

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГИДРОГЕОХИМИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Дмитрий Анатольевич Новиков

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга 3/6, к.г.-м.н., зав. лабораторией, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, доцент кафедры геологии месторождений нефти и газа и кафедры общей и региональной геологии

Альбина Анатольевна Хвощевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634034, Россия, г. Томск, проспект Ленина, 2/5, к.г.-м.н., зав. лабораторией, e-mail: hvashevskaya@tpu.ru

Наталья Геннадьевна Сидорина

Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, 636035, Россия, г. Северск, ул. Мира, 4, руководитель лаборатории, e-mail: sidorinang@med.tomsk.ru

Анна Андреевна Коханенко

Сибирский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, 636035, Россия, г. Северск, ул. Мира, 4, младший научный сотрудник, e-mail: K_A_Anna@rambler.ru

Анатолий Витальевич Черных

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3/6, научный сотрудник, e-mail: ChernykhAV@ipgg.sbras.ru

Анастасия Алексеевна Максимова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3/6, инженер, e-mail: rock.nastaya64@gmail.com

Федор Федорович Дульцев

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3/6, научный сотрудник, e-mail: DultsevFF@ipgg.sbras.ru

В работе представлены актуальные данные по составу 23 месторождений и проявлений минеральных вод Крымского полуострова. Впервые приводится характеристика ранее неизвестных 7 проявлений. Изученные воды отличаются широкой вариацией по химическому составу, геохимическим параметрам среды и содержаниям биологически активных компонентов. Преобладают воды $\text{SO}_4\text{-Cl-HCO}_3\text{ Na}$, Cl Na , $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{ Mg-Ca-Na}$, $\text{SO}_4\text{-Cl Mg-Na}$ состава с величиной общей минерализации от ультрапресных до рассольных ($0,4 - 202,9\text{ г/дм}^3$). По геохимическим параметрам среды они относятся к двум большим группам. Первая характеризуется восстановительными условиями с Eh от $-330,2$ до $-22,3$, pH от $7,3$ до $9,1$ и содержанием $\text{O}_{2\text{раств.}}$ $0,79 - 6,48\text{ мг/дм}^3$. Вторая – окислительными Eh ($+22,1 - +158,5$), нейтральными и слабощелочными pH ($7,0 - 8,4$) и концентрациями $\text{O}_{2\text{раств.}}$ от $2,73$ до $6,92\text{ мг/дм}^3$. Изученные воды

обладают широким спектром бальнеологических свойств, что позволило выделить 13 типов минеральных вод.

Ключевые слова: гидрогеохимия, минеральные воды, бальнеология, медицинские показания по применению, Крым

NEW DATA ON HYDROGEOCHEMISTRY OF THE MINERAL WATERS OF THE CRIMEAN PENINSULA

Dmitry A. Novikov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3/6, Akademika Koptyuga Ave., PhD, head of the laboratory, e-mail: NovikovDA@ipgg.sbras.ru; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, 2, Pirogova st., associate professor

Albina A. Khvashchevskaya

Tomsk Polytechnic University, 634034, Russia, Tomsk, 2/5, Lenina st., PhD, head of the laboratory, e-mail: hvashevskaya@tpu.ru

Natalia G. Sidorina

Siberian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, 636035, Russia, Seversk, 4, Mira st., head of the laboratory, e-mail: sidorinang@med.tomsk.ru

Anna A. Kohanenko

Siberian Federal Research and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency, 636035, Russia, Seversk, 4, Mira st., Junior Researcher, e-mail: sidorinang@med.tomsk.ru

Anatoliy V. Chernykh

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3/6, Akademika Koptyuga Ave., Researcher, e-mail: ChernykhAV@ipgg.sbras.ru

Anastasia A. Maksimova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3/6, Akademika Koptyuga Ave., engineer, e-mail: rock.nastaya64@gmail.com

Fedor F. Dultsev

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3/6, Akademika Koptyuga Ave., Researcher, e-mail: DultsevFF@ipgg.sbras.ru

Relevant data on the composition of mineral waters from 23 deposits and occurrences in the Crimean Peninsula are presented. The characteristic of 7 occurrences that have been previously unknown is presented. The studied waters are distinguished by broad-range variations in chemical composition, geochemical parameters of the medium, and the concentrations of biologically active components. Waters with the composition SO₄-Cl-HCO₃ Na, Cl Na, SO₄-HCO₃ Mg-Ca-Na, SO₄-Cl Mg-Na with TDS from ultra-fresh to brine level (0.4 – 202.9 g/dm³) are dominating. The waters relate to two large groups according to the geochemical parameters of the medium. The first group is characterized by reductive conditions with Eh from -330.2 to -22.3, pH from 7.3 to 9.1 and O₂dissolved concentration 0.79 – 6.48 mg/dm³. The second group is characterized by oxidative Eh (+22.1 – +158.5), neutral and weakly alkaline pH (7.0 – 8.4), and O₂dissolved concentrations from 2.73 to 6.92 mg/dm³. The studied waters exhibit a broad range of balneological properties, which allowed us to distinguish 13 types of mineral waters.

