

ГИДРОГЕОХИМИЯ ПИТЬЕВЫХ ВОД ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ГОРОДА ЕРЕВАНА

© 2004 г. Г. В. Шагинян, Э. С. Халатян, Т. Н. Кюрегян

Институт геологических наук НАН РА
375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения
E-mail: rubenhar@yahoo.com, hrshah@sci.am
Поступила в редакцию 17.01.2004 г.

В статье рассматриваются гидрогеохимия питьевых пресных вод крупнейших источников Араратской котловины, которыми снабжается основная часть южных районов г. Еревана, и результаты исследований этих же вод в Ереване. Приводятся их классы и колебания при транспортировке химического состава в катионном и анионном рядах отдельно, которые весьма незначительны и выступают только в количественном выражении. Проведен сравнительный анализ содержаний некоторых элементов и соединений с принятыми международными стандартами. Показано соответствие гидрогеохимических характеристик этих вод жестким международным стандартам. Одновременно подчеркивается необходимость введения понятия минимально необходимых концентраций элементов в водах.

Как известно, г. Ереван в основном снабжается питьевыми водами, поступающими из ереванских районов. Области и условия формирования, пути транзита, геологическая и металлогеническая характеристики водовмещающих пород и водоносных горизонтов и т.д., а также условия эксплуатации этих вод отличаются своеобразием в каждом конкретном случае.

Значительная часть южных районов г. Еревана получает питьевую воду из Араратской котловины. В данной статье приводятся результаты гидрохимических исследований вод, поступающих в г. Ереван из насосных станций Араратян 1, Араратян 2, Араратян 3, Араратян 4.

Араратская котловина, после образования депрессии и извержения верхне- и нижнечетвертичных базальтовых лав, подвергалась интенсивной эрозии, которая продолжается и в настоящее время. В геологическом строении этой территории принимают участие озерно-речные и эффузивные водоносные образования, мощность которых достигает 500 м. Под этими образованиями — складчатое водоупорное образование, представленное песчано-глинистыми и карбонатными породами палеозоя и мезокайнозоя (Амроян, Арутюнян, Орбелян, 1974).

Складки, слагающие фундамент обрамляющих котловину хребтов, погружаются в сторону депрессии, определяя направление подземного стока.

Водоносными являются лавы (трещиноватые и пористые базальты, ошлакованные базальты, андезит-базальты) и туфы (туфопеплы и туфовые пески), водоносные озерно-речные отложения (песчанистый и глинистый слой озерного происхождения четвертичного возраста, песчано-галечные, валунно-галечные и песчано-глинистые отложения речных и временных водотоков). Из всех этих пород наиболее распространенными являются лавы, далее — озерные отложения и речные наносы.

Почти 80% родников приурочено к лавам.

В водном балансе Араратской котловины принимают участие подземные воды, условия формирования, химический состав и условия залегания которых разные.

Площадь питания этих вод занимает терри-

торию, охватывающую юго-западные склоны Гегамского хребта, хребта Армянский пар, Арарат, массив г. Арагац, Карсское плато и бассейн среднего течения р. Аракс. Основным источником питания водоносных горизонтов являются атмосферные осадки и инфильтрация поверхностных вод. Аккумуляция и транспортировка вод в основном происходят по андезито-базальтовым лавам и рыхлообломочным материалам подрусловых отложений четвертичного возраста.

Основным водоупором подземных вод Араратской котловины являются третичные и более древние осадочные водонепроницаемые породы.

Геолого-геоморфологические условия и данные структурно-разведочных скважин дают основание полагать, что питание артезианского бассейна происходит по палеорельефу лавовых и третичных осадочных пород и через подрусловые отложения. Данные многочисленных скважин на воду и геофизических исследований позволяют отметить, что пути питания бассейна в основном совпадают с современной речной сетью. Это в основном русла рр. Касах и Мастара.

Значительную роль в пополнении запасов вод бассейна играют межлавовые и подлавовые подземные водотоки, которые формируются и стекают с высокогорных районов. Некоторое значение имеет и правобережная часть долины, откуда в Аракс попадают небольшие 3 речки.

Ряд авторов (Амроян, Арутюнян, Орбелян, 1974), в зависимости от приуроченности подземных вод Араратской котловины к различным литологическим разностям пород, подразделяют их на пластовые, трещинно-поровые и поровые.

