

## ОБОСНОВАНИЕ НОВОГО ГИДРОХИМИЧЕСКОГО ТИПА МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ЧОЙГАН (ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)

А.В. Шестакова

Научный руководитель доцент А.А.Хващевская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия,  
E-mail: stysha@sibmail.com*

**Аннотация.** Для подземных минеральных вод природного комплекса Чойган по данным о химическом составе, минерализации, температуре впервые представлена их типизация согласно действующему стандарту. Приведена формула химического состава, на основании которой был установлен аналог рассматриваемых вод и выделен новый геохимический тип минеральных вод – Чойганский. Выделенный тип относится к гидрокарбонатной кальциево-натриевой и натриево-кальциевой группе вод, с минерализацией 0,6-3,0 мг/л, с содержанием  $H_2SiO_3$  50-70 мг/л и  $CO_2$  500-1500 мг/л и наличием радона 200-520 Бк/л.

**Abstract.** According to the current standard typification was first presented for groundwater of the natural spa complex Choigan based on the chemical composition, salinity, temperature. The formula of the chemical composition was shown and based on this analogue considered water was established, also a new geochemical type of mineral water – Choigansky has been allocated. Dedicated type refers to the  $HCO_3$ -Ca-Na and  $HCO_3$ -Na-Ca group of water with a salinity of 0.6-3.0 mg/L, containing  $H_2SiO_3$  50-70 mg/L and  $CO_2$  500-1500 mg/L, and has a radon 200-520 Bq/l.

Минеральные воды являются уникальными и ценными природными ресурсами благодаря повышенному содержанию полезных биологических активных компонентов, их ионному или газовому составу, оказывающему на организм человек лечебное действие.

В настоящее время требования для отнесения тех или иных подземных вод к минеральным и их использование для внутреннего применения устанавливает национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 54316-2011. Согласно стандарту минеральными природными питьевыми водами считаются подземные воды, добытые из водоносных горизонтов или водоносных комплексов, защищенных от антропогенного воздействия, сохраняющие естественный химический состав и относящиеся к пищевым продуктам, а при наличии повышенного содержания отдельных биологически активных компонентов (бора, брома, мышьяка, железа суммарного, йода, кремния, органических веществ, свободной двуокиси углерода) или повышенной минерализации оказывающие лечебно-профилактическое действие [3].

Значимость минеральных подземных вод устанавливается на основании уровня минерализации, ионного состава, газовой составляющей, содержания органических веществ и биологически активных компонентов, радиоактивности и температуры. В бальнеотерапии применение минеральных вод возможно как внутреннее (питьевое), так и наружное в виде ванн, орошений, купаний в бассейнах [4]. К категории наиболее ценных и широко известных минеральных вод относятся углекислые воды, на их месторождениях создаются лечебные курорты.

На территории Республики Тыва в Восточных Саянах находится одно из уникальных проявлений углекислых подземных вод – природный комплекс «Чойганские минеральные воды». Чойганские термальные и холодные источники – это потенциальное месторождение углекислых лечебных вод. На небольшой площади около 28 гектар насчитывается 33 родника с различной геоморфологией, температурой и химическим составом.

Эти воды известны достаточно давно. Изучением источников Чойгана занимались многие исследователи Сибири, такие ученые как: И.С. Крыжин (1858), С.В. Обручев (1945), В.Г. Ткачук (1955), Е.В. Пиннекер (1966–1967) и др. Благодаря их работам дано геологическое описание территории и исследован макрокомпонентный состав отдельных источников. С 90-х годов их комплексное исследование проводится сотрудниками Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов (ныне ТИКОПР СО РАН) и Национального исследовательского Томского политехнического университета [1]. Летом 2013 г. научной полевой экспедицией было проведено подробное гидрогеохимическое опробование родников, организованной Лабораторией аржаанологии и туризма (ООО «АржаанЛаб» г. Кызыл) совместно с ПНИЛ гидрогеохимии НОЦ «Вода» ИПР ТПУ, в результате которого были получены новые данные о химическом и газовом составе всех родников [5].

Источники Чойган известны и популярны среди окрестного населения и туристов. Ежегодно до пятисот человек приезжают сюда отдыхать и лечиться стихийным образом, используя воду родников в качестве ванн или для приема внутрь. Ввиду практического использования этих вод населением возникла необходимость в типизации этих подземных вод.

