

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ
УСЛОВНО МИНЕРАЛЬНАЯ ВОДА «ДЕМИДОВСКАЯ»
(ЮГО-ЗАПАДНАЯ ПЕРИФЕРИЯ МОСКОВСКОГО
АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА)**

С.В. Бочаров

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 15 августа 2014 г.

Аннотация: вода высшей категории «Демидовская» приурочена к заволжскому водоносному горизонту верхнего девона ($D_3 ZV$) и вскрыта скважинами в бассейне р. Черепеть (Тульская область). По химическому составу вода принадлежит к группе условно минеральных (слабоминерализованных), экологически чистых столовых гидрокарбонатно-сульфатных магниево-кальциевых вод нейтральной и слабощелочной реакции, умеренной жёсткости. Вода «Демидовская» рекомендуется для питьевого применения, аналогами которой в регионе являются слабоминерализованные воды «Плавская» и «Ясногорская».

Ключевые слова: артезианский бассейн, условно минеральная вода, заволжский водоносный горизонт, водовмещающие горные породы, гидрогеохимия, экологическая оценка.

**ENVIRONMENTALLY FRIENDLY
CONDITIONALLY MINERAL DEMIDOVSKAYA WATER
(SOUTHWEST PERIPHERY OF THE MOSCOW ARTESIAN POOL)**

Abstract: water of the highest category "Demidovskaya" is dated for the Zavolzhye water-bearing horizon of the top Devon ($D_3 ZV$) and opened with wells in the basin of the river Cherepet (Tula region). On a chemical composition water belongs to group of conditionally mineral (low-mineralized) environmentally friendly table hydrocarbonat-sulfate magnesium-calcium waters of the neutral and alkaline reaction, moderate rigidity. Demidovskaya water is recommended for the drinking application which analogs in the region are low-mineralized waters "Plavskaya" and "Yasnogorskaya".

Key words: the artesian pool, conditionally mineral water, the Zavolzhye water-bearing horizon, water containing rocks, hydrogeochemistry, ecological assessment.

Введение

С целью изучения перспектив нефтегазоносности палеозойских отложений области сочленения Воронежской антеклизы с Московским артезианским бассейном в 50-е – 60-е годы XX столетия на территории Тульской области был пробурен ряд глубоких скважин, достигнувших кристаллического фундамента [1]. Гидрогеологические исследования совместно с литологическим изучением водовмещающих толщ позволили выделить в геологическом разрезе интервалы водонасыщенности, дать количественную и качественную характеристику водоносных горизонтов и комплексов [2–4].

В последующие годы основное внимание исследователей было сосредоточено на изучении глубоких верхнедевонских водоносных горизонтов и комплексов, содержащих минеральные воды, с точки зрения их использования в лечебных и бальнеологических целях. С начала 90-х годов прошлого столетия по заявкам различных недропользователей активно ведётся бурение разведочно-эксплуатационных скважин для получения минеральных и экологически чистых питьевых вод, пригодных для последующей реализации их потребителям в качестве питьевых лечебно-столовых.

В этой связи объектом исследований и эксплуатации выступают, главным образом, подземные воды заволжского горизонта фаменского водоносного комплекса верхнего девона. Здесь кроме слабо минерализованных вод лечебно-питьевого назначения присутствуют и условно минеральные экологически чистые питьевые воды высшей категории качества. Эти воды впервые были классифицированы в составе фаменского комплекса верхнего девона окрестностей г. Воронежа А.Я. Смирновой [4]. Ею же был определён компонентный состав вод и дан прогноз их распространённости в пределах юго-западной периферии Московского артезианского бассейна и зоны его сочленения с Приволжско-Хопёрским артезианским бассейном.

