

ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ «ПЛАВСКАЯ» (ТУЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

С. В. Бочаров

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 17 января 2014 г.

Аннотация: минеральная вода «Плавская» локализована в основании водоносного лебедянско-плавского терригенно-карбонатного комплекса верхнего девона и гидравлически связанного с ним водоносного елецкого карбонатного горизонта того же возраста. По химическому составу вода принадлежит к группе слабоминерализованных лечебно-столовых гидрокарбонатно-сульфатных кальциево-магниевых вод низкощелочной реакции и умеренной жесткости. Вода «Плавская» может быть использована в качестве природного лечебно-оздоровительного средства.

Ключевые слова: артезианский бассейн, водоносный комплекс, верхний девон, минеральные воды, медико-экологическая оценка.

Abstract: mineral Plavskaya water is localized in the basis of a water-bearing lebedyansk-plavsky terrigenous and carbonate complex of the top Devon and hydraulically the related water-bearing Yelets carbonate horizon of the same age. On a chemical composition water belongs to group of low-mineralized medical and group gidrokarbonat-sulfate calcium-magnesium waters of low alkaline reaction and moderate stiffness. Plavskaya water can be used as natural medical and improving means.

Key words: artesian pool, water-bearing complex, top Devon, Mineral waters, medicine-ecological evaluation.

Слабоминерализованные гидрокарбонатные магниевые-кальциевые воды установлены в бассейне р. Оки (Плавский район Тульской области). В региональном гидрогеологическом плане территория распространения минеральных вод принадлежит к области сочленения Воронежской антеклизы с Московским артезианским бассейном [1, 2]. Гидрогеологический разрез представлен 11 стратиграфическими подразделениями, включающими преимущественно пресные воды питьевого назначения. Сверху вниз это:

- водоносный современный аллювиальный горизонт (aIV);
- водоносный верхнечетвертичный аллювиальный горизонт (aIII);
- слабоводоносный средне- и верхнечетвертичный комплекс перигляциальных и делювиальных образований (pr, dII–III);
- слабоводоносный валанжин-барремский терригенный комплекс (K₁v-br);
- слабоводоносный бат-келловейский терригенный комплекс (J₂bt-k);
- водоносный лебедянско-плавский терригенно-карбонатный комплекс (D₃lb-pl);
- водоносный елецкий карбонатный горизонт (D₃el);

– водоносный задонский терригенный горизонт (D₃zd);

– водоносный воронежско-ливенский терригенно-карбонатный комплекс (D₃vr-lv);

– слабоводоносный саргаевско-семилукский терригенно-карбонатный комплекс (D₃sr-sm).

Водоносный лебедянско-плавский терригенно-карбонатный комплекс (D₃lb-pl), к которому приурочены минеральные воды, распространен по правобережью р. Оки. В толще водовмещающих пород выделяются две пачки. Верхняя пачка сложена отложениями плавского и оптуховского горизонтов, представленных переслаивающимися трещиноватыми, часто закарстованными доломитами с прослоями глин, песков, реже песчаников, доломитовой муки, общей мощностью 11–45 м. Нижняя пачка сложена отложениями лебедянского горизонта. Она представлена неравномерно трещиноватыми, часто глинистыми известняками с прослоями мергелей и глин мощностью от 11 до 25 м. Суммарная мощность водоносного комплекса колеблется от 11–20 м в долинах р. Оки и ее притоков до 48 м на водоразделах.

В пойме и на склонах речных долин водоупорная кровля отсутствует, на водоразделах комплекс перекрывается келловейскими и валанжин-барремскими глинами. Нижний региональный водоупор также отсутствует. Относительным водоупорным ложем для них служат плотные глинистые известняки нижней части лебедянского горизонта.

Комплекс безнапорный, лишь в пойменных частях речных долин приобретает местный напор до 7 м. Глубина залегания уровней изменяется от 1–3 м в долинах р. Оки и ее притоков до 29 м на высоких водоразделах.

Дебиты скважин изменяются от 0,2 до 15 дм³/с, удельные дебиты – от 0,2 до 4,0 дм³/с, коэффициенты фильтрации – от 0,3 до 35,6 м/сут. Наибольшая водообильность отмечается в долинах рек, наименьшая – на водоразделах.

