

УДК 615.327:543.3

ОСНОВНОЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРОКОМПОНЕНТОВ В МИНЕРАЛЬНЫХ ВОДАХ ОБУХОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

З.М. Жернакова, Н.Н. Деева, Н.И. Москаленко*, Н.Г. Молчанова*

ФГУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора
620014, Екатеринбург, Попова, 30
v-iola@yandex.ru

*Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН
620219, Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 20

Поступила в редакцию 26 марта 2010 г.

Проведено исследование химического состава минеральных вод из 6 скважин Обуховского месторождения (Камышловский район, Свердловской области), используемых санаторием «Обуховский» и разливаемых различными предприятиями. Изучен основной ионный состав, микроэлементный, качественный и количественный состав органических веществ за период 2005–2009 гг. Установлено, что в исследуемых маломинерализованных водах содержание основных и биологически активных макро- и микрокомпонентов находится в допустимых пределах, разработанных для вод каждой скважины Обуховского месторождения. Изученные воды относятся к гидрокарбонатно-хлоридным натриевым маломинерализованным водам, за исключением «Обуховской-14», которая является хлоридно-натриевой водой. Для обеспечения контроля, исключения возможной фальсификации Обуховских минеральных вод в торговой сети в качестве перспективных маркеров предложены ортоборная и кремниевая кислоты, а из микроэлементов: бром, фтор, стронций, органические вещества.

Ключевые слова: мониторинг, минеральные воды, микрокомпоненты, макрокомпоненты, гуминовые вещества, биологически активные компоненты.

Жернакова Зинаида Михайловна – к.х.н., старший научный сотрудник отдела курортных ресурсов ФГУН ЕМНЦ ПОЗРПП.

Область научных интересов: аналитическая химия.

Автор 72 научных публикаций, 4 авторских свидетельств.

Деева Надежда Николаевна – научный сотрудник отдела курортных ресурсов ФГУН ЕМНЦ ПОЗРПП.

Область научных интересов: аналитическая химия.

Автор 15 научных публикаций, 1 патента.

Москаленко Николай Иванович – к.х.н., старший научный сотрудник, института высокотемпературной электрохимии УрО РАН.

Область научных интересов: аналитическая химия, элементный анализ.

Автор 102 научных публикаций, 6 авторских свидетельств.

Молчанова Наталья Георгиевна – научный сотрудник института высокотемпературной электрохимии УрО РАН.

Область научных интересов: аналитическая химия, элементный анализ.

Автор 100 научных публикаций, 4 авторских свидетельств.

Минеральные воды Обуховского месторождения – маломинерализованные воды, которые широко используются как в лечебно-питьевых целях, так и в бальнеологической практике. Целебные сероводородные источники (серно-соляной и железистый) в районе с. Обуховское известны и применялись для лечения

еще с середины XIX в. Обуховское месторождение минеральных вод находится в 130 км восточнее г. Екатеринбурга в Камышловском районе Свердловской области, в пределах бассейна р. Пышмы и его притоков. Обуховские минеральные воды приурочены к верхнемеловому, напорному водоносному горизонту, в литологи-

ческом отношении представленному мелкозернистыми кварцевыми и глауконито-кварцевыми песками и песчаниками [1]. Основные ресурсы наиболее ценных по своему качеству Обуховских вод сосредоточены на площади около 10 км² в районе с. Обуховское и являются эффективным лечебно-питьевым средством при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, печени, желче- и мочевыводящих путей [2].

В последние годы возросла потребность в Обуховских минеральных водах, интенсивно эксплуатируются в целях розлива как старые, так и вновь пробуренные скважины. В лечебно-питьевых целях и для бальнеопроцедур санаторием «Обуховский» используются скважины 10-Э, 2434, 6366, 10-Д. Розлив воды осуществляется также большим количеством предприятий: ООО «Обуховские минеральные воды» (скважина 11-Э), ОАО «Тонус», ООО «Лора» (скважина 1-Э), ЗАО «Уралстар-Обухово» (скважины 13-Э, 14-Э), МУП «Камышловские минеральные воды» (скважина 12-Э), ООО ПП «Обуховские минеральные воды» (скважина 11-Э) и др.

