

Сопоставление химического состава реки Красный Каньон и водопада Датанла со средним химическим составом рек мира показывает, что концентрации сульфат-иона, хлорид-иона, кальция, магния, натрия и меди значительно ниже в рассматриваемых водах. В вышелекарковых концентрация водах водопада Датанла содержится нитрат-ион и калий, их концентрации 2,16 мг/л и 3,05 мг/л соответственно, что в 2 и в 1,3 раза выше кларка. В водах реки Красный Каньон содержание фторид-иона и цинка выше кларка.

Таким образом, в рассматриваемых водах отмечается повышенные концентрации таких элементов-загрязнителей как нитрат-ион, калий, сульфат-ион, фторид-иона и цинка. Однако превышение указанных концентраций над кларковыми не столь высоко, что не позволяет говорить о значительном ухудшении качества вод вследствие большой антропогенной нагрузки. Это подтверждается также сопоставлением показателей химического состава рассматриваемых вод с ПДК питьевых вод. Однако установленная специфика химического состава не характерна для природных вод областей ропического климата.

Литература

1. Хромова С.П., Петросянца М.А. Метеорология и климатология. Учебник. – М.: Из-во Моск. ун-та: Наука, 2006. – 582 с.
2. Электронный ресурс: Гидрография Вьетнама. Ссылка: http://baigiang.violet.vn/present/show?entry_id=4626669. Дата обращения 4 Июня 2013.
3. Электронный ресурс: Сайт администрации провинции Лам Донг [<http://www.lamdong.gov.vn/vi-VN/chinhquyen/bo-may-to-chuc/huyen-tp-tx/Pages/tp-dalat.aspx>- дата обращения 13.12.2013]
4. Электронный ресурс: http://vi.wikipedia.org/wiki/Phan_Thi%E1%BA%BFt – дата обращения 14.12.2013.
5. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых / А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. – М: Недра, 1990. – 335 с.
6. СанПиН 2.1.4.1175-02. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕКИСЛЫХ ХОЛОДНЫХ И ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ЧОЙГАН

А.В. Шестакова, М.Г. Камбалина

Научный руководитель доцент А.А. Хвощевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Углекислые воды относятся к категории наиболее ценных и широко известных минеральных вод. Они широко распространены в областях альпийской складчатой системы, а также в прилегающих к этим структурам зонах эпиплатформенного орогенеза (Кавказ, Закарпатье, Восточные Саяны, Забайкалье) [3]. В Восточных Саянах находится одно из уникальных для Сибири месторождений углекислых холодных и термальных вод – это природный комплекс «Чойганские минеральные воды», который располагается на северо-востоке республики Тува рядом с границей Бурятии в долине реки Аржаан-Хем, на абсолютных отметках 1550 – 1580 м. На небольшой площади разгружаются холодные и термальные углекислые родники с уникальным составом биологически активных компонентов – углекислый газ, радон, кремниевая кислота, железо и др. Эти воды используют местное население и туристы в питьевых целях и для лечения различного рода заболеваний.

Интерес исследователей к источникам Чойгана проявлялся довольно давно, их изучением занимались такие ученые как: С.В. Обручев (1945), В.Г. Ткачук (1955), Е.В. Пиннекер (1966 – 1967) и др. С 90-х годов комплексное исследование проводили сотрудники Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов (ныне ТИКОПР СО РАН) под руководством к.х.н. К.Д. Аракчаа и др. [1]. В последние годы ведется сотрудничество в изучении источников Чойгана между «Лабораторией аржаанологии и туризма» г. Кызыл (ООО «АржаанЛаб») и ПНИЛ гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода» ИПР ТПУ [1].

Вместе с тем, район является малоизученным, до настоящего времени остаются не обоснованными механизмы формирования химического состава углекислых подземных вод, не исследован характер геохимической обстановки, распространенность в них широкого комплекса химических элементов [2].

Целью исследований является изучение геохимических условий формирования уникальных для Сибири углекислых холодных и термальных подземных вод природного комплекса «Чойганские минеральные воды». Для этого летом 2013 г. в составе научной экспедиции, организованной ООО «АржаанЛаб» на Чойгане проводились комплексные научные исследования физико-химических, гидрохимических, микробиологических, характеристик вод источников, в процессе которых обследовано 33 родника, отбирались пробы воды для определения химического, газового и микробиологического состава. Газовая проба отобрана вакуумным способом с использованием шприц-дегазатора В.А. Зуева. Наряду с этим, на месте исследований проводили измерение быстро меняющихся параметров вод – водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал, температура и электропроводность с использованием портативного прибора Water Test. Комплексный анализ химического, микробиологического и газового состава вод выполнен ПНИЛ гидрогеохимии научно-образовательного центра «Вода».

Образование Чойганских источников связано с крупным широтным разломом в докембрийских породах (гнейсы, мраморы, сланцы), прорванных гранитами и диоритами палеозоя. Разгрузка минеральных вод преимущественно происходит на правом берегу р. Аржаан-Хем. Вокруг источников обширно развиты поля травертиновых отложений. Выходы подземных вод отмечаются на поверхности первой речной террасы вдоль коренного склона, в пойме реки на правом и левом берегу [5].

