

References

1. Koshkarev A. V., Markelov A. V., Markelov D. A., Nekrasova L. A., Samsonova S. Yu. Metodika sozdaniya tsifrovoy geomorfologicheskoy karty Moskvy [Method for creating a digital geomorphological map of Moscow]. *Geomorfologiya* [Geomorphology], 2011, no. 2, pp. 55–65.
2. Kolbovskiy Ye. Yu. *Landshaftovedenie* [Landscape Science], Moscow, Akademiya Publ., 2006, pp. 230–265.
3. Lastochkin A. N. *Morfodinamicheskiy analiz* [Morphodynamic analysis], Leningrad, Nedra Publ., 1987. 256 p.
4. Novakovskiy B. A., Simonov Yu. G., Tulskeya N. I. *Ekologo-geomorfologicheskoe kartografirovanie Moskovskoy oblasti* [Ecological and geomorphological mapping of the Moscow Region], Moscow, Nauchnyy mir Publ., 2005.
5. Simonov Yu. G., Simonova T. Yu. Rechnoy basseyn i basseynovaya organizatsiya geograficheskoy obolochki [River basin and basin organization of the geographical envelope]. *Eroziya pochv i ruslovyie protsessy* [Soil erosion and channel processes], Moscow, 2004, pp. 7–34.
6. Kovalev A. P. (ed.) *Sovremennoe sostoyaniye lesov rossiyskogo Dalnego Vostoka i perspektivy ikh ispolzovaniya* [The current state of the forests of the Russian Far East and the prospects for their use], Khabarovsk, Far East Forestry Research Institute Publ. House, 2009. 470 p.
7. Sukhanov V. V., Petropavlovskiy B. S., Chavtur N. A. *Struktura rastitelnykh soobshchestv Sikhote-Alinskogo zapovednika* [Structure of plant communities of the Sikhote-Alin Reserve], Vladivostok, Dal nauka Publ., 1994. 220 p.
8. Starozhilov V. T. *Landshafty Primorskogo kraya (Obyasnitelnaya zapiska k karte masshtaba 1 : 500 000)* [Landscapes of Primorsky Krai (Explanatory note to the map of scale 1: 500 000)], Vladivostok, Far East State University publ. House, 2009. 368 p.
9. Florinskiy I. V. *Teoriya i prilozheniya matematiko-kartograficheskogo modelirovaniya relefa* [Theory and applications of mathematical and cartographic modeling of relief], Moscow, 2010. 44 p.
10. Blaschke T., Strobl J. Defining landscape units through integrated morphometric characteristics. *Landscape Modeling: Digital Techniques for Landscape Architecture*, Wichmann-Verlag, Heidelberg, 2003, pp. 104–113.
11. Evans I. S. Geomorphometry and landform mapping: What is a landform? *Geomorphology*, 2012, no. 137, pp. 94–106.
12. Jasiewicz J., Stepinski T. F. Geomorphons – a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology*, 2013, no. 182, pp. 147–156.
13. Klingseisen B., Metternicht G., Paulus G. Geomorphometric landscape analysis using a semi-automated GIS-approach. *Environmental Modelling & Software*, 2008, no. 23, pp. 109–121.
14. Wiczorek M., Migoń P. Automatic relief classification versus expert and field based landform classification for the medium-altitude mountain range, the Sudetes, SW Poland. *Environmental Modelling & Software*, 2008, no. 23, pp. 109–121.

**ХАРАКТЕРИСТИКА КРИОГЕННЫХ МИНЕРАЛОВ
ПЕЩЕРЫ ЛЕДЯНОЙ ПАПОРОТНИК (КАЗАХСТАН)**

Кадебская Ольга Ивановна, кандидат географических наук, доцент, Горный институт Уральского отделения Российской академии наук, 614007, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Сибирская, 78а, e-mail: icescave@bk.ru

Головачев Илья Владимирович, кандидат географических наук, доцент, Астраханское отделение Русского географического общества, 414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, e-mail: bask_speleo@mail.ru

В статье даётся описание пещеры Ледяной папоротник, расположенной на северо-восточном берегу озера Индер (Атырауская область, Казахстан). Пещера была обнаружена в мае 2015 г. в ходе экспедиционных работ, проводимых членами секции спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества. Она относится к пещерам коррозионно-эрозионного типа и является первой по величине пещерой данного района. Пещера имеет один вход. Она открыта впервые и ранее не была известна местному населению. Работа посвящена описанию

криогенных минеральных образований пещеры Ледяной папоротник. Пещера является крупнейшей пещерой Индерско-Эмбенского карстового округа и единственной пещерой Северного Прикаспия с многолетней наледью. В пещере формируется многолетнее и сезонное оледенение, что приводит к накоплению в карстовых полостях специфического типа отложений – криогенных минералов. Минералогические исследования криоматериала из наледи в пещере Ледяной папоротник показали, что минералы представлены в основном гипсом (99 %) и кальцитом (1 %). Впервые описано видовое разнообразие, минералогические и кристаллографические особенности, закономерности распространения по пещере, и связь с зональностью пещерного климата.

