

ОБЗОР КРИОМИНЕРАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПЕЩЕР

Сильянов С.А.

Научный руководитель проф., канд. геол.-минерал. наук Звягина Е.А.

Сибирский федеральный университет

Институт горного дела, геологии и геотехнологий

Процесс охлаждения и замерзания раствора неминуемо ведет к повышению концентрации растворенных в нем компонентов и последующей их кристаллизации. Такой процесс, протекающий при отрицательных температурах, носит название криогенного минералообразования. Ареной деятельности криоминерагенеза, с географической точки зрения, являются те районы, где постоянно или периодически наблюдаются отрицательные температуры. К таким местам, прежде всего, относятся полярные регионы, а так же, районы с умеренным климатом.

В плане вертикального разреза земной коры такие процессы развиты в частях с температурой пород, близкой к 0°C. Таким образом процессы криоминерагенеза затрагивают все регионы с многолетней мерзлотой.

В общем случае криоминерагенез можно рассматривать как частный случай и (или) следствие криохимических процессов. А именно, процессов фазовых превращений воды и растворенных в ней минеральных компонентов, происходящих при отрицательных температурах. Нарушение химического равновесия раствора может происходить как при замерзании воды, так и при таянии льда.

Проявления криоминерагенеза весьма многочисленны. Однако в настоящее время не существует какой-либо классификации их обстановок и типов. Наиболее крупными обстановками являются районы современного оледенения, здесь криохимические процессы связаны с наземными ледниками, а также с подземными льдами. К последним относятся районы с многолетней мерзлотой, и, в том числе, районы более южные, где подземный лед накапливается в подземных пустотах – пещерах. Отдельную, своеобразную обстановку криоминерагенеза характеризуют наледи, образующиеся в холодных районах в зимнее время в местах выхода на поверхность подземных вод. Наледи встречаются как в районах оледенения, так и в районах распространения многолетнемерзлых пород. Зимнее вымораживание речных и озерных вод в холодном и умеренном климатических поясах также сопровождается криохимическими процессами. Особую обстановку образуют высокогорья с нивальным поясом, где имеются и ледниковые образования, и многолетнемерзлые породы, и наледи, и пещеры. Кроме того, на склонах горных массивов, даже ниже нивального пояса, имеет место криоминерагенез в плаще скальных выветрелых образований. Среди упомянутых обстановок высших уровней можно выделить множество нижестепенных условий и ситуаций, где проявляются криохимические процессы, сопровождающиеся минералообразованием.

Спелеокриоминерагенез наиболее интересен в плане минералогического и морфологического разнообразия криоминералов. Как отмечалось выше, подземные полости и пещеры образуют специфическую среду холодного минералообразования. Отличительной ее особенностью является повышенная минерализация замерзающих вод. Криоминеральные образования пещер – это, в основном, мучнистые образования на ледяных телах, так называемая, гипсовая мука, порошкоподобные скопления в нишах вытаявания, покровы на поверхностях ледяных тел, выцветы и остаточные скопления на месте растаявших ледяных образований.

Все криоминеральные образования пещер можно, условно разделить на два типа: образования пещер с многолетними льдами и образования пещер с сезонным оледенением, так называемые эфемерные образования.

Несомненно, литологический состав вмещающих пород оказывает большое влияние на минеральный состав криообразований. Так, в гипсовых пещерах резко преобладает гипс, реже встречаются – целестин и кальцит, в известняковых пещерах доминируют карбонаты кальция. Естественно, значительную долю имеют и акцессорные образования, как привнесенные извне, так и внутripещерные.

Исследования В.Н. Андрейчука показывают, что основным механизмом спелеокриоминерогенеза является нарушение химического равновесия компонентов в растворе, вследствие образования ледяного натека и замерзания водного раствора. Процесс замерзания, повышающий концентрацию, имеет место в тонких (менее 1мм) пленках, покрывающих ледяные образования. Кристаллизация происходит этапно: сначала происходит частичная кристаллизация льда, которая повышает концентрацию веществ в растворе, а затем, по мере насыщения раствора, дальнейшей кристаллизации льда сопутствует этапно-сингенетическое выпадение из раствора минералов: в случае сульфатно-кальциевых растворов (гипсовые пещеры) – гипса, а затем кальцита и целестина, а в случае гидрокарбонатно-кальциевых вод – разных фаз карбоната кальция. При данном механизме происходит последовательное “вымораживание” и “захоронение” в ледяной массе минерального компонента растворов в кристаллическом виде. Если подземная наледь увеличивает свои размеры, то в ней последовательно, слой за слоем, происходит накопление криовещества.

Изучение криоминеральных образований пещер имеет важное научное значение: минеральные новообразования генетически связаны со слабоизученными криохимическими процессами; самостоятельный седиментологический интерес представляет изучение своеобразных пещерных отложений; выявление криогенетических признаков минеральных образований позволит проводить палеогляциологические реконструкции.

Как показывают исследования, образования пещер с многолетним обледенением имеют отличительные морфологические особенности. Так, в гипсовых пещерах преобладают таблитчатые кристаллы, а также наблюдается большое количество сферолитовых образований, сростков с углублениями, часто геометрически правильной формы. В случае криохимического генезиса углубления наиболее правдоподобно объясняются моделью кристаллизации – углубления есть реликтовое пространство от растаявших ледяных кристаллов. Криоматериал известняковых пещер представлен уплощенными образованиями с ровной поверхностью основания и развитым на ней слоем расщепленных кристаллов. На крупных кристаллах (20-30 мкм) наблюдаются грани минимум двух простых форм, представленных ромбоэдрами, на которых отмечаются скелетные и трансляционные формы, связанные с чередованием процессов роста-растворения. В целом, криоминералы имеют небольшие размеры, расщепленные формы и ячеистую структуру льда.

Для пещер с сезонным оледенением характерны эфемерные образования, которые представляют собой волокнистые агрегаты, растущие субперпендикулярно поверхности субстрата. Подобные образования часто называют «гипсовый мох» или «гипсовый пух», действительно, минералогически эти агрегаты являются гипсом, а морфологически – массой тонкоигольчатых и волокнистых кристаллов, длиной 1,5-2 см. Генетически подобные агрегаты могли образоваться за счет капиллярного питания минерализованными растворами через породный субстрат. В летний период такие образования исчезают.

Вопросы криоминарагенеза изучены слабо, касаются, в основном, строения и роста ледяных кристаллов и химического состава растопленных льдов (Максимович, 1947, Максимович, Панарина, 1967). Минеральные образования пещерных льдов, их возникновение и морфология практически не изучены. На сегодняшний день самой изученной в этом плане является Кунгурская ледяная пещера (Андрейчук, Галускин (2001); Андрейчук, Чайковский, Кадебская (2013); Молоштанова(2001)), также исследованы пещеры Иркутской и Читинской областей (Базарова, 2010, Гутарева, 2011), и пещеры Приуралья (Андрейчук, Кадебская2010).

В Красноярском крае насчитывается более 150 крупных пещер многие, из которых имеют многолетние льды. Пещеры с многолетним оледенением представляют большой интерес в плане исследования их на предмет криоминаральных образований.