Горизонт грунтовых вод. Глубина залегания этого горизонта до 25 м. Распространен в равнинной части бассейна и приурочен к молодым аллювиально-делювиальным и пролювиальным отложениям. Водоупором для этих вод служат песчанистые глины.

Первый напорный водоносный подгоризонт. Площадь этого подгоризонта обусловлена границами распространения отложений озерно-речного комплекса. Они все насыщены напорными подземными водами. Водоупором являются глинистые породы. Большинство этих вод своими гидрогеологическими и гидрогеохимическими ха-

раактеристиками соответствуют требованиям, предъявляемым к качеству питьевых вод, и эксплуатируются.

Второй напорный водоносный подгоризонт. Воды этого подгоризонта приурочены к трещинам и порам ошлакованных андезито-базальтовых лав третичного и четвертичного возраста, залегающих в виде отдельных лав и потоков. Воды отличаются высоким пьезометрическим напором (до 20 атмосфер). Подгоризонт интенсивно эксплуатируется. Дебит только фонтанирующих скважин достигает 800 л/сек.

В литературе приводятся 3 класса состава вод этой подзоны: гидрокарбонатный, сульфатный и хлоридный. Самое большое распространение по площади имеют гидрокарбонатные воды,

химсостав которых сформировался за счет контакта инфильтрационных вод с эффузивными породами. Здесь, в результате контакта атмосферных вод с эффузивами, возрастает минерализация вод с ощутимым повышением содержаний Na, Ca, Mg. Возрастание содержания Na в ионном виде связано с разложением известково-натриевых полевых шпатов. В результате этих процессов образуется натриево-кальциевый ряд катионов вод (Амроян, Арутюнян, Орбелян, 1974).

Повышенные содержания хлора связаны с выщелачиванием водоупорных глинистых образований. Содержание хлора в них доходит до 30%.

По степени минерализации воды Араратской котловины подразделяются на три группы: до

Таблица 1
Содержания некоторых элементов и соединений (в мг/л)
в водах станций Араратской котловины
(по 7 анализам для каждой станции)

Элементы и соединения	Араратян 1, Араратян 2	Араратян 3	Араратян 4
	Инт.содерж. Усредн.знач.	Инт.содерж. Усредн.знач.	Инт.содерж. Усредн.знач.
Na ⁺	41,38-56,10 49,8	34,72-42,07 37,63	34,48-43,45 38,35
K ⁺	0,46-5,00, 3,85	0,40-4,29 3,39	0,40-4,56 3,63
Ca ²⁺	40,0-50,0 44,67	38,00-42,40 38,07	40,0-48,0 43,33
Mg ⁺	27,36-40,13 31,62	20,67-22,86 21,63	21,28-23,71 22,50
Cl ⁻	59,98-82,82 72,71	48,55-52,12 49,62	50,69-52,12 51,41
SO ₄ ²⁻	63,31-101,64 81,98	55,55-64,19 58,98	58,43-71,19 65,56
HCO ₃ ⁻	176,9-207,40 191,52	146,40-164,70 153,52	152,5-189,1 168,77
M _{общ.}	517,54-620,57 565,51	445,90-466,94 454,21	452,99-517,90 481,93
Общая жесткость	4,50-5,30	3,55-4,02	3,85-4,20
pH	6,30-6,52 6,48	6,45-6,87 6,57	6,46-6,53 6,50
NH ₄ ⁺	не обн.	не обн.	не обн.
NO ₃ ⁻	9,00-13,00	8,00-12,00	8,00-11,00
NO ₂ ⁻	не обн.	не обн.	не обн.
PO ₄ ³⁻	0,28-0,40	0,35-0,40	0,30-0,45
Fe _{общ.}	не обн.	не обн.	не обн.
Cu ²⁺	не обн. - 0,004	0,002-0,0076	0,002-0,0044
Zn ²⁺	0,001-0,02	не обн. - 0,05	не обн. - 0,024
Pb ²⁺	не обн. - 0,006	не обн. - 0,005	не обн. - 0,0026
Cd ²⁺	не обн.	не обн.	не обн.
F	0,20-0,35	0,24-0,42	0,24-0,60
J	не обн.	не обн.	не обн.
As	не обн.	не обн.	не обн.
	M _{0.52-0.62} $\frac{HCO^3 Cl SO^4}{Mg Ca Na}$	M _{0.45-0.47} $\frac{HCO^3 Cl SO^4}{Ca Mg Na}$	M _{0.45-0.48} $\frac{HCO^3 Cl SO^4}{Ca Mg Na}$

1 г/л (пресные), слабо солоноватые (1-3 г/л), солоноватые (3-5 г/л). Гидрохимический режим напорных водоносных горизонтов и грунтовых вод непостоянный.