Ключевые слова: гипсовые кепроки, сульфатный карст, карстовая пещера, пещерные отложения, снежно-ледовые отложения, криогенные отложения пещер, криогенные минералы, кристаллические образования, пещера Ледяной Папоротник, озеро Индер, Северный Прикаспий

CRYOGENIC MINERALS CHARACTERISTICS OF ICE FERN CAVE (KAZAKHSTAN)

Kadebskaya Olga I., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 78a Sibirskaya st., Perm, 614007, Russian Federation, e-mail: icecave@bk.ru

Golovachev Ilya V., C.Sc. in Geography, Associate Professor, Astrakhan Department of Russian Geographical Society, 16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation, e-mail: bask_speleo@mail.ru

The article describes Ice Fern Cave, located in the north-eastern shore of Lake Inder (Atyrau, Kazakhstan). The cave was discovered in May 2015, during the field work carried out by members of Speleology and Karst Section Astrakhan branch of the Russian Geographical Society. Ice Fern Cave refers to the caves of corrosion-erosion type and it is the first largest cave of that area. The cave has a single entrance. It was opened for the first time and previously was not known to the local population. This article describes cryogenic mineral formations of Ice Fern Cave. This cave is the largest cave of Inder-Emba karst district and the only one Northern Caspian cave with a perennial icing. Perennial and seasonal glaciations are formed in the cave, which leads to the accumulation of a particular type of formation in karst cavities – cryogenic minerals. Mineralogical analyzing of icing cryo material in the cave Ice Fern shows that there are mainly gypsum (99 %) and calcite (1 %) minerals. For the first time it was described diversity, mineralogical and crystallographic characteristics, principle of spread in the cave and communication with zones of cave climate.

Keywords: gypsum cap rocks, sulfate karst, karst cave, cave deposits, snow and ice deposits, cryogenic cave deposits, cryogenic minerals, crystal formation, Ice Fern cave, Inder lake, North Caspian Sea

Карст района озера Индер относится к Индерско-Эмбенскому карстовому округу Западно-Прикаспийской карстовой провинции Нижневолжско-Уральской карстовой области Восточно-Европейской карстовой страны [3]. На северном и северо-восточном берегах озера развит сульфатный карст, обусловленный выходом на дневную поверхность сульфатных пород [12, 13].

Пещера Ледяной папоротник была обнаружена на северо-восточном берегу озера Индер в мае 2015 г. в ходе экспедиционных работ, проводимых членами секции спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества в данном карстовом районе с 2011 г. [4–11]. Пещерная полость заложена в толще элювиального гипса (elP₂-Q), слагающе-

го верхнюю часть кепрока солянокупольного массива. Гипсовые породы сверху перекрыты тонким чехлом рыхлых древнекаспийских отложений раннехвалынского возраста (h_{v1}).

Пещера является крупнейшей пещерой района и единственной пещерой Северного Прикаспия с многолетней наледью. Целью данных исследований было выявление условий формирования криогенных минералов в пещере Ледяной папоротник.

Общие сведения о пещере. Пещера Ледяной папоротник расположена на территории Индерборского района Атырауской области (Казахстан). В настоящее время имеет длину 210,0 м и глубину 25,0 м. Она является крупнейшей пещерой данного района [11].

Вход в пещеру представляет собой колодец (глубиной 14,5 м) и находится на дне асимметричной сдвоенной карстовой воронки. Пещера относится к коррозионно-эрозионному типу и характеризуется контрастной климатической зональностью: зонами постоянных отрицательных температур, переходной и нейтральной.

В зоне постоянных отрицательных температур, на удалении около 46,0 м от входа, находится многолетняя слоистая наледь высотой до 2,7 м, шириной до 1,5 м и длиной до 4,7 м [9]. В зимний период в переходной зоне оледенение увеличивается за счёт сезонного льда: сталагмитов и сталактитов.

Многолетняя наледь имеет слоистое строение (рис. 2). В центральной части наледи визуально выделяются восемь горизонтально залегающих слоёв белого кристаллического льда, разделённых между собой тёмными прослойками грунта с растительными остатками, замороженными в лёд, толщиной от 0,5 до 1,0 см. Средняя толщина ледяных слоёв около 10,0 см. Самый тонкий слой 3,0 см, а самый широкий 30,0 см (верхний слой).

Температура воздуха в центральной части пещеры возле наледи в 2015 г. в начале мая составляла $-0,3^{\circ}\text{C}$ и в начале октября $+0,4^{\circ}\text{C}$ [9]. В мае 2016 г. температура воздуха возле наледи была $+1,0^{\circ}\text{C}$. Температура в нейтральной части пещеры составила в зале Черепаха $+5,0^{\circ}\text{C}$, а в Косом ходе $+3,8^{\circ}\text{C}$. В самой дальней части пещеры была отмечена наиболее высокая температура $+7,0^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности воздуха 94 %.

Методика исследований и характеристика отобранного материала. Криогенные минеральные образования представлены «мукой» – порошком белого цвета, образующимся в процессе замерзания растворов. После стаивания сезонных сталактитов и сталагмитов на полу и стенах пещерного хода оставались смоченные мучнистые скопления минералов (рис. 2г-и). Минеральная составляющая отбиралась с поверхностей наледей, сталагмитов, пола и со стен, где в зимнее время находился лед (рис. 1). Отбор проб проводился в мае 2016 г.

Исследование морфологии и химического состава криогенного материала проводилось на сканирующем электронном микроскопе VEGA 3 LMN с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350/X-max 20 в Горном институте УрО РАН (аналитики Е.П. Чиркова, О.В. Коротченкова).

