

3. Gulakyan K. A. O mekhanizme glubokikh opolzney vydavlivaniya [On the mechanism of deep landslides extrusion]. *Trudy Vsnrossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta geologii i inzhenernoy geologii* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Research Institute of Geology and Engineering Geology], 1968, issue 8, pp. 33–41.
4. Gulakyan K. A., Kyunttsel V. V. O raspoznavanii tipov opolznevnykh protsessov [On the recognition of types of landslides]. *Doklady sovetskikh uchenykh k Mezhdunarodnomu kongressu MAIG* [Proceedings of the Soviet Scientists to International MAEG Congress], Moscow, All-Russian institut nauchnoy i tekhnicheskoy informatsii Rossiyskoy akademii nauk, 1970. – pp. 190-200. In Russian.
5. Draknikov A. M. *Opolzni: tipy, prichiny obrazovaniya, mery borby* [Landslides, types, causes of uprising, control measures], Kiev, Ukrhidrospstroy Publ. House, 1956, pp. 15–23.
6. Emelyanova E.P. *Osnovnye zakonomernosti opolznevnykh protsessov* [Basic consistent patterns of landslides], Moscow, Nedra Publ., 1972.
7. Yemelyanova Ye. P. *Sravnitelnyy metod otsenki ustoychivosti sklonov i prognozy opolzney* [The comparative method of assessing the stability of slopes and landslides forecast], Moscow, Nedra Publ., 1972. 255 p.
8. Kyunttsel V. V. *Zakonomernosti opolzneвого protsessa na Yevropeyskoy territorii SSSR* [Consistent patterns of landslides in the European part of the USSR], Moscow, Nedra Publ., 1980. 213 p.
9. Shuster R., Krizik R. (ed.) *Opolzni. Issledovanie i ukreplenie* [Landslides. Research and capacity], Moscow, Mir Publ., 1981. 368 p.
10. Cherkasov V. A. *Inzhenerno-geologicheskoe rayonirovanie Severnogo Kavkaza* [Engineering and geological zoning of the North Caucasus], Rostov-on-Don, Rostov State University Publ. House, 1985. 156 p.
11. Shulyakov D. Yu. Osobennosti protekanie opolznevnykh protsessov na Severo-Zapadnom Kavkaze [Features of landslides in the North-West Caucasus]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2009, no. 4 (35), pp. 93–96.
12. Shulyakov D. Yu. Rasprostranenie i rayonirovanie opolzney SZ Kavkaza [Distribution and zonation of North-West Caucasus landslides]. *Izvestiya vuzov. zvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Yestestvennye nauki* [Proceedings of the Universities. North Caucasus Region. Natural Sciences], 2009, no. 5, pp. 125–128.
13. Efremov Yu. V. The Mechanism of Pshada mudflow Formation in the North-West Caucasus (Russia) (D.Yu. Shulyakov, A.S. Chernyavskiy). *Proceedings of the International Conference on Management of Landslide Hazard in the Asia-Pacific Region*, Sendai, Japan, The Japan Landslide Society Publ., 2008, pp. 329–334.
14. Gerasimov I. P., Zvonkova T. B. Natural hazards in the territory of the USSR: study, control and warning, *Natural hazards – local, national, global*. N.Y. Oxford University Press, 1974, pp. 243–251.
15. Zdruba Q., Mend V. *Landslides and Their Control*, Elsevier, New York, and Academia, Prague, 1969, 205p.
16. Schuster R. L., Krizek R. J. (ed.) Landslides, analysis and control. *Transportation Research Board Special Report*, 1978, no. 176, pp. 11–35.

ПЕЩЕРА КРИСТАЛЬНАЯ ПРИБАСКУНЧАКСКОГО КАРСТОВОГО ОКРУГА

Головачёв Илья Владимирович

кандидат географических наук, доцент

Астраханский государственный университет

Астраханское отделение Русского географического общества

414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

E-mail: bask_speleo@mail.ru

Головачёва Екатерина Ильинична
студент

Астраханский государственный университет
Астраханское отделение Русского географического общества
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: pravosolnza@mail.ru

