

УДК 549.742.111:551.44

**С.С. Потапов<sup>1</sup>, О.Я. Червяцова<sup>2</sup>, В.И. Ракин<sup>3</sup>, Р.С. Дбар<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс

<sup>2</sup>Государственный природный заповедник «Шульган-Таш», п. Иргизлы

<sup>3</sup>Коми научный центр УрО РАН, г. Сыктывкар

<sup>4</sup>Институт экологии АНА, г. Сухум, Абхазия

## ОСОБЕННОСТИ КАЛЬЦИТОВЫХ СПЕЛЕОТЕМ ЛДЗААВСКОЙ ПЕЩЕРЫ (АБХАЗИЯ)

В Лдзаавской пещере близ берега Пицундской бухты Чёрного моря в карбонатных натечных образованиях в кровле Центрального зала обнаружены полые «коробочки», корпус которых сложен идеальными плоскими плотно прилегающими друг к другу ромбоздрическими кристаллами кальцита. Обсуждается механизм их образования.

*Ключевые слова:* спелеотемы, кальцит, Лдзаавская пещера, Абхазия.

**DOI: 10.17072/chirvinsky.2021.192**

Лдзаавская пещера находится на окраине села Лдзаа близ г. Пицунда Гагрского района Республики Абхазия. Заложена она в конглобрекциях миоценового возраста (мэотический ярус), сложенных крупными валунами и гальками кремнистых пород с карбонатным цементом. Протяженность пещеры по данным проведенной авторами топосъемки (выполнялось с использованием прибора Leica DistoX310 и программы ToroDroid) составляет 120 м, вертикальная амплитуда 9.2 м. Полости пещеры локализованы на двух гипсометрических уровнях (этажах). Нижний этаж находится на активной вадозной стадии развития, по нему протекает постоянный водоток, морфология его полостей типична для эпигенных пещер. Верхний этаж в настоящее время лишён водотоков, и в нём обитает одна из крупнейших в Абхазии колоний летучих мышей численностью несколько тысяч особей, включающей такие виды, как остроухая ночница, обыкновенный длиннокрыл, южный подковонос [1]. В пещере имеются массивные залежи гуано. Над залежами гуано наблюдается процесс, именуемый в литературе биогенный карстогенез [3, 4] – пост-спелеогенная модификация полостей за счёт испарений, содержащих серную, азотную, ортофосфорную и другие кислоты. Этот процесс сопровождается появлением мезоформ, характерных для процессов субаэральной конденсационной коррозии. При взаимодействии фосфорсодержащих растворов с известняками возникают кальциевые фосфаты, с

глинами, богатыми алюминием и железом - алюмофосфаты и железофосфаты [2], проявления которых в Лдзаавской пещере будет объектом отдельного рассматривания.

Настоящее сообщение посвящено результатам исследований карбонатных спелеотем, формирующихся из инфильтрационных вод в основном зале верхнего этажа пещеры. Натечные образования сложены белым и кремовым по цвету слоистым и слабоконсолированными кальцитом (рис. 1). Эти спелеотемы тягуют к участкам, удалённым от геохимически активных залежей гуано, где отложению кальцита не позволяет повышенная кислотность конденсационных вод (у воды, собранной по каплям со сводов, pH 5.5).

Эти натечные образования состоят из сильно корродированных полнообъёмных кристаллов и агрегатов кальцита (рис. 2), в ассоциации с которыми обнаружены полые «коробочки», корпус которых сложен идеальными плоскими плотно прилегающими друг к другу ромбоэдрическими кристаллами кальцита (рис. 3). Объёмные кристаллы кальцита подрастворены, а точнее протравлены, поскольку процесс этот сильно избирательный. При росте граней основного ромбоэдра кальцита формировалась зональность, связанная с адсорбированной примесью, которая не позволяла развиваться травлению на некоторых участках (см. рис. 2б) в областях её большой концентрации. Поэтому вершины конусов травления - тоже вероятно ромбоэдры, только острейшие; - всегда ограничены плоскостями реликтовых граней.