В связи с возросшим спросом на Обуховские минеральные воды проблема изучения их

химического состава, мониторинга в пределах месторождения в настоящее время не теряет актуальности. Кроме того, повышенный спрос на бутилированные минеральные воды привел к появлению в торговой сети фальсифицированной продукции. Ведение мониторинга природных лечебных ресурсов и необходимость его осуществления закреплены на государственном уровне в таких документах, как «Правила разработки и охраны месторождений минеральных вод и лечебных грязей» (Госгортехнадзор РФ, 2003 г.), «Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов» (Постановление Правительства РФ №307 от 14.03.97 г.), «Водный кодекс Российской Федерации» и др.

Целью данной работы является мониторинг основного химического состава и содержания некоторых микрокомпонентов в минеральных водах Обуховского месторождения за период 2005-2009 гг., а также рекомендации по использованию в качестве маркеров отдельных микроэлементов при идентификации Обуховских минеральных вод для исключения их возможной фальсификации.

Таблица 1

Сравнительные данные по минерализации M (г/дм³) и содержанию основных ионов (мг/дм³) в водах Обуховского месторождения

Название воды	Вид данных	M	$Na^+ + K^+$	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-
Обуховская 1	1	1.5-2.3	550-750	<25	<50	650-1050	<50	250-450
	2	1.77-1.85	600-630	6-7	18.4-20.8	780-820	<2	350-365
Обуховская 10	1	1.5-4.0	500-800	<25	<50	500-1000	<25	300-600
	2	1.82-1.94	620-680	6-9	18-23	760-880	13-22	360-450
Обуховская 11	1	1.9-2.4	500-900	5-25	15-50	600-1200	<25	300-500
	2	2.14-2.40	730-840	8.5-10.7	24.6-29.6	950-11000	10.4-17.6	410-450
Обуховская 12	1	1.0-3.0	400-900	<25	<50	500-1200	<25	300-600
	2	1.39-1.57	480-520	5.6-10.0	19.2-32.0	570-600	<2	350-430
Обуховская 13	1	1.2-2.0	400-900	<25	<50	400-1050	<75	300-600
	2	1.52-1.66	470-540	4.0-6.8	18.0-25.6	470-570	19.6-31.0	490-515
Обуховская 14	1	2.1-2.6	700-1000	<50	<75	1000-1500	<25	280-420
	2	2.17-2.35	750-820	6.9-10.1	23.6-27.0	1020-1150	<2	330-360

Примечание: 1 – нормируемое содержание ионов в соответствии с техническими условиями (ТУ), 2 – содержание ионов по результатам определения.

Таблица 2

Содержание макрокомпонентов (ортоборной и метакремниевой кислот) и микрокомпонентов в минеральных водах Обуховского месторождения (мг/дм³)

Название воды	H ₃ BO ₃	H ₂ SiO ₃	I ⁻	Br	F ⁻	Sr _{общ.}	Mn _{общ.}	C _{орг}
Обуховская 1	24-29	33-47	0.17-0.51	3.2-4.7	0.2-0.5	0.34-0.44	0.01-0.02	1.8-5.6
Обуховская 10	22-28	26-45	0.17-0.85	3.1-5.2	0.34-0.68	0.4-0.6	0.01-0.03	2.6-5.5
Обуховская 11	25.2-33.4	34.4-49.7	0.17-0.68	3.9-6.4	0.30-0.56	0.5-0.7	0.02-0.03	1.8-5.7
Обуховская 12	25.3-26.8	34-51	0.17-0.51	2.24-4.16	0.22-0.6	0.31-0.52	0.03-0.05	1.9-2.9
Обуховская 13	24.6-27.4	42.6-46.2	0.17-0.34	1.68-2.56	0.44-0.62	0.16-0.37	0.01-0.04	3.2-4.2
Обуховская 14	28.9-31.8	39-41	0.17-0.51	4.8-6.1	0.39-0.52	0.21-0.55	0.02-0.03	4.2-5.1