Район исследования по температуре и геохимической обстановке условно можно разделить на 3 участка – северный, центральный и южный в пределах рассматриваемой зоны долины р. Аржан-Хем. В центре участка наблюдаются термальные воды восстановительной обстановки, на севере и на юге обстановка сменяется на окислительную. Окислительная обстановка также отмечена в водах холодного источника №33, находящегося в 300 м выше дна долины на коренном склоне, и в родниках №29 и 29 «а», которые расположены на левом берегу р. Аржан-Хем, представляющие собой лизиметрические воды, просачивающиеся в небольшую скальную пещеру.

Исходя из анализа гидрогеологических и гидрогеохимических особенностей проявления подземных вод Чойгана в пределах рассматриваемой территории можно выделить следующие типы вод: термальные трещинно-жилые углекислые воды восстановительной обстановки (ист. №1, 6 – 13, 15 – 17, 19 – 20, 22,31 – 32); воды зоны региональной трещиноватости окислительной обстановки, обогащенные CO₂ (ист. №2-5, 21а, 23-28, 30); грунтовые воды окислительной обстановки зоны региональной трещиноватости (родник 33 и лизиметрические воды покровных отложений, родники 29, 29а) [2]. Данные о среднем химическом составе представлены в табл.

Таблица

Средний химический состав подземных вод источников Чойгана

Компонент	Содержание, мг/л		
	Термальные воды зон разрывных нарушений с восстановительной геохимической обстановкой	Воды зоны региональной трещиноватости окислительной обстановки, обогащенные CO ₂	Воды зоны региональной трещиноватости и лизиметрические окислительной обстановки
Количество источников	18	12	3
T, °C	28,1	15,7	11,1
Rn, Эман	47,3	67,0	16,8
Eh, мВ	21,0	196,3	203
pH, ед. pH	6,4	6,3	7,6
CO ₂ , мг/л	671	817,2	41,3
HCO ₃ ⁻	1619,4	959,6	229,5
SO ₄ ²⁻	14,2	28,4	10,1
Cl ⁻	23,8	11,0	3,3
Ca ²⁺	221,6	185,4	66
Na ⁺	290,4	109,2	2,3
Mg ²⁺	32,5	20,3	6,1
K ⁺	44,6	16,8	2,7
Минерализация	2139,5	1546	320
Химический тип воды	HCO ₃ -Ca-Na	HCO ₃ -Na-Ca	HCO ₃ -Ca

Воды являются преимущественно гидрокарбонатными натриево-кальциевыми или кальциево-натриевыми с минерализацией от 300 мг/л в источнике №33 и до 2600 мг/л – №13. Присутствие в подземных водах углекислоты определяет слабокислый характер водной среды с pH 5,9 – 6,4. В водах с низким содержанием углекислоты формируется нейтральная и слабощелочная среда с pH до 8,3.

В центральной части долины, где наиболее интенсивно разгружаются теплые и горячие подземные воды с минерализацией 1800 – 2600 мг/л и температурой от 23 до 39 °C, величина окислительно-восстановительного потенциала изменяется от отрицательных значений -170 мВ до 70 мВ (ист. №6 – 9, 11 – 13, 16). При разгрузке углекислых источников здесь проявляется термодинамический барьер и происходит отложение карбонатов кальция, образующийся при этом травертиновый купол, имеет бурый цвет благодаря присутствию в нем окисных и гидроокисных минералов железа.

В местах выхода горячих вод содержание углекислоты достигает 1000 мг/л при минерализации от 1500 мг/л до 2500 мг/л. Холодные углекислые воды с более низкой минерализацией (от 700 мг/л до 1500 мг/л) содержат больше, чем горячие воды, углекислоты (до 1500 мг/л). Это объясняется тем, что с ростом температуры и минерализации растворимость углекислоты в подземных водах уменьшается [3]. Происхождение углекислоты связывают с глубинными разломами в области современного и недавно потухшего вулканизма в Восточных Саянах [5]. От центра к северу и к югу исследуемого участка обстановка сменяется на окислительную и значения Eh увеличиваются до 236 мВ (ист. № 21, 5).

Под воздействие свободной углекислоты формируется гидрокарбонатный анионный состав вод с долей гидрокарбонатов от 88 до 98 %-экв, присутствие сульфат-иона в воде увеличивается в окислительной геохимической обстановке до 9 %-экв, в то время как в водах восстановительной обстановке возрастает концентрация хлорид-иона до 3 %-экв. Катионный состав преимущественно кальциевый с его содержанием до 90 %-экв в окислительной обстановке, однако в восстановительной среде над кальцием начинает доминировать натрий до 50 %-экв. Концентрации магния и калия небольшие – 12 %-экв и 4 %-экв соответственно.