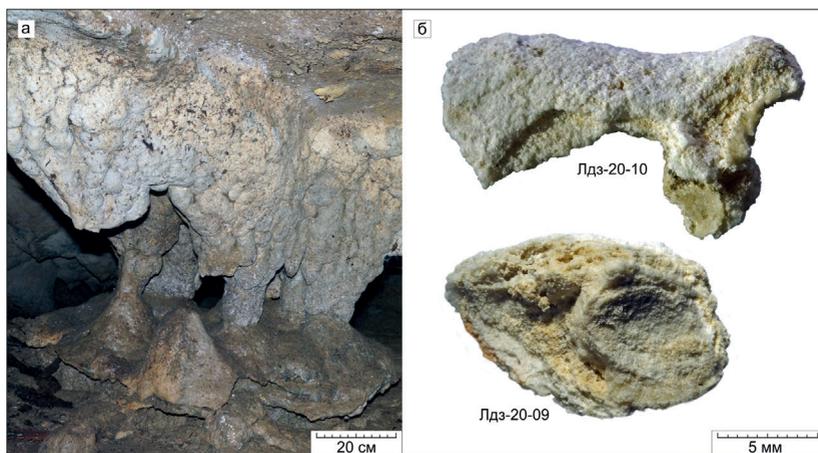


Рис. 1. Карбонатные натечные образования в Центральном зале Лдзаавской пещеры.

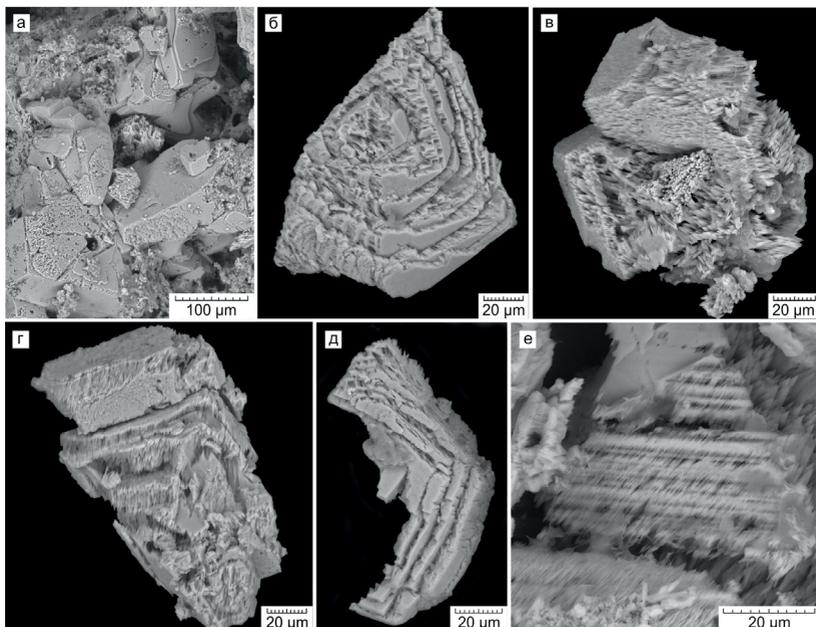


Рис. 2. Кальцитовые спелеотемы сложены сильно корродированными полнообъемными кристаллами и агрегатами кальцита. СЭМ-фото.

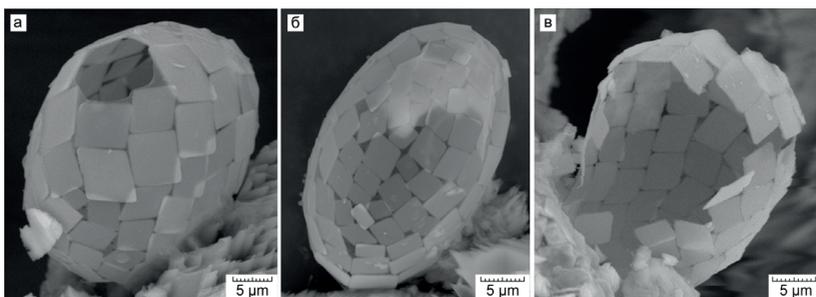


Рис. 3. Полые «коробочки», сложенные идеальными плоскими плотно прилегающими друг к другу ромбоэдрическими кристаллами кальцита. СЭМ-фото.

По данным ЭДС, пластинки (плоские кристаллы), слагающие эти конструкции, так же представлены  $\text{CaCO}_3$ , как и корродированные кристаллы кальцита (см. рис. 2), на которых они растут.

