

ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 551.44

DOI:10.7242/echo.2022.1.1

НОВЫЕ ДАННЫЕ О КИЧМЕНСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЕ

О.И. Кадебская, А.В. Красиков
Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Основная цель работы – выявление изменений в конфигурации входа, проходов и основных гротов пещеры, произошедших за 60 лет после ее открытия. Составлен новый топографический план полости, дано его сравнение со съемкой 1961 г. Произведена оценка изменений в накоплении льда в привходовой части пещеры. Проведено изучение минерального и химического состава криогенных минералов. Обнаружена редкая криогенная минерализация – гексагидрит ($Mg [SO_4] \times 6H_2O$). На основе новых данных об уникальности многолетнего оледенения и минерального разнообразия пещеры представлено обоснование возвращения ей статуса ООПТ регионального значения, который она утратила в 2009 г.

Ключевые слова: гипсовые пещеры, пещерные отложения, криогенез, топографическая съемка.

Введение

Кичменская Ледяная пещера расположена в 5,2 км от д. Лядово Насадского сельского поселения Кунгурского муниципального округа, на правом берегу реки Кичмень.

Вход в пещеру обнаружили в сентябре 1951 г. жители д. Бурково Кунгурского района на дне глубокого провала. Пещеру исследовала группа спелеологов Пермского государственного университета в 1961 г. и свердловские геологи в 1974 г. Общая длина ходов и гротов Кичменской пещеры на период обследования (1961 г.) составляла 450 м [1], в дальнейшем [3] указывалась протяженность пещеры в 470 м. Кроме съемки, в 1961 г. были отобраны образцы воды и льда и установлено, что в формировании состава ледяных образований в пещере принимают участие инфильтрационные воды, имеющие высокую минерализацию и сульфатно-кальциевый состав, характерный для данного типа вмещающих горных пород [2]. Предложение о присвоении статуса было выдвинуто кафедрой биогеоценологии и охраны природы Пермского университета в 1989 г. Статус памятника природы был присвоен решением Пермского облисполкома № 285 от 12.12.1991 г. В 2009 г. пещера была исключена из списка охраняемых природных объектов Пермского края по неизвестной причине.

Целью работы было установление изменений морфологических параметров основных гротов и входа пещеры, их влияние на формирование многолетнего оледенения, и изучение криогенных минералов.

Методы исследования

Съемка подземной части пещеры проводилась с использованием электронной модифицированной лазерной рулетки Leica Disto X310, погрешность измерения расстояний не выходила за предельные значения, допустимые в процессе калибровки прибора. В результате съемки проложена нитка основного хода с одновременным измерением расстояний между переходными точками. Исходными пунктами для измерений служили временные репера, заложенные вблизи входа в пещеру.

Камеральная обработка данных подземной съемки выполнена в специализированном ПО XTeigion. По результатам съемок составлен план подземной части.

Исследование морфологии и химического состава минеральных образований проводилось на сканирующем электронном микроскопе VEGA 3 LMN с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350/X-max 20 в Горном институте УрО РАН в г. Пермь (аналитик к.г.-м.н. Коротченкова О.В.). Образцы после высушивания при комнатной температуре напылялись углеродом и исследовались в камере с высоким вакуумом.

Определение минерального состава образцов проводили в секторе наноминералогии Центра коллективного пользования уникальным научным оборудованием Пермского государственного национального исследовательского университета методом МП-03/РФ-2015 рентгенографического количественного фазового анализа.

Количественный анализ валового состава пробы выполняли с помощью программного обеспечения Тораз 4-2, которое реализует безэталонный анализ на основе метода Ритвельда – процедуры минимизации отклонения между экспериментальной и теоретически рассчитанной дифрактограммами. В качестве рассчитанных моделей кристаллических структур использовались файлы базы данных, поступившей с приобретением программного обеспечения. Сумма минеральных фаз рассчитывалась к 100%.

Результаты исследований

За прошедшие 60 лет в конфигурации гротов и проходов пещеры произошли значительные изменения. Прежде всего изменилась конфигурация входа в пещеру. Ранее вход находился на дне провала размерами 14 x 11 м и глубиной 18 м (рис. 1).

