Геологические условия формирования углекислых минеральных вод Витимского плоскогорья

Плюснин А.М.

Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, г. Улан-Удэ, Россия, plusnin-53@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В работе рассмотрена геологическая обстановка формирования углекислых минеральных вод на территории Витимского плоскогорья. Показано, что источники минеральных вод располагаются в пределах распространения интрузивных пород в пределах древнего глубокозалегающего разрывного нарушения. Углекислый газ имеет полигенную природу. Эндогенный поток углекислого газа связан с кристаллизацией пород в глубоко залегающем магматическом очаге, биогенный газ образуется в кайнозойских осадочных отложениях.

Geological conditions of formation of carbon dioxide mineral waters of the Vitim plateau

Plyusnin A.M.

Geological Institute of the Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia, plusnin-53@mail.ru

ANNOTATION: The paper considers the geological situation of the formation of carbon dioxide mineral waters on the territory of the Vitim plateau. It is shown that mineral water sources are located within the boundaries of the distribution of Intrusive rocks within the ancient deep-lying discontinuity. Carbon dioxide is polygenic in nature. The endogenous flow of carbon dioxide is associated with the crystallization of rocks in a deep-lying magmatic focus, biogenic gas is formed in Cenozoic sedimentary deposits.

ВВЕДЕНИЕ

Название «Витимское плоскогорье» употребляется в географической и геологической литературе для обозначения территории бассейна р. Витима, расположенной к югу от высоких горных хребтов северо-восточной части Байкальской рифтовой зоны. Границы этой морфоструктуры определяются контуром верховий рек Витимского бассейна выше долины прорыва через Южно-Муйский хребет [2]. Эта территория характеризуется распространением холодных углекислых вод. Кроме минеральных источников здесь располагаются пресные и минеральные озера, вода которых относится к содовому химическому типу [9]. Не вызывает сомнения, что трансформация химического состава пресных и минеральных вод по содовому направлению происходит под воздействием единого фактора, который определяется геологическими условиями сложившимися на этой территории.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

На Витимском плоскогорье выделяется семь крупных вулканических центров, представляющих собой щитовые вулканы, которые сформировали единый вулканический покров, возраст которого 14,3–0,6 млн. лет [5]. Вулканиды разбиты многочисленными разрывными нарушениями, по которым происходит разгрузка железистых минеральных вод. Под вулканитами располагаются осадочные породы, представленные песчаниками, конгломератами, сланцами, глинами с растительными остатками

и иногда с прослоями угля. Территория характеризуется сплошным распространением многолетней мерзлоты, мощность которой составляет 40–70 м и более.

Окружающие хребты и фундамент впадин представлен интрузивными породами. Наиболее широко распространены на плоскогорье протерозойские и палеозойские граниты, гранодиориты, кварцевые диориты. Имеются мезозойские гранитоиды, с которыми связаны рудопоявления молибдена, вольфрама, бериллия, тантала, ниобия. На Витимском плоскогорье располагается одно из самых крупных месторождений урана России, относящийся к гидрогенному типу [4].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Источники минеральных вод располагаются вдоль осевой линии Витимского плоскогорья, протягивающейся в северо-восточном направлении (рис.1). Разгрузка минеральных вод происходит в наиболее пониженных частях плоскогорья. Дебит источников небольшой, в большинстве случаев составляет десятки доли литра в секунду, только в источнике Дабан-Горхон дебит составляет 2 л/сек. Разгрузка воды и газа имеет сезонный характер. В зимний период над источниками формируется ледяной покров. Подо льдом накапливается газ, образуются ледяные купола, в конце зимы некоторые из них взрываются с выбросом газа и воды (Хульский, Марактинский). Погроминский источник становится углекислым только к середине лета, Хуретинский источник летом часто пересыхает, в месте его разгрузки выделяются струи сухого

газа. Состав свободных газов, в основном, представлен углекислым газом и азотом, соотношение между этими газами приведено на рис. 2. Между ними наблюдается обратная корреляционная зависимость. Из других газов в значимых количествах присутствует кислород, метан, гелий.