Пещера Кристальная – красивейшая пещера Астраханской области. Она интересна своими кристаллическими образованиями и является второй по величине пещерой района окрестностей озера Баскунчак. Пещера образовалась в верхнепермских гипсах. Эти гипсы перекрыты сверху рыхлыми древнекаспийскими отложениями. Вход в пещеру находится на высоко приподнятом северном берегу озера Баскунчак. Пещера была открыта в 1986 г. астраханскими туристами. Она представляет собой комбинацию горизонтальных и вертикальных карстовых форм и начинается 15-метровым колодцем. В средней и в нижней части колодца на стенах произрастают мох и папоротник. Это единственное место произрастания папоротника в естественных условиях на территории Астраханской области. Пещера имеет только один вход и состоит из различных по форме и размерам залов: Холодного, Тёплого и Потустороннего – соединённых между собой проходами и лазами. Циркуляция воздуха затруднена. Отложения пещеры Кристальная представлены водными механическими, обвальными, водными хемогенными, органогенными, криогенными отложениями. Особенностью отложений данной пещеры является наличие широкого спектра вторичных кристаллических образований и кристаллов автохтонных минералов. Интересен факт наличия в пещерных отложениях материала-заполнителя. Этот материал тампонировал карстовую полость в дохвалынское время. С 1997 г. пещера Кристальная входит в состав государственного природного заповедника «Богдинско-Баскунчакский». Она находится в удовлетворительном состоянии, т.к. прекратилось её посещение туристами. Пещера уже много лет находится под наблюдением членом секции спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества. В настоящее время пещера закрыта для посещения и находится на консервации в целях восстановления кристаллических гипсовых образований.

Ключевые слова: сульфатный карст, карстовая пещера, пещерные отложения, кристаллические образования, вторичная кристаллизация, реставрация карста, Прибаскунчакский карстовый район

CRYSTAL CAVE OF BASKUNCHAK KARST DISTRICT

Golovachev Ilya V.
C.Sc. in Geography
Astrakhan State University
Astrakhan Department of Russian Geographical Society
16 Tatishcev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation
E-mail: bask_speleo@mail.ru

Golovacheva Yekaterina I.
Student
Astrakhan State University
Astrakhan Department of Russian Geographical Society
16 Tatishcev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation
E-mail: pravosolnza@mail.ru

Crystal Cave is a beautiful cave of Astrakhan region. It is interesting for its crystal formations. Crystal Cave is the second largest cave of lake Baskunchak area. The cave was formed in the Upper Perm gypsums. These gypsums are covered at the top with loose ancient Caspian deposits. The cave entrance is located on the highly elevated north shore of Lake Baskunchak. The cave was opened in 1986 by Astrakhan tourists. It is a combination of horizontal and vertical karst forms and has a 15-meter well at the beginning. In the middle and at the bottom of the well on the walls grow moss and fern. This is the only habitat of ferns in the wild in Astrakhan region. The cave has only one entrance and has a variety in shape and size halls: Cool, Warm and Revenant, connected by canals and holes. Air circulation is impeded. Crystal Cave deposits are water-mechanical, with collapsed, water chemogenic, organogenic, and cryogenic deposits. Feature of the deposits of the cave is a wide spectrum of secondary crystalline formations and crystals autochthonous minerals. There is material filler in cave deposits, which is plugged the karstic cavity in before Khvalynskiy time. Since 1997, Crystal Cave is part of the Nature Reserve "Bogdinsko-Baskunchaksky." It is in good condition, because visiting of tourists in it was stopped. The cave for many years is under supervision of members of the section of Speleology and Karst of Astrakhan branch of the Russian Geographical Society. Now the cave is closed for people visiting and it is on preservation for restoring the crystalline gypsum formations.

Keywords: sulfate karst, karst cave, cave deposits, crystal formation, the secondary crystallization, the restoration of karst, Pribaskunchakskiy karst area

Пещера Кристальная расположена в Прибаскунчакском карстовом округе на северном берегу озера Баскунчак, на территории Ахтубинского административного района Астраханской области. Она относится к пещерам коррозивно-эрозионного типа и является второй по величине пещерой данного района. Пещера впервые вскрыта астраханскими туристами в июне 1986 г. и ранее людьми не посещалась [5].

Пещерная полость заложена в верхнепермских гипсах кунгурского яруса (P_1kg). Гипсовые породы сверху перекрыты рыхлыми древнекаспийскими отложениями хвалынского возраста (hV_1). Вход в пещеру находится в 3 км западнее озера Карасун на высоко приподнятом северном гипсовом поле. Пещера имеет в настоящее время следующие основные морфометрические показатели: протяжённость – 145 м, глубина – 30 м, площадь – 198 м², объём – 490 м³. Пещера представляет собой комбинацию горизонтальных и вертикальных карстовых форм, что является её специфической особенностью [8]. Вход располагается в трёхствольном колодце. Только один из трёх стволов выводит в подземную полость, а остальные два – «слепые». Глубина входного колодца около 15 м (рис. 1).