Физико-химические, микробиологические и физиологические исследования Обуховских минеральных вод с 1947 г. проводились Свердловским НИИ курортологии и физиотерапии, а с 1989 г. ФГУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, Институтом высокотемпературной электрохимии УрО РАН титриметрическими (Mg²⁺, Ca²⁺, HCO₃⁻, CO₃²⁻, Cl⁻, органический углерод), фотометрическими (SiO₃²⁻, SO₄²⁻), ионометрическим (F⁻), иодометрическими (I⁻, Br) методами и атомно-эмиссионной спектрометрией с индуктивно связанной плазмой (Na_{общ.}, K_{общ.}, Sr_{общ.}, Mn_{общ.}, B_{общ.}) [3, 4]. Согласно многолетним исследованиям, по своему основному ионному составу – макрокомпонентам (Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, CO₃²⁻ и SiO₃²⁻) Обуховские минеральные воды относятся к гидрокарбонатно-хлоридным натриевым маломинерализованным водам XXIII группы, согласно ГОСТ 13273-88 [2], кроме «Обуховской 14», которая является хлоридно-натриевой водой. Величина минерализации *M* этих вод за последние 5 лет находится в пределах от 1.5 до 3.0 г/дм³. Нормируемые и найденные содержания основных ионов приведены в табл. 1, из которой видно, что минеральные воды Обуховского месторождения удовлетворяют нормам, установленным для питьевых лечебно-столовых вод.

Лечебные свойства Обуховских минеральных вод, наряду с основным химическим составом, связаны с присутствующими в них биологически активными компонентами. Многие микрокомпоненты в небольших количествах способны активно вмешиваться в различные

виды обмена в организме [5-9]. Из 30 наиболее часто встречающихся и хорошо изученных в подземных водах компонентов, значимые концентрации имеют: органические вещества, метакремниевая и ортоборная кислоты, йод, бром, марганец, стронций, фтор и др. Найденные их содержания указаны в табл. 2. Содержание стронция, марганца, бора определяли на эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «Optima» 4300DV фирмы «Perkin-Elmer», фтора на иономере И-160 МИ, метакремниевую кислоту на спектрофотометре СФ-26 [3].

Из выше названных биологически активных компонентов важную роль играют органические вещества, содержание которых в водах Обуховского месторождения носит лабильный характер, изменяясь как в пределах площади месторождения, так и во времени по водам отдельных скважин. Четких закономерностей не выявлено. Основной источник органических веществ, растворенных в подземных водах, – рассеянное органическое вещество пород и залежи углеводородов. Количественная характеристика содержания органических веществ в подземных водах дается по величине органического углерода C_{орг.} поскольку в органических соединениях он является преобладающей составной частью. Предельно допустимое содержание органических веществ в расчете на C_{орг.} для лечебно-столовых вод не более 10 мг/дм³ [2]. Для расчета C_{орг.} определяли бихроматную окисляемость (химическое потребление кислорода) [10]. За рассматриваемый период C_{орг.} изменялось от 1.8 до 5.7 мг/дм³. Классификационным методом установлено, что в составе органических веществ преобладают спиртора-

створимые вещества (спиртовые смолы, гумусовые вещества), содержание которых изменяется от 2.0 до 7.0 мг/дм³, что позволяет относить данные воды к водам гумусового типа. Содержание нейтральных битумов (масла, нейтральные смолы, нефтяные углеводороды, асфальтогены) ниже и составляет от 1.6 до 3.5 мг/дм³, а кислых битумов (нафтенновые кислоты, легкие, средние, кислые смолы, кислые битумы) – от 1.0 до 4.0 мг/дм³. Качественный состав органических веществ в зависимости от сезона года изменяется: зимой выше содержание битумов, а в теплое время года – гуминовых веществ [5-7]. Установлено бактерицидное действие гуминовых веществ, содержащихся в минеральных водах [11].