**Гидрогеологические условия и качество
подземных вод Демидовского месторождения**

Условно минеральная гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-магниевая вода «Демидовская» вскрыта скважинами в бассейне р. Черепеть (Суворовский район Тульской области). Река Черепеть протекает в направлении с запада на восток и, являясь правым притоком р. Оки, впадает в неё в районе одноимён-

ного посёлка. В нижнем течении река имеет хорошо разработанную долину с широкой поймой, развитой первой надпойменной террасой и сохранившимися останками второй. Ширина долины составляет 200 – 300 м, в районе месторождения подземных вод она достигает 800 – 1000 м. Уровень воды в реке колеблется в пределах 128,5 м (зимняя межень), 135,2 м (весенний паводок). Уровень воды в месте впадения р. Черепеть в р. Ока составляет 122,3 м, расход воды в устьевой части реки в межень составляет 1,0 – 1,5 м³/с; во время весеннего паводка он увеличивается до 7 – 10 м³/с. Река Черепеть отличается значительной неравномерностью стока: 74 % годового стока приходится на весну, 17 % на летне-осенний период и 9 % на зиму и начало весны.

Как уже отмечалось, район месторождения располагается на юго-западном крыле Московского артезианского бассейна, характерной особенностью которого является прямая вертикальная и горизонтальная гидрогеохимическая зональность подземных вод. Исключение составляет лишь территория, примыкающая к Краинскому месторождению минеральных вод, расположенная в южной части рассматриваемого района [5]. Здесь скважинами, вскрывшими на полную мощность осадочную толщу, встречены сульфатные минеральные воды, имеющие минерализацию около 7 г/дм³, в то время как в центральной части бассейна на тех же глубинах распространены хлоридные рассолы с минерализацией от 135 до 150 г/дм³.

Водообильность осадочных пород различная и определяется их литологическим составом и степенью трещиноватости.

Области питания меловых, юрских и карбоновых водоносных горизонтов совпадают с областями их распространения и разгрузки. Области питания девонских водоносных горизонтов располагаются на значительных расстояниях к югу от рассматриваемой территории.

Следует отметить, что географическое положение района в зоне умеренного климата создаёт благоприятные условия для питания водоносных горизонтов атмосферными осадками.

Наличие же глубоковрезанных погребенных долин, прорезающих на больших площадях водоупорные толщи, способствует гидравлической связи между отдельными водоносными горизонтами.

Водоносные горизонты четвертичных, мезозойских отложений, а также протвинский, тарусско-михайловский, алексинский и тульский горизонты нижнего карбона характеризуются небольшой мощностью и слабой водообильностью. В них формируются преимущественно безнапорные воды с минерализацией не выше 0,3 г/дм³. Практического значения для целей водоснабжения в описываемом районе они не имеют.

Заволжский водоносный горизонт (D_{3zv}) имеет повсеместное распространение, гидрогеологическая характеристика его указывается в таблице 1.

Водовмещающие породы – трещиноватые известняки, доломиты с прослоями мергелей и местами с включениями гипса хованской и озёрской свит. Подошвой горизонта служит пласт гипса мощностью до 20 – 29 м с маломощными прослоями доломитов и мергелей.

Водоупорной кровлей горизонта почти на всей территории являются жирные плотные глины малевской свиты средней мощностью от 8 до 10 м.

На большей части территории воды горизонта напорные, исключением является полоса меридиального направления шириной порядка 2 км, проходящая по правому берегу р. Оки вдоль границы размыва малевских глин, где отмечается наличие безнапорных вод.

Максимальные величины напоров подземных вод до 50 – 70 м отмечаются в северной части района в долине р. Черепеть.

