrativnogo okruga goroda Vladikavkaza i sostojanie sistemy zhizneobespechenija (vodosnabzhenija) naselenija [Engineering and geological conditions of the southern, resort part of the administrative district of the city of Vladikavkaz and the state of the life support system (water supply) of the population]. Ustojchivoe razvitie gornyh territorij, 2016, Vol.8. No.1, pp. 33–45. (in Russian)
3. Dzeranov B.V., Gogichev R.R., Dzhuseeva N.G. Ispol'zovanie GIS-tehnologij pri ocenke kachestva podzemnyh vod respubliki Severnaja Osetija-Alanija [Use of GIS-technologies in assessing the quality of groundwater in the Republic of North Ossetia-Alania]. Geologija i geofizika Juga Rossii, 2017, No.3, pp. 40–56. (in Russian)
4. Dzeranov B.V., Dzhgamadze A.K., Zaalishvili V.B. Osobennosti gidrogeologicheskikh uslovij ploshhadi raspolozhenija g. Vladikavkaza, vlijajushhie na sejsmichnost' territorii [Features of hydrogeological conditions of the Vladikavkaz city area, affecting the seismicity of the territory]. Trudy molodyh uchenyh Vladikavkazskogo nauchnogo centra RAN, 2010, No.3, pp. 145–150. (in Russian)
5. Zharenov A.P. Otchet po teme: «Kompleksnyj analiz rezul'tatov po Dallagkauskomu opolznju» [Report on the topic: “Complex analysis of the results of the Dallagkau landslide”]. AO “Institut Hidroproekt”, filial «CSGIJeO», M. 2003. (in Russian)

6. Zaalishvili V.B., Dzhgamadze A.K. Osobennosti ocenki zapasov presnyh podzemnyh vod v uslovijah jekspluatacii vzaimovlijajushhih vodozaborov s uchetom sejsmicheskoj opasnosti territorii [Peculiarities of the fresh groundwater resources assessment in the conditions of exploitation of interference water intakes taking into account the seismic hazard of the territory]. Sejsmostojkoe stroitel'stvo, Bezopasnost' sooruzhenij, 2015, No.1, pp. 48–55. (in Russian)
7. Zaalishvili V.B., Kolesnikova A.F., Dzhgamadze A.K. Geologo-tektonicheskie osobennosti mozdokskoj vpadiny tersko-kumskogo progiba i territorii g. Mozdoka [Geological and tectonic features of the Mozdok depression of the Mesozoic basin of the Tersk-Kum trough and the territory of the town Mozdok]. V sbornike: Sejsmicheskaja opasnost' i upravlenie sejsmicheskim riskom na Kavkaze, Trudy V Kavkazskoj mezhdunarodnyj shkoly-seminara molodyh uchenyh, Ed. by V.B. Zaalishvili, 2013, pp. 133–139. (in Russian)
8. Zaalishvili V.B., Chotchaev H.O., Burdzieva O.G., Gogichev R.R. Perspektivy razvitija i ispol'zovanija glubinnyh gidrotermal'nyh i petrotermal'nyh ochagov v gornoj chasti Severnoj Osetii [Prospects for development and use of abyssal hydrothermal and petrothermal foci in the mountainous part of North Ossetia]. GEOENERGY. Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii, 2016, pp. 116–130. (in Russian)
9. Muzaev I.D., Harebov K.S., Muzaev N.I. Matematicheskaja model', algoritm i programma dlja proektirovanija selektivnyh vodozabornyh sistem [Mathematical model, algorithm and program for the design of selective water intake systems]. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Serija: Tehniceskie nauki, 2016, No.1(186), pp. 84–90. (in Russian)
10. Popov V.Z. Otchet po teme «Inzhenerno-geologicheskaja dorazvedka Dallagkavskogo opolznja» [Report on the topic “Engineering and geological additional exploration of the Dallagkau landslide”] OOO “Centr geodinamicheskikh issledovanij”, M. 2007. (in Russian)