Снабжающие основную часть южных районов г.Еревана воды (станции Араратян 1, 2 и Араратян 3, 4) находились под мониторинговым наблюдением в течение 2002-2004гг.

Поскольку содержания некоторых элементов и соединений ниже предела чувствительности анализа и они не были обнаружены при наших исследованиях, считаем необходимым представить дополнительные сведения о методике их определения (Резников и др., 1963), чувствительности анализа, ПДК по ГОСТ 2874-82 (в мг/л) (Крайнов, Швеиц, 1987) и нормативы качества питьевой воды по ВОЗ (в мг/л) (Боревский Б.В., Боревский Л.В. и др., 1998).

	метод	чувств	ПДК	нормы ВОЗ
NH ₄ ⁺	– колориметр	0.05,	–	1.5
Fe _{общ}	– колориметр	0.04,	0.3	0.3
Cu ²⁺	– полярограф.	0.0005,	1.0	1.0
Pb ²⁺	– полярограф.	0.00005,	0.03	0.01
Zn ²⁺	– полярограф.	0.0001,	5.0	3.0
Cd ²⁺	– полярограф.	0.00005,	–	0.003
J ⁻	– колориметр	0.1,	–	нет данных
As	– колориметр	0.02,	0.05	0.01
NO ₂ ⁻	– колориметр	0.01,	–	3.00

Ниже приводятся пределы содержаний элементов и соединений и типичные формулы Курлова по станциям (табл.1).

На пунктах Араратян 1 и 2 два раза пробы взяты после смешивания вод. Как показали анализы, отличия между химсоставами этих вод практически незначительны, следовательно, считаем допустимым их представление вместе. Периоды опробований выбраны по колебаниям погодных и атмосферных условий, что дает возможность установить вариации химсостава вод при их изменениях. Опробования проводились 7 раз из каждой станции и 4 раза из общего водовода. Общее количество проб из Араратских станций и основного водопровода – 32.

Как показывают исследования, воды станций Араратян 1 и 2, в основном, гидрокарбонат-хлорид-сульфатные, магний-кальций-натриевые. Минерализация колеблется в пределах от 0,518 до 0,620 г/л, рН – от 6,30 до 6,60.

Воды станции Араратян 3 гидрокарбонат-хлорид-сульфатные, кальций-магний-натриевые (кальций-натрий-магниевые) с минерализацией от 0,446 до 0,467г/л. рН колеблется в пределах 6,45 - 6,87.

Воды станции Араратян 4 характеризуются гидрокарбонат-хлорид-сульфатным, кальций-магний-натриевым классом. Два раза зафиксировано преобладание содержаний сульфат-иона над хлором, что, по всей вероятности, можно объяснить сезонными колебаниями количества атмосферных осадков и, в связи с этим, интенсификацией процессов окисления. Минерализация – от 0,450 до 0,477г/л, рН – 6,46 - 6,53.

Опробована и вода трубопровода, поступающая в Ереван после смешивания вод всех стан-

ций. Эта вода гидрокарбонат-хлорид-сульфатного, магний-кальций-натриевого (кальций-магний-натриевого) класса, с минерализацией от 0,406 до 0,566 г/л и рН – 6,45 - 6,58.

Таким образом воды, поступающие в г.Ереван из наиболее крупных источников Араратской котловины, характеризуются гидрокарбонат-хлорид-сульфатным, в основном кальций-натрий-магниевым (кальций-магний-натриевым) классом, величиной общей минерализации от 0,406 до 0,566 г/л и рН – 6,30 - 6,58.

В южных районах г.Еревана, которые снабжаются вышеописанными питьевыми водами Араратской котловины, также были проведены мониторинговые исследования с целью установления вариаций химсостава вод при транспортировке. Из более 15 пунктов наблюдений в настоящей статье приводятся результаты по 8 пунктам, снабжение которых вышеописанными водами не вызывает сомнения. На каждой точке опробование проводилось 7 раз, примерно через 7-10 дней после опробования основных источников Араратской котловины. Ниже приводятся результаты этих исследований в период с начала работ по настоящее время (табл.2).