Он относится к коррозивно-эрозионному типу. Гипсы в его верхней части сильно выветрены. Горловина входного колодца имеет диаметр около 3–5 м. Сечение колодца неправильной слегка овальной формы. В основании колодец сужается до 1 м в диаметре. Гипс, слагающий нижнюю часть колодца, уже становится твёрдым и плотным. В этой части колодца очень сыро и его стены покрыты мхом. В средней и в нижней частях колодца на крутых стенах среди различных видов мха произрастает папоротник Пузырник ломкий (*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.) [11]. Это единственное место произрастания Пузырника ломкого на территории Астраханской области.



а. б.
Рис. 1. Входной колодец пещеры Кристалльная:
а – вид сверху (фото: А.В. Добрыднева);
б – вид снизу (фото: И.В. Головачева)

В основании колодец переходит в небольшую камеру. Дно этой камеры покрыто скоплением песчано-глинистого материала с обилием органических остатков и сухой степной растительности (т.н. «перекати поле»). Далее узкая горловина $0,3 \times 0,4$ м выводит в нижерасположенный зал Холодный высотой до 3 м и размерами $4 \times 2,5$ м. Затем четырёхметровый низкий лаз выводит в зал Тёплый. Размеры этого зала $16,5 \times 9$ м при средней его высоте около 2,5–3 м (максимально до 4 м). Далее пещера заканчивается тридцатиметровым ходом и небольшим залом Потусторонний. Имеется и несколько боковых тупиковых ответвлений.

Температура воздуха в пещере $+ 10$ °С. Влажность воздуха 98–99 %. В дальней части зала Тёплый имеется небольшое пещерное озерцо площадью до 2 м^2 с сильной гипсовой минерализацией. Температура воды постоянная $+ 10$ °С. Пещера имеет только один вход. Циркуляция воздуха затруднена. По всей пещере, особенно в зале Тёплый, сильно выражена гипсовая вторичная кристаллизация на стенах и полу пещеры.

Отложения пещеры Кристалльная представлены водными механически-ми, обвальными, водными хемогенными, органогенными, криогенными отложениями (по классификации Д.С. Соколова – Г.А. Максимовича [14]). Особенностью отложений данной пещеры является наличие широкого спек-

тра вторичных кристаллических образований и кристаллов автохтонных минералов (гипс – $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, тенардит – $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$, брушит – $\text{CaH}[\text{PO}_4] \times 2\text{H}_2\text{O}$, ханебахит – $\text{CaSO}_3 \times 0,5\text{H}_2\text{O}$, мирабилит – $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \times 10\text{H}_2\text{O}$). Бесспорно, интересен факт наличия в пещерных отложениях материала-заполнителя, который тампонирует карстовую полость в дохвалынское время.

Обвальные отложения в пещере представлены тремя генетическими подтипами (по В.Н. Дублянскому [10]).

1. *Термогравитационные отложения* формируются в привходовой части пещеры за счёт действия физического выветривания в зоне резких сезонных колебаний температур. Эти отложения представлены гипсовой дресвой, щебнем, крошкой, которые скапливаются либо у горловины входного колодца, либо под ним на скальных полочках.

2. *Обвально-гравитационные отложения* можно условно подразделить на три группы.

Отложения I группы образуются за счёт обрушения глыб со свода пещеры без нарушения его целостности. За счёт подобного обрушения свод как бы растёт вверх, а под ним идёт накопление грубообломочного материала различного размера. Мощность подобных глыбовых навалов местами достигает в зале Тёплый до 3–4 м. Обрушение глыб со сводов происходит в основном по трещинам напластования. Характерна для этой группы отложений огромная величина обрушившихся со свода гипсовых глыб и блоков (например: $0,5 \times 0,5 \times 0,5$; $1,0 \times 1,0 \times 1,0$; $2,0 \times 1,0 \times 1,0$ м).

Отложения II группы образуются за счёт коррозионного или коррозионно-эрозийного процесса, благодаря которому происходит «отчленение» глыб от свода. Глыбовый материал имеет округлые сглаженные формы с явными следами карстования (могут быть гребнеобразными, уплощёнными, с останцовыми микроформами и карами на своей поверхности). Наиболее ярко подобные отложения представлены в дальней части пещеры и в зале Потусторонний.

Отложения III группы имеют меньшие размеры (в отличие от I группы) гипсовых глыб и кусков. Они характерны для коррозионно-разрывных участков пещеры, представляющих собой раскрытую трещину.

3. *Провально-гравитационные отложения* образуются при провале сводов пещер. Для них типично наличие в обрушенном глыбовом материале рыхлых делювиальных и (или) элювиальных отложений. Подобный тип отложений наиболее ярко представлен в зале Холодный и в небольшой камере над этим залом.