Сейчас стенки провала обрушились и частично перекрыли входное отверстие пещеры и первый грот. В описании 1961 года высота первого грота составляла 25 м, на сегодняшний день высота в основной части не превышает 2-3 м. Проход во Второй грот не изменился, конфигурация грота Панорамный и Третьего грота с многолетней наледью мощностью до 7 м также сохранились благодаря цементации обломков наледью при постоянной отрицательной температуре в этой части пещеры. Основные изменения произошли в той части пещеры, где протекает ручей, в некоторых местах там ход полностью замывает глинистыми отложениями и обломочным материалом. Из 5 ходов к подземной реке остался доступен только один, в некоторые ответвления и дальние Пятый и Шестой гроты через «Коридор крещения спелеологов» доступа сейчас нет. По данным полуинструментальной съемки, длина пещеры на 2021 г. уменьшилась и составляет 350 м с амплитудой – 25 м (рис. 2).

Замеры площади многолетнего льда и его мощности показали, что за 60 лет никаких значительных изменений не произошло. Мощность наледи в гротах Панорамный и Третий достигает 7 м, что является самым большим показателем среди гипсовых пещер Приуралья. В Первом и Четвертом гроте в зимний период образуется сезонное оледенение и многочисленные сублимационные кристаллы (рис. 3).

Отбор проб криогенных минералов в пещере производился впервые, всего было отобрано 5 образцов: криогенная мука со сталактита в Первом гроте, в проходе из Первого грота в грот Панорамный со сталактита и сталагмита, с поверхности наледи в гроте Панорамный и из прослоя в нижней части наледи в Третьем гроте. При помощи рентгенофазового анализа установлен общий минеральный состав проб (табл. 1, рис. 4)



Рис. 1. Вход в Кичменскую Ледяную пещеру:
а – вид из первого грота (фото 1961 г) [2]; б – конфигурация входа на 2021

