

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕКИСЛЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД  
МАЛКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКАА.И. Нурғалиева<sup>1</sup>, Ю.М.Чепкий<sup>2</sup>*Научный руководитель профессор Н.А. Харитоновна*<sup>1</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*<sup>2</sup>*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия*

Минеральные воды – это такие природные воды, которые обладают лечебными свойствами. Еще на начальном этапе исследования минеральных вод, в начале XIX в., было установлено, что лечебные свойства этих вод обусловлены их химическим составом и температурой [1].

На территории полуострова Камчатка минеральные воды широко распространены, и в настоящий момент выявлено более 150 минеральных источников. Наиболее крупным месторождением холодных минеральных вод на территории полуострова является Малкинское месторождение, которое было открыто в 60-е годы прошлого века.

Минеральные воды месторождения очень популярны среди местного населения, активно бутылкуются и широко используются для лечения группы хронических заболеваний органов пищеварения.

Малкинское месторождение углекислых минеральных вод расположено в Елизовском административном районе Камчатского края, РФ. Естественные выходы этих минеральных вод находятся в основании восточного склона г. Зеркальце – одной из высот юго-восточных отрогов Срединного хребта. В геологическом отношении это южная оконечность Центрально-Камчатской депрессии. Площадь месторождения составляет около 7 км<sup>2</sup>.

В региональном структурно-тектоническом плане месторождение приурочено к западному крылу крупной грабен-синклинали структуры, а основным коллектором для минеральных вод месторождения являются интенсивно дислоцированные верхнемеловые терригенно-осадочные породы Кихчинской серии (K<sub>2</sub>kh) мощностью примерно 2000 – 3000 м. Терригенно-осадочные отложения прорваны многочисленными интрузиями и дайками различного состава и возраста [2]. В местах циркуляции минеральных вод – водовмещающие породы сильно карбонатизированы и серицитизированы, а в местах разгрузки вод водовмещающие породы практически нацело изменены и превращены в кварц-серицит-карбонатный рыхлосвязанный агрегат. Часто обнаружены железистые травертины в местах естественных выходов углекислых вод [2].

Температура воды находится в диапазоне значений 7,5 – 12,0° С на изливке. По химическому составу воды хлоридно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые с минерализацией от 3,8 до 32,7 г/л. В пределах месторождения минерализация вод варьирует по глубине: наибольшая минерализация (до 32,7 г/л) вод фиксируется на глубине 652 м. pH изменяется от нейтральных до слабокислых.

Уровень концентраций многих элементов достаточно высок, например Fe<sub>общ.</sub> (до 44,1 мг/л), Sr (до 20,8 мг/л), Ni (до 19,9 мг/л), Zn (до 56,9 мг/л), Pb (до 5,7 мг/л), Bi (до 6,1 мг/л), Ge (до 28,1 мг/л), Li (до 11,7 мг/л), Cs (до 40,8 мг/л) и Sb (до 13,1 мг/л). Кроме того, обнаружены повышенные содержания Sr (до 11 мг/л) и Ba (до 5,3 мг/л).

Спонтанный газ месторождения представлен главным образом CO<sub>2</sub>, содержание которого незначительно варьирует от скважины к скважине, но находится в диапазоне 91-100 об.%. В составе прочих газов выявлены: азот (0,5 – 0,8 об.%), метан (0,005-0,27 об.%), кислород (менее 0,1 об.%) и незначительное количество углеводородов (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> и C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>). Рассчитанное парциальное давление углекислого газа составляет 1,5 атм, а его дебит – около 1,7 т/сут.

Значения δD и δ<sup>18</sup>O углекислых минеральных вод характеризуются широким диапазоном значений: дейтерий (δD) изменяется от -47 до 109 ‰, а кислород (δ<sup>18</sup>O) – от -2 до 14,1 ‰.

Отчетливо выделяются две группы вод: 1) воды, имеющие отчетливое метеорное происхождение, со значениями δ<sup>18</sup>O варьирующими от -13,3 до -15,3‰ и δD – от -77 до -116‰; 2) воды, обогащенные изотопами O<sup>18</sup> и D, в которых фиксируется отчетливый сдвиг вправо от линии метеорных вод (рис.1).