Для вод южных районов г.Еревана характерен гидрокарбонат-хлорид-сульфатный (редко – гидрокарбонат-хлоридный), кальций-магний-натриевый класс с минерализацией от 0,450 до 0,615 г/л и рН – 6,18-7,30. По гидрохимическим характеристикам эти воды соответствуют международным требованиям, предъявляемым к качеству обычных питьевых пресных вод.

В табл. 3 приводятся пределы содержаний элементов по всему южному району г.Еревана в сравнительном анализе с некоторыми международными стандартами.

Особого внимания заслуживают содержания так называемых “нежелательных” и токсичных элементов. К числу первых отнесены нитраты, нитриты, аммоний, железо, медь, цинк, фосфаты и фтор. Из токсичных в наш список включены мышьяк, кадмий, свинец. Причиной загрязнения питьевых вод этими элементами для наших условий в основном является техногенез.

Как показывают полученные данные, содержания многих из этих компонентов в описываемых водах южных районов г.Еревана находятся в соответствии или ниже предельно допустимых норм, принятых в ЕС и Швейцарии, где, как известно, введен строжайший контроль над качеством питьевых вод. Так, например, если по аммонию даже для вод высшего качества (Швейцария) допустимо содержание до 0,05 мг/л, то в рассматриваемых нами водах это соединение азота вовсе не обнаружено при чувствительности методики анализа 0,05 мг/л (колориметрический метод с реактивом Несслера), т.е. в любом случае содержание этого компонента ниже принятых международных стандартов. То же самое в основном относится и к остальным “нежелательным” элементам.

Из токсичных элементов мышьяк и кадмий вовсе не обнаружены при чувствительности методики их определения 0,02мг/л (колориметрический метод с хлорной ртутью) и 0,00005мг/л

Таблица 2

[illegible]

Таблица 3

Интервал содержаний элементов и соединений в питьевых водах (в мг/л)
 южных районов г.Еревана (по результатам 56 анализов)
 в сравнительном анализе с некоторыми международными стандартами

Элементы и соединения	Интервал содержаний	Нормы ЕС (директива 80/778)		Швейцария	
		ПДК	стандартные	общие ПДК	высшего качества
Na ⁺	31,73-57,70	150,0	20,0	150,0	20,0
K ⁺	3,38-4,67	12,0	10,0	-	10,0
Ca ²⁺	38,0-64,0	-	100,0	-	40,0-125,0
Mg ⁺	18,85-33,44	50,0	30,0	50,0	5,0-30,0
Cl ⁻	47,84-78,54	-	25,0	200,0	20,0
SO ₄ ²⁻	25,10-96,29	250,0	25,0	200,0	10,0-50,0
HCO ₃ ⁻	146,4-250,1	-	-	нет данных	
M _{общ}	435,13-614,60	1500 (сухой остаток)	-	1500 (сухой остаток)	100,0-500,0
Общая жесткость	3,55-5,15				
pH	6,18-7,30	9,5	6,5-8,5	9,2	7,0-8,0
NH ₄ ⁺	не обн.	0,5	0,05	0,5	0,05
NO ₃ ⁻	6,0-18,0	50,0	25,0	40,0	25,0
NO ₂ ⁻	не обн.	0,1	-	0,1	0,01
PO ₄ ³⁻	0,18-0,40	4,5	0,4	1,0	0,05
Fe _{общ}	не обн.-0,1	0,2	0,05	3,0	0,05
Cu ²⁺	0,00035-0,06	3,0	0,1	1,5	0,05
Zn ²⁺	не обн.-0,094	5,0	0,1	5,0	0,1
Pb ²⁺	не обн.-0,0024	0,05	-	0,05	нет данных
Cd ²⁺	не обн.	5,0	-	0,005	-
F ⁻	0,20-0,80	1,5 (при T=25-30 ⁰ C) 0,7 (при T=8-12 ⁰ C)	1,5 0,7	1,5 (при T=25-30 ⁰ C) 0,7 (при T=8-12 ⁰ C)	-
J ⁻	не обн.	нет данных	-	-	-
As	не обн.	0,05	-	0,05	0,02

(пленочная полярография с накоплением на графитовом электроде) соответственно.
 Однако, вместе с этим, для использования этих вод в питьевых целях серьезным недостатком является отсутствие (необнаружение) такого элемента, как, например, йод, являющегося жизненно необходимым элементом для нормального функционирования организма. Следовательно, становится необходимым введение понятия минимально необходимых концентраций (МНК) элементов и соединений.

