

СОВРЕМЕННОЕ ЭФЕМЕРНОЕ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ В КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ

С.С. Потапов¹, Н.В. Паршина¹, П.Н. Сивинских², О.И. Калебская³, Н.Г. Максимович³

¹Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

²Естественнонаучный институт, г. Пермь

³Лаборатория-стационар ГИ УрО РАН, г. Кунгур

Спелеоминералогия – раздел минералогической науки, посвященный изучению минеральных образований в пещерах [9]. Начиная с 2004 г. нашим коллективом сначала в режиме обычных ознакомительных экскурсий с турфирмой, а затем – планомерных совместных работ с сотрудниками стационара, проводился отбор, главным образом, современных минеральных образований в Кунгурской ледяной пещере. На основе обзора литературных данных, частично приведенных в библиографическом списке [1, 3-5], а также непредставительных собственных наблюдений, нами была проведена предварительная типизация минеральных образований Кунгурской ледяной пещеры [8]. Последнее самое детальное опробование пещеры было проведено в марте 2006 г. Особое внимание уделялось техногенным минеральным образованиям [2], формирующимся на подпорных стенах и колоннах, на элементах анкерной крепи, железобетонных и стальных конструкциях (рис. 1), а также эфемерным (сезонным) минерализациям.

К эфемерным образованиям, в частности, относятся наблюдаемые в феврале-апреле на потолке и стенах некоторых гротов пещеры волокнистые белые агрегаты, растущие субперпендикулярно поверхности субстрата. Ранее некоторые исследователи называли подобные образования «гипсовый мох» или «гипсовый пух» [1], что вполне справедливо, поскольку вещественную основу этих агрегатов действительно составляет гипс, а морфологически это и в самом деле напоминает легкий белый пух. Подобные образования, в частности, наблюдались ранее в юго-западном крыле грота Полярный.

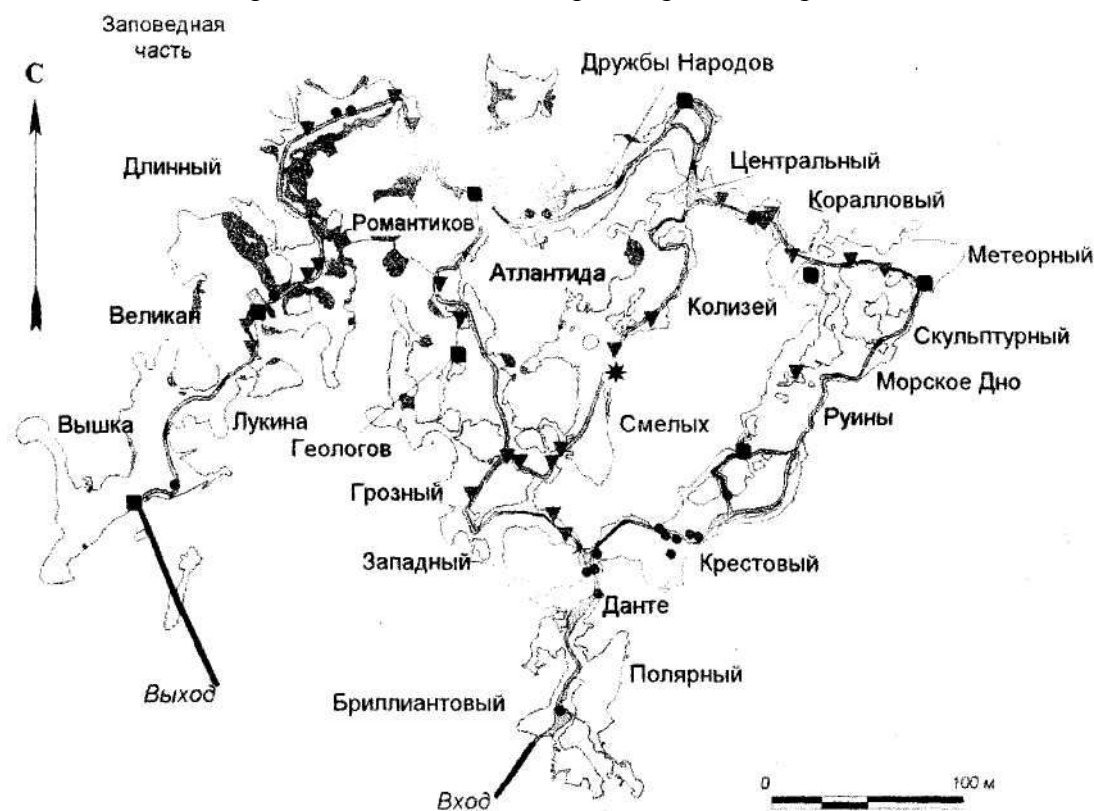


Рис. 1. Схема Кунгурской ледяной пещеры.