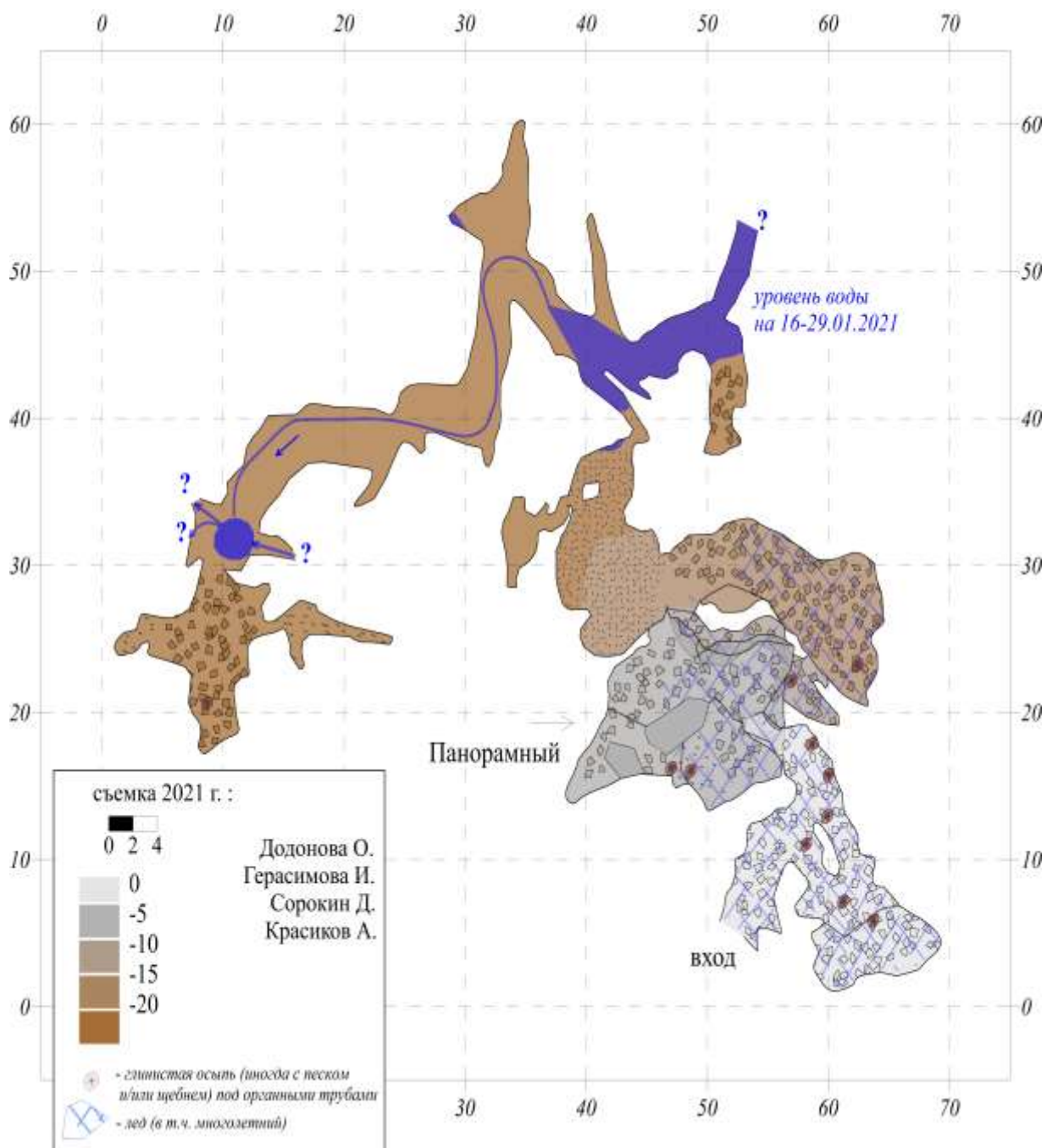


Рис. 2. План Кичменской Ледяной пещеры (съемка 2021 г.)

Из новообразованных криогенных минералов в пещере установлены гипс, кальцит, гексагидрит и барит (рис. 5).



Рис. 3. Ледяные образования в Кичменской Ледяной пещере:
а – наледь в гроте Третьем; б – наледь в Панорамном гроте;
в, г – ледяные образования в Четвертом гроте

Таблица 1

Общий минеральный состав проб

Определяемая характеристика	%
Массовая доля гипса	79,4
Массовая доля кальцита	15,0
Массовая доля кварца	4,1
Массовая доля гексагидрита	1,5