Результаты исследований. Химический состав льда, выполненный в лаборатории МНГ Естественного научного института ПГНИУ (аналитик Н.В. Порошина), показал его минерализацию ($894,0 \text{ мг/дм}^3$) и принадлежность к сульфатно-кальциевому типу (табл. 1).

По количеству растворённых солей многолетний лёд в пещере относится к пресному типу (до $1000,0 \text{ мг/дм}^3$), что говорит о его формировании из атмосферных или талых вод.

Таблица 1

Химический состав многолетнего льда пещеры Ледяной папоротник								
Минерализация мг/дм^3	pH	Содержание, мг/дм^3						
		HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{2+}	K^+
894,0	6,0	$45,9 \pm 9,6$	$626,0 \pm 63,0$	$4,35 \pm 0,4$	$212,0 \pm 21,0$	$1,26 \pm 0,3$	$2,67 \pm 0,4$	$0,58 \pm 0,1$

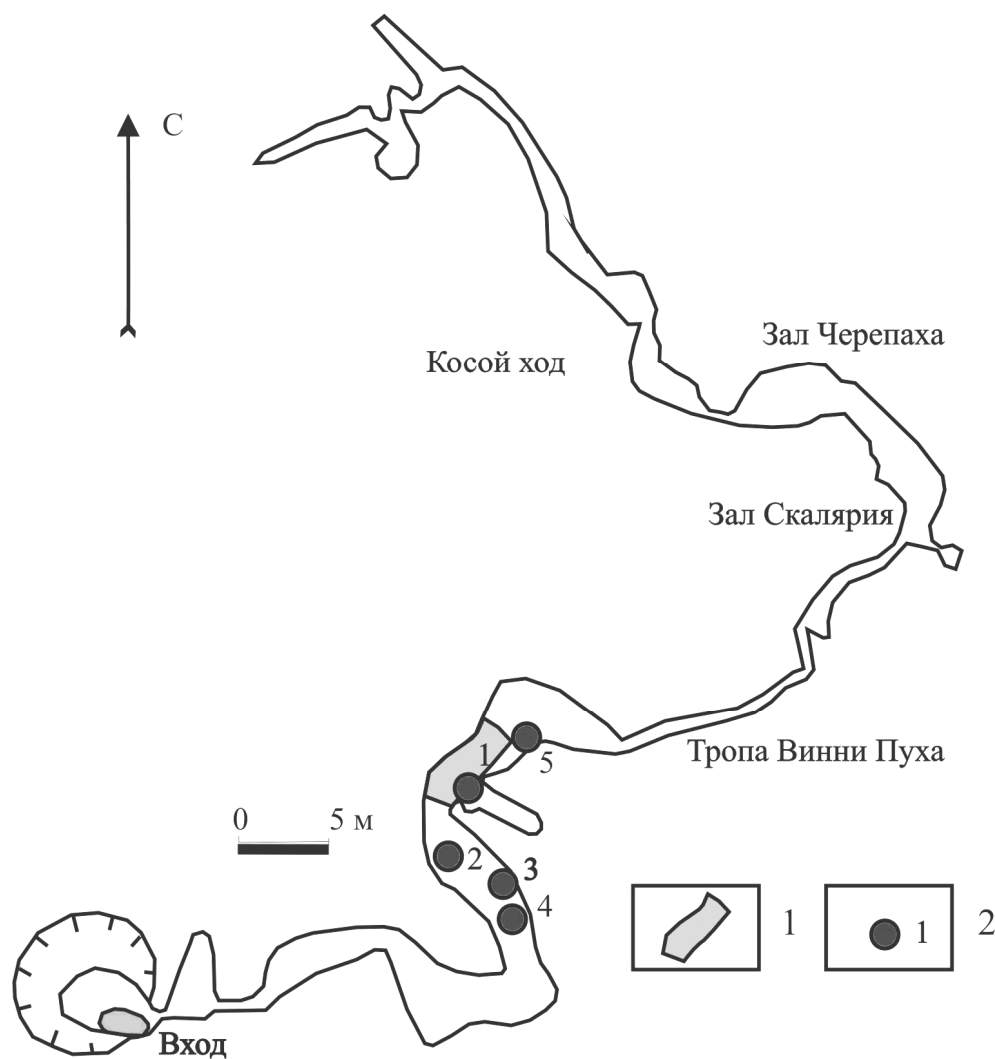


Рис. 1. Схематичный план пещеры Ледяной папоротник и места отбора проб криогенных минералов (съемка И.В. Головачева, 2015):