Кружки – искусственные подпорные колонны, треугольники – искусственные подпорные стенки, квадраты – подсобные помещения. Звездочкой отмечено место отбора образцов с мирабилитом.

В 1995 г. К. А. Горбунова с соавторами [1] описала «гипсовый мох» с потолка и со стен юго-западной части грота Полярный как аэрозольное образование, которое «представляет собой массу тонкоигольчатых и волокнистых кристаллов, расположенных перпендикулярно или под углом 70-85° к поверхности потолка. Преобладающая длина 1.5-2 см, у отдельных индивидов – до 3.5-4.0 см. Под микроскопом отмечаются сгустки звездчатой и розетковидной формы с пелитоморфной структурой, не просвечивающей в проходящем свете, и зерна игольчатой и пластинчатой формы не крупнее 0.01 мм... В составе преобладает гипс, присутствует доломит и ангидрит».

В марте 1998 г. студентка геологического факультета ПГУ У. В. Назарова отобрала и описала эти же пушистые минеральные новообразования из грота Полярный [4]. Рентгенофазовый анализ этого новообразования, проведенный в МГУ В. Г. Шлыковым, показал, «что в его составе преобладает тенардит ($\text{Na}_2(\text{SO}_4)$) – минерал, который до настоящего времени в отложениях пещеры не был обнаружен». Авторы отмечают, что по условиям, царящим в пещере, тенардит не мог в ней образоваться изначально, поэтому пишут: «...естественно предположить, что первоначальный состав волокнистых новообразований был мирабилитовый».

Подобное замещение мирабилита тенардитом отмечалось нами ранее на стеновых покрытиях в жилом помещении при подтекании дождевых вод [6], на внутренней кирпичной стене-опоре кровли Крестовоздвиженского храма [7]. С. В. Прибавкин и Е. С. Шагалов [10] обнаружили подобные образования в виде крупных (до нескольких сантиметров) волосовидных кристаллов, образующих параллельно-игольчатые ватоподобные агрегаты белоснежного цвета в подвале Института геологии и геохимии УрО РАН в Екатеринбурге. При этом авторы отмечают сезонный характер появления минеральных новообразований, – бурный их рост происходит осенью и весной, когда воздух достаточно влажный; и, кроме того, происходит подпитка подвального этажа дождевыми и талыми водами. Образование минеральных пушистых высаливаний связывается с добавлением Na_2SO_4 к цементному раствору для ускорения его схватывания, либо с реакцией между гипсовым вяжущим и жидким стеклом, либо с реакцией кислых (как следствия глобального загрязнения атмосферы серным ангидритом) дождевых вод с галитом, используемым как добавка к штукатурке и побелке для придания им прочности. Во влажной среде в результате этих реакций образовывался мирабилит, последующая дегидратация которого в сухих условиях приводила к образованию тенардита.

Авторы [4] лишь предположили возможность образования мирабилита в Кунгурской ледяной пещере, но достоверно находку его Tie подтвердили, а в статье привели кристалломорфо-логические, физические, оптические и рентгенографические характеристики эталонного, а не реального кунгурского пещерного мирабилита.

Первая достоверная находка мирабилита была сделана нами 4 марта 2006 г. при переходе из грота Колизей в грот Смелых (см. рис. 1). Здесь возле туристической тропы на почве с левой стороны обнаружены обломки гипсовой породы с обильными пушистыми новообразованиями; длина волокон пуха в среднем 15 мм, максимальная длина 20-25 мм (рис. 2). Эти образцы были герметично упакованы, в лабораторных условиях подготовлен их препарат с вазелином (во избежание дегидратации) и получена рентгенограмма, соответствующая мирабилиту с примесью гипса (табл. 1).