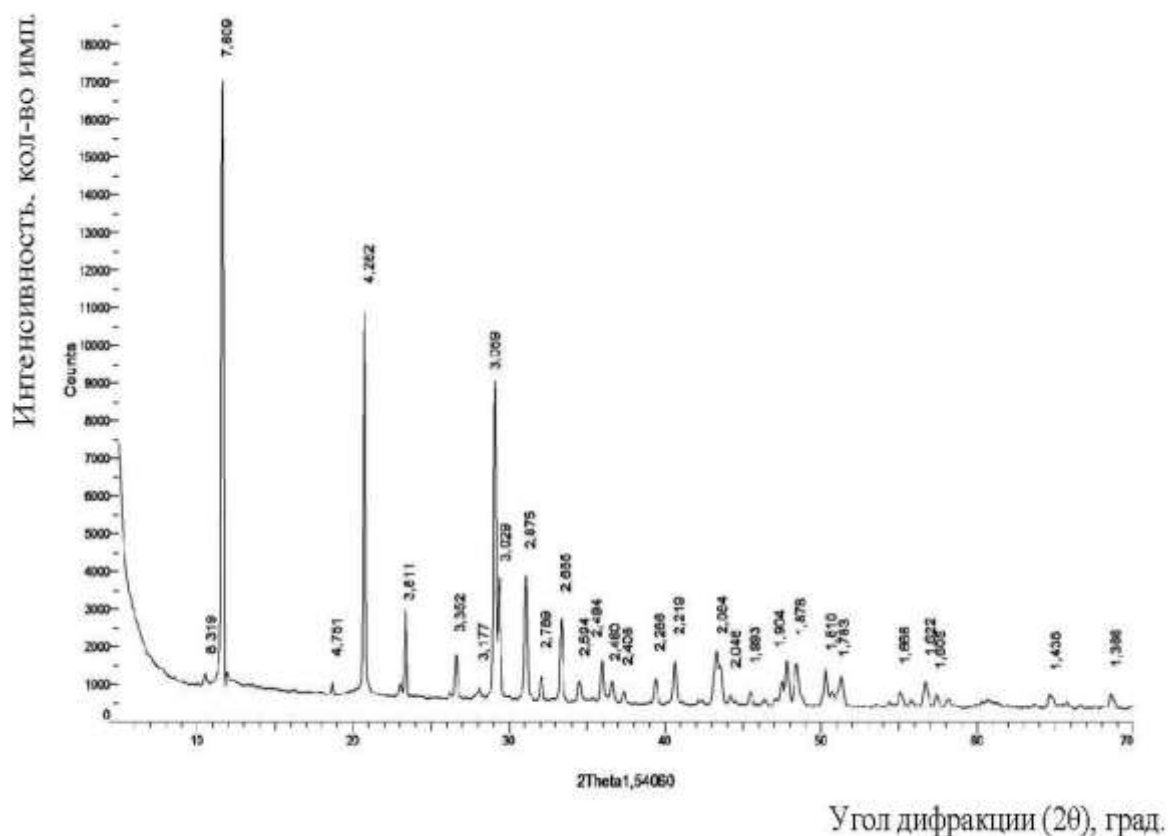


Рис. 4. Дифрактограмма пробы криогенных минералов из Кичменской Ледяной пещеры

Кварц встречается в пробах в обломочном виде и привнесен водой с поверхности. Гексагидрит – довольно редкий минерал из класса сульфатов. В пещерах Пермского края был установлен нами впервые [1, 4, 5]. Он кристаллизуется в моноклинной кристаллической системе с химическим составом $Mg(SO_4) \cdot 6H_2O$, с химической точки зрения это водосодержащий сульфат магния или гексагидрат сульфата магния.