Сформулируем предположение о генезисе этих необычных объемно-полых конструкций из идеальных и почти одинаковых плоских кристаллов кальцита, сопрягающихся ребрами (или узкими торцевыми

гранями) как кристаллизацию на поверхности капли пересыщенного водного раствора на плёнке поверхностного натяжения. Форма кристаллов - пластина с гранями основного ромбоэдра  $\{10\bar{1}1\}$  кальцита. Почему при этом формируется пластина, а не изометричный, объёмный ромбоэдрический кристалл? Анизотропия роста связана с кристаллизацией карбоната в тонком приповерхностном слое раствора. Отсутствие кристаллов внутри капли можно объяснить так. Возможно, объем капли жидкости рос вместе с ростом кристаллов - скорость увеличения радиуса капли определенным линейным образом связана со скоростью роста кристалла. Тогда при совпадении скоростей кристаллы равномерно инкрустируют поверхность капли и растут вместе с ней, а внутри капли в таком случае ничего расти не будет. Поскольку пересыщение достигается локально прямо на поверхности каждой субграницы кристалла (узкие торцевые грани), то испарение происходит по стыкам кристаллов, - там и идет рост. Это есть проявление анизотропии роста (диссимметрии) по Кюри - симметрии цилиндра. Если остановится рост объема капли, процесс кристаллизации тоже прекратится. В конце процесса раствор вытек, или испарился из капли, а кристаллики сцементировались остатками минерального вещества, образовав жёсткий минеральный каркас из плотно пригнанных друг к другу плоских ромбоэдрических кристаллов (см. рис. 3).

В специфических условиях Лдзаавской пещеры, модификация которой происходит и в настоящее время под действием эксгаляций продуктов жизнедеятельности летучих мышей, конденсации на стенках пещеры и растворении карбонатного цемента конгломератов в условиях слабокислой среды за счёт дегазации  $\text{CO}_2$  из инфильтрационных вод формируются кальцитовые натечные образования (см. рис. 1). В условиях слабокислой среды формируются кавернозные, «корродированные» кристаллы и ансамбли кристаллов кальцита спелеотем. По-видимому, из продуктов кислотного растворения первичных кальцитовых спелеотем и формируются коробчатые образования, сложенные идеальными плоскими плотно прилегающими друг к другу ромбоэдрическими кристаллами кальцита.

Авторы благодарны В.А. Попову (Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс) и Ю.Л. Войтеховскому (Санкт-Петербургский Горный университет) за консультации и обсуждение, И. И. Мусабирову (Институт проблем сверхпластичности металлов УНЦ РАН, г. Уфа) за аналитические работы, В.В. Мархолия (Унитарное предприятие «Туристический комплекс Новоафонской пещеры имени Г.Ш. Смыр», г. Новый Афон) за организацию экспедиционных работ.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ по проекту № 19-55-40005 Абх\_а на тему: «Генетические типы карстогенеза прибрежных карбонатных массивов Абхазии».*

*Библиографический список*

1. *Иваницкий А.Н.* Рукокрылые (Chiroptera) Абхазии и сопредельных территорий (фауна, экология, зоогеография, охрана): монография. Симферополь: ИТ «АРИ-АЛ», 2018. 156 с.
2. *Потапов С.С., Червяцова О.Я., Паршина Н.В., Дбар Р.С.* Биогенно обусловленное образование фосфатов в Новоафонской пещере (Республика Абхазия) // XI Всероссийская молодежная научная конференция «Минералы: строение, свойства, методы исследования». 25-28 мая 2020. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии УрО РАН, 2020. С. 233-239.
3. *Lundberg J., McFarlane D.* Post-speleogenetic biogenic modification of Gomantong Caves, Sabah, Borneo // *Geomorphology*. 2012. V. 157-158. P. 153-168.
4. *Merino A., Fornós J.J., Mulet A., Ginés J.* Morphological and mineralogical evidence for ancient bat presence in Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca, Western Mediterranean) // *International Journal of Speleology. Official Journal of Union Internationale de Speleologie*. 2019. 48 (2). P. 115-131.

**SPECIFIC FEATURES OF CALCITE SPELEOTEMS OF LDZAAVA CAVE (ABKHAZIA)**

**Potapov S.S., Chervyatsova O.Ya., Rakin V.I., Dbar R.S.**

*s\_almazov@74.ru*

In the Ldzaava cave near the coast of the Pitsunda Bay of the Black Sea, in the carbonate speleothems in the roof of the Central Hall, hollow «boxes» were found, the body of which is composed of perfect flat rhombohedral crystals of calcite close to each other. The mechanism of education is discussed.

*Keywords: speleothems, calcite, Ldzaava cave, Abkhazia.*