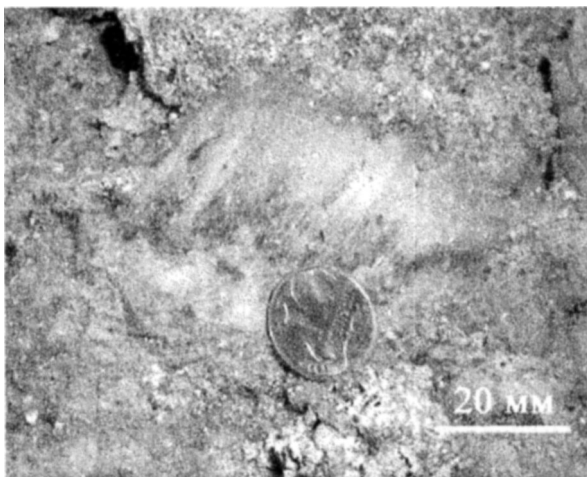


Рис. 2. Белые пушистые минеральные новообразования мирабилита и гипса на породных обломках на почве перед входом в грот Смелых.

Таблица 1

Рентгенограмма пробы К-22-06 из Кунгурской ледяной пещеры (1), эталонного мирабилита $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (2) и эталонного гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (3)

1		2 (*ASTM, 11-647)			3 (ASTM, 6-0046)		
d, Å	I	d, Å	I	hkl	d, Å	I	hkl
7.583	100	-	-	-	7.56	100	020
5.47	65	5.49	100	002	-	-	-
4.658	26	4.77	45	120, 201	-	-	-
4.277	57	4.32	20	211	4.27	50	$1\bar{2}1$
3.804	24	3.83	40	$12\bar{2}$	3.79	20	031, 040
3.339	21	3.31	5	311	-	-	-
3.248	10	3.26	60	$13\bar{1}$	-	-	-
3.183	22	3.21	75	$320, 40\bar{1}$	-	-	-
3.063	79	3.11	60	$40\bar{2}, 313$	3.059	55	$14\bar{1}$
2.878	46	2.896	5	321	2.867	25	002
2.78	43	2.801	30ш	$40\bar{3}, 231$	2.786	6	$21\bar{1}$
2.739	7	2.743	15	$132, 004$	-	-	-
2.677	15	2.687	10	$33\bar{1}$	2.679	28	022, 051
2.212	7	2.208	5	$13\bar{4}, 214$	2.216	6	$15\bar{2}$
2.189	6	2.196	5	$511, 23\bar{4}$	-	-	-
2.073	5	2.071	15	$224, 41\bar{5}$	2.073	8	112, 251
2.011	7	-	-	-	1.990	4	170
1.895	7	-	-	-	1.898	16	080, 062
1.864	15	-	-	-	1.864	4	$31\bar{2}$
1.807	7	-	-	-	1.812	10	$26\bar{2}$
1.782	6	-	-	-	1.778	10	260
1.661	5	-	-	-	1.664	4	$34\bar{1}$
1.619	4	-	-	-	1.621	6	$20\bar{4}, 181, 053$

Воплощение в специфический белоснежный вато- или пухоподобный минеральный агрегат однозначно не указывает, что это новообразование выполнено мирабилитом. Такие «пушистые» минеральные образования встречаются в Кунгурской пещере довольно широко. В частности, они обнаружены в гротах Крестовый, Руины, Геологов, Атлантида... Причем со

временем наблюдается тенденция к их более широкому гов гов еще пять лет назад подобных образований не обнаруживалось. В переходе из грота Колизей в грот Смелых, ближе к последнему, на сужении прохода немногим более 1 м обнаруживается очень сильная тяга воздуха. В этом месте справа от тропы смонтирована защитная стенка из железобетонных конструкций, укрепленная стальной арматурой. На железобетонных блоках этой стенки на разной высоте (от 0.5 до 1.8 м) зонами распределяются минеральные новообразования также в виде белых пушистых налетов. Сложены они преимущественно гипсом, возможно, с незначительной механической примесью кварца. Таким образом, и опыт предшественников, и наш собственный позволяет констатировать, что пушистые новообразования чаще всего являются действительно «гипсовым пухом», тогда как новообразования мирабилита весьма редки, если не единичны. Требуется проведение ревизии пушистых минеральных новообразований в юго-западном крыле грота Полярный, изучавшихся ранее К. А. Горбуновой и Н. Г. Максимовичем с соавторами, с целью уточнения их минерального выполнения.

Что касается генетической стороны формирования гипсовых и гипсово-мирабилитовых пушистых агрегатов, то маловероятно, что они являются аэрозольными образованиями. Игольчатый или волосовидный характер минеральных индивидов в специфическом пушистом агрегате мог формироваться на любом «гипсометрическом» уровне (на кровле, стенах и, как оказалось, даже на почве пещеры) при капиллярном питании через породный субстрат соответственно минерализованными растворами. В летний период эти пушистые минеральные новообразования исчезают, чтобы вновь образоваться зимой.