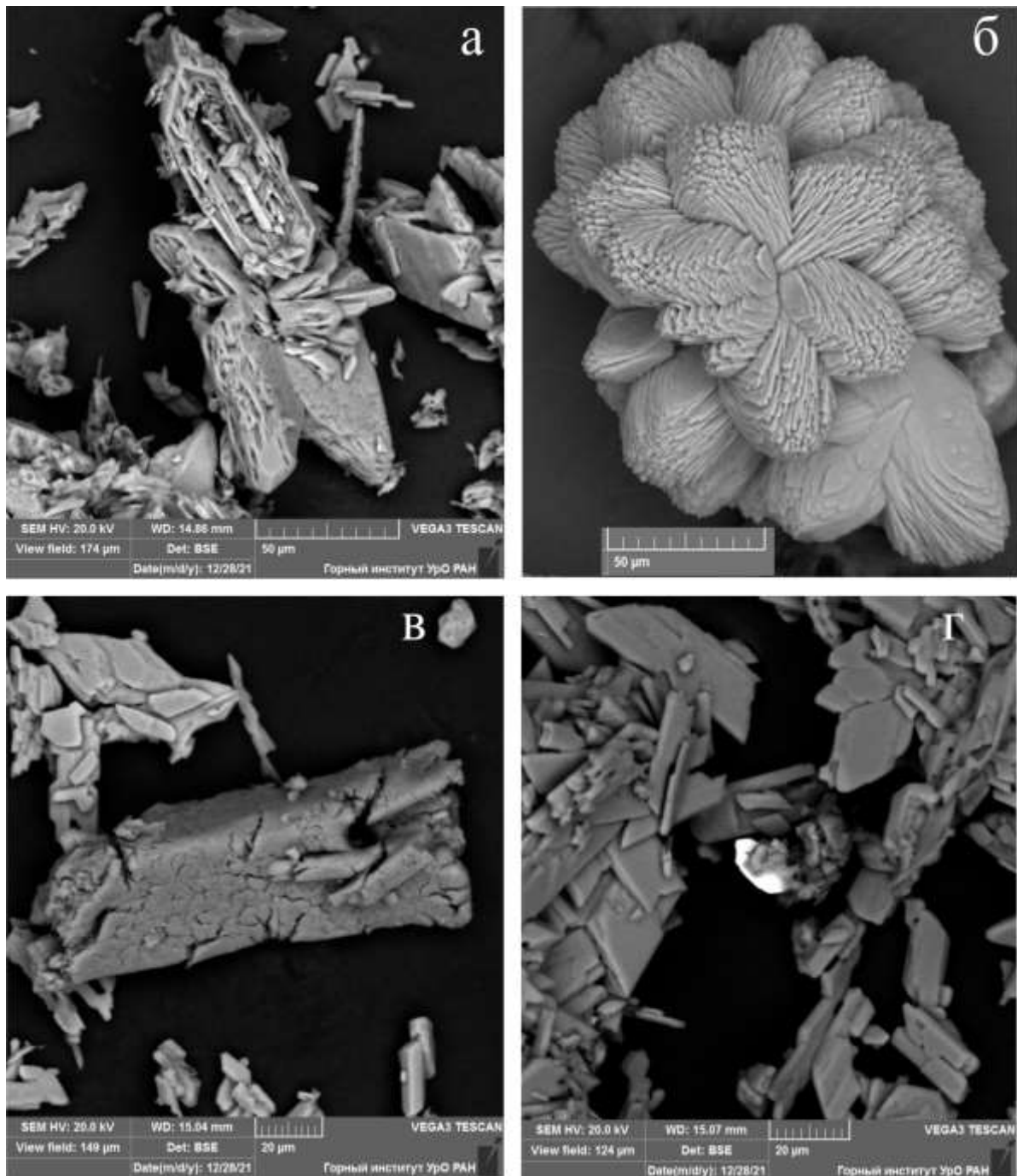


Рис. 5. Морфология криогенных образований:
а – кристаллы гипса, б – кальцита; в – гексагидрита,
г – барита (в центре среди кристаллов гипса)

Заключение

Несмотря на то, что длина пещеры за 60 лет уменьшилась, она и на сегодняшний день является уникальным подземным объектом с крупнейшей по мощности многолетней наледью среди гипсовых пещер Предуралья, а также набором криогенных минералов, среди которых встречен редкий водный сульфат – гексагидрит. Для охраны пещеры и возможности дальнейшего наблюдения за минералообразованием необходимо восстановить утраченный статус охраняемой природной территории регионального значения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрейчук В.Н., Кадебская О.И., Чайковский И.И. Криогенные минеральные образования Кунгурской Ледяной пещеры / Силезский ун-т, ГИ УрО РАН. – Сосновец; Пермь, 2013. – 128 с.
2. Гинин В.В., Охалкин В.Г., Щеглов В.Д. Кичменская Ледяная пещера // Пещеры: межвуз. сб. науч. тр. / ПГУ. – Пермь, 1963. – Вып. 3. – С. 15-22.
3. Кунгурский заповедный край: природа Кунгурского района: современное состояние, охраняемые объекты, исторические заметки / [сост.: Д.В. Наумкин, В.М. Севастьянов, И.А. Лавров.]. – Пермь:Раритет-Пермь, 2004. – 120 с.: ил.
4. Кадебская О.И. Минеральные и геохимические индикаторы природных процессов в подземных карстовых ландшафтах Урала: дис. ... д.г.н.; 25.00.23 / Кадебская Ольга Ивановна. – Пермь, 2016. – 295 с.
5. Кадебская О.И., Чайковский И.И. Современное минералообразование в пещере Подарок (Оренбургская область) // Уральская минералогическая школа. – 2013. – № 19. – С. 49-55.

УДК 551.31+551.44+551.79

DOI:10.7242/echo.2022.1.2

**ИНФЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ
КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРЫ**

Н.В. Лаврова

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Представлено описание геологических разрезов осыпей под органическими трубами в Кунгурской Ледяной пещере. Проводится сравнительный анализ инфлюационных и остаточных отложений карстовых пустот. Сопоставляются плейстоценовые отложения спелеосистем и перекрывающих отложений.

Ключевые слова: инфлювий, остаточные отложения, плейстоценовые отложения, Кунгурская Ледяная пещера, спелеосистема, органические трубы, палеогеографическая обстановка.

Введение

Растворение, гидратация, выветривание, обвалы, провалы и др. геологические процессы, развивающиеся в пределах пещер, ведут к эволюции карстового массива. Одним из механизмов смены фациальных обстановок в спелеосистеме является поступление рыхлого материала с поверхности. Согласно классификации среди водных механических отложений Кунгурской пещеры выделяется подтип инфлювиальных отложений. К ним отнесены отложения осыпей под органическими трубами, состоящими из глины, а также щебня и глыб карбонатных и дресвы сульфатных пород. Поноры на дне карстовых озер на поверхности Ледяной горы, обнаружение гальки в осыпях в гротах Космический и Хлебникова предполагают поступление глины, песка и т.д. в пещеру с поверхности [1].

Материалы и методы исследования

Для изучения особенностей инфлюационного материала Кунгурской Ледяной пещеры осенью 2021 г. проведено шурфование двух осыпей под органическими трубами в гротах Колизей и Дружбы Народов, а также расчистка осыпи в меандре на подходе к гроту Шапка Мономаха. Проведен отбор проб для спектрального анализа.