Keywords: hydrogeochemistry, mineral waters, balneology, medical indications for application, Crimea

Минеральные воды в Крыму весьма разнообразны и известны с античных времен. Первые упоминания источников минеральных вод в научной литературе встречаются в работах Н.И. Андрусова [1], а их детальные исследования были начаты позднее в начале XX века и отражены в работах В.А. Обручева [2], С.П. Попова [3-4], А.С. Моисеева [5], А. Черепенникова [6], М.М. Фомичева и Л.А. Яроцкого [7-8]. Наиболее крупное обобщение по минеральным водам Крыма выполнено в многотомнике Гидрогеология СССР [9]. В 1980 г. под редакцией А.Е. Бабинца вышла в свет сводная работа по минеральным водам Украинской ССР [10].

Несмотря на длительный период изучения минеральных вод Крымского полуострова, следует отметить, что до сих пор в научной литературе остаются практически не рассмотренными механизмы формирования их состава. Крайне слабо изучен их изотопный состав, распределение радиоактивных и редкоземельных элементов. В последние годы вопросы по гидрогеохимии минеральных вод Крыма поднимались в работах Г.Н. Амеличева и др. [11], К.Д. Бабовой и др. [12], А.С. Кайсинова и др. [13], Д.А. Новикова и др. [14-19].

Крым обладает большим рекреационным потенциалом, важнейшими составляющими которого являются минеральные воды и грязи. Отсюда возникает необходимость на новой аналитической и теоретической базе оценить их состав и бальнеологическую ценность. В пределах Крымского полуострова распространены различные типы минеральных вод: без специфических компонентов и свойств; сульфидные; йодные; бромные; борные; кремнистые; железистые; воды, обогащенные органическим веществом; различного анионного и катионного состава и температуры и др.

В настоящей работе представлены актуальные данные по 23 месторождениям и проявлениям минеральных вод Крыма (рис. 1). Гидрогеохимическое опробование этих объектов проводилось во время полевых работ 2018-2020 гг. Лабораторное изучение химического состава методами титриметрии, ионной хроматографии, масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой проводилось в ПНИЛ гидрогеохимии ИШПР ТПУ. Выделение групп и типов вод выполнялось в Испытательной лаборатории природных лечебных ресурсов ФГБУ СибФНКЦ ФМБА России согласно ГОСТ 54316-2020 [20].

Изученные воды значительно отличаются по химическому составу, геохимическим параметрам среды и содержаниям специфических компонентов (H_2SiO_3 , H_3BO_3 , I, Br, Se). Доминируют воды $SO_4-Cl-HCO_3 Na$, $Cl Na$, $SO_4-HCO_3 Mg-Ca-Na$, $SO_4-Cl Mg-Na$ состава с широкой вариацией по величине общей минерализации от 0,4 до 202,9 г/дм³. По геохимической обстановке воды можно разделить на две группы: с восстановительными (Eh от -330,2 до -22,3, pH от 7,3 до 9,1 и содержанием $O_{2раств.}$ 0,79 – 6,48 мг/дм³) и окислительными (Eh +22,1 – +158,5; pH 7,0 – 8,4; $O_{2раств.}$ от 2,73 – 6,92 мг/дм³) условиями. Следует отметить, что ряд водопроявлений требует дополнительных полевых исследований (содер-

жания сероводорода, углекислого газа и радона), которые будут выполнены в 2021 году.