Другое эфемерное минеральное новообразование было обнаружено П. Н. Сивинских в ноябре 2005 г. на дне обмелевшего озера в гроте Длинный. Это необычные трубчатые минеральные образования, ранее для пещеры не наблюдавшиеся и не описанные (рис. 3). Эти образования формируют минеральный куст и растут вверх (видимо, за счет питания поровыми растворами) на поверхности разрушенного, частично дезинтегрированного обломка гипсовой породы, покрытого тонким слоем красно-коричневой глины. Отдельные трубочки достигают в высоту 4 см. На кафедре минералогии ПГУ Н. Е. Молоштановой эти образования диагностированы как арагонит. Отобранные нами 5 марта 2006 г. (в течение всей зимы эти минеральные новообразования сохранились) эти же образцы дали типичную для кальцита рентгенограмму с основными отражениями 3.028 (3.036); 2.488 (2.497); 2.277 (2.287); 2.089 (2.095); 1.924 (1.913); 1.874 (1.877) Е (в скобках приведены данные для эталонного кальцита). В весенний паводок место образования «кальцитовых кустов» непременно бы затопило, и они могли раствориться или разрушиться механически, т.е. в любом случае была угроза невозможности сохраниться на месте своего образования, поэтому они были эвакуированы за пределы зоны возможного затопления.



Рис. 3. Современные трубчатые образования кальцита со дна обмелевшего озера в гроте Длинный.

В заключении отметим, что Кунгурская пещера, вопреки расхожему мнению о простоте её минерального мира, являет собой своеобразную подземную кладовую, углубленные исследования которой принесут еще много новых открытий не только первичных, но и вторичных минералов.

Авторы благодарны Н. В. Лавровой (Лаборатория-стационар Горного института УрО РАН, г. Кунгур) за совместную работу в Кунгурской ледяной пещере, а также П. В. Хворову (Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс) за оперативное выполнение рентенофазовых анализов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 07-05-00618 по теме «Минералогия и экология пещер карбонатного и сульфатного карста Урала, природный и техногенный сталактитогенез».

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунова К. А., Молоштанова Н. Е., Максимович Н. Г., Яцына И. И. Геохимически изменённые породы и вторичные минеральные образования Кунгурской ледяной пещеры // Кунгурская ледяная пещера. Вып. 1. Пермь: Пермский университет, 1995. С. 26-58.
2. Кадебская О. И., Потапов С. С. Техногенные натечные образования в Кунгурской ледяной пещере // Минералогия техногенеза-2006. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. С. 22-31.
3. Кунгурская пещера: опыт режимных наблюдений / Под ред. В. Н. Дублянского. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 376 с.
4. Максимович Н. Г., Молоштанова Н. Е., Назарова У. В., Шлыков В. Г. Новообразования мирабилита-тенардита в Кунгурской ледяной пещере // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: Материалы науч. конф. Пермь: Пермский университет, 1999. Вып. 1. С. 47-48.
5. Молоштанова Н. Е., Шлыков В. Г., Максимович Н. Г. Новообразование целестина в Ледяной пещере // Кунгурская ледяная пещера. Вып. 1. Пермь: Пермский университет, 1995. С. 59-63.
6. Потапов С. С., Ершов В. В. Вторичное минералообразование в стеновых покрытиях // Уральский минералогический сборник № 1. Екатеринбург: УИФ Наука, 1993. С. 120-123.
7. Потапов С. С. Минеральные новообразования в Крестовоздвиженском храме // Уральская минералогическая школа-2001. Геохимия, минералогия и минерагения техногенеза. Екатеринбург: УГГГА, 2002. С. 22-27.
8. Потапов Д. С., Потапов С. С. Типы минерализации Кунгурской ледяной пещеры // Минералогия техногенеза-2005. Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. С. 48-52.
9. Потапов С. С., Паршина Н. В., Потапов Д. С., Кадебская О. И., Сивинских П. Н. Спелео-минералогия (на примере Кунгурской ледяной пещеры) // Теория, история, философия и практика минералогии: Материалы ГУ Международного минералогического семинара. 17-20 мая 2006 г. Сыктывкар: Геопринт, 2006. С. 71-74.
10. Прибавкин С. В., Шагалов Е. С. О высаливании на стенах зданий // Уральская минералогическая школа-2001. Геохимия, минералогия и минерагения техногенеза. Екатеринбург: УГГГА, 2002. С. 36-37.