К первой группе вод относятся минеральные воды невысокой минерализации (2-5 г/л), гидрокарбонатно-хлоридные натриево-кальциевые воды, а ко второй высокоминерализованные (до 26 г/л) хлоридно-гидрокарбонатные натриевые (рис.1).

На рис.1 ромбами показаны значения содержаний стабильных изотопов кислорода и водорода в минеральных углекислых водах первой группы, а треугольниками – второй группы, квадраты с проходящими через них линией – локальная линия метеорных вод.

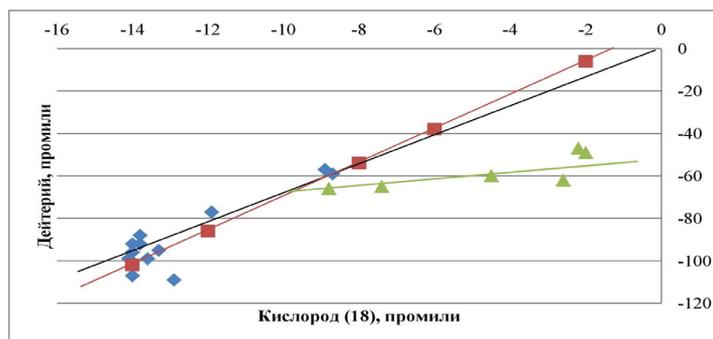


Рис. 1. График зависимости дейтерия ( $\delta D$ ) и кислорода ( $\delta^{18}O$ ) в изученных водах

Корреляционная зависимость ионов натрия и хлора представленная на рис. 2 также свидетельствует о существовании двух химических типов углекислых минеральных вод на месторождении. Для первого типа вод невысокой минерализации характерно соотношение  $Na/Cl$  с коэффициентом корреляции равным 1.7, а для второго типа, к которому принадлежат высокоминерализованные воды, фиксируется практически прямая зависимость натрия от хлора ( $Na/Cl = 1$ ). На рис. 2 красной линией визуализируется первый тип вод, а черной линией – второй тип углекислых минеральных вод.

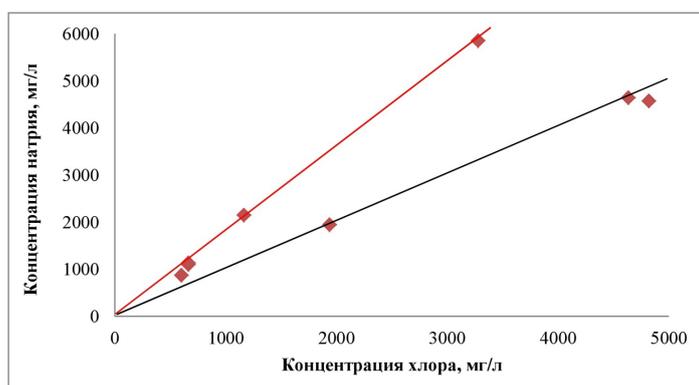


Рис. 2. График зависимости концентрации натрий-иона от хлор-иона по результатам исследования углекислых минеральных вод Малкинского месторождения Камчатского края

Таким образом, проведенные исследования показывают, что в пределах Малкинского месторождения холодных углекислых минеральных вод сосуществуют воды двух типов: 1) минеральные воды невысокой минерализации (2-5 г/л),  $Na-HCO_3-Cl$  типа, которые имеют метеорное происхождение; 2) высокоминерализованные (до 26 г/л)  $Na-Cl-HCO_3$  типа имеющие предположительно седиментационное происхождение. Отчетливый сдвиг в сторону обогащения кислородом (рис.1) указывает на фракционирование изотопов кислорода между водной фазой и водовмещающей породой в условиях затрудненного водообмена. Высокая газонасыщенность минеральных вод увеличивает скорость и интенсивность реакций растворения водовмещающих пород и в ряде случаев способствует самоизливу газовой смеси.

#### Литература

1. Куликов Г. В., Жевлаков А.В., Бондаренко С.С. Минеральные лечебные воды СССР: Справочник. М.: Недра, 1991,—399 с.
2. Харитоновна Н.А., Челноков Г.А., Асеева А.В. Минеральные воды месторождения Малкинское (Камчатка): условия формирования и эволюции состава. В сборнике: Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. С. 294-298.