

СЕКЦИЯ 2. МИНЕРАЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОХИМИИ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕЩЕРЫ ОХОТНИЧЬЕЙ
(ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Е.П. Базарова

Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

В последние годы все большее внимание уделяется исследованиям таких своеобразных природных объектов как пещеры. Естественные подземные полости создают особые условия для вторичного минералообразования в зависимости от состава вмещающих пород, микроклимата и гидрогеологической обстановки. Геохимические исследования вторичных минеральных образований пещер дают информацию о процессах выноса и перераспределения химических элементов при спелеолитолизе. Определение различий в концентрациях элементов, примесей в кальците крупных спелеотем указывает на изменение условий осадконакопления – водопритока и температуры воды, которые, в свою очередь, зависят от изменения поверхностных условий [7, 8, 9]. Геохимические исследования имеют значение для решения проблемы отложения метастабильных минералов в пещерах, в том числе арагонита [10], а также цвета спелеотем.

В данной работе приводятся сведения по геохимии вторичных минеральных образований пещеры Охотничьей, расположенной в Западном Прибайкалье.

Пещера Охотничья, открытая в 2006 г., по опубликованным сведениям имеет протяженность 5700 м при амплитуде 77 м [4] и представляет собой систему галерей высотой до 25 м и шириной до 15 м. Пещера заложена в онколитовых и строматолитовых известняках и доломитах улунтуйской свиты верхнего протерозоя. В привходовом гроте, имеющем ширину 15...20 м и высоту 5...10 м, на момент открытия существовала многолетняя наледь площадью около 4 м², впоследствии растаявшая.

В пещере широко представлены вторичные образования различного генезиса: остаточные, обвальные, водные механические, водные хемогенные, пещерные снег и лед (сезонные образования) и органогенные, к которым также относятся кости древних животных [2]. Водные хемогенные образования пещеры сложены кальцитом, арагонитом, моногидрокарбонатом и гипсом. В районах распространения сезонного оледенения были сделаны находки криоминеральных образований, сложенных редким минералом икаитом – гексагидратом карбоната кальция [1].

Следуя классификации Степанова-Мальцева [3, 5], основанной на способе подачи активного раствора, в пещере можно выделить агрегаты гравитационных (сталактиты, сталагмиты, драпировки), субаквальных (обрамления водоемов и пещерный жемчуг), кораллитовых (кораллиты) и антолитовых (гипсовые «цветы») кор.

Для выявления перераспределения элементов при хемогенном осадконакоплении в пещере были проанализированы сломавшиеся естественным образом минеральные агрегаты гравитационных (11 образцов) и кораллитовых (8 образцов) кор. Также были проанализированы 11 образцов глин из разных точек пещеры и по одному образцу мондмилых (лунного молока) и пизолитов (пещерного жемчуга). Анализы вмещающих пород и вторичных образований были выполнены в г. Иркутске, в ЦКП Института земной коры СО РАН методами силикатного и спектрального анализов (аналитики Г.В. Бондарева, М.М. Самойленко, В.В. Щербань, Л.В. Воротинова).

Для удобства представления полученные концентрации петрогенных компонентов и редких элементов были пересчитаны в коэффициенты концентрации (K_k), представляющие собой отношение содержания петрогенных компонентов и редких элементов во вторичных образованиях к среднему составу вмещающей породы (рис.).

Как можно видеть на графиках, при формировании агрегатов гравитационных кор выносятся почти все петрогенные компоненты, за исключением MnO, CaO и CO₂, концентрация которых остается на уровне вмещающих пород. Также выносятся с различной интенсивностью Ni, Sc, V, Cr, Pb, Sr и Be. Отмечается слабое накопление Mo, практически не меняются концентрации Co, Sn, Ba, Cu.

При отложении кораллитовых кор происходит уменьшение концентраций SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MgO, Na₂O, K₂O, Sr, Mo, Sc, повышается содержание P₂O₅, Ni, Sc, V, Cu, Pb, Sn, Ba, Be и остаются инертны MnO, CaO, CO₂, Co.

Для субаквальных кор, которые представлены одним анализом пизолита (пещерного жемчуга), отмечается вынос SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MgO, Na₂O, K₂O, Co, Sc, V, Cr, Pb, Sr, Be, Mo, привнос Ni, Cu, содержание MnO, CaO, CO₂, Sn, Ba остается на уровне вмещающих пород.

В мондмилых накапливаются Co, Ni, Sc, V, Cr, Cu, Pb, Sn, Ba, выносятся Sr, Be, содержание Mo не изменяется. Силикатный анализ для этого вторичного образования не проводился. Поведение петрогенных компонентов при образовании глин обратно поведению их при формировании хемогенных образований. В глинах накапливаются SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, Na₂O, K₂O, P₂O₅, Co, Ni, Sc, V, Cr, Cu, Pb, Sn, Ba, Be, выносятся MgO, CaO, CO₂, Sr, остается инертным Mo.