1 – расположение многолетней наледи, 2 – места отбора проб

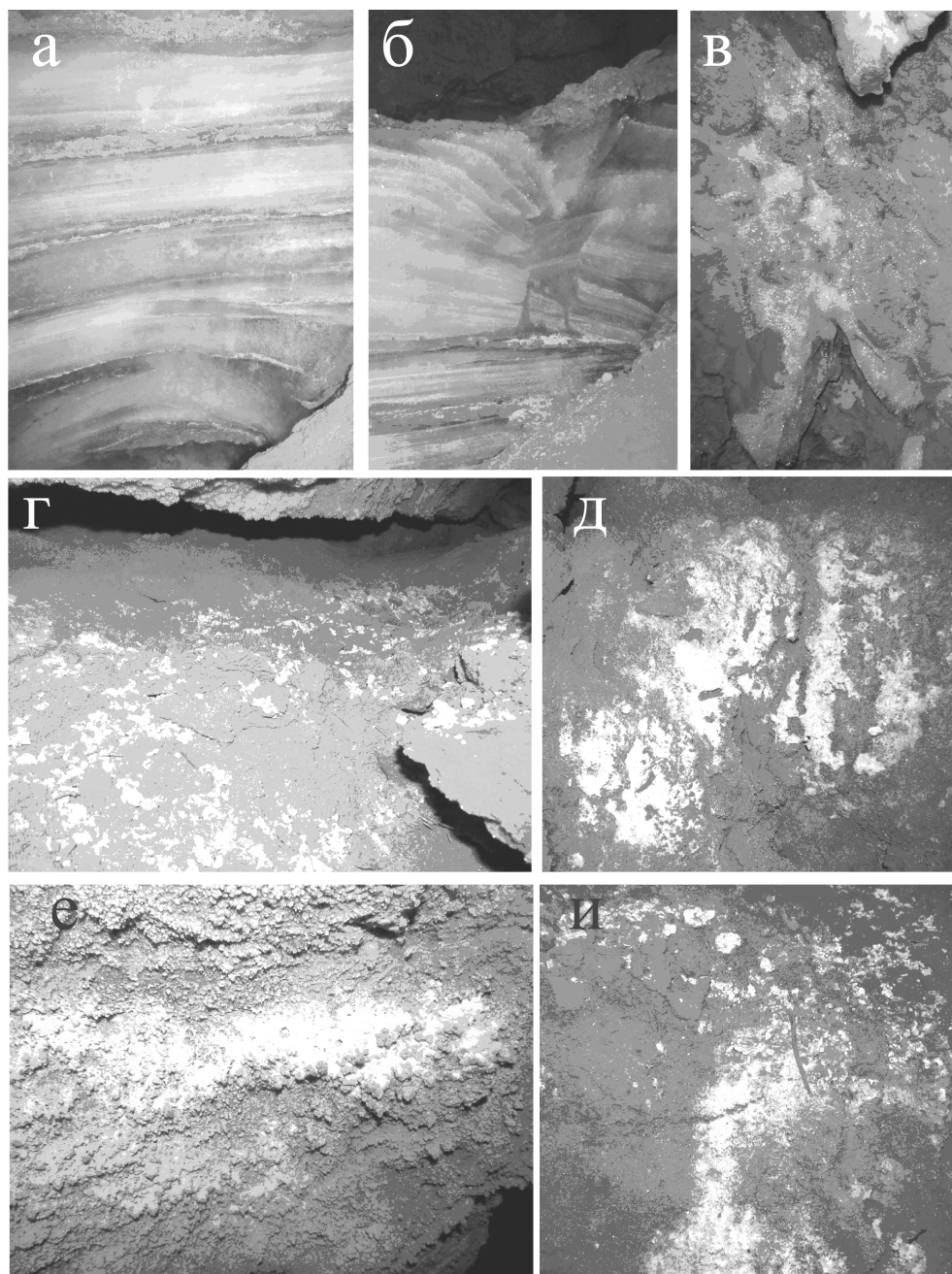


Рис. 2. Места скоплений криогенных минералов:

а – «мука» в слоях центральной части многолетней наледи (место отбора пробы 1);
 б – скопление «муки» в зоне нарушения слоистости льда; в – кораллитовые образования под слоем льда на стене около многолетней наледи; г – смоченная «мука» на полу центральной галереи, после таяния сезонного льда (место отбора пробы 2); д, и – криогенные кристаллы на поверхности стен и пола в начале галереи (место отбора проб 3, 4); е – криогенная «мука» на поверхности кораллитов (место отбора пробы 5)

Характеристика криоминеральных образований. Проба 1 была отобрана с поверхности многолетней наледи и из слоёв центральной части многолетней наледи и сталагмитов. Проба 2 – с поверхности пола и с подтаявших

сталагмитов в основной галерее. Анализ 100 микрочастиц показал, что морфология и состав криогенной «муки» с поверхности наледи, сталагмитов и из слоев практически не отличается. Единственным отличием является наличие на поверхности наледи кристаллов гипса с плоским основанием.

«Мука» на 99 % состоит из кристаллов и агрегатов гипса и на 1 % – из кристаллов кальцита. Кристаллы гипса в основном представлены двумя типами. Первый представлен отдельными таблитчатыми и двойниковыми кристаллами и их параллельными сростками, размером до 50,0–100,0 мкм (рис. 3а). Второй тип размером от 20,0 до 150,0 мкм – сферолитоподобными агрегатами кристаллов (рис. 3в). Иногда встречаются сложные агрегаты, которые состоят из кристаллов обоих типов (рис. 3б). Попадаются кристаллы с футлярами и дефектами роста на поверхности (рис. 3г).