Водные механические отложения подразделяются на автохтонные (отложения пещерных рек и озёр) и аллохтонные (отложения, поступающие в пещеру с поверхности).

Автохтонные (аутигенные) водные механические отложения представлены в пещере слабо и связаны с небольшим озерцом. Мощность таких отложений – до 1–2 см. В составе этих отложений содержится тонкий супесчано-глинистый материал.

Аллохтонные (аллотигенные) водные механические отложения являются также маломощными. Они накапливаются в зале Холодный и в первом шкуродёре, куда они привносятся тало-дождевыми водами. В основной массе преобладают поступающие с инфлюационными водами и переотлагающиеся с поверхности супеси хвалынского возраста, в составе которых могут нахо-

дятся мелкие обломки гипсовой породы и кварцево-кремнистая уральская галька хвалынского возраста.

Для пещеры Кристальная, как и для других некоторых пещер Северного Прикаспия, можно выделить и ещё один подтип отложений *Палеоаллохтонные (палеоаллотигенные)*. Эти отложения являются материалом-заполнителем, который погребал пещеры в периоды трансгрессий Палео-Каспия [6]. В настоящее время на территории Прибаскунчакского карстового округа некоторые пещеры образуются за счёт реставрации карстовых подземных форм, т.е. благодаря освобождению подземных полостей от материала заполнителя, представленного рыхлыми морскими отложениями (супеси, суглинки и глины) [3]. Так в дальней части пещеры Кристальная ход заканчивался тупиком – камерой, полностью погребённой морскими супесчаными отложениями. Эти отложения подстилаются шоколадными хвалынскими глинами. Над данным участком располагается абсолютно ровная степная поверхность. Прокопав эти отложения, исследователи в мае 2005 г. вскрыли небольшую камеру – зал Потусторонний.

Водные хемогенные отложения пещеры Кристальная представлены субтерральными, субкавальными и коррелятными отложениями, а также кристаллами автохтонных минералов. *Субтерральные отложения* (образовавшиеся в воздушной среде, т.е. выше контакта с водной поверхностью) представлены корами вторичной кристаллизации гипса и вторичными кристаллическими образованиями – гипсовыми оторочками («лодочки», «уши»).

Коры вторичной кристаллизации гипса довольно широко представлены в данной пещерной полости. Они могут образовывать как сплошные покровы, так и отдельные локальные пятна; располагаться на стенах, сводах, полу и даже просто на отдельных глыбах и блоках гипса. Эти коры имеют молочно белый цвет или белесый (до грязнобелесого), если они захватили в процессе кристаллизации глинистые частицы.

Очень грубо можно выделить три основных типа этих кор. Первый тип характеризуется малой мощностью (до 1 см толщиной), плотностью и однородностью поверхности, плотностью коренной гипсовой породы под корой, относительно ровной (до абсолютно гладкой) поверхностью.

Второй тип включает в себя коры с неровной гроздевидной поверхностью. Об этом типе кор упоминает И.Б. Ауэрбах при описании свода одной из пещер на возвышенности Биш-чохо, которая «...представляется внутри, по своду покрытую мелкими гипсовыми сталактитами или гипсовой накипью, образующей гроздевидную поверхность...» [2]. В среде астраханских спелеологов и туристов подобные коры называются «гипсовое молоко» или «гипсовые натёки». Коры такого типа имеют толщину около 2 см. Они более рыхлые внутри и твёрдые к поверхности коры. «Гроздевидная поверхность» обусловлена радиально-лучистым расположением кристаллов гипса. Довольно часто можно наблюдать, как подобная кора в ходе своей эволюции отрывается от коренной породы. Между вторичной кристаллической корой и пещерной стеной образуется вначале разуплотнение, а затем и пустота. Скорее всего, это можно объяснить тем, что кора формируется за счёт порового питания, как бы высасывая питающий раствор из гипсовой породы. Этот раствор при испарении на выступающих элементах стены провоцирует кристаллизацию гипсовых кристаллов. Это подтверждается и тем, что кристаллические вторичные гипсовые коры образуются в пещере в местах движения воздуш-

ного потока. Подобный способ кристаллизации пещерных минералов за счёт порового питания подробно описан В.А. Мальцевым [16].

Третий тип представляет собой коры с щётками гипсовых кристаллов, различного размера и идиоморфизма. В зале Тёплом, где более стабильные микроклиматические показатели, кристаллики более крупные, бесцветные и прозрачные. В зале Холодном кристаллические образования более мелкие, мутные, с загрязнённой поверхностью.