Лебедянско-плавский комплекс и елецкий карбонатный горизонт в долинах рек имеют дебиты скважин, изменяющихся в пределах 12–21 дм³/с при понижении 3–5 м.

На водоразделах и частично на их склонах уровни подземных вод лебедянско-плавского комплекса и елецкого карбонатного горизонта совпадают, что указывает на их тесную гидравлическую взаимосвязь. В районе р. Оки они на 7–10 м выше уровней елецкого горизонта.

Питание водоносного комплекса осуществляется атмосферными осадками путем инфильтрации через перекрывающие отложения, особенно на склонах рек. Разгрузка происходит в местную гидрографическую сеть.

В результате совместной эксплуатации водоносных елецкого горизонта и лебедянско-плавского водоносного комплекса в долине р. Оки, где расположены действующие водозаборы, за период 1963–2008 гг. в водоносном лебедянско-плавском карбонатном водоносном комплексе произошло снижение уровня на 7–20 м [2].

По химическому составу воды в естественных условиях формирования – гидрокарбонатные магниево-кальциевые, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией 0,4–0,6 г/л. На водоразделах воды приобретают сульфатно-гидрокарбонатный магниево-кальциевый состав с минерализацией от 0,9 до 1,4 г/дм³.

Воды комплекса, как правило, совместно с елецким водоносным горизонтом, широко используются для водоснабжения промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Водоносный елецкий карбонатный горизонт (D_{3el}) распространен повсеместно. Водовмещающими породами являются трещиноватые, кавернозные, иногда закарстованные известняки мощностью 10–13 м.

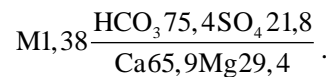
Региональные верхний и нижний водоупоры отсутствуют. Относительной водоупорной кровлей служат плотные разности известняков с прослоями глины нижней части лебедянского горизонта, подошвой – невыдержанные прослои глины в кровле задонского горизонта и плотные разности елецких известняков.

Воды напорные, напор над кровлей изменяется от 0 до 35 м. Наибольший напор отмечается на водоразделах, наименьший – в долинах рек. Глубина залегания уровней подземных вод изменяется от 18–22 м в долинах рек, до 65–70 м на водоразделах.

Дебиты скважин изменяются от 0,2 до 43 дм³/с при понижениях 9–25 м, удельные дебиты – от 0,01 до 1,5 дм³/с. Коэффициент фильтрации варьирует в интервале 0,1–61,5 м/сут.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет перетекания из вышелегающего лебедянско-плавского водоносного комплекса, разгрузка – за счет перетока в нижелегающие водоносные горизонты и комплексы [2].

Для исследования минеральной воды были отобраны три пробы в интервале глубин 15,5–16,5 м из скважины, пробуренной ОАО «Аквафор» на правом берегу р. Ока в двух километрах от г. Плавска (Тульская область). По результатам химического анализа, выполненного в лаборатории минеральных вод Всероссийского научно-исследовательского института пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук, минеральная вода «Плавская» имеет сульфатно-гидрокарбонатный магниево-кальциевый состав, о чем свидетельствует и гидрогеохимическая формула



Минеральная вода отличается крайне низкими концентрациями микроэлементов, в том числе и повышенной токсичности, не превышающими предельно допустимых концентраций для воды питьевого назначения (табл. 1).

Исключением является стронций, содержание которого колеблется в интервале 0,10–0,15 мг/дм³. Это связано с присутствием этого элемента в водовмещающих карбонатных породах [3, 4].

Как известно, накопление стронция в водовмещающих известняках и доломитах девонского возраста является характерной региональной особенностью литологии южной и юго-западной периферии Московского артезианского бассейна [5]. Обращает на себя внимание крайне низкое содержание активных солей азота (0,05–1,5 мг/дм³), элементов группы железа (0,001–0,006 мг/дм³) и металлических рудных элементов (> 0,01 мг/дм³).