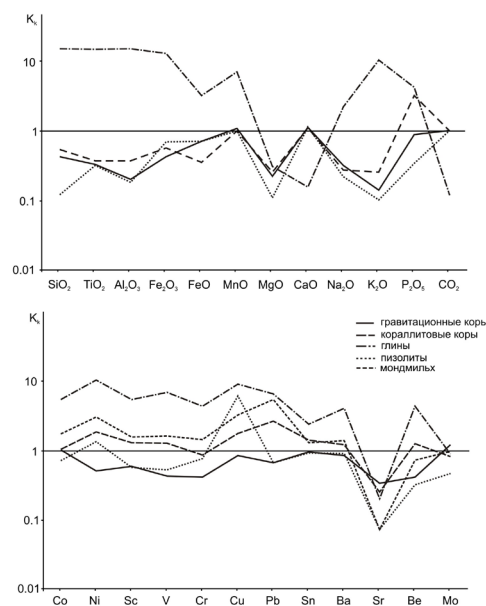


Рис. Поведение петрогенных компонентов и редких элементов при образовании вторичных отложений в пещере Охотничьяй

В работе А.Г. Филиппова [6] приводятся сведения о перераспределении элементов в отложениях п. Аргаракан. Отмечается общее сходство поведения элементов при спелеолитогенезе для п. Охотничьяй и п. Аргаракан: накопление относительно вмещающих пород большинства редких элементов в глинах и вынос их из чистых хемогенных образований. Концентрация некоторых элементов в натечных корках, в отличие от сталактитов и сталагмитов, объясняется захватом глинистой примеси в ходе роста коры. Наиболее чистыми в химическом отношении являются агрегаты, сформировавшиеся при более активном притоке раствора. Наибольшее число примесей наблюдается в кальците кораллитовых кор, которые формировались при менее активной подаче раствора и движении воды тонкими пленками под действием капиллярных сил. В отличие от п. Аргаракан, в п. Охотничьяй не отмечается заметного накопления Sr в хемогенных образованиях, но при этом Sr активно выносятся из глин. Поведение элементов при образовании мондмилча в п. Охотничьяй сходно с их поведением при образовании глин, что также, вероятно, объясняется глинистой примесью в составе мондмилча.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Геодинамика и геохронология» ИЗК СО РАН (Иркутск).

Литература

1. Базарова Е.П., Гутарева О.С., Кононов А.М., Ущাপовская З.Ф., Нартова Н.В., Осинцев А.В. Минералы пещеры Охотничьяй (Байкальский регион, Иркутская область) // Спелеология и карстология, 2011. – № 7. – С. 5 – 14.
2. Клементьев А.М., Коршунов Е.О., Осинцев А.В. Пещера Охотничьяй – новое местонахождение ископаемой фауны в Приморском хребте (Западное Прибайкалье) // Известия лаборатории древних технологий. Иркутск: Изд-во ИРГТУ, 2007. – Вып.5. – С. 146 – 153.
3. Мальцев В.А. Минералы системы карстовых пещер Кап-Кутан (юго-восток Туркменистана) // Мир Камня (World of Stones), 1993. – № 2 <vl-maltsev.narod.ru>
4. Осинцев А.В. Крупные пещеры Байкальского региона – новейшие исследования // Спелеология и спелеология: развитие и взаимодействие наук. Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Набережные Челны: НГПИ. – 2010. – С. 99 – 101.
5. Степанов В.И. Периодичность процессов кристаллизации в карстовых пещерах // Труды минералогического музея им. Ферсмана. – Москва, 1971. – Вып. 20. – С. 161 – 171.
6. Филиппов А.Г. Перераспределение некоторых элементов в отложениях Аргараканской пещеры (Иркутская обл.) // Пещеры. Межвуз. сб. научн. трудов. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1984. – С. 56 – 59
7. Borsato A. et al. Temperature and altitudinal influence on karst dripwater chemistry: implications for regional-scale paleoclimate reconstruction from speleothems // Geochimica et Cosmochimica Acta, 2016. – V. 177. – P. 275 – 297.
8. Deves G. et al. Chemical element imaging for speleothem geochemistry: Application to a uranium-bearing corallite with aragonite diagenesis to opal (Eastern Siberia, Russia) // Chemical Geology, 2012. – V. 294 – 295. – P. 190 – 202.
9. Paar D. et al. Geochemical and mineralogical characterization of speleothems from the karst of Croatia as potential sources of data for environmental researches // Journal of Geochemical Exploration, 2016. – V. 167. – P. 20 – 37.
10. Rossi C., Lozano R.P. Hydrochemical controls on aragonite versus calcite precipitation in cave dripwaters // Geochimica et Cosmochimica Acta, 2016. – V. 192. – P. 70 – 96.