Автором подмечена одна закономерность, характерная для пещер Северного Прикаспия, что пещеры, в которых имеются кристаллические гипсовые коры, не топят паводковыми водами, и в них нет процессов карстовой денудации [4]. Их пещерные воды не являются агрессивными по отношению к гипсу и представляют собой стоячий водяной горизонт (изолированную линзу), не испытывающий циркуляции. Кроме того, кристаллические гипсовые коры формируются в местах движения воздушных потоков. Особенно это касается сухих холодных потоков, втекающих с поверхности в пещеру зимой.

Кристаллические гипсовые покровные коры в пещере Кристальная образовались на рыхлом супесчаном грунте (на полу пещеры). Толщина покровной коры – около 1 см, не однородная по мощности и по цвету (от белой, до грязно-серой и даже тёмно-коричневой окраски на прилегающем к пещерному озеру грунтовом участке). Грунт под такой коркой является рыхлым и даже пушистым. Кора как бы нависает над рыхлыми отложениями пола пещеры. Наиболее развита кора в местах движения (затекания) холодного воздушного потока из-под входного колодца. Образование коры происходит опять же за счёт подтягивания питающего гипсодержащего раствора из глубины рыхлых отложений к поверхности и кристаллизации гипса в зоне испарения. Следов паводков, затоплений и движения вод в пещере не отмечено.

Вторичные пещерные гипсовые образования представлены также в данной полости. В пещере Кристальная на входе в зал Тёплый в основании стен имеются вторичные кристаллические образования «Уши», растущие поперёк втекающего воздушного потока (рис. 2). Это образование можно также отнести к оторочкам. «Уши» можно считать аналогом «Китового Уса» в пещере Атлантида на Западной Украине [12]. В связи с этим, вполне логично предположить аэрозольный генезис данных вторичных образований. Длина «Ушей» – 15–20 см (максимально до 40 см), ширина – около 10–15 см, толщина у основания – около 5–7 см (максимально до 10 см) и у края уменьшается до 0,5 см и менее. Края «Ушей» слегка завернуты по направлению втекающего воздушного потока.

Субкавальные отложения (образовавшиеся ниже уровня воды, на контакте поверхности воды с воздухом) представлены в пещере тёмно-серыми (грязного вида) вторичными кристаллическими гипсовыми корами с неровной поверхностью. Однако правильнее было бы считать, что они вначале образовались, а позже были притоплены и загрязнены.

Кристаллы автохтонных (аутигенных) минералов представлены в основном кристаллами гипса и солей как в виде отдельных монокристаллов, так и в виде разных агрегатных минеральных образований (двойники, друзы, щётки, корочки и пр.).

Кристаллы гипса встречаются в пещере Кристальная в различных вариациях. Щётки гипсовых кристаллов можно встретить в залах Тёплый и Холодный.

В зале Холодный, который подвержен колебаниям температуры, имеются на стенах и стеллах щётки гипсовых кристаллов. Кристаллы являются небольшими, мутными, игольчатой формы, размером до 2–3 мм. Они растут на гипсовом основании вмещающих пород при испарении конденсационных и инфильтрационных вод (не исключается и аэрозольная подпитка растущих кристаллов).

В глубине пещеры, где условия кристаллизации более ровные и спокойные, при относительной стабильности микроклиматических характеристик пещерного воздуха и наличии его движения, образуются стеклянно прозрачные, хорошо оформленные гипсовые кристаллы, сростки, щётки. Размеры кристаллов достигают 1 см (рис. 3).



Рис. 2. Вторичные кристаллические образования «Уши» в пещере Кристальная (фото И.В. Головачёва)



Рис. 3. Щётка гипсовых кристаллов на глыбе гипса в пещере Кристальная (фото И.В. Головачёва)

На момент вскрытия пещеры Кристальная и её первопрохождения, на центральной глыбе гипса посреди зала Тёплый автором было отмечено древовидное кристаллическое образование сростков гипсовых кристаллов общей высотой около 10 см (к сожалению, до настоящего времени оно не сохранилось). Над этим местом на своде пещеры находился (и по сей день находится) капельник. Свод в районе капельника под действием подтекающих сюда конденсационных вод обильно увлажнён. Гипс в этом месте взмучен, по внешнему виду и консистенции напоминает «мондмилх» («лунное молоко») [13]. Мощность взмученного слоя около 1–1,5 см, площадь около 0,5 м². Он обильно водонасыщен и с него происходит периодический срыв капель. Всё это навело на мысль о роли пещерных аэрозолей в процессе роста кристаллов гипса. О влиянии пещерных аэрозолей на рост пещерных кристаллических образований имеются указания в работах украинских спелеологов [12].