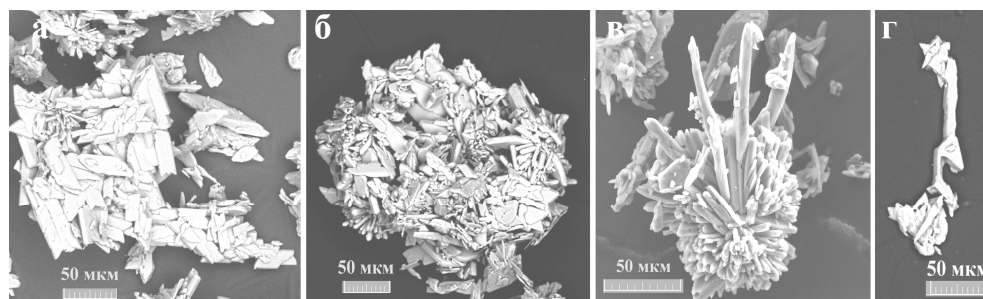


Рис. 3. Криогенные кристаллы гипса из муки с поверхности наледи, сталагмитов и из слоев льда:

а – таблитчатые и двойниковые кристаллы гипса; б – сложные агрегаты, состоящие из таблитчатых и сферолитоподобных кристаллов; в – отдельные сферолитоподобные агрегаты кристаллов гипса; г – таблитчатые кристаллы с дефектами роста

Кристаллы кальцита представлены сферолитами и агрегатами из расщепленных ромбоэдров размером, по сравнению с кристаллами гипса, на порядки меньше (от 10,0 до 20,0 мкм; рис. 4).

Впервые криогенная «мука» как тип криогенной минерализации была описана в Кунгурской Ледяной пещере И.Г. Гmeliным еще в 1733 г.

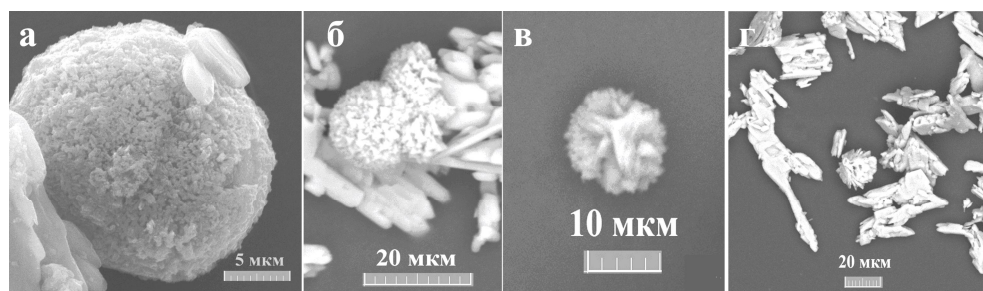


Рис. 4. Морфология кристаллов кальцита из муки с поверхности наледи и сталагмитов

Исследование криогенных образований из пробы 3 позволило выявить крупные каркасные индивиды гипса (рис. 5). Гипс накапливается в виде рыхлых скоплений белого цвета на льду и стенах в центральной галерее перед многолетним льдом (рис. 2д, и). В отличие от обычной криогенной «муки»

эти кристаллы имеют шелковистый блеск и более крупные размеры (до 3,0 мм). Агрегаты гипса сложены игольчатыми субиндивидами, слагающими объемные или плоские образования, схожие с веером (рис. 5в, г). Центральная часть агрегатов, из которого растут игольчатые кристаллы, обычно имеет сферолитовую форму и достигает 1,5 мм в диаметре, где наблюдаются укрупненные агрегаты. Все это также является свидетельством многократной перекристаллизации гипсового материала – «муки». Сферолитовые агрегаты также отмечены на поверхности плоских игольчатых индивидов, что говорит о чередовании нормального гладкогранного роста (при небольшой минерализации раствора) с расщеплённым (связанным с сильными пересыщениями питающего раствора). Исследование этих образований под электронным микроскопом показало, что большинство субиндивидов, слагающих агрегаты, представлены двойниками. Они имеют сложное каркасное строение (рис. 5д).

Каркасность индивидов гипса обеспечивается наличием внутренних перегородок, ориентированных согласно граням двух или трех пинакоидов ($\{010\}$, $\{100\}$, $\{001\}$) и двух призм ($\{120\}$ $\{111\}$), то есть параллельно граням, определяющим внешний облик кристалла. Такие образования среди минеральных объектов были впервые описаны в Кунгурской Ледяной пещере [14].

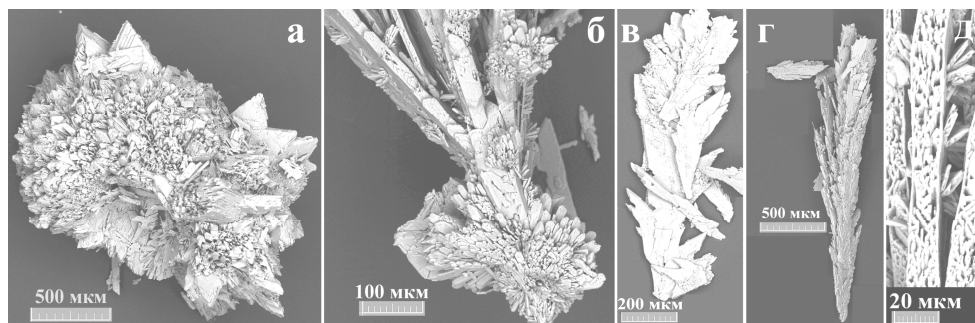


Рис. 5. Агрегаты, состоящие из игольчатых и веерообразных субиндивидов, отдельные кристаллы гипса и их срастания:

а – отдельный укрупненный агрегат из кристаллов гипса; б – укрупненный агрегат с длинными (до 3,0 мм) веерообразными субиндивидами; в, г – отдельные игольчатоскелетные дендриты и их сrostки; д – внутреннее каркасное строение кристаллов, обусловленное наличием перегородок, ориентированных параллельно граням

В Кунгурской Ледяной пещере было установлено, что такие кристаллы формируются в местах (обычно на наледях), где существуют скопления криогенных микрокристаллов. При поступлении в весенний период воды на поверхность льда кристаллы смачиваются и начинают перекристаллизовываться. При этом вода медленно замерзает при температурах чуть меньше нуля. Далее криогенный гипс покрывается слоем льда, а в холодный период освобождается при интенсивном испарении зимой, и в теплый период вновь перекристаллизовывается.