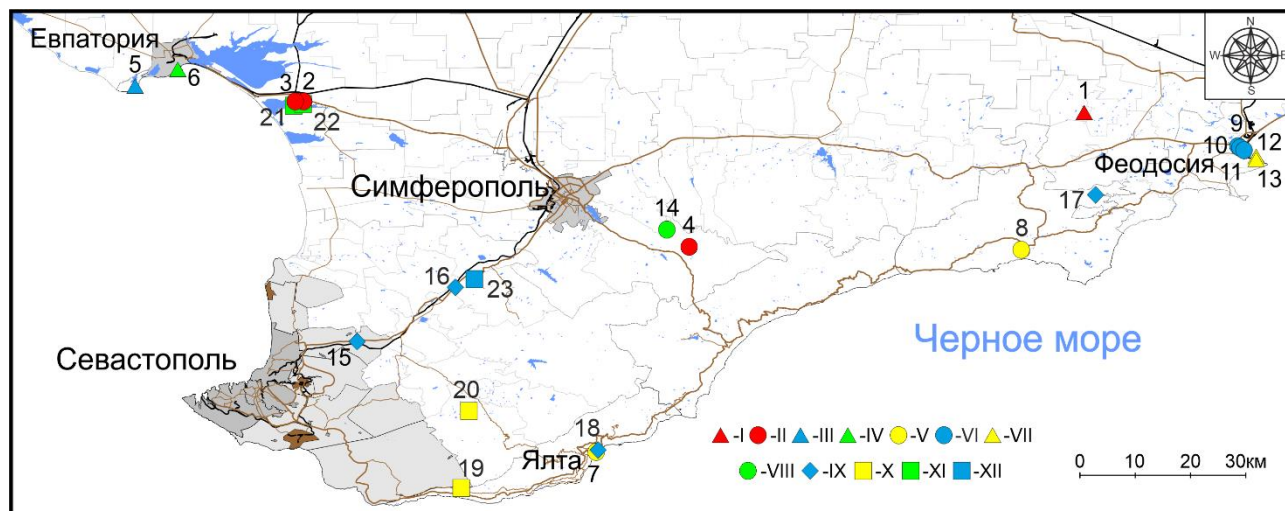


Рис. 1. Местоположение изученных месторождений

и проявлений минеральных вод на территории Крымского полуострова

Типы минеральных вод: *I – Ходыженский* (1 – Айвазовское месторождение, глубина скважины 200 м); *II – Карачинский* (2 – Сакское месторождение, Санаторий им. Пирогова Министерство обороны РФ, глубина скважины 1001 м; 3 – Сакское месторождение, термальные воды, глубина скважины 960 м; 4 – скважина «У Геологов», Красные пещеры); *III – Омский* (5 – Евпаторийское месторождение, пансионат Чайка, скважина 10(6243), термальная вода, интервал 980-1050 м, г. Евпатория); *IV – Калининградский* (6 – бювет Карникитская вода, г. Евпатория); *V – Владикавказский* (7 – бювет № 1 в Приморском парке, г. Ялта; 8 – Судакское месторождение, скважина №6709 (старый номер 76), глубина 270 м); *VI – Анапский* (9 – Феодосийское месторождение, скважина № 6614, глубина 200 м; 10 – Феодосийское месторождение, скв. № 6616, глубина 206 м; 11 – бювет, вода Феодосийская, г. Феодосия); *VII – Сибирский* (12 – Карантин 3, г. Феодосия; 13 – Карантин 2, г. Феодосия); *VIII – Ачалуковский тип* (14 – скважина у с. Дружное); *IX – минеральные питьевые столовые воды* (15 – скважина у часовни Николая Чудотворца, с. Верхнесадовое; 16 – скважина рядом с с. Глубокий Яр; 17 – термальный источник выше с. Щebetовка; 18 – бювет на ул. Чехова, г. Ялта; 19 – минеральный источник «Жабья радость»); *X – маломинерализованные хлоридные кальциево-натриевые йодные* (20 – минеральные воды Аджи-Су, каптаж в один колодец); *XI – крепко рассольные хлоридные натриевые борные бромные* (21 – Сакское озеро, Восточный бассейн, г. Саки; 22 – рапа для бальнеолечения, Санаторий им. Пирогова Министерство обороны РФ, г. Саки); *XII – пресные гидрокарбонатно-сульфатные натриевые* (23 – Севастьяновская сероводородная скважина).

Исследованные минеральные воды разделены на пять групп (таблица):

- 1) минеральные питьевые столовые (5 проявлений);
- 2) минеральные питьевые лечебные (Айвазовское месторождение);
- 3) минеральные питьевые лечебно-столовые (месторождения: Сакское, Евпаторийское, Судакское и Феодосийское; 6 проявлений);

4) маломинерализованные воды Аджи-Су;

5) рапа Сакского озера.

Дадим краткую характеристику выделенных групп. Пять проявлений *минеральных питьевых столовых вод* были изучены с бальнеологической точки зрения впервые (№ 15-19, рис. 1). Они характеризуются преимущественно $\text{SO}_4\text{-HCO}_3$ Mg-Ca-Na составом с величиной общей минерализации 427 – 865 мг/дм³ и содержанием кремния 3,48 – 17,01 мг/дм³.

