Влияние тектоники на процесс взаимодействия «вода – порода» при формировании состава углекислых минеральных вод Аршан-Тункинского месторождения в зоне Байкальского рифта

Кустов Ю.И.

*Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия,
E-mail:kustov@crust.irk.ru*

АННОТАЦИЯ: Проявление минеральных лечебных вод у подножья Тункинских Альп – южных отрогов Восточного Саяна в месте выхода долины р. Кынгарги в Тункинскую впадину – стало известно с конца 19-го столетия. Установлено, что данное проявление приурочено к участку пересечения под углом 90^0 двух разломов: Тункинского, который служит границей между кристаллическими породами горных сооружений Восточного Саяна и осадочными породами Тункинской рифтовой впадины и Кынгарского, по которому заложена долина р. Кынгарги узкая по ширине и короткая по протяжённости. Река Кынгарга имеет постоянный водный сток, который поступает в р. Тунку и далее в р. Иркут – основной объект дренажной системы Тункинской рифтовой впадины.

The influence of tectonics on the process of water-rock interaction in the formation of the carbon dioxide mineral water composition of the Arshan-Tunkinsky deposit in the Baikal rift zone

Kustov Yu.I.

Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Russia, Irkutsk, kustov@crust.irk.ru

ABSTRACT: The manifestation of mineral healing waters at the piedmont of the Tunkinsky Alps of the southern spurs of the East Sayan at the exit of the valley of the river Kyngarga in the Tunkinsky depression became known from the end of the 19th century. It was established that this manifestation is confined to the intersection of an angle of 90^0 of two faults: Tunkinsky, which serves as the boundary between the crystalline rocks of the East Sayan mountain structures and sedimentary rocks of the Tunkinsky rift basin, and Kungarsky, along which the Kyngarga river valley is laid. The Kingarga valley is narrow in width and short in length. The Kyngarga River has a constant water flow, which flows into the river Tunka and further into the river Irkut, which is the main object of the drainage system of the Tunkinsky rift depression.

ВВЕДЕНИЕ

Источник Аршанский на левом берегу р. Кынгарги - очаг разгрузки минеральной воды, насыщенной углекислым газом, был представлен отчётливыми выходами и большим количеством мелких грифонов в месте пересечения двух тектонических разломов: Тункинского и Кынгарского. Наиболее крупные два выхода были каптированы. Расстояние между ними составляло 3 м. Источник открыт в конце XIX столетия и со временем приобрёл широкую популярность у местного населения и жителей городов Иркутска и Улан-Удэ. Воды источника используются для лечебных целей (ванные процедуры и питьевой бювет) [1].

В начале 30-х гг. XX столетия возникла необходимость проведения на участке данного проявления минеральных вод геологоразведочных работ с целью изучения гидрогеологических условий региона, оценки запасов месторождения и возможности расширения построенной здесь водолечебницы. По величине минерализации воды источника слабосолёные, по составу сульфатно-гидрокарбонатные магниевые,

кальциевые, насыщенные двуокисью углерода (CO_2) и кремнекислотой (H_4SiO_4); температура воды в источниках $8.0\text{--}8.5^\circ\text{C}$ [4].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Аршан-Тункинское месторождение углекислых минеральных лечебных вод разведано в северной части Тункинской впадины Байкальского рифта вблизи Аршанского источника углекислых минеральных вод, приуроченного к месту пересечения под углом 90^0 двух тектонических разломов: Тункинского (широтное направление), ограничивающего северную часть Тункинской рифтовой впадины, и Кынгарского (меридиональное направление), по которому заложена каньёнообразной формы долина р.Кынгарги. Образовавшаяся по Кынгарскому разлому долина по размеру в поперечном сечении является узкой, а по протяжённости - короткой. По днищу долины течёт р. Кынгарга, имеющая постоянный водный сток, объём которого поступает в р. Тунку и далее в р. Иркут – основную дренажную систему Тункинской рифтовой впадины (рис.1).

Рис. 1. Карта-схема Аршан-Тункинского месторождения углекислых минеральных лечебных вод (использованы материалы Гидрогеологического управления «Геоминвод»).