Гипсовые иглы характерны для пещеры Кристальная. Они представляют собой выросшие на глиняном субстрате прозрачные, а чаще слегка желтоватые, игольчатые двойники кристаллов гипса (двойникование кристаллов по типу «ласточкин хвост»). Они растут в результате испарения поровых рас-

творов, содержащихся в пещерных глинах. Длина кристаллических игл – около 6–8 см (максимально до 8–10 см), ширина – около 2–6 мм, толщина – около 1–2 мм. Часто иглы зонально окрашены захваченными в процессе кристаллизации глинистыми частичками.

Прозрачные гипсовые кристаллические образования неправильной формы, образовавшиеся в рыхлых пещерных супесчаных отложениях пещеры Кристальная. Здесь же встречаются и гипсовые иглы (двойники срастания по типу «ласточкин хвост»), но более неправильных форм и мелкие. Эти кристаллические образования формировались в условиях дефицита питающего раствора (т.н. «голодающая кристаллизация»).

Корочки (бляшки) соляных минералов: тенардит $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$, брушит $\text{CaH}[\text{PO}_4] \times 2\text{H}_2\text{O}$, ханебахит $\text{CaSO}_3 \times 0,5\text{H}_2\text{O}$ – обнаружены автором осенью 2002 года на гипсовой стене пещеры Кристальная. Они располагались тонкими корочками около 0,1 мм толщиной и площадью по 1–2 см². Корочки абсолютно бесцветные и прозрачные. Они располагаются прямо поверх вторичной гипсовой коры на стене небольшой камеры за залом Тёплый. Минералогическое определение сделано по просьбе автора на кафедре минералогии геологического факультета в Санкт-Петербургском университете в 2003 г. Основным минералом кристаллических бляшек (корочек) является тенардит $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$. Однако необходимо учесть, что «...тенардит – типичное осадочное образование, возникающее в процессе кристаллизации из чистых водных растворов при температуре выше 32,4 °С (при более низких температурах выпадает мирабилит)...» [15]. Так как в пещере Кристальная, в районе образования данных полиминеральных кристаллических бляшек, температура воздуха колеблется в незначительных пределах от 7,8 до 8,4 °С, то можно довольно смело утверждать, что в состав бляшек первоначально входил мирабилит $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \times 10\text{H}_2\text{O}$, а не тенардит $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$. В тех местах бляшек, где они из прозрачных сделались белесомутными, мирабилит перешёл в тенардит.

Мирабилитовые тонкие волосовидные кристаллы в этой же камере пещеры Кристальная растут из рыхлых супесчаных отложений пола. Они являются бесцветными, длиной до 2–3 см. Бывают отдельные прямые тонкие волосовидные кристаллы, но чаще кристаллы растут в виде тонкой ваты на небольших кусочках глины.

Находки мирабилита $\text{Na}_2[\text{SO}_4] \times 10\text{H}_2\text{O}$ и тенардита $\text{Na}_2[\text{SO}_4]$ в пещере Кристальная и в других пещерах района являются показателем присутствия в пещере высоко насыщенных сульфатно-натриевых рассолов. На момент вскрытия в 1986 г. пещеры Кристальная в ней была встречена так называемая «гипсовая вата» – скопление гипсовых волосовидных кристаллов. Однако впоследствии они почти исчезли из-за нарушения естественного микроклимата пещеры при вскрытии полости.

Органогенные отложения представлены в пещере продуктами и следами обитания (погадки, перья, и пр.), а также костными останками различных животных (змеи, суслики, лисы, лошади, и пр.). В меньшей степени встречаются кости птиц. Органические растительные остатки, представлены мелкими фрагментами стеблей степной растительности типа «пережати поле» (например, фрагментами стеблей ревеня татарского и др.) и всевозможными семенами растений. Они имеются в отложениях небольшой камеры, расположенной под входным колодцем, где залегают попеременно с рыхлыми грунтовыми отложениями.