Характеристика подземных минеральных вод Крымского полуострова

№	Водопроявление	$\frac{M}{\frac{г}{дм^3}}$ рН	Химическая формула	Специфические компоненты мг/дм ³	Наименование группы и тип минеральной воды
1	Айвазовское месторождение, глубина скважины 200 м	$\frac{1,8}{8,2}$	$\frac{Cl\ 77\ HCO_3\ 19}{SO_4\ 4}$ (Na+K) 87 Mg 7 Ca 6	I 12,5 H ₂ SiO ₃ 45,2 H ₃ BO ₃ 14,6 Т 22,0°С	Слабоминерализованная хлоридная натриевая йодная минеральная питьевая лечебная вода (Группа XXVI а, Ходыженский тип)**
2	Сакское месторождение, Санаторий им. Пирогова Министерство обороны РФ, глубина скважины 1001 м	$\frac{1,9}{8,05}$	$\frac{(HCO_3+CO_3)\ 51}{Cl\ 38\ SO_4\ 11}$ (Na+K) 98 Ca 2	H ₃ BO ₃ 24,8 Т 44,1°С	Слабоминерализованная хлоридно-гидрокарбонатная натриевая термальная минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа VIII, Карачинский тип)
2	Сакское месторождение, термальные воды, глубина скважины 960 м	$\frac{2,2}{8,28}$	$\frac{Cl\ 50}{(HCO_3+CO_3)\ 40}$ $\frac{SO_4\ 10}{(Na+K)\ 98\ Ca\ 1}$ Mg 1	H ₃ BO ₃ 28,6 Т 31,7°С	Слабоминерализованная гидрокарбонатно-хлоридная натриевая термальная минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа VIII, Карачинский тип)
2	Скважина «У Геологов», Красные пещеры	$\frac{1,3}{9,01}$	$\frac{(HCO_3+CO_3)\ 62}{Cl\ 21\ SO_4\ 17}$ (Na+K) 97 Mg 3	Т 14,6°С	Слабоминерализованная хлоридно-гидрокарбонатная натриевая минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа VIII, Карачинский тип)**
3	Евпаторийское месторождение, пансионат Чайка, скважина 10(6243), термальная вода, интервал 980-1050 м, г. Евпатория	$\frac{9,1}{7,79}$	$\frac{Cl\ 90\ HCO_3\ 7}{SO_4\ 3}$ (Na+K) 96 Ca 2 Mg 2	H ₃ BO ₃ 60,3 Br 12,2 Т 38,5°С	Среднеминерализованная хлоридная натриевая борная термальная минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа XXVI б, Омский тип)
4	Бювет Карникитская вода, г. Евпатория	$\frac{3,7}{8,45}$	$\frac{Cl\ 92\ (HCO_3+CO_3)\ 7\ SO_4\ 1}{(Na+K)\ 94\ Mg\ 4}$ Ca 2	H ₃ BO ₃ 20,0 Т 38,6°С	Маломинерализованная хлоридная натриевая термальная минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа XXVI, Калининградский тип)