Рис. 1. Схема расположения источников углекислых вод. Условные обозначения: 1- осадочные отложения кампана-маастрихта и палеоцена-эоцена, 2- вулканические породы миоцена-квартера, 3- осевая часть Селенгино-Витимского прогиба, 4- расположение источников углекислых минеральных вод (2 – Хульский, 3- Погроминский, 4- Хурэтинский, 5- Романовский, 6- Дабан-Горхонский), 5 – населенные пункты

В Хурэтинском и Романовском источниках в газовых эманациях обнаружены повышенные содержания этана, пропана, изопентана, н-пентана, изобутана и н-бутана. Изотопный состав углерода в свободном углекислом газе относительно легкий, в Погроминском источнике δC^{13}_{VPDB} равно -6.7% , в Романовском источнике $\delta C^{13}_{VPDB} = -11.0\%$, это указывает на его полигенную природу и о существенном влиянии на эндогенный поток газа окислительного разложения органического вещества.

Общая минерализация воды в основном меньше 1 г/л, только в Романовском источнике минерализация составляет 3,53 г/л. В анионном составе доминирует гидрокарбонат, среди катионов натрия и магний. В микроэлементном составе отмечаются высокие содержания марганца, железа, цинка. В Романовском источнике установлено высокое содержание лития, достигающее 1,7 мг/л.

Среди растворенных органических веществ, максимальное содержание которых достигает 13 мг/л, преобладают простые эфиры, в значимых количествах присутствуют спирты, сложные эфиры, алканы, алкены и терпены.

В Марактинском железистом источнике разгружаются воды, относящиеся к сульфатному типу, общая минерализация составляет 0,87 г/л.

Для него характерны миллиграммовые содержания железа, марганца, цинка. В газовом составе доминирует азот. Растворенные органические вещества представлены только простыми и сложными эфирами и спиртами. В этом источнике установлены наиболее высокие содержания спиртов, что может быть связано с тем, что реакции гидратации алканов и алкенов, по которой происходит образование спиртов, благоприятствует кислая среда.

Рис. 2. Содержание углекислого газа (А) и азота (Б) в минеральных источниках Витимского плоскогорья, %

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Развитие территории Витимского плоскогорья в кайнозойскую эру было связано с двумя глобальными процессами, которые продолжают оказывать влияние на ее современное состояние – формированием мощных бассейнов осадконакопления и обширного поля изверженных горных пород. В неоген-четвертичное время Витимский бассейн отделился от Селенгинского бассейна Сосново-Озерской перемычкой и приобрел самостоятельное значение структуры, пространственно связанной с развитием северо-восточной части Байкальской рифтовой зоны [8]. По представлениям этих авторов в распространении осадочных отложений и вулканических пород выделены три этапа развития этой территории. В конце мела-эоцена образовалась Еравна-Ингурская полоса впадин в осевой части Селенгино-Витимского прогиба. В олигоцене-раннем миоцене в результате структурной

перестройки сформировалась субмеридиональная Еравна-Кулариктинская полоса впадин. С раннего и среднего миоцена активизировалась Витимо-Удоканская зона в Берейнском вулканическом центре, и сформировалось поле изверженных горных пород.

Таким образом, территория Витимского плоскогорья на протяжении длительного времени подвергалась воздействию магматических процессов. Периодически происходило излияние магмы на поверхность с образованием базальтов, формировались интрузивные породы. Присутствие рудопоявлений молибдена, бериллия указывает на то, что активно протекали гидротермальные процессы, связанные с кристаллизацией интрузивных пород. Известно, что выделение рудогенерирующих флюидов при формировании гидротермальных месторождений тесно связано с миграцией веществ в газовой фазе. Особенно большую роль в формировании бериллиевых, молибденовых, вольфрамовых руд выполняет углекислый газ в грейзеновый этап, когда его масса такова, что он создает кислую среду в термальных растворах [3]. Аномально высокое содержание углекислого газа присутствует в рудообразующем флюиде на протяжении всего времени формирования месторождений, которое может исчисляться миллионами лет [6]. Вполне вероятно, что в этом районе на больших глубинах процесс кристаллизации магматических расплавов продолжается до сих пор, и именно с ним связано формирование потоков углекислого газа, которые поднимаются к поверхности по глубоко залегающим разрывным нарушениям.