ЛИТЕРАТУРА

Амроян А.Е., Арутюнян Р.Г., Орбелян Э.С. Араратская

котловина. В кн.: "Геология Армянской ССР". т.VIII. "Гидрогеология". Ереван: Изд. АН АрмССР. 1974, с.227-245.
 Крайнов С.Р., Швец В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: Недра, 1987, 237 с.
 Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. М.: Государственное научно-техническое изд-во литературы по геологии и охране недр, 1963, 403 с.
 Экологически чистые подземные питьевые воды. Рекомендации по обоснованию перспективных участков для добычи с целью промышленного розлива (сост. Боровский Б.В., Боровский Л.В. и др.) М.: АОЗТ ГИДЭК, 1998, 31 с.

ԵՐԵՎԱՆԻ ՀԱՐԱՎԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆՆԵՐԻ ԽՈՏԵԼՈՒ ՋՐԵՐԻ ՀԻԴՐՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՆ

Հ. Վ. Շահինյան, Է. Ս. Խալաթյան, Տ. Ն. Կյուրեղյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոգվածում բերվում են Արարատյան հարթավայրի առավել խոշոր 4 աղբյուրների (Արարատյան 1, Արարատյան 2, Արարատյան 3, Արարատյան 4) ջրերի 2002-2004թթ. ընթացքում կատարված հիդրոերկրաքիմիական հետազոտությունների արդյունքները: Նույնպիսի հետազոտություններ տարվել են նաև Երևանի հարավային շրջաններում, որոնք սնվում են հիմնականում վերը նշված ջրերով: Որոշվել են ջրերի դասերը և մի շարք այլ հիդրոերկրաքիմիական չափանիշներ: Այսպես, պոմպակայաններում հետազոտությունների ընթացքում դիտարկվել են ջրերի քիմիական կազմի կատիոնային շարքի աննշան փոփոխություններ (ըստ մգ/էկվ.%), իսկ դասը կրում է կայուն բնութագիր՝ հիդրոկարբոնատ-քլորիդ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային (հազվադեպ՝ մագնեզիում-կալցիում-նատրիումային): Ընդհանուր հանքայնացումը չի գերազանցում 0,62գր/լ: Նույն ջրերը Երևանում ունեն հիդրոկարբոնատ-քլորիդ-սուլֆատային (հազվադեպ՝ հիդրոկարբոնատ-քլորիդային), կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային դաս: Մյուս բնութագրերը նույնպես պահպանվում են: Բերված է միջազգային չափանիշների հետ նրանց համեմատական անալիզը:

Ուշադրություն է դարձված տոքսիկ և, այսպես կոչված, «անցանկալի» տարրերին: Ելնելով օրգանիզմի նորմալ կենսագործունեությունն ապահովելու համար տարրերի նվազագույն անհրաժեշտ քանակության ապահովման կարևորությունից, վաղուց արդեն գործող վերին թույլատրելի սահմանային պարունակությունների (ԹՍՊ, ՈՃԿ) հետ միաժամանակ առաջարկվում է տարրերի անհրաժեշտ նվազագույն քանակների (ԱՆՔ) հասկացության ընդունումը:

HYDRO-GEOCHEMISTRY OF POTABLE WATERS IN THE SOUTHERN DISTRICTS OF YEREVAN

H. V. Shahinyan, E. S. Khalatyan, T. N. Kyuregyan

Abstract

In this paper, consideration is given to the hydrochemistry of fresh potable waters of the largest sources in the Ararat depression, supplying the main part of southern districts of the Yerevan City, along with discussion of the results of studies for the same waters in Yerevan. Classification of the waters and variations of their chemical composition in the course of transportation is presented for the anionic, and the cationic series separately. Such changes are shown to be insignificant and related to quantity variations only. A comparative analysis is made between the contents of certain elements and compounds, and the relevant international standards. The hydro-geochemical characteristics of these waters are shown to be complying with the strict international standards. In the meantime, the need of introducing a concept of minimum required element concentration in water is emphasized.