Продолжение таблицы

5	Бювет № 1 в Приморском парке, г. Ялта	<u>1,1</u> 7,26	<u>HCO₃ 58 SO₄ 27</u> <u>Cl 15</u> Mg 42 Ca 34 (Na+K) 24	H ₂ SiO ₃ 23,5 Т 19,7°С	Слабоминерализованная сульфатно-гидрокарбонатная натриево-кальциево-магниевая минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа X, Владикавказский тип)**
5	Судакское месторождение, скважина №6709 (старый номер 76), глубина 270 м	<u>1,2</u> 7,38	<u>SO₄ 51 HCO₃ 41</u> <u>Cl 8</u> Ca 38 (Na+K) 38 Mg 24	H ₂ SiO ₃ 20,9 Т 20,5°С	Слабоминерализованная гидрокарбонатно-сульфатная магниевонатриево-кальциевая минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа X, Владикавказский тип)**
6	Феодосийское месторождение, скважина № 6614, глубина 200 м	<u>3,3</u> 7,49	<u>SO₄ 57 Cl 25</u> <u>HCO₃ 18</u> (Na+K) 65 Ca 30 Mg 5	H ₃ BO ₃ 13,8 Т 16,0°С	Маломинерализованная хлоридно-сульфатная кальциевонатриевая минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа XVI, Анапский тип)**
6	Феодосийское месторождение, скв. № 6616, глубина 206 м	<u>2,9</u> 8,43	<u>SO₄ 59 Cl 35</u> <u>(HCO₃+CO₃) 6</u> (Na+K) 80 Mg 14 Ca 6	H ₃ BO ₃ 16,3 Т 15,9°С	Маломинерализованная хлоридно-сульфатная натриевая минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа XVI, Анапский тип)**
6	Бювет, вода Феодосийская, г. Феодосия	<u>2,9</u> 7,54	<u>SO₄ 46 Cl 34</u> <u>HCO₃ 20</u> (Na+K) 69 Ca 19 Mg 12	I 2,4 Т 24,4 °С	Маломинерализованная гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатная натриевая минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа XVI, Анапский тип)**
7	Карантин 2, г. Феодосия	<u>1,7</u> 7,36	<u>HCO₃ 38 SO₄ 35</u> <u>Cl 27</u> (Na+K) 50 Mg 32 Ca 18	H ₂ SiO ₃ 17,4 Т 24,5°С	Слабоминерализованная хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатная магниевонатриевая минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа VI, Сибирский тип)**
8	Скважина у с. Дружное	<u>1,9</u> 9,12	<u>SO₄ 62 (HCO₃+ CO₃) 29 Cl 9</u> (Na+K) 98 Ca 1 Mg 1	Т 22,4°С	Слабоминерализованная гидрокарбонатно-сульфатная натриевая минеральная питьевая лечебно-столовая вода (Группа XI, Ачалуковский тип)**
9*	Скважина у часовни Николая Чудотворца, с. Верхнесадовое	<u>0,5</u> 8,44	<u>(HCO₃+ CO₃) 70</u> <u>Cl 16 SO₄ 14</u> (Na+K) 71 Mg 19 Ca 10	Т 24,5°С	Пресная гидрокарбонатная натриевая минеральная питьевая столовая вода**
9*	Скважина рядом с с. Глубокий Яр	<u>0,5</u> 7,91	<u>(HCO₃+ CO₃) 80</u> <u>SO₄ 13 Cl 7</u> (Na+K) 48 Ca 32 Mg 20	H ₂ SiO ₃ 32,5 Т 16,9°С	Пресная гидрокарбонатная магниевонатриево-кальциевая минеральная питьевая столовая вода**
9*	Термальный источник выше с. Щебетовка	<u>0,7</u> 7,47	<u>HCO₃ 79 SO₄ 13</u> <u>Cl 8</u> Ca 66 Mg 20 (Na+K) 14	H ₂ SiO ₃ 25,9 Т 20,3°С	Пресная гидрокарбонатная магниевонатриево-кальциевая минеральная питьевая столовая вода**
9*	Бювет на ул. Чехова, г. Ялта	<u>0,5</u> 7,44	<u>HCO₃ 69 SO₄ 17</u> <u>Cl 14</u> Ca 63 (Na+K) 21 Mg 16	Т 19,4°С	Пресная гидрокарбонатная натриево-кальциевая минеральная питьевая столовая вода**

9*	Минеральный источник «Жабья радость»	<u>0,9</u> 7,04	<u>HCO₃ 92 Cl 7</u> <u>SO₄ 1</u> Ca 53 Mg 27 (Na+K) 20	T 17,0°C	Пресная гидрокарбонатная натриево-магниевая-кальциевая минеральная питьевая столовая вода
10	Минеральные воды Аджи-Су, каптаж в один колодец	<u>3,4</u> 7,4	<u>Cl 96 HCO₃ 3</u> <u>SO₄ 1</u> (Na+K) 59 Ca 40 Mg 1	I 7,2 H ₃ BO ₃ 25,7 T 17,3°C	Маломинерализованная хлоридная кальциево-натриевая йодная
11	Сакское озеро, Восточный бассейн, г. Саки	<u>203,</u> <u>5</u> 8,01	<u>Cl 88 SO₄ 12</u> (Na+K) 80 Mg 18 Ca 2	H ₃ BO ₃ 234,12 Br 304,7 Se 0,97 T 26,8°C	Крепко рассольная хлоридная натриевая борная бромная
11	Рапа для бальнеолечения, Санаторий им. Пирогова Министерство обороны РФ, г. Саки	<u>190,</u> <u>2</u> 7,88	<u>Cl 85 SO₄ 15</u> (Na+K) 79 Mg 18 Ca 3	H ₃ BO ₃ 50,9 Br 101,8 Se 0,31 T 24,7°C	Крепко рассольная хлоридная натриевая борная бромная
12	Севастьяновская сероводородная скважина	<u>0,8</u> 7,88	<u>HCO₃ 62 SO₄ 27</u> <u>Cl 11</u> (Na+K) 81 Ca 14 Mg 5	H ₂ SiO ₃ 42,3 T 16,0°C	Пресная гидрокарбонатно-сульфатная натриевая**

Примечание: Номер в таблице соответствует бальнеологической группе на рисунке 1; * – воды могут использоваться в качестве минеральных питьевых только при соответствии санитарно-бактериологических, радиологических показателей и показателей химической безопасности согласно ГОСТ 54316-2020 «Воды минеральные природные питьевые»; ** - требуются дополнительные полевые исследования содержания H₂S (возможно изменение бальнеологического типа).

Геохимические параметры среды изменяются от восстановительных до окислительных с Eh -268,2 – +158,5 мВ, рН 7,0 – 8,44, содержанием O₂раств. 1,79 – 6,92 мг/дм³. Для установления типа вод и бальнеологической группы необходимы дополнительные исследования.