С другой стороны на рассматриваемой территории межгорные впадины заполнены осадочными отложениями значительной мощности, в составе которых высоки содержания органического вещества. При разведке урановой минерализации, расположенной в этом районе, установлено, что осадочные породы имеют слоистое строение, хорошо проницаемые породы чередуются с глинами, во многих местах осадки перекрыты покровами базальтов. Кроме того изолирующую роль выполняет мерзлота, толща многолетнемерзлых пород в долинах ручьев составляет десятки метров, температура пород составляет $-3 \div -6$ °С [1,7]. Под толщей многолетнемерзлых пород происходит разложение органических веществ с образованием углекислого газа, который в водоносных горизонтах может смешиваться с эндогенным газом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геологическая история развития Витимского плоскогорья включает в себя длительные периоды многократной магматической активности и осадконакопления. Углекислый газ минеральных вод имеет полигенную природу. В основ-

ной массе углекислый газ имеет эндогенное происхождение, он выделяется в свободном виде при кристаллизации пород в магматическом очаге, который длительное время существует в этом районе. Поэтому источники минеральных вод приурочены к глубинному долгоживущему разлому, сформировавшемуся на ранних стадиях развития этой территории. Другая часть газа формируется при биогенном разложении органического вещества. Накоплению углекислого газа в коллекторах благоприятствует широкое распространение многолетнемерзлых пород.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ГИН СО РАН по проекту IX.137.1.4. № гос. рег. АААА-А17-117021310076-3, частично по проекту РФФИ № 18-45-030003\18.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаев В.П. Перспективы нефтегазоносности межгорных впадин Бурятии. – Новосибирск: Изд-во «Гео», 2016.- 165 с.
2. Ламакин В.В. Неотектоника Байкальской впадины.- М.: Наука, 1968. – 245 с.
3. Матвеева С.С., Спасенных М.Ю., Сушевская Т.М., Бычков А.Ю., Игнатьев А.В. (2002) Геохимическая модель формирования Спокойнинского вольфрамового месторождения (Восточное Забайкалье, Россия). Геология рудных месторождений. 44. (2). С. 125-147.
4. Плюснин А.М., Астахов Н.Е., Перевалов А.В., Тайсаев Т.Т. Потоки рассеяния урана и сопутствующих элементов над гидрогенными U-рудными телами, перекрытыми покровом базальтов (на примере Хиагдинского месторождения). Геохимия, 2005, №7, с. 763-771.
5. Рассказов С.В., Логачев Н.А., Брандт И.С., Брандт С.Б., Иванов А.В. Геохронология и геодинамика позднего кайнозоя (Южная Сибирь-Южная и Восточная Азия)- Новосибирск: Наука, 2000.-288стр.
6. Рейф Ф.Г., Карманов Н.С., Ишков Ю.М. Кислые Вещные растворы Оротского месторождения и их связь с интрузией щелочных гранитов. Доклады Академии наук. 2005. Т. 405. № 2. С. 247-250.
7. Тайсаев Т.Т., Перевалов А.В. Астахов Н.Е. Турунхаев А.В., Плюснин А.М. Экогеохимия мерзлотных ландшафтов ураново-рудного района Витимского плоскогорья. География и окружающая среда. СПб.: Наука, 2003, с.329-348.
8. Чувашова И.С., Хассан А., Аль Хамуд А., Коваленко С. Н., Руднева Н. А., Рассказов С. В. Переход от Селенгино-Витимского прогиба к Витимскому плоскогорью: кайнозойское осадконакопление и вулканизм. Известия Иркутского государственного университета Серия «Науки о Земле». 2019. Т. 27. С. 138–153.
9. Plyusnin A.M., Peryazeva E.G. Water geochemical peculiarities of sulphate and soda salting hearths in west Transbaikalia. Regularities of the Structure and Evolution of Geospheres, Vladivostok, 2005, p. 333-337.