Содержание брома, йода, фтора в пресных и маломинерализованных природных водах во много раз меньше, чем ионов хлора. Главным источником ионов брома и йода являются горные породы, в которых они рассеяны в виде следов. Бром мигрирует в подземных водах в нейтральной и близкой к нейтральной средах преимущественно в форме бромид-иона и его комплексов. Бальнеологическая норма брома в минеральных питьевых водах не менее 25 мг/дм³, а йода – не менее 5 мг/дм³ [2]. Начиная с этих массовых концентраций компоненты минеральные воды приобретают наименование «борной», «йодной». Содержание йода в природных водах меньше, чем брома. Йод наиболее распространен в иодидной и иодатной формах, а также в форме свободного йода и в различных неорганических и органических соединениях. Иодат-ион образует положительно заряженные комплексные ионы с кальцием, магнием, калием, стронцием и др. Фтор в подземных водах представлен простым анионом F⁻, фторкомплексами с кремнием, марганцем и др. В водах Обуховского месторождения содержание брома изменяется от 1.7 до 6.4 мг/дм³, йода – от 0.85 до 1.17 мг/дм³, фтора – от 0.2 до 0.68 мг/дм³. В лечебно-столовых водах массовая концентрация фтора не должна превышать 10 мг/дм³.

Бор относится к биологически активным микроэлементам, имеет различное происхождение. Воды с высоким содержанием бора относятся к лечебным, обладая способностью снижать окислительные процессы. Бальнеологическая норма ортоборной кислоты, принятая для питьевых минеральных вод, составляет не менее 35.0 мг/дм³ (6.12 мг/дм³ бора) [2]. В этом случае воду характеризуют как борную. В минеральных водах Обуховского месторождения содержание ортоборной кислоты колеблется в интервале 22.0–34.0 мг/дм³ (бора 3.85–5.94 мг/дм³).

Кремний широко распространен в минеральных водах, мигрирует в виде коллоидных частиц. Соединения SiO₃²⁻ представлены сла-

борастворимыми силикатами и алюмосиликатами, входящими в кварцевые и полевошпатовые песчаные породы. Низкие концентрации кремниевой кислоты в подземных водах связаны с незначительной растворимостью двуокиси кремния (до 100 мг/дм³) и кварца (до 6 мг/дм³). Бальнеологическая норма для метакремниевой кислоты в питьевых минеральных водах не менее 50 мг/дм³ [2], начиная с которой воды приобретают наименование «кремнистая». В водах Обуховского месторождения содержание кремниевой кислоты колеблется от 26 до 51 мг/дм³. Из всех вод Обуховского месторождения только в «Обуховской 12» концентрация кремниевой кислоты достигает бальнеологической нормы.

Стронций распространен как в пресных, так и в минерализованных подземных водах, мигрирует в формах SrSO₄, SrOH⁺, SrNO₃⁺, Sr²⁺ и др. В водах гидрокарбонатного типа основной формой нахождения стронция является Sr²⁺. Стронций относится к токсикологическим показателям качества воды. Изучение содержания, распределения стронция в природных водах представляет интерес для бальнеологии и других целей. Избыток стронция негативно влияет на организм человека, прежде всего поражаются костная ткань, печень, кровь. Предельно допустимая концентрация стронция в питьевой воде 7 мг/дм³, а в минеральных водах не более 25 мг/дм³ [2]. Содержание стронция в минеральных водах Обуховского месторождения колеблется от 0,2 до 0,7 мг/дм³.

Марганец является жизненно важным элементом и участвует в окислительно-восстановительных процессах. В водах гидрокарбонатного типа марганец находится в виде двухвалентных катионов и в виде сульфатных комплексов. Для питьевых вод норматив содержания марганца не более 1 мг/дм³, а для минеральных вод не нормируется. В водах Обуховского месторождения марганец присутствует в количестве от 0,01 до 0,05 мг/дм³.