Таблица 1

Характеристика заволжского водоносного горизонта по скважинам в долине р. Черепеть

Показатели	Скважина № 4/84 (курорт Краинка)	Скважина № 1-РЭ (ОАО Завод минеральных вод «Краинский»)	Скважина 70401698 (п. Черепеть)
Местоположение	Минеральная площадка курорта «Краинка»	д. Рождествено, в 0,9 км юго-западнее минеральной площадки курорта «Краинка»	Водозабор «Демидовский»
Абсолютная отметка устья, м	136,3	154,0	129,17
Глубина скважины, м	30,0	45,0	50,0
Интервал залегания эксплуатационного горизонта, м	11,2-21,5	34,8-45,0	32,5-42,5
Мощность горизонта, м	10,3	10,2	10,0
Положение уровня подземных вод: <u>глубина, м</u> абс.отм., м	<u>+4,0</u> 140,3	<u>+13,05</u> 140,95	<u>+2,78</u> 121,9
Результат опробования скважины $\frac{Q, \text{ м}^3 / \text{ час}}{S, \text{ м}}$ $q, \text{ м}^3 / \text{ час}$	$\frac{40}{1,4}$ 28,6	$\frac{2,52}{15,15}$ 0,17	$\frac{7,8}{6,44}$ 1,2

Статические уровни вод заволжского горизонта на изучаемой территории варьируют в интервале абсолютных отметок 121 – 150 м.

В долинах рек Оки, Черепети и примыкающих территориях, где пьезометрические уровни горизонта превышают отметки дневной поверхности, из скважин наблюдается самоизлив.

Область активного питания водоносного горизонта за счёт инфильтрации атмосферных осадков и перетока вод из верхних водоносных горизонтов располагается южнее рассматриваемого района и в сводовой части Черепетского поднятия, где отложения озёрской и хованской свит залегают на небольшой глубине, и в кровле нет региональных водоупоров.

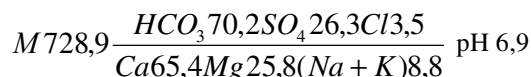
От областей питания подземный поток направлен на запад и северо-запад к долине р. Оки и приустьевой части р. Черепеть, где разгружается либо в аллювиальные отложения или в виде родников.

Самыми примечательными из них являются минеральные источники курорта «Краинка», выходящие у подножья левого склона долины р. Черепеть. Их суммарный дебит превышает 1000 м³/сут [6].

Химический состав подземных вод заволжского горизонта неоднородный. В области его распространения, где в составе водовмещающих отложений отсутствуют гипсы (самая южная часть района), формируются пресные гидрокарбонатные кальциевые воды

с минерализацией менее 1 г/дм³.

Для исследования воды Демидовского источника были отобраны три пробы в интервале глубин 33,5 – 38,5 м. По результатам химического анализа, выполненного в лаборатории минеральных вод Всероссийского научно-исследовательского института пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук, вода «Демидовская» имеет гидрокарбонатно-сульфатный кальциево-магниевый состав, о чем свидетельствует и гидрогеохимическая формула А.Г. Курлова:



Условно минеральная вода «Демидовская» отличается крайне незначительными концентрациями, в том числе и компонентами повышенной токсичности, не превышающими предельно допустимых концентраций для воды питьевой высшей категории (табл. 2).

Примечательно, что вода «Демидовская» содержит крайне низкие количества солей азота (0,05 – 2,5 мг/дм³), тяжелых металлов (0,001 – 0,02 мг/дм³), элементов повышенной токсичности (< 0,001 мг/дм³).

Таблица 2

Химический состав воды «Демидовская» (среднее из 3-х определений)

Ионы	В 1 дм ³ воды содержится	Элементы	Мг	ПДК, 2006	Мг-экв	Экв, %
1	2	3	4	5	6	7
Катионы	Литий	Li	0,005	0,03		
	Аммоний	NH ₄	<0,5	0,5		
	Калий	K	19,0	180	1,2	4,4
	Натрий	Na	21,2	120	1,3	4,4
	Магний	Mg	49,5	140	6,22	25,8
	Кальций	Ca	85,8	140	13,65	65,4
	Стронций	Sr	0,14	7,0		
	Железо суммарное	Fe	0,02	0,3		
	Кадмий	Cd	<0,001	0,001		
	Марганец	Mn	0,01	0,1		
	Медь	Cu	0,012	1,0		
	Кобальт	Co	0,011	0,1		
	Никель	Ni	<0,001	0,1		
	Свинец	Pb	<0,002	0,03		
	Цинк	Zn	0,004	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		176,715		22,37	100,0
Анионы	Фторид	F	0,12	0,7		
	Хлорид	Cl	55,2	350,0	1,84	3,5
	Бромид	Br	<0,5	1,0		