Воды второй группы минеральные питьевые лечебные Айвазовского месторождения (№ 1, рис. 1) HCO₃-Cl Na состава с величиной общей минерализации 1706 мг/дм³ и содержанием кремния 16,17 мг/дм³. Геохимические параметры среды восстановительные с Eh -330,2 мВ, рН 8,2, содержанием O₂раств. 0,79 мг/дм³. Согласно медицинским показаниям по внутреннему применению минеральные воды пригодны для лечения хронического гастрита с нормальной и пониженной секреторной функцией желудка, болезней кишечника, печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, поджелудочной железы, органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, обмена веществ и мочевыводящих путей.

Воды третьей группы минеральные питьевые лечебно-столовые, характеризующиеся довольно изменчивым химическим составом с преобладающим Cl Na типом и величиной общей минерализации 1098 – 9038 мг/дм³ и содержанием кремния 1,19 – 9,20 мг/дм³ (№ 2-14, рис. 1). Геохимические параметры среды изменяются от восстановительных до окислительных с Eh -302,5 – +152,8 мВ, рН 7,3 – 9,1, содержанием O_{2раств.} 1,18 – 6,48 мг/дм³. Согласно медицинским показаниям по внутреннему применению минеральные питьевые лечебно-столовые воды пригодны для лечения болезни пищевода, хронического гастрита и гастрита с нормальной и пониженной секреторной функцией желудка, язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки, болезней кишечника, печени, желчного пузыря и желчевыводящих путей, поджелудочной железы, нарушения органов пищеварения после оперативных вмешательств по поводу язвенной болезни желудка, болезни обмена веществ и мочевыводящих путей.

Четвертая группа представлена минеральными водами источника Аджису (№ 20, рис. 1). Воды характеризуются Cl Ca-Na составом с величиной общей минерализации 3317 мг/дм³ и содержанием кремния 8,44 мг/дм³. Геохимические параметры среды окислительные с Eh -267,4 мВ, рН 7,4, содержанием O_{2раств.} 2,39–6,48 мг/дм³. Требуется дополнительное изучение содержания радона в водах.

Воды пятой группы представлены рапой Сакского озера (№ 21-22, рис. 1) с SO₄-Cl Mg-Na составом и величиной общей минерализации 190 – 203 г/дм³, с содержанием кремния не превышающем 4,77 мг/дм³. Геохимические параметры среды изменяются от слабовосстановительных до слабоокислительных с Eh -22,3 – +22,1 мВ, рН 7,9 – 8,0, содержанием O_{2раств.} 3,36 – 5,33 мг/дм³. Согласно медицинским показаниям по уровню минерализации и наличию бальнеологически ценных компонентов озерная вода может использоваться наружно (в виде ванн) при болезнях системы кровообращения, нервной системы, костно-мышечной системы, органов пищеварения, эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, мочеполовой системы и болезнях кожи.

Резюмируя вышесказанное, отметим, что бальнеологические ресурсы Крымского полуострова в настоящее время крайне слабо изучены. Этот вопрос требует пристального внимания со стороны научных, производственных организаций и региональных властей, поскольку Крым необходимо в полной мере сделать круглогодичным курортом. Обширный материал, полученный авторами в течение последних трех лет позволил выявить семь ранее неизвестных проявлений минеральных вод. Комплексное исследование природных вод Крымского полуострова значительно увеличат их число в будущем.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта ФНИ № 0331-2019-0025, РФФИ и города Севастополь в рамках гранта № 18-45-920032 р_а и Государственного Задания РФ «Наука» в рамках проекта № FSWW-0022-2020.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрусов Н.И. Геологические исследования на Керченском полуострове в 1882 и 1883 гг. // Зап. Новороссийского общ-ва естествоисп., т.IX. – СПб, 1884.