Для объяснения формы внутреннего строения каркасных индивидов авторы предложили три механизма кристаллизации [14]:

1. Известно [15], что растворение гипса при отсутствии в растворе хлорида натрия идёт с выделением тепла и, безусловно, при кристаллизации растущий индивид гипса должен создавать вокруг себя зону переохлаждения. Этот эффект особенно сильно должен проявляться на быстро растущих гра-

нях призмы. Вероятно, это и вызывает нарастание определенной порции льда, которая блокирует на определенное время нормальный полнотелый рост. Другими словами, каркасный кристалл представляет собой результат чередования роста гипса и льда.

2. Большинство каркасных индивидов представляют собой двойники. Возможно, в условиях быстрых пересыщений происходит ускоренный рост вдоль наиболее энергетически выгодных двойниковых швов и запаздывание роста по другим граням, что и создает камерное строение кристаллов.

3. Наиболее маловероятным сценарием образования таких индивидов является распад твердого раствора сульфата кальция, содержащего более чем две молекулы воды. Однако такое соединение ни химикам, ни минералагам пока не известно.

Выяснение причины формирования таких индивидов может дать ключ к выращиванию с помощью холода принципиально новых конструкционных материалов.

Проба 5 была отобрана на стене на 1,0 м выше многолетней наледи под органичной трубой (рис. 2е). В этом месте стена покрыта корой из таблитчатых кристаллов гипса (рис. 6а), на концах которых имеются почковидные образования (кораллиты). Изучение под электронным микроскопом показало, что кораллиты состоят из пластинчатых кристаллов гипса (рис. 6б). Предполагается, что они формировались в слое воды на поверхности стен при значительном испарении, поддерживающих пересыщенное состояние раствора из-за присутствия в нем микрокристаллов криогенной «муки».

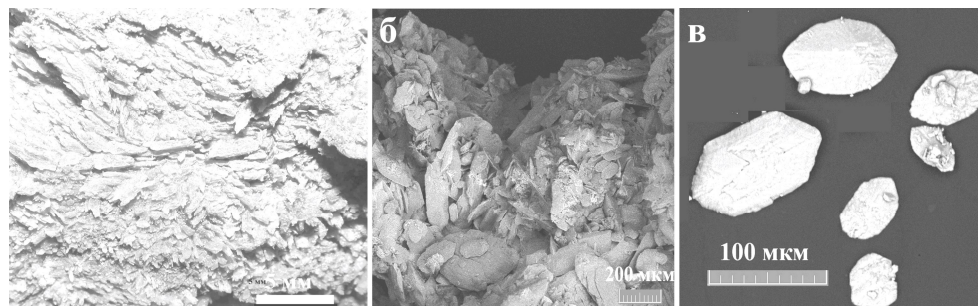


Рис. 6. Морфология кристаллов и агрегатов, образованных в процессе перекристаллизации «муки» во время таяния льда при положительных температурах: а – кора из таблитчатых кристаллов гипса на стенах пещеры; б – строение кораллитов, состоящих из агрегатов пластинчатых кристаллов гипса; в – строение кристаллов муки на поверхности стен

Мука, покрывающая поверхность стен, также состоит из отдельных тонких листоватых и плоскогранных кристаллов различного габитуса (рис. 6в). Их образование связывается с перекристаллизацией гипсового материала по механизму, предложенному Е.П. Дорофеевым [2]. Дорофеев полагал, что такие плоские кристаллы формируются при перекристаллизации увлажненных микрокристаллов из «муки» в переходной зоне при положительных температурах в теплый период [1]. Все эти индивиды не несут следов механического износа, что отражает их образование в этом месте. Таким образом, почковидные агрегаты – кораллиты на стенах в этой части пещеры также имеют крио-

генный генезис. Их образование происходило в процессе перекристаллизации и укрупнения микрокристаллов «муки» при положительных температурах и дальнейшей их агрегации в почковидные образования.

Выводы. Таким образом, в пещере Ледяной папоротник формируется многолетнее и сезонное оледенение. Это приводит к накоплению в карстовых полостях специфического типа отложений – криогенных минералов. Минералогические исследования криоматериала из наледи в пещере Ледяной папоротник показали, что минералы представлены в основном гипсом (99 %) и кальцитом (1 %). Морфология агрегатов и кристаллов имеет свои отличительные особенности и определяется условиями минералообразования.

Среди криогенных сульфатных минералов в пещере Ледяной папоротник выделяются три типа:

1) «мука», образованная при быстрой кристаллизации растворов и накопленная при испарении льда в зимнее время;

2) веерные каркасные кристаллы, которые образовались в процессе медленной перекристаллизации «муки» при замерзании вновь поступивших растворов;

3) кристаллы и агрегаты, образованные в процессе перекристаллизации «муки» во время таяния льда при положительных температурах.

Таким образом, в зоне отрицательной температурной аномалии происходит быстрая шоковая кристаллизация растворов и криогенные минералы (гипс и кальцит) накапливаются за счёт испарения льда в зимний период. Минералообразование сульфатов в переходной зоне имеет более активный характер, так как здесь наблюдаются значительные перепады температур и резкие колебания насыщенности растворов. При этом криогенная «мука» выступает в качестве промежуточного продукта, из которой формируются крупные кристаллы гипса. Они образуются как при положительных, так и отрицательных температурах.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-55-14002 «Миграция границы многолетней мерзлоты на границе Европа-Азия в плейстоцене».