Количество недиссоциированных химических соединений, физико-химические и специфические свойства воды минерального источника также указывают на достаточно высокий уровень потребительских свойств воды (табл. 2).

Химический состав минеральной воды «Плавская»

Ионы	В 1 дм ³ воды содержится	Элементы	Мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³ 2006	Мг/экв.	Экв. %	
Катионы	Литий	Li	0,007	0,03			
	Аммоний	NH ₄	< 0,5	0,5			
	Калий	K	0,5	180	1,3	2,0	
	Натрий	Na	53,6	120	1,17	2,7	
	Магний	Mg	128,2	140	6,32	29,4	
	Кальций	Ca	468,2	140	13,05	65,9	
	Стронций	Sr	0,12	7			
	Железо суммарное	Fe	0,004	0,3			
	Кадмий	Cd	< 0,001	0,001			
	Марганец	Mn	0,001	0,1			
	Медь	Cu	0,008	1,0			
	Кобальт	Co	0,006	0,1			
	Никель	Ni	< 0,001	0,1			
	Свинец	Pb	< 0,002	0,03			
	Цинк	Zn	0,001	5,0			
	Ртуть	Hg	< 0,0004	0,0005			
	Хром	Cr	< 0,002	0,05			
	Мышьяк	As	< 0,0007	0,05			
	Бериллий	Be	< 0,0001	0,05			
	Селен	Se	< 0,001	0,01			
Сумма катионов			651,156		21,84	100,0	
Анионы	Фторид	F	0,04	0,7			
	Хлорид	Cl	14,2	350,0	0,92	2,8	
	Бромид	Br	< 0,5	1,0			
	Иодид	I	< 0,006	0,005			
	Сульфат	SO ₄	226,5	500,0	7,41	21,8	
	Гидрокарбонат	HCO ₃	482,5	200,0	13,51	75,4	
	Карбонат	CO ₃	< 0,1	-			
	Гидрофосфат	HPO ₃	< 0,05	0,5			
	Нитрит	NO ₂	< 0,05	3,0			
	Нитрат	NO ₃	1,2	45,0			
	Сумма анионов			725,146		21,84	100,0
	Сумма ионов			1376,302			

Примечание: в таблице приведено среднее значение из трех определений.

Специфические свойства минеральной воды «Плавская»

Недиссоциированные молекулы	Компоненты	Химическая формула	Содержание, мг/дм ³
	Угольный ангидрид	CO ₂	0,03
	Сероводород общий, в том числе свободный	H ₂ S	0,01
	Кремниевая кислота, в том числе коллоидная	H ₂ SiO ₃	1,2 0,25
	Мышьяк	As	0,005
	Борная кислота	H ₃ BO ₃	12,0
	Окисляемость	мг O ₂ /дм ³	0,25

Окончание табл. 2

Физико-химические характеристики	Свойства	Категория	Оценка
	Прозрачность		Прозрачная
	Цвет		Бесцветная
	Запах		Без запаха
	Осадок		Без осадка
	Жесткость	Умеренно жесткая (ммоль/дм ³)	5,5
	Минерализация	Минеральная	1,38 (г/дм ³)
	Активная реакция	pH	7,9
	Температура	t °C	10,8

Вода относится к классу умеренно жестких, содержит сравнительно небольшой сухой остаток, обладает низкой окисляемостью и слабощелочной активной реакцией среды. По величине общей минерализации (1,1–1,4 г/дм³) минеральная вода источника может быть классифицирована как экологически чистая маломинерализованная [6, 7], положительное терапевтическое воздействие которой на организм человека определяется благоприятным сочетанием биологически активных макроионов и практически полным отсутствием элементов повышенной токсичности (Cd, Hg, Se, As).

Сравнительный анализ известных минеральных источников региона свидетельствует о том, что вода «Плавская» по уровню минерализации и содержания основных макро- и микрокомпонентов занимает промежуточное положение между источником «Ясногорский родник» среднего карбона и минеральной водой

«Егнышевская», локализованной в елецком карбонатном водоносном горизонте верхнего девона (табл. 3). В первом случае различия касаются только соотношения макрокатионов кальция и магния и несколько повышенной минерализации. Во втором – как уровня минерализации, так и типологии группы минеральной воды (минеральная вода «Егнышевская» имеет более высокую минерализацию и классифицируется как хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая) [5].