2. Обручев В.А. Минеральный источник Бурун-Кан, близ Бахчисарая как будущий курорт // «Курортное дело». – 1924. – № 4-5.
3. Попов С.П. Минеральные источники Крыма. – Симферополь: Тр. Крымского науч.-исслед. И-та, 1930. – т. II, вып. III.
4. Попов С.П. Геохимический очерк Крымских подземных вод и источников. – Симферополь: Тр. Крым. Пединститута. «Химия», 1935. – т. V.
5. Моисеев А.С. Гидрогеологический очерк г. Севастополя и его окрестностей. – Тр. ВГРО, Геолиздат, 1932.
6. Черепенников А. Геохимические особенности природного газа и воды источника Аджису в Крыму. – Тр. Геол.-развед. Бюро газов. месторожд., 1932. – вып. 2,
7. Фомичев М.М., Яроцкий Л.А. Чокракские сероводородные воды // «Вопросы курортологии». – 1938. – № 1-2.
8. Фомичев М.М. Основные типы, области распространения и перспективы использования минеральных вод Крыма // «Вопросы курортологии». – 1941. – №3-4.
9. Гидрогеология СССР. Том VIII. Крым. / Гл. редактор академик А.В. Сидоренко. – Москва: Издательство «Недра», 1971. – 55 с.
10. Обзор минеральных вод Украинской ССР / А.С. Алексеева, В.Д. Овчарова, Н.А. Лысак. – Киев: Издательство Центральной тематической экспедиции Министерства геологии УССР, 1980. – 770 с.
11. Амеличев Г.Н., Токарев И.В., Токарев С.В., Крайнюкова И.А., Бурлакова Н.С. Комплексная оценка возраста и установление условий формирования минеральных вод "Бишули" (равнинный Крым) на основе изотопно-геохимических данных. // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2017. – Т. 3 (69). – № 2. – С. 130-150.
12. Бабова К.Д., Лобода М.В., Никипелова Е.М. Справочник Минеральные лечебно-столовые воды Украины. Коломия. - 1998. - 207с.
13. Кайсинова А.С., Глухов А.Н., Данилов С.Р., Текеева Ф.И. Химический состав и свойства минеральной воды "Бишули" (с. Пятихатка Красногвардейский район, республика Крым) и возможности её использования в бальнеологических целях. // Курортная медицина. – 2016. – № 4. – С. 13-17.
14. Nichkova L.A., Novikov D.A., Chernykh A.V., Dultsev F.F., Sigora G.A., Khomenko T.Yu. Geochemistry of natural waters of the Baydar valley (Crimean Peninsula) // E3S Web of Conferences. – 2019. – V. 98. – № 01036.
15. Novikov D.A., Nichkova L.A., Chernykh A.V., Dultsev F.F., Pyryaev A.N., Sigora G.A., Khomenko T.Yu. Distribution of the stable isotopes ($\delta^{18}\text{O}$, δD и $\delta^{13}\text{C}$) in natural waters of the Baydar valley (Crimean Peninsula) // E3S Web of Conferences. – 2019. – V. 98. – № 01038
16. Новиков Д.А., Черных А.В., Дульцев Ф.Ф. Новый взгляд на гидрогеологические условия города федерального значения Севастополь // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 8. – С. 105-122. DOI 10.18799/24131830/2019/8/2217 (a)
17. Новиков Д.А., Черных А.В., Дульцев Ф.Ф. Оценка качества подземных вод верхнеюрских отложений юго-западных районов Крымского полуострова для целей питьевого и сельскохозяйственного водоснабжения // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23. – № 4. – С. 52-57 (б)
18. Новиков Д.А., Копылова Ю.Г., Черных А.В., Дульцев Ф.Ф., Хвощевская А.А. Геохимические типы природных вод Байдарской долины (Крымский полуостров) // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2020. – № 17. – С. 401-405. <https://doi.org/10.31241/FNS.2020.17.077> (a)
19. Новиков Д.А., Копылова Ю.Г., Черных А.В., Дульцев Ф.Ф., Пыряев А.Н., Хвощевская А.А., Ничкова Л.А., Сигора Г.А., Яхин Т.А. Новые изотопно-гидрогеохимические

данные по составу природных вод Байдарской долины (Крымский полуостров) // Геология и геофизика, 2020(a) DOI: 10.15372/GiG2020137 (б)

20. ГОСТ Р 54316-2020 Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия // Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Москва: Стандартинформ, 2020.