Условные обозначения. Водопункты с пресной подземной водой: 1 – источник; 2 – скважина. Водопункты с минеральной лечебной водой: 3 – источник, вода холодная; 4 – скважина, вода холодная; 5 – скважина, вода теплая; 6 – скважина, вода горячая. Площади проявления подземных вод различной температуры и качества: 7 – воды пресные, холодные (глубина до 100 м); 8 – воды минеральные лечебные, холодные (интервал 40–200 м); 9 – воды минеральные лечебные, тёплые (глубина до 300 м); 10 – воды минеральные лечебные, горячие (глубина ниже 400 м). Прочие обозначения: 11 – линия Тункинского тектонического разлома; 12 – линия Кынгарского тектонического разлома; 13 – линия локального тектонического разлома; 14 – граница надпойменной террасы р. Кынгарги; 15 – цифры у знака: номер водопункта в таблице; над чертой – содержание растворённой в воде углекислоты, г/дм³; под чертой – температура воды на устье, °С

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установленные тектонические разломы послужили причиной образования в границах площади месторождения четырёх участков, в недрах которых обнаружены минеральные углекислые воды слабосолёные по величине минерализации, сульфатно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые по составу, но в то же время различные по температуре.

Первый, юго-восточный участок расположен на левом берегу р.Кынгарги южнее линии Тункинского разлома и восточнее - Кынгарского. В недрах этого участка пробуренными скважинами установлено развитие пресных холодных вод; и только вода скважины 27 имеет минерализацию 1.2 г/дм³ по составу гидрокарбонатная

магниево-кальциевая насыщена углекислым газом (0.65 г/л) и может быть условно отнесена к минеральным лечебным водам. Температура воды 15,2 °С.

Второй, северо-восточный участок, расположенный севернее линии Тункинского разлома и также на левом берегу р.Кынгарги, охарактеризован водами минеральными с повышенной величиной минерализации и высоким содержанием в составе растворенных газов углекислоты, как на глубине, так и на поверхности; по температуре воды холодные. На этом участке установлен очаг разгрузки минеральных вод (Аршанский источник).

Третий, северо-западный участок расположен севернее Тункинского разлома и западнее - Кынгарского, но уже на правом берегу р. Кын-

гарги. Вскрытые скважинами воды имеют повышенную величину минерализации, а в составе растворённых газов установлена высокая концентрация углекислоты; по температуре воды холодные.

Следует обратить внимание на температуру вод, вскрытых скважинами на двух последних участках, что расположены севернее линии Тункинского разлома. При продвижении с северных окраин участков на юг, в сторону линии Тункинского разлома, температура вскрытых вод имеет тенденцию к повышению: от 8.5 °С до 9.6 °С (участок северо-восточный) и от 14.2 °С до 16.8 °С (участок северо-западный). Приведенные данные по температуре вод в скважинах, пробуренных на этих участках, рассматри-

ваются как дополнительный аргумент на наличие между ними Кынгарского разлома [2].

Четвертый, юго-западный участок расположен южнее линии Тункинского разлома и западнее – Кынгарского. На этом участке правобережья р.Кынгарги вскрытые скважинами воды минеральные – слабосолёные по величине минерализации, сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые, углекислые по составу растворённых газов и термальные. Следует отметить, что рост температуры минеральных вод, вскрываемых скважинами, тоже происходит в южном направлении от линии Тункинского разлома. В скважине 24 температура воды 23 °С, а в скважине 41 составляет 45 °С (см.рис.1, табл.1)

Таблица 1. Результаты исследования гидрогеологических условий района Аршан-Тункинского месторождения минеральных вод