Список литературы

1. Андрейчук В. Н. Криогенные минеральные образования Кунгурской Ледяной пещеры / В. Н. Андрейчук, О. И. Кадебская, И. И. Чайковский. – Сосновец – Пермь : Силезский университет – Горный Институт Уральского отделения Российской академии наук, 2013. – 128 с.
2. Дорофеев Е. П. Кальцитовые плёнки и кристаллы гипса в Кунгурской Ледяной пещере / Е. П. Дорофеев // Пещеры. – 1966. – Вып. 6 (7). – С. 39–48.
3. Головачёв И. В. Карст и пещеры Северного Прикаспия : монография / И. В. Головачёв. – Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 215 с.
4. Головачев И. В. Сезонные криогенные отложения пещер Северного Прикаспия / И. В. Головачев // Карстовые системы севера в меняющейся среде : сборник тезисов международной конференции, посвящённой 300-летию со дня рождения М.В. Ломоносова. – Голубино-Пинега, 2011. – С. 39–41.
5. Головачев И. В. Карст окрестностей озера Индер / И. В. Головачев // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 2 (45). – С. 7–16.
6. Головачев И. В. Результаты спелеологических исследований в окрестностях озера Индер / И. В. Головачев // Спелеология и спелестология : сборник материалов IV Международной научной заочной конференции. – Набережные Челны : Набережночелнинский институт социально-педагогических технологий и ресурсов, 2013. – С. 13–17.
7. Головачев И. В. Характеристика карстового поверхностного рельефа в окрестностях озера Индер / И. В. Головачев // Геоморфология и картография : материалы XXXIII пленума геоморфологической комиссии Российской академии наук. – Саратов : Саратовский

национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, 2013. – С. 161–166.

8. Головачев И. В. Карстовый рельеф окрестностей озера Индер / И. В. Головачев, В. П. Петрищев, К. М. Ахмеденов, А. Т. Сейткиреева // Опустынивание Центральной Азии: оценка, прогноз, управление : материалы 1-ой Международной научно-практической конференции. – Астана, 2014. – С. 178–184.

9. Головачев И. В. Криогенные отложения пещер в районе озера Индер / И. В. Головачев // Спелеология и спелестология : сборник материалов VI Международной научной заочной конференции. – Набережные Челны : Набережночелнинский институт социально-педагогических технологий и ресурсов, 2015. – С. 16–19.

10. Головачев И. В. Спелеологические открытия в окрестностях озера Индер / И. В. Головачев // Астраханские краеведческие чтения : сборник статей / под ред. А. А. Курапова, Р. А. Тарковой, Е. И. Герасимиди. – 2016. – Вып. 8. – С. 35–42.

11. Головачев И. В. Пещеры окрестностей озера Индер / И. В. Головачев // Теория и методы современной геоморфологии : материалы XXXV пленума геоморфологической комиссии Российской академии наук, Симферополь, 3–8 октября 2016 г. / отв. ред. М. Е. Кладовщикова, С. В. Токарев. – Симферополь, 2016. – Т. 2. – С. 171–175.

12. Коробов С. С. Карст одного солянокупольного поднятия Прикаспийской впадины / С. С. Коробов, И. К. Поленов // Гидрогеология соляных месторождений и минеральные воды. – Ленинград : Недра, 1964. – С. 84–97.

13. Яцкевич З. В. Материалы к изучению карста Индерского поднятия / З. В. Яцкевич // Известия Всесоюзного географического общества. – 1937. – Т. 69, вып. 6. – С. 937–955.

14. Kadebskaya O. Skeleton crystals of cryogenic gypsum from Kungur Ice cave, Ural Mountains, Russia / O. Kadebskaya, I. Tchaikovsky / Proceedings 16th International congress of speleology. – Czech Republic, Brno, July 21–28, 2013. – Vol. 3. – P. 454–459.

15. Wallace W. E. Heats of Solution and Dilution of Calcium Sulfate Dihydrate in Aqueous, Sodium Chloride Solutions / W. E. Wallace // Journal of Physical Chemistry. – 1946. – Vol. 50 (2). – P. 152–168.

References

1. Andreychuk V. N., Kadebskaya O. I., Chaykovskiy I. I. *Kriogennyye mineralnye obrazovaniya Kungurskoy Ledyanoy peshchery* [Cryogenic mineral formations of Kungur Ice Cave], Sosnowiec – Perm, Silesian University – Institute of Geological Sciences Publ. House, 2013. 128 p.

2. Dorofeev Ye. P. Kaltsitovyye plenki i kristally gipsa v Kungurskoy Ledyanoy peshchere [Calcite film and gypsum crystals in the Kungur Ice Cave]. *Peshchery* [Caves], 1966, issue 6 (7), pp. 39–48.

3. Golovachev I. V. *Karst i peshchery Severnogo Prikaspiya* [Karst and the cave of the North Caspian region], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2010. 215 p.