REFERENCES

1. Andrusov N.I. Geologicheskie issledovaniya na Kerchenskom poluostrove v 1882 i 1883 gg. // Zap. Novorossijskogo obshch-va estestvoisp., t.IX. – SPb, 1884.
2. Obruchev V.A. Mineral'nyj istochnik Burun-Kan, bliz Bahchisaraya kak budushchij kurort // «Kurortnoe delo». – 1924. – № 4-5.
3. Popov S.P. Mineral'nye istochniki Kryma. – Simferopol': Tr. Krymskogo nauch.-issled. I-ta, 1930. – t. II, vyp. III.
4. Popov S.P. Geohimicheskij ocherk Krymskih podzemnyh vod i istochnikov. – Simferopol': Tr. Krym. Pedinstitut. «Himiya», 1935. – t. V.
5. Moiseev A.S. Hidrogeologicheskij ocherk g. Sevastopolya i ego okrestnostej. – Tr. VGRO, Geolizdat, 1932.
6. Cherepennikov A. Geohimicheskie osobennosti prirodno gaza i vody istochnika Adzhi-Su v Krymu. – Tr. Geol.-razved. Byuro gazov. mestorozhd., 1932. – vyp. 2,
7. Fomichev M.M., YArOCKij L.A. CHokraskie serovodorodnye vody // «Voprosy kurortologii». – 1938. – № 1-2.
8. Fomichev M.M. Osnovnye tipy, oblasti rasprostraneniya i perspektivy ispol'zovaniya mineral'nyh vod Kryma // «Voprosy kurortologii». – 1941. – №3-4.
9. Hidrogeologiya SSSR. Tom VIII. Krym. / Gl. redaktor akademik A.V. Sidorenko. – Moskva: Izdatel'stvo «Nedra», 1971. – 55 s.
10. Obzor mineral'nyh vod Ukrainskoj SSR / A.S. Alekseeva, V.D. Ovcharova, N.A. Lysak. – Kiev: Izdatel'stvo Central'noj tematiceskoy ekspedicii Ministerstva geologii USSR, 1980. – 770 s.
11. Amelichev G.N., Tokarev I.V., Tokarev S.V., Krajnyukova I.A., Burlakova N.S. Kompleksnaya ocenka vozrasta i ustanovlenie uslovij formirovaniya mineral'nyh vod "Bishuli" (ravninnyj Krym) na osnove izotopno-geohimicheskikh dannyh. // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. – 2017. – T. 3 (69). – № 2. – S. 130-150.
12. Babova K.D., Loboda M.V., Nikipelova E.M. Spravochnik Mineral'nye lechebno-stolovye vody Ukrainy. Kolomiya. - 1998. - 207s.
13. Kajsanova A.S., Gluhov A.N., Danilov S.R., Tekeeva F.I. Himicheskij sostav i svojstva mineral'noj vody "Bishuli" (s. Pyatihatka Krasnogvardejskij rajon, respublika Krym) i vozmozhnosti eyo ispol'zovaniya v bal'neologicheskikh celyah. // Kurortnaya medicina. – 2016. – № 4. – S. 13-17.
14. Nichkova L.A., Novikov D.A., Chernykh A.V., Dultsev F.F., Sigora G.A., Khomenko T.Yu. Geochemistry of natural waters of the Baydar valley (Crimean Peninsula) // E3S Web of Conferences. – 2019. – V. 98. – № 01036.
15. Novikov D.A., Nichkova L.A., Chernykh A.V., Dultsev F.F., Pyryaev A.N., Sigora G.A., Khomenko T.Yu. Distribution of the stable isotopes ($\delta^{18}\text{O}$, δD i $\delta^{13}\text{C}$) in natural waters of the Baydar valley (Crimean Peninsula) // E3S Web of Conferences. – 2019. – V. 98. – № 01038
16. Novikov D.A., CHernyh A.V., Dul'cev F.F. Novyj vzglyad na gidrogeologicheskie usloviya goroda federal'nogo znacheniya Sevastopol' // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov. – 2019. – T. 330. – № 8. – S. 105-122. DOI 10.18799/24131830/2019/8/2217 (a)
17. Novikov D.A., CHernyh A.V., Dul'cev F.F. Ocenka kachestva podzemnyh vod verhneyur-skih otlozhenij yugo-zapadnyh rajonov Krymskogo poluostrova dlya celej pit'evogo i sel'skohozyajstvennogo vodosnabzheniya // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. – 2019. – T. 23. – № 4. – S. 52-57 (b)

18. Novikov D.A., Kopylova YU.G., CHernyh A.V., Dul'cev F.F., Hvashchevskaya A.A. Geohimicheskie tipy prirodnyh vod Bajdarskoj doliny (Krymskij poluostrov) // Trudy Fersmanovskoj nauchnoj sessii GI KNC RAN. – 2020. – № 17. – S. 401-405. <https://doi.org/10.31241/FNS.2020.17.077> (a)

19. Novikov D.A., Kopylova YU.G., CHernyh A.V., Dul'cev F.F., Pyryaev A.N., Hvashchevskaya A.A., Nichkova L.A., Sigora G.A., YAhin T.A. Novye izotopno-gidrogeohimicheskie dannye po sostavu prirodnyh vod Bajdarskoj doliny (Krymskij poluostrov) // Geologiya i geofizika, 2020(a) DOI: 10.15372/GiG2020137 (b)

20. GOST R 54316-2020 Vody mineral'nye prirodnye pit'evye. Obshchie tekhnicheskie usloviya // Sistema standartov po informacii, bibliotechnomu i izdatel'skomu delu. Moskva: Standartinform, 2020.

© Д. А. Новиков, А. А. Хващевская, Н. Г. Сидорина, А. А. Коханенко, А. В. Черных,
А. А. Максимова, Ф. Ф. Дульцев, 2021