Исследуемая территория, согласно схемы гидрогеологического районирования [3], относится к Алтае-Саянской сложной гидрогеологической складчатой области, и приурочена к Таннуоло-Сангиленский межгорному артезианскому бассейну, характеризующиеся развитием преимущественно трещинных и трещинно-жильных вод в породах протерозоя, нижнего и среднего палеозоя. Наличие на территории зоны разрывных нарушений и проявление молодого вулканизма также обуславливает в таких структурах широкое проявление углекислых минеральных вод.

Согласно ГОСТ Р 54316-2011, к углекислым минеральным питьевым подземным водам относят воды, содержащие не менее 500 мг/л свободной двуокиси углерода. Из 33 родников, расположенных на территории комплекса, в 21 роднике концентрация углекислоты составляет от 550 мг/л до 1500 мг/л, что позволяет отнести их к углекислым минеральным водам (табл.).

На территории Чойгана разгружаются холодные (Т 13-20 °С) и теплые (Т до 39 °С) углекислые минеральные воды. Наличие в водах углекислоты определяет слабокислый характер водной среды (рН вод в диапазоне значений 5,9-6,5). Значение окислительно-восстановительного потенциала наблюдается в широких пределах от -150 до 200 мВ. Под воздействием свободной углекислоты в водах формируется гидрокарбонатный анионный состав вод с долей гидрокарбонатов от 90 до 99 экв.-%. В катионном составе преобладают преимущественно ионы кальция (35-75 экв.-%) и натрия (20-55 экв.-%). Согласно классификации вод в соответствии с ГОСТ Р 54316-2011, углекислые воды природного комплекса Чойган относятся к лечебно-столовым с содержанием солей от 600 мг/л до 2650 мг/л.

Помимо наличия углекислоты в водах как основного биологически активного компонента в некоторых рассматриваемых родниках обнаружены также высокие концентрации кремния, которые в пересчете на метакремниевую кислоту составляют от 56 мг/л до 65 мг/л, что позволяет отнести эти воды к кремнистым питьевым.

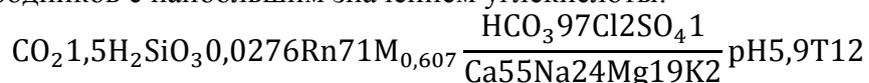
Также, благодаря наличию в подземных водах Чойгана радона в количествах от 200 до 520 Бк/л, они могут использоваться для наружного применения в качестве ванн, [4]. Появление радоновых вод связано эманацией гранитов, обогащенных радиоактивными элементами, в которых расположены подземные воды.

Таблица

*Химический состав углекислых минеральных вод природного комплекса Чойган*

Номер родника	CO <sub>2</sub> раств.	Rn	T	pH	Eh	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Минерализация
	мг/л	Бк/л	°С		мВ	мг/л								
4	1487,6	71,4	11,5	5,9	188	450	4,5	5	82	17,1	41,4	7,4	27,5	607,4
27	1251,7	399,6	21,4	6,3	169	1490	24	19,5	270	30,5	203,2	27	38,4	2064,2
26	1235,3	114,7	20,2	6,2	183	1220	31,1	18,5	220	24,4	177,7	26	42,6	1717,6
1	1133,2	122,8	22,6	6,2	62	1646	4,5	32,5	196	32,9	328	48	65,4	2288
17	1073,8	74	22,4	6,1	70	1085	45,2	14	190	24,4	162,5	24,2	33,5	1545,3
2	971,7	479,9	17,5	6,2	169	800	5,5	9,2	132	21,4	106,5	19,2	42,5	1093,8
5	946,5	125,8	13,5	6,2	200	744	4,8	10,6	108	22	111	17,7	36,2	1018,1
16	914,6	89,9	27	6,1	-34	1540	19	23,4	207,5	25,9	293	41,9	53	2150,6
21a	871,8	–	13	6,2	236	712	55,5	6,2	190	12,2	52,5	8,7	24	1037,1
7	800,5	203,5	23,8	6,4	-150	1350	6,2	18,9	156	32,9	256	43	56,2	1863,1
3	759,8	519,9	18,4	6,3	190	906	5,3	8,9	154	23,2	117	20,2	42,7	1234,5
12	745,6	310,4	31,5	6,3	29	1671	6,7	25,2	208	31,7	322	53,2	61,5	2317,9
6	744,4	95,1	29,5	6,3	-90	1695	6,2	24,8	216	45,1	296	49,3	65,5	2332,5
31	735,7	58,1	27,4	6,4	137	1910	20,7	28	287,5	36,9	318,7	44,8	55,4	2646,7
13	690,7	138,8	38,5	6,3	-54	1824	6,8	28,7	240	30,5	342	53,3	64,9	2525,3
28	688,5	354,5	12,7	6,3	180	840	51,9	6,3	190	18,3	84,4	13,3	29,6	1204,1
14	612,7	–	36,8	6,3	0	1870	5,7	27,7	240	36,6	350	56,2	65,7	2586,2
18	608,3	8,5	30,9	6,4	142	1530	35,8	18,5	270	30,5	220	34,7	59	2139,5
25	599,5	92,5	16,4	6,4	195	1110	10,8	17,8	220	18,3	135,8	20,2	–	1532,9
32	565,5	64,8	26,6	6,5	129	1464	22,9	22,9	190	30,5	282,3	39,4	–	2052
24	553,4	–	16,1	6,5	188	800	50,6	9,5	181	17,7	84,6	14,9	28	1158,3