Криогенные отложения обычно широко встречаются в пещерах нашей страны. Для Кунгурской пещеры на Урале они вообще являются визитной карточкой пещеры и привлекают к себе потоки туристов [1]. Во многих пещерах Северного Прикаспия они тоже часто образуются и имеют сезонный характер [7]. В окрестностях озера Баскунчак они также широко представлены среди прочих типов отложений, особенно в пещере Баскунчакская [9]. Однако в пещере Кристальная криогенные отложения представлены только *конжеляционными* льдами, имеющими сезонный характер и формирующимися за счёт замёрзания инфильтрационных вод. Они образуются в зале Холодный. В этот зал через отверстие в своде в пещеру попадают талые воды, снег и морозный воздух. Снежно-ледовый конус, образующийся за счёт *офирнования снега*, накапливается в снежные холодные зимы и в нижней части входного колодца. Там конус может сохраняться до мая месяца (когда температура воздуха на поверхности достигает + 25 °С). Так в мае 2012 г. входной колодец был почти наполовину забит снегом, не смотря на установившийся тёплый период (до + 20 °С). Мощность снежной пробки составила около 7 м (рис. 4).



Рис. 4. Снежная пробка во входном колодце пещеры Кристальная образовавшаяся в 2012 г. (фото: А.С. Сергеева)

В целом, судя по морфологии пещеры, можно было бы ожидать, что Кристальная будет являться «холодовым мешком», набирая в зимнее время морозный воздух и удерживая его большую часть тёплого периода. Подобным примером является колодец Одноглазый расположен на северном берегу озера Индер в Казахстане, на дне которого в подземной камере криогенные отложе-

ния сохраняются до середины лета [7]. Однако этого не происходит и снежно-ледовые отложения быстро стаивают с наступлением теплого периода.

В 1993 г. пещера вошла в состав земель государственного природного заказника «Богдинско-Баскунчакский», а в 1997 г. – в состав государственного природного заповедника «Богдинско-Баскунчакский». Эти события позволили остановить разрушение пещерного убранства. Так как прекратилось её посещение туристами. Пещера уже много лет находится под наблюдением членов секции спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества.

В настоящее время пещера закрыта для посещения и находится на консервации в целях восстановления кристаллических гипсовых образований.

Работа выполнена в рамках ГК 14.В37.21.0586 ФЦП РФ.

Список литературы

1. Андрейчук В. Криогенные минеральные образования Кунгурской ледяной пещеры / В. Андрейчук, Е. Галускин // Пещеры. – 2001. – Вып. 27–28. – С. 108–116.
2. Ауэрбах И. Б. Гора Богдо. Исследования, произведённые по поручению Императорского Русского географического общества в 1854 году / И. Б. Ауэрбах. – Санкт-Петербург, 1871. – 81 с.
3. Головачёв И. В. История развития карста в районе окрестностей озера Баскунчак / И. В. Головачёв // Геология, география и глобальная энергия. – Астрахань : Астраханский университет, 2012. – № 1 (44). – С. 193–199.
4. Головачёв И. В. Карст и пещеры Северного Прикаспия : монография / И. В. Головачёв. – Астрахань : Астраханский университет, 2010. – 215 с.
5. Головачёв И. В. Пещеры Астраханской области / И. В. Головачёв, В. И. Головачёв // Материалы II краеведческой конференции. – Астрахань : Астраханский государственный университет, 1989. – С. 61–65.
6. Головачёв И. В. Развитие древнего карста на территории Прикаспийской низменности / И. В. Головачёв // Геология, география и глобальная энергия. – Астрахань : Астраханский университет, 2012. – № 1 (44). – С. 155–159.
7. Головачёв И. В. Сезонные криогенные отложения пещер Северного Прикаспия / И. В. Головачёв // 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.
8. Головачёв И. В. Сульфатный карст и его особенности / И. В. Головачёв, И. В. Быстрова // Геология, география и глобальная энергия. – 2012. – № 4 (47). – С. 193–202.
9. Головачёв И. В. Характеристика отложений карстовых пещер Астраханской области / И. В. Головачёв // Геология, география и глобальная энергия. – Астрахань : Астраханский университет, 2012. – № 1 (44). – С. 177–188.
10. Дублянский В. Н. Карстоведение. Ч. 1. Общее карстоведение : учебное пособие / В. Н. Дублянский, Г. Н. Дублянская. – Пермь : Пермский государственный университет, 2004. – 308 с.
11. Лактионов А. П. Флора Астраханской области : монография / А. П. Лактионов. – Астрахань : Астраханский университет, 2009. – 296 с.
12. Климчук А. Б. Пещерные вторичные образования аэрозольного генезиса / А. Б. Климчук, В. М. Наседкин, К. И. Каннингем // Свет. – 1993. – № 3 (9). – С. 15–28.
13. Мазина С. Е. Различные формы лунного молока пещер России в свете проблемы генезиса / С. Е. Мазина, А. А. Семиколенных // Пещеры : сборник научных трудов. – 2010. – Вып. 33. – С. 34–44
14. Максимович Г. А. Основы карстоведения. Т. 1. / Г. А. Максимович. – Пермь, 1963. – 444 с.
15. Малоштанова Н. Е. Минеральный состав отложений Кунгурской ледяной пещеры / Н. Е. Малоштанова, Н. Г. Максимович, У. В. Назарова // Пещеры. – 2001. – С. 116–128.
16. Мальцев В. А. Пещера мечты. Пещера судьбы: Пещера Кап-Кутан в Туркмении: Размышления спелеолога в форме вольного трёпа / В. А. Мальцев. – Назрань : Астрель, 1997. – 351 с.