Таким образом, многолетние наблюдения за содержанием в Обуховских минеральных водах макро- и микрокомпонентов показали, что воды имеют характерный для них химический состав, соответствуют по минерализации *M*, абсолютному и относительному содержанию основных ионов, биологически активных компонентов требованиям технических условий, разработанных для каждой скважины. Содержание компонентов, обладающих в определенных концентрациях токсическим действием или оказывающим неблагоприятное влияние на органолептические свойства воды, находится в допустимых для минеральных питьевых лечебно-столовых вод кондициях. Для обеспечения контроля, исключения возможной фальсификации Обуховских минеральных вод в тор-

говой сети в качестве перспективных маркеров возможно использование таких показателей, как содержание ортоборной и кремниевой кислот, брома, фтора, стронция, органических веществ $C_{орг}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочергин Ю.В., Макарян А.Н. Обуховские минеральные воды и их лечебное применение. Камышлов: Издательство Свердловского облисполкома, 1999. 176 с.
2. ГОСТ 13273–88. Воды минеральные питьевые и лечебно-столовые. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 2003. 40 с.
3. ГОСТ 23268.0-78 – ГОСТ 23268.18–78. Воды минеральные, питьевые, лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Правила приемки и методы анализа. М.: Издательство стандартов, 1981. 101 с.
4. ГОСТ Р 51309–99. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии. М.: Госстандарт России, 2006. 17 с.
5. Маурер В.И. К изучению микрокомпонентного состава «Обуховской» минеральной воды // Вопросы курортологии и физиотерапии на Урале. Тез. докл. научн. сессии. Свердловск, 1970. С. 229-236.
6. Маурер В.И. Некоторые данные о микрокомпонентном составе «Обуховской» минеральной воды // Вопросы курортологии и физиотерапии на Урале. Тез. докл. научн. сессии. Свердловск, 1972. С. 6-7.
7. Маурер В.И. Изучение органических веществ в маломинерализованных водах Западного Зауралья // Матер. совещ. по прогнозированию содержания биогенных элементов и органического вещества в водохранилищах. Рыбинск, 1969. С. 84-91.
8. Ташинская А.Д., Кудлаенко Л.Н. Биологически активные свойства органических веществ, содержащихся в минеральных водах (Майкопская буровая № 4) // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 1968. № 1. С. 31-35.
9. Кочергин Ю.В., Оранский И.Е., Кузьмин С.В. Сапропели и маломинерализованная вода в комплексной восстановительной терапии заболеваний гепатобилиарной системы у детей. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2008. 181с.
10. Унифицированные методы анализа воды / под ред. Ю.Ю. Лурье. М.: Химия, 1973. 376 с.
11. Феодосиади Н.И. О бактерицидных свойствах «Обуховской» минеральной воды // Вопросы курортологии и физиотерапии на Урале. Тез. докл. науч. сессии. Свердловск, 1972. С. 7.

THE BASIC CHEMICAL COMPOUND, THE CONTENTS OF SOME MICROCOMPONENTS IN MINERAL WATERS OF THE OBUHOVSKIY DEPOSIT

Z.M. Zhernakova, N.N. Deeva, N.I. Moskalenko*, N.G. Molchanova*

Federal State Institution of Science «Ekaterinburg Medical Scientific Center for Health Promotion and Protection of Industrial Workers» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being

*620014, Ekaterinburg, Popova st., 30
v-iola@yandex.ru*

**Institute of High-Temperature Electrochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
620219, Ekaterinburg, S. Kovalevskaya st., 22*

Research of a chemical compound of mineral waters from 6 chinks of the Obuhovskiy deposit (Kamyshlovsky region, Sverdlovsk oblast), used by sanatorium «Obuhovskiy» and spilled by the various enterprises is carried out. The basic ionic composition, microelement, qualitative and quantitative composition of organic substances for the period of 2005-2009 is investigated. It is established, that in researched brackish waters the contents of the basic both biologically active macro- and microcomponents is in the allowable standards developed for waters of each chink of the Obuhovskiy deposit. The investigated waters is hydrocarbonate-chloride sodium brackish waters behind exception «Obuhovskaya-14» which is chloride-sodium water. To provide the control, exclude of potential falsification of Obuhovskaya mineral water in a trading network as perspective markers silicic, boric acids, and bromine, fluorine, strontium, organic substances (organic carbon) are offered.

Keywords: monitoring, mineral waters, microcomponents, macrocomponents, humic substances, biologically active components.