4. Golovachev I. V. Sezonnyye kriogennyye otlozheniya peshcher Severnogo Prikaspiya [Seasonal cryogenic cave sediments of the North Caspian]. *Karstovyye sistemy severa v menyayushcheyse srede : sbornik tezisev mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 300-letiyu so dnya rozhdeniya M.V. Lomonosova* [Karst Systems in the North-Paced Environment. Proceedings of the International Conference dedicated to the 300th anniversary of M.Yu. Lomonosov], Golubino-Pinega, 2011, pp. 39–41.

5. Golovachev I. V. Karst okrestnostey ozera Inder [Karst surroundings of Lake Inder]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography and Global Energy], 2012, no. 2 (45), pp. 7–16.

6. Golovachev I. V. Rezultaty speleologicheskikh issledovaniy v okrestnostyakh ozera Inder [Results of speleological research in the area of the Lake Inder]. *Speleologiya i spelestologiya : sbornik materialov IV Mezhdunarodnoy nauchnoy zaachnoy konferentsii* [Speleology and Speleology. Proceedings of the IV International Scientific Conference], Naberezhnye Chelny, Naberezhnye Chelny Institute of Social and Pedagogical Technologies and Resources Publ. House, 2013, pp. 13–17.

7. Golovachev I. V. Kharakteristika karstovogo poverkhnostnogo relefa v okrestnostyakh ozera Inder [The karst surface relief characteristics of Lake Inder vicinity]. *Geomorfologiya i kartografiya : materialy XXXIII plenuma geomorfologicheskoy komissii Rossiyskoy akademii nauk* [Geomorphology and Cartography. Proceedings of the XXXIII Plenum Geomorphological Commission of the Russian Academy Science], Saratov, Saratov State University Publ. House, 2013, pp. 161–166.

8. Golovachev I. V., Petrishchev V. P., Akhmedenov K. M., Seytkireeva A. T. Karstovyy relief okrestnostey ozera Inder [The karst relief of Lake Inder vicinity]. *Opustynivanie Tsentralnoy Azii:*

otsenka, prognoz, upravlenie : materialy 1-oy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [The Desertification in Central Asia: Assessment, Prognosis, Management. Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference], Astana, 2014, pp. 178–184.

9. Golovachev I. V. Kriogennye otlozheniya peshcher v rayone ozera Inder [Cryogenic cave deposits near Lake Inder]. *Speleologiya i spelestologiya : sbornik materialov VI Mezhdunarodnoy nauchnoy zaochnoy konferentsii* [Speleology and speleology. Proceedings of the VI International Scientific Conference], Naberezhnye Chelny, Naberezhnye Chelny Institute of Social and Pedagogical Technologies and Resources Publ. House, 2015, pp. 16–19.

10. Golovachev I. V. Speleologicheskie otkrytiya v okrestnostyakh ozera Inder [Speleological discoveries near lake Inder]. *Astrakhanskies kraevedcheskie chteniya : sbornik statey* [Astrakhan Regional Studies Readings. Proceedings], 2016, issue 8, pp. 35–42.

11. Golovachev I. V. Peshchery okrestnostey ozera Inder [The caves of Lake Inder vicinity]. *Teoriya i metody sovremennoy geomorfologii : materialy XXXV plenuma geomorfologicheskoy komissii Rossiyskoy akademii nauk, Simferopol, 3–8 oktyabrya 2016 g.* [Theory and Methods of the Modern Geomorphology. Proceedings of the XXXV Plenum Geomorphological Commission of the Russian Academy Science, Simferopol, 3–8 October 2016], Simferopol, 2016, vol. 2, pp. 171–175.

12. Korobov S. S., Polenov I. K. Karst odnogo solyanokupolnogo podnyatiya Prikaspiyskoy vpadiny [Karst of one salt dome raising of Caspian cavity]. *Gidrogeologiya solyanykh mestorozhdeniy i mineralnye vody* [Hydrogeology of salt layers and Mineral Water], Leningrad, Nedra Publ., 1964, pp. 84–97.

13. Yatskevich Z. V. Materialy k izucheniyu karsta Inderskogo podnyatiya [Materials to the study of karst of Inderskogo raising]. *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva* Proceedings of the All-Union Geographical Society], 1937, vol. 69, issue6, pp. 937–955.

14. Kadebskaya O., Chaykovskiy I. Skeleton crystals of cryogenic gypsum from Kungur Ice cave, Ural Mountains, Russia. *Proceedings 16th international congress of speleology*, Czech Republic, Brno, July 21–28, 2013, vol. 3, pp. 454–459.

15. Wallace W. E. Heats of Solution and Dilution of Calcium Sulfate Dihydrate in Aqueous, Sodium Chloride Solutions. *Journal of Physical Chemistry*, 1946, vol. 50 (2), pp. 152–168.

СОЗДАНИЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ EXTENSIBLE MARKUP LANGUAGE БАЗОЙ ДАННЫХ ОТОБРАЖЕНИЯ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА БОГДИНСКО-БАСКУНЧАКСКИЙ

Колотухин Александр Юрьевич, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: Marsarini@Gmail.com

Бармин Александр Николаевич, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: abarmin60@mail.ru

Валов Михаил Викторович, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Синцов Александр Владимирович, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: limsav@yandex.ru

Extensible Markup Language – язык программирования. Он является одним из наиболее удобных для хранения географических данных, что выражается в ряде его преимуществ при создании четких иерархических таблиц или таблиц описания объектов определенного формата. Данный язык был использован для создания базы данных фотонаблюдений Богдинско-Баскунчакского заповедника. Для оптимизации работы с этой базой научным сотрудникам заповедника требовалась