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Анионы	Иодид	I	<0,006	0,005		
	Сульфат	SO ₄	148,5	500,0	6,42	26,3
	Гидрокарбонат	HCO ₃	345,5	200,0	15,12	70,2
	Карбонат	CO ₃	<0,1	-		
	Гидрофосфат	HPO ₃	<0,05	0,5		
	Нитрит	NO ₂	<0,05	3,0		
	Нитрат	NO ₃	2,2	45,0		
	Сумма анионов			552,226		23,38
Сумма ионов			728,941			

Таблица 3

Специфические свойства минеральной воды «Демидовская»

Недиссоциированные молекулы	Компоненты	Химическая формула	Содержание (мг/дм ³)
	Угольный ангидрид	CO ₂	0,02
	Сероводород общий, в том числе, свободный	H ₂ S	0,012
	Кремниевая кислота, в том числе коллоидная	H ₂ SiO ₃	0,84 0,25
	Мышьяк	As	0,005
	Борная кислота	H ₃ BO ₃	11,8
	Окисляемость	мг O ₂ /дм ³	0,35
Физико-химические характеристики	Свойства	Категория	Оценка
	Прозрачность		Прозрачная
	Цвет		Бесцветная
	Запах		Без запаха
	Осадок		Без осадка
	Жесткость	Умеренно мягкая (моль/дм ³)	3,1
	Минерализация	Пресная	0,73
	Активная реакция	pH	6,9
	Температура	t ⁰ C	12,4

Количество недиссоциированных химических соединений и физико-химические свойства воды источника «Демидовский» также свидетельствуют о достаточно высоком уровне потребительских свойств артезианской воды высшей категории (табл. 3).

Вода относится к классу умеренно мягких (1,5 – 4,0 моль/дм³), содержит сравнительно небольшой сухой остаток, имеет невысокую окисляемость и слабощелочную активную реакцию среды. По величине общей минерализации (0,5 – 0,9 мг/дм³) вода источника соответствует классу питьевых высококачественных пресных и слабоминерализованных [7, 8], положительное терапевтическое воздействие которой определяется благоприятным сочетанием биологически активных макроионов и микрокомпонентов и практически полным отсутствием токсичных элементов (Se, Be, As, Hg, Cd).

Из сравнительного анализа известных минеральных источников региона следует, что вода «Демидовская» наиболее близка по уровню минерализации и содержания основных макро- и микрокомпонентов

воде источников «Ясногорский родник» среднего карбона и слабоминерализованной воде «Плавская», приуроченной к водоносному елецкому карбонатному горизонту верхнего девона [6]. В первом случае различия касаются несколько повышенной минерализации и более заметного преобладания гидрокарбоната относительно других макроанионов. Во втором – как в уровне минерализации, так и в типологии группы минеральной воды, поскольку минеральная вода «Плавская» имеет более высокую минерализацию и классифицируется как сульфатно-гидрокарбонатная магниевая-кальциевая (табл. 4).

Заключение

Из приведенных в данной работе сведений, а также материалов, изложенных в предыдущих работах, вполне очевидно, что перспективы на минеральные, лечебно-столовые воды и условно-минеральные питьевые воды высшей категории на южной периферии Московского артезианского бассейна связаны с водонесными горизонтами верхнего девона, формирую-