При измерении радона в источниках использовали прибор радиометр, который фиксирует объемную активность нуклида радона 222 в жидких пробах. Измерения показали, что содержание радона воде изменяется

от 1 эман/дм³ (3,7 Бк/л) источник № 22, до 256 эман/дм³ (947,2 Бк/л) в источнике № 9 и чаще всего проявляется по зонам разрывных нарушений около коренного склона долины. Обогащение вод радоном, по-видимому, связано с выщелачиванием рассеянных радиоактивных элементов из интрузивных образований.

Лечебные свойства воды определяют минерализация, температура, содержание углекислоты, а также повышенная величина радона и других биологически активных компонентов. С бальнеологической точки зрения согласно действующему ГОСТ Р 54316-2011 подземные воды природного комплекса Чойган можно отнести к маломинерализованным питьевым лечебно-столовым слабоуглекислым водам слабо- и среднерадоновым [4]. Необходимо проводить комплексные исследования уникальных природных источников как гидрогеохимические, так и медицинские, в связи со стихийным лечением населения на них.

Работа выполнена при поддержке Госзадания «Наука» ТПУ.

Литература

1. Аракчаа К.Д., Смирнова И.Н., Копылова Ю.Г. Аржаан Чойган – целительная жемчужина Тувы. – Кызыл: типография КЦО «Аныяк». 2012. – 164 с.
2. Аракчаа К.Д., Копылова Ю.Г., Гусева Н.В., Камбалина М.Г., Хвощевская А.А. Химический состав подземных углекислых вод природного аржаанского комплекса «Чойганские минеральные воды» (Тува) // Курортная база и природные лечебно-оздоровительные местности Тувы и сопредельных регионов: материалы I Международной научно-практической конференции, 17 – 20 июня 2013 г. – Кызыл: типография КЦО «Аныяк», 2013. – С. 145 – 153.
3. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец. – М.: Наука, 2004. – 677 с.
4. ГОСТ Р 54316-2011. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия. – М.: Госстандарт РФ. – 46 с.
5. Пиннекер Е.В. Минеральные воды Тувы. – Кызыл: Тувинское книжное издательство, 1968. – 105 с.

ИОНООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД ШИВИРТУЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ) С ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДОЙ

Е.С. Эпова

Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Чита, Россия

Более 70% разведанных запасов природных цеолитов России находятся в Забайкальском крае. Одно из крупнейших месторождений – Шивиртуйское. Породы этого месторождения представлены клиноптилолитом (до 90%) в ассоциации с монтмориллонитом (до 20%), условно носящие название шивиртуин [2]. Сорбционные и ионообменные способности цеолитов основаны на их большой удельной поверхности за счет структуры внутренних каналов и пор, что позволяет сорбировать ионы с замещением таких катионов как Na⁺, K⁺, Ca²⁺ и др. В настоящее время активно исследуются возможности сорбционных свойств цеолитового сырья как потенциального материала для очистки загрязненных вод и выделения отдельных компонентов растворов.

Для определения комплекса элементов – потенциальных участников ионообменных процессов были проведены динамичные и стационарные эксперименты по взаимодействию шивиртуина с дистиллированной водой (рН=5,46), характеристики соответствуют ГОСТу 6709-72 [1]. В экспериментах использовались навески цеолитсодержащих пород размерностью 2÷3 мм в диаметре. Соотношение т÷ж=1÷10. В динамичных экспериментах через образец шивиртуина (20 г) пропускался объем воды (200 мл), с последующим отбором фильтрата для проведения химического анализа методом атомно-адсорбционной спектроскопии в аккредитованной лаборатории «СЖС Восток Лимитед» (г. Чита).

Как динамичные, так и стационарные эксперименты показали, что из структуры шивиртуинских туфов в растворы выносятся в макроконцентрациях (мг/л) – Na, K, Mg, Ca, Fe, P, Al, Ti, в микроконцентрациях (мкг/л) – Sr, Ba, La (рис.1,2). Таким образом, эти катионы потенциально могут участвовать в ионообменных процессах.

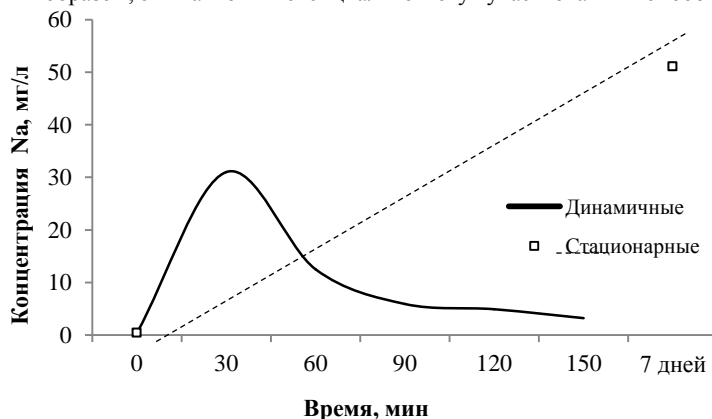


Рис.1 Динамика выход катионов натрия из цеолитовых туфов в раствор