Reference

1. Andreychuk V., Galuskin Ye. Kriogennyye mineralnyye obrazovaniya Kungurskoy ledyanoy peshchery [Cryogenic mineral formations of Kungur ice cave]. *Peshchery* [Caves], 2001, issue 27–28, pp. 108–116.
2. Auerbakh I. B. *Gora Bogdo. Issledovaniya, proizvedennyye po porucheniyu Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva v 1854 godu* [Mount Bogdo. Studies made on behalf of the Imperial Russian Geographical Society in 1854], Saint-Petersburg, 1871. 81p.
3. Golovachev I. V. Istoriya razvitiya karsta v rayone okrestnostey ozera Baskunchak [History of the development of karst in the area of Lake Baskunchak]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2012, no. 1 (44), pp. 193–199.
4. Golovachev I. V. *Karst i peshchery Severnogo Prikaspiya* [Karst and caves of the North Caspian], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2010. 215 p.
5. Golovachev I. V., Golovachev V. I. Peshchery Astrakhanskoy oblasti [Caves of Astrakhan region]. *Materialy II kraevedcheskoy konferentsii* [Proceedings of the II Regional Conference], Astrakhan, Astrakhan State University Publ. House, 1989, pp. 61–65.
6. Golovachev I. V. Razvitie drevnego karsta na territorii Prikaspiyskoy nizmennosti [The development of the ancient karst in the Caspian Lowland]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2012, no. 1 (44), pp. 155–159.
7. Golovachev I. V. Sezonnyye kriogennyye otlozheniya peshcher Severnogo Prikaspiya [Seasonal cryogenic cave sediments of the North Caspian]. *Karstovyye sistemy severa v menyayushcheyse srede : sbornik tezisov 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.
8. Golovachev I. V., Bystrova I. V. Sulfatnyy karst i ego osobennosti [Sulfate Karst and its features]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2012, no. 4 (47), pp. 193–202.
9. Golovachev I. V. Kharakteristika otlozheniy karstovyykh peshcher Astrakhanskoy oblasti [Characteristics of karst cave deposits of Astrakhan region]. *Geologiya, Geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2012, no. 1 (44), pp. 177–188.
10. Dublyanskiy V. N., Dublyanskaya G. N. *Karstovedenie. Ch. 1. Obshchee karstovedenie* [Karstology. P. 1. Total karstology], Perm, Perm State University Publ. House, 2004. 308 p.
11. Laktionov A. P. *Flora Astrakhanskoy oblasti* [Flora of the Astrakhan region], Astrakhan, Astrakhan University Publ. House, 2009. 296 p.
12. Klimchuk A. B., Nasedkin V. M., Kanningem K. I. Peshchernyye vtorichnyye obrazovaniya aerezolnogo genezisa [Cave of the genesis of secondary aerosol formation]. *Svet* [Light], 1993, no. 3 (9), pp. 15–28.
13. Mazina S. Ye., Semikolenykh A. A. Razlichnyye formy lunnogo moloka peshcher Rossii v svete problemy genezisa [Various forms of milk lunar caves Russia in the light of the genesis]. *Peshchery : sbornik nauchnykh trudov* [Caves. Proceedings], 2010, issue 33, pp. 34–44.
14. Maksimovich G. A. *Osnovy karstovedeniya. T. 1.* [Basics Karst. Vol. 1], Perm, 1963. 444 p.
15. Maloshtanova N. Ye., Maksimovich N. G., Nazarova U. V. Mineralnyy sostav otlozheniy Kungurskoy ledyanoy peshchery [The mineral composition of sediments Kungurskaya ice cave], *Peshchery* [Caves], 2001, pp. 116–128.
16. Maltsev V. A. Peshchera mechty. Peshchera sudby: Peshchera Kap-Kutan v Turkmenii: Razmyshleniya speleologa v forme volnogo trepa [Cave dreams. Cave of fate: Cave Cap-Kutan in Turkmenistan: Reflections caver in the form of free idle talk], Nazran, Astrel Publ., 1997. 351 p.