Водопункт, дата отбора пробы, исследователь	Интервал опробования, м	Q, л/с S, м	M, г/л pH	Формула ионно-солевого состава	CO ₂ , г/л T, °C
Пресные воды - холодные					
Ист. 7; 19.07.2013 г., Ю.И. Кустов	Поверхность	9–10 излив	0.23 7.15	HCO ₃ 83 SO ₄ 13 Cl ₃ F1 Ca61 Mg35 Na2 K2	0.012 -
Скв. 5; 1954 г., В.Д. Соколов	68.4–102.0	0.07 излив	0.32 6.2	HCO ₃ 73 SO ₄ 27 Ca63 Mg26 Na11	0.296 6.4
Скв.11; 22.10.1958 г., Э.М. Романова	45–221	1.0 15	0.88 6.6	HCO ₃ 81 SO ₄ 19 Ca46 Mg36 Na14 Fe4	0.40 13.0
Минеральные воды - холодные					
Ист. 1; 1927 г., Н.П.Шавров	очаг разгрузки	0.33 излив	3.3 -	HCO ₃ 74 SO ₄ 22 Cl ₄ Ca65 Mg21 Na12 K2	1.3 8.5
Скв.6-к; 1.08.1958 г., Э.М. Романова	56–87	0.73 5.65	2.94 6/2	HCO ₃ 77 SO ₄ 20 Cl ₃ Ca60 Mg27 Na12 Al1	1.52 12.4
Скв. 8; 1.08.1958 г., Е.С. Райхман	110–130	0.58 излив	2.65 6.2	HCO ₃ 75 SO ₄ 22 Cl ₃ Ca69Mg18Na10e2 K1	1.524 14.2
Скв. 27; 22.08.66 г., М.А.Кашина	437–532	1.04 74	1.19 6.7	HCO ₃ 88 SO ₄ 9 Cl ₃ Ca49 Mg39 Na12	0.607 15.2
Скв. 20; 1955 г., В.Д. Соколов.	51–70	0.16 излив	3.78 6.3	HCO ₃ 72 SO ₄ 25 Cl ₃ Ca64 Mg25 Na10 K1	1.844 9.6
Скв. 40; 10.07.1988 г., Н.С. Васильева	65–129	0.60 излив	4.09 6.3	HCO ₃ 71 SO ₄ 26 Cl ₃ Ca55 Mg28 Na16 K1	2.16 16.8
Минеральные воды - тёплые					
Скв. 26; 19.11.1966 г., М.А. Кашина	224–250	3.30 26	2.76 6.45	HCO ₃ 75 SO ₄ 22 Cl ₃ Ca60 Mg28 Na10 K2	1.302 24.0
Скв. 34; 18.08.2015 г., Ю.И. Кустов	100–315	0.014 излив	4.18 6.30	HCO ₃ 74 SO ₄ 23 Cl ₃ Ca60 Mg26 Na13 K1	0.772 20.5
Минеральные воды - горячие					
Скв. 28; 15.06.1968., М.А. Кашина	405–665	14.1 41.8	4.03 6.1	HCO ₃ 70 SO ₄ 27 Cl ₃ Ca58 Mg22 (Na+K)20	2.391 43.4
Скв. 39; 15.11.1987 г., Н.С. Васильева	472–635	10.2 31	4.16 нет св.	HCO ₃ 67 SO ₄ 26 Cl ₇ Ca 59 Mg20 Na20 K1	1.48 44.1
Скв. 41; 7.06.1988 г., Н.С. Васильева	438–596	4.9 20	3.75 6.56	HCO ₃ 67 SO ₄ 29 Cl ₄ Ca57 Mg24 Na17 K2	1.26 45.0

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фактический материал проведенных геолого-гидрогеологических исследований на Аршан-Тункинском месторождении углекислых минеральных вод, позволяет рассматривать Тункинский и Кынгарский разломы, как гидрогеологические структуры, в пределах которых созданы условия, влияющие на формирование ионно-солевого состава и микрокомпонентов мине-

ральных вод, их газонасыщенности и температуры [3].

Выделенные на рисунке (см. рис. 1) локальные тектонические разломы слабо изучены, но и они влияют на характер взаимоотношения минеральных вод месторождения с окружающими их пресными подземными водами. Таким образом, тектонический разлом является важным объектом исследования при изучении процесса взаимодействия «вода-порода».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильевский М.М., Толстихин Н.И. Минеральный источник «Аршан-Тункинский» // Мат. по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири, вып. 2. Иркутск, 1930. С. 1–35.
2. Кустов Ю.И. Влияние разломной тектоники юго-западного фланга Байкальского рифта на состав подземных минеральных вод Тункинской межгорной впадины //Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. Мат. докладов Всероссийской конф. Т.1. ИФЗ РАН. М., 2008. - С. 283-288.

3. Кустов Ю.И. Аршан-Тункинское месторождение минеральных лечебных вод на юго-западе Байкальской рифтовой зоны // Курортная база и природно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов. IV междунар. научно-практич. конф. 3-4 июля Кызыл, 2019 г. – С. 123-129.
4. Силин-Бекчурин А.И. Гидроминеральная база курорта «Аршан» // Мат. I конф. по изучению производительных сил Бурят-Монгольской АССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1935. С. 276–290.