Из изложенного выше следует, что минеральная вода «Плавская» по показателям удельного дебита водообильности, химическому составу, содержанию терапевтически-активных компонентов и практически полному отсутствию токсикантов может быть использована в качестве экологически чистой слабоминерализованной природной лечебно-столовой питьевой воды.

Таблица 3

Сравнительная характеристика минеральной воды «Плавская» с другими минеральными водами региона

Наименование воды	Наименование химической группы минеральной воды	Характеристика минеральной воды			
		Минерализация, г/дм ³	Основные ионы	Содержание основных ионов	
				мг/дм ³	ммоль, %
Ясногорский родник	Гидрокарбонатная магниево-кальциевая	0,9–1,1	HCO ₃	600–650	70–75
			Ca	200–250	20–25
			Mg	60–90	10–15
Егнышевская	Хлоридно-сульфатная кальциево-натриевая	5–5,8	SO ₄	1800–2400	40–55
			Cl	1200–1500	15–25
			Na	650–850	10–20
			Ca	600–700	5–15
Плавская	Сульфатно-гидрокарбонатная магниево-кальциевая	1,2–1,4	HCO ₃	400–600	75–120
			SO ₄	100–250	20–35
			Ca	120–200	35–50
			Mg	50–150	20–55

Как и ее ближайший аналог – вода Ясногорского родника, минеральная вода «Плавская» может быть использована в трех видах: газированной, слабогазированной и негазированной. Ее использование позволит увеличить уровень обеспеченности региона высококачественными водами, отвечающими современным высоким стандартам, санитарным требованиям и нормам [8, 9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Савко А. Д. Геология Воронежской антеклизы / А. Д. Савко // Труды науч.-исслед. ин-та Воронеж. гос. ун-та. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2002. – Вып. 12. – 165 с.
2. Селезнев К. А. Особенности формирования химического состава подземных вод Орловской области / К. А. Селезнев, Н. Н. Лысенко // Вестник Орловского агроун-та, 2011. – № 2 (29). – С. 48–61.
3. Бочаров В. Л. Геохимия стронция в подземных водах юго-западной краевой части Московского артезианского бассейна (Орловская область) / В. Л. Бочаров, К. А. Селезнев // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2012. – № 2. – С. 179–189.
4. Смирнова А. Я. Минеральные воды России : учеб. пособие / А. Я. Смирнова, В. Л. Бочаров. – Воронеж : Менеджер, 2009. – № 1. – 130 с.
5. Бочаров С. В. Гидрогеоэкологическая оценка месторождения минеральных вод на южной периферии Московского артезианского бассейна (Тульская область) / С. В. Бочаров // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2013. – № 2. – С. 141–144.
6. Иванов В. В. Классификация подземных минеральных вод / В. В. Иванов, Г. А. Невраев. – М. : Недра, 1964. – 167 с.
7. Боревский Б. В. Экологически чистые подземные питьевые воды (минеральные природные столовые). Рекомендации по обоснованию перспективных участков для добычи с целью промышленного розлива / Б. В. Боревский. – М. : ГИДЭК, 1998. – 31 с.
8. Посохов Е. В. Минеральные воды (лечебные, промышленные, энергетические) / Е. В. Посохов, Н. И. Толстихин. – Л. : Недра, 1977. – 240 с.
9. Бочаров В. Л. Геохимия минеральных вод и рассолов Воронежского Подонья / В. Л. Бочаров [и др.] // Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами. Труды Всерос. конф. с участием иностранных ученых. – Томск : Изд-во НТЛ, 2012. – С. 302–306.

Воронежский государственный университет

*Бочаров С. В., ассистент кафедры гидрогеологии,
инженерной геологии и геоэкологии
E-mail: gidrogeol@mail.ru
Тел.: 8-473-220-89-80*

Voronezh State University

*Bocharov S. V., Assistant of the Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology Department
E-mail: gidrogeol@mail.ru
Tel.: 8-473-220-89-80*