По полученным результатам приведена формула химического состава воды одного из родников с наибольшим значением углекислоты:



По критериям отнесения подземных вод к минеральным подземные воды Чойгана можно охарактеризовать как маломинерализованные лечебно-столовые воды, слабоуглекислые, кремнистые и слаборадоновые воды.

Для сопоставления бальнеологической активности принято находить аналоги исследуемым типам минеральных вод. В зависимости от химического состава минеральные воды подразделяют на группы и на гидрохимические типы. В нормативном документе [3] приведены «эталонные» группы минеральных вод, широко используемые в настоящее время. Установление аналога, рассматриваемых минеральных вод, сводится к последовательному определению группы и типа минеральных вод по основным ионам, уровню минерализации, наличию и концентрации тех или иных биологически активных компонентов.

Углекислые минеральные воды природного комплекса Чойган принадлежат к гидрокарбонатному кальциево-натриевому и натриево-кальциевому типу воды. Судя по ионному составу и минерализации подземные воды Чойгана близки к Терсинскому типу (Терсинское месторождение, Кемеровская область). Однако воды этого типа имеют более высокую минерализацию, высокое содержание кремниевой кислоты и диоксида углерода, а также отличаются процент-эквивалентной формой катионов. Помимо этого, подземные воды Чойгана содержат радон.

На основе определений химического состава вод в таблице гидрохимических типов минеральных [3] вод предлагается выделить новый тип в группе гидрокарбонатных кальциево-натриевых и натриево-кальциевых вод – Чойганский, с минерализацией 0,6-3,0 мг/л, с содержанием  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  50-70 мг/л и  $\text{CO}_2$  500-1500 мг/л и наличием радона 200-520 Бк/л.

Таким образом, очевидно, что республика Тыва обладает огромными рекреационными ресурсами и потенциалом для использования минеральных вод. Представленная типизация минеральных подземных вод природного комплекса Чойган по химическому составу дает представление о закономерностях их распространения и бальнеологической ценности. Это позволяет более целенаправленно вести работы по дальнейшему изучению и практическому освоению минеральных вод республики.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания «Наука» № 5.1931.2014/К.*

### **Литература**

1. Аракчаа К.Д., Смирнова И.Н., Копылова Ю.Г. Аржаан Чойган – целительная жемчужина Тувы. – Кызыл: типография КЦО «Аныяк», 2012. – 164 с.
2. Гидрогеология СССР. Том XVIII. Красноярский край и Тувинская АССР. Коллектив авторов. Красноярское геологическое управление. Редакция И. К. Зайцев. М. «Недра», 1972. – 479 с.
3. ГОСТ Р 54316-2011. Воды минеральные природные питьевые. – М.: Стандартинформ, 2011.
4. Контроль качества и безопасности минеральных вод по химическим и микробиологическим показателям, МР Минздрава России, 07.04.1997, N 96/225.
5. Шестакова А.В., Камбалина М.Г. Геохимические условия формирования углекислых холодных и термальных вод природного комплекса Чойган // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 115-летию со дня рождения академика Академии наук СССР, профессора К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения члена-корреспондента Академии наук СССР, профессора Ф.Н. Шахова. Том I. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – С. 568-570.