

ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

УДК 551.44

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВТОРИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ПЕЩЕРЕ ОХОТНИЧЬЕЙ

Е.П. Базарова

Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия, bazarova@crust.irk.ru

Пещеры представляют собой доступные для проникновения человека полости в верхней части земной коры, имеющие не освещенные солнечным светом части и длину (глубину) больше, чем два других измерения. Минералогия и геохимия пещер являются взаимосвязанными сравнительно малоизученными, новыми, развивающимися в последние годы научными направлениями. Пещерный минерал понимается как однородная твердая субстанция, имеющая определенный химический состав и упорядоченное атомное строение, естественным образом встречающаяся в пещере [1]. Часто пещерные минералы слагают различные спелеотемы (сталактиты, сталагмиты, драпировки, пещерный жемчуг, мондмилх (лунное молоко), натечные коры и многие другие). К пещерным минералам следует также относить криоминеральные образования пещер, возникающие вследствие изменения химического равновесия водного раствора за счет его переохлаждения, что приводит к кристаллизации ранее растворенных компонентов. По минералам пещер можно судить о составе пород, слагающих карстующийся массив, а геохимические исследования вторичных минеральных образований дают информацию о малоизвестных пока процессах выноса и переотложения химических элементов в природных подземных полостях.

Пещера Охотничья, являющаяся третьей по длине пещерой Байкальского региона, была открыта в 2006 г. и заложена в онколитовых и строматолитовых известняках и доломитах улунтуйской свиты верхнего протерозоя; по данным спелеоклуба «Арабика», имеет протяженность 5 700 м при амплитуде 77 м и представляет собой систему галерей высотой до 25 м при средней 8–10 м и шириной 1–15 м при средней около 3 м. В пещере широко представлены вторичные образования различного генезиса: остаточные, обвальные, водные механические, водные хемогенные, пещерный снег и лед (сезонные образования) и органогенные, к которым относятся кости древних животных. Водные хемогенные образования пещеры сложены кальцитом, арагонитом, моногидрокальцитом и гипсом и редким метастабильным минералом икаит (гексагидрат карбоната кальция), обнаруженным в районах распространения сезонного оледенения и слагающим криогенные образования [2].

Были проведены детальные исследования внутреннего строения кальцитового кораллита с моногидрокальцитовым обрастанием с целью выявить наличие акцессорных минералов и изменения химического состава кораллита при его росте, которые указывают на изменения условий минералообразования. Анализы минералов выполнены в ГИН СО РАН на электронном сканирующем микроскопе «LEO-1430VP» (Carl Zeiss International) с энергодисперсионным анализатором «INCAEnergy 350» (Oxford Instruments Analytical Ltd.) аналитиком Е.В. Ходыревой. Условия анализа: ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда 0,3–0,4 нА, размер зонда < 0,1 мкм, время измерения 50 с.

При детальных исследованиях кальцитового кораллита были выявлены следующие минералы: Mg- и Sr-содержащий кальцит (содержание MgO до 7,91 вес. % и SrO до 2,02 вес. %), доломит (слагает включения в кальците и прослой между слоями Mg- и Sr-содержащего кальцита), хлорит (слагает включения в кальците, которые могут иметь вид неких центров кристаллизации, от которых разрастаются слои кальцита и, судя по игольчатой форме, арагонита), фторapatит (с содержанием F 3,58 вес. % был обнаружен в виде очень

мелкого включения в доломите), рутил (в виде мелких включений в кальците и, предположительно, гидрослюде) и барит (слагает включение размером около 2 мкм в кальците).

Как показано в фундаментальном труде К. Хилл и П. Форти [1], увеличение Mg/Sr отношения в *кальците* может указывать на увеличение температуры раствора, формирующего данную спелеотему.

Существуют разные точки зрения относительно появления *доломита* в пещерных условиях: одни исследователи считают его результатом изменений других карбонатных минералов (на это может указывать ассоциация доломита с гидромагнезитом, гунтитом или арагонитом), другие предполагают прямое осаждение из подземных вод с высоким содержанием магния [1]. В пещ. Охотничьей мы наблюдаем доломит в ассоциации с Mg-содержащим кальцитом, что может указывать на появление доломита вследствие увеличения содержания ионов Mg в питающем растворе.

Фторопатит в пещерах обычно имеет органогенное происхождение, но также источником фтора может служить флюоритовая примесь в известняках [1]. В известняках и доломитах пещ. Охотничьей не было обнаружено флюорита. Что касается органических остатков, то большая часть костей сосредоточена в привходовой части, а гуано летучих мышей в пещере мало распространено. Данное включение может быть зерном, содержащимся в глинистой примеси, захваченной кораллитом в процессе его роста.

Отложение *барит* в пещерах практически во всех случаях связывают с влиянием гидротермальных растворов. В рассматриваемом случае барит слагает единичное включение, которое может иметь аллохтное происхождение за счет глинистой примеси.

В работе К. Хилл и П. Форти, посвященной минералам пещер мира [1], *рутил* не описан. Его включение в кальците может иметь аллохтное происхождение за счет глинистой примеси, а включение в гидрослюде могло сформироваться за счет преобразования слюды.

Хлорит относится к глинистым минералам и, как показывают К. Хилл и П. Форти [1], большинство глинистых минералов в подземных полостях имеют внепещерное происхождение, являясь продуктами поверхностного смыва. Включения и прослои хлорита в кораллите из пещ. Охотничьей разделяют слои кальцита и могут обозначать перерывы в росте кораллита и загрязнение его поверхности глинистым налетом в периоды высыхания пещеры.

В пещ. Охотничьей отмечается чередование слоев Mg-содержащего и Sr-содержащего кальцита, в целом отмечается увеличение содержания Mg в кальците от центра к краю кораллита, что может подтверждать высказанное нами ранее предположение [2] о том, что формирование моногидрокальцитовых обрастаний на поверхности кальцитовых кораллитов происходит за счет подачи раствора тонкими пленками при увеличении количества ионов магния относительно ионов кальция. Доломит, по-видимому, имеет вторичную природу за счет увеличения содержания магния в кальците. Прослои и включения хлорита могут обозначать перерывы в росте кораллита в периоды временного высыхания данной части пещеры. Фторопатит, барит и рутил образуют единичные включения и, судя по всему, являются аллохтными минералами, частички которых были захвачены питающим раствором в процессе роста кораллита.

В целом из всех обнаруженных минералов вторичными минералами внутripещерного происхождения можно считать только кальцит и доломит. Следует отметить, что ранее доломит не отмечался в числе вторичных минералов пещер Иркутской области, за исключением доломита в составе криоминеральных образований [3].

Автор благодарит сотрудника ГИН СО РАН Е.В. Ходыреву за выполненные анализы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hill C., Forti P. Cave minerals of the world. Huntsville, USA, 1997. 463 p.
2. Базарова Е.П., Гутарева О.С., Кононов А.М. и др. Минералы пещеры Охотничья (Байкальский регион, Иркутская область) // Спелеология и карстология. 2011. № 7. С. 5–14.
3. Филиппов А.Г. Пещерные льды Иркутской области // Свет. Вестн. Киевского карст.-спел. центра. Киев, 1997. № 2 (17). С. 13–16.