Таблица 4

Сравнительная характеристика минеральной воды «Демидовская» с другими минеральными источниками 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 магниевое-кальциевая	0,9-1,1	HCO ₃ Ca Mg	600-650 200-250 60-90	70-75 20-25 10-15
Плавская	Сульфатно-гидрокарбонатная магниевое-кальциевая	1,2-1,4	HCO ₃ SO ₄ Ca Mg	400-600 100-250 120-200 50-150	75-120 20-35 35-50 20-55
Демидовская	Гидрокарбонатно-сульфатная магниевое-кальциевая	0,5-0,9	HCO ₃ SO ₄ Ca Mg	150-450 120-250 50-110 10-60	65-110 25-35 15-25 10-20

щимися в условиях затрудненного водообмена. Это обстоятельство обуславливает длительный контакт с водовмещающими породами, которые способствуют обогащению воды макро- и микроэлементами. В то же время состав водовмещающих отложений обуславливает специфику качественного состава и величины минерализации подземных вод в каждом из месторождений Краинского гидроминерального района. Воды в верхнедевонских водоносных горизонтах используются как в бальнеологических целях при санитарно-курортном лечении (Краинская, Егнышевская, [9, 10]), так и для розлива лечебно-столовых слабоминерализованных и пресных вод (Ясногорский родник, Плавская). Вода «Демидовская» по показаниям удельного дебита водообильности, химическому составу, содержанию терапевтически активных компонентов и практически полному отсутствию токсикантов нашла свое применение в качестве экологически чистой условно минеральной природной лечебно-столовой питьевой воды высшей категории качества. Вместе со своими ближайшими аналогами – водами «Плавская», «Ясногорский родник» – она может быть использована как в газированном, так и в негазированном видах. Кроме того, эта вода может использоваться для приготовления детского питания и увеличения в целом обеспеченности центральных областей европейской России природными водами, отвечающими высоким стандартам качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савко, А.Д. Воронежская антеклиз : Справочное руководство и путеводитель / А.Д. Савко. Воронеж, 2000. – 129 с.

Воронежский государственный университет

*Бочаров С.В., преподаватель кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
E-mail: gidrogeol@mail.ru Тел.: 8(473) 2- 208-980*

2. Смирнова, А.Я. Минеральные воды России / А.Я. Смирнова, В.Л. Бочаров. – Воронеж: Изд-во Менеджер, 1996. – 130 с.
3. Смольянинов, В.М. Подземные воды Центрально-Чернозёмного региона: условия их формирования, использование / В.М. Смольянинов. – Воронеж: Истоки, 2003. – 250 с.
4. Смирнова, А.Я. Экология подземных вод бассейна Верхнего Дона / А.Я. Смирнова, А.И. Бородкин // Воронеж: ИПЦ Воронеж ун-та, 2007. – 180 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. Бочаров, С.В. Гидрогеоэкологическая характеристика минеральной воды «Плавская» (Тульская область) / С.В. Бочаров // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2014. – № 2. – С. 128–132.
7. Посохов, Е.В. Минеральные воды / Е.В. Посохов, Н.И. Толстихин. – Л.: Недра, 1977. – 240 с.
8. Иванов, В.В. Классификация подземных минеральных вод / В.В. Иванов, Г.А. Невраев. – М.: Недра, 1964. – 49 с.
9. Бочаров, С.В. Эколого-гидрогеологическая характеристика Егнышевского месторождения минеральных вод на юго-западном склоне Московского артезианского бассейна / С.В. Бочаров, Ю.С. Вогман // Вестник Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 2013. – № 1. – С. 202 – 205.
10. Вогман, Ю.С. Экологическая оценка минеральных вод «Егнышевка» / Ю.С. Вогман // Актуальные проблемы геологии докембрия, геофизики и геоэкологии: матер. XXI молодёж. конф., посвящ. памяти член.-корр. АН СССР К.О. Кратца. – СПб: ИГГД РАН, 2010. – Т. 1. – С. 92 – 94.

Voronezh State University

*S. V. Bocharov, teacher of chair of Hydrogeology, Engineering Geology and Geoecology
E-mail: gidrogeol@mail.ru Тел.: 8(473) 2- 208-980*