

КАЛЬЦИТОВЫЕ ООЛИТЫ, ПИЗОЛИТЫ И КОНКРЕЦИИ ПЕЩЕР И РУДНИКОВ

В пещерах карстового (реже другого) происхождения и в некоторых рудниках иногда образуются кальцитовые оолиты, пизолиты и конкреции. Эти редкие интересные образования для пещер СССР в известной автору литературе не описаны. А. А. Крубер (1915) упоминает только о пещерных конкрециях сферической формы от 5 до 15 мм в диаметре, которые он видел в Естественно-историческом музее в Вене.



Рис. 1. Кальцитовые пизолиты из Кизеловской пещеры.

Во время изучения карста северной части Кизеловского района, по заданию кафедры, под руководством Л. С. Кузнецовой, в одной из пещер Ю. К. Митюннин и В. М. Армишев 18 VIII 1948 обнаружили пещерные карбонатные пизолиты, которые сейчас хранятся в Музее динамической геологии Молотовского университета. Они были обнаружены на дне пещеры в 17-метровом проходе в элювиальной глине. Местами небольшие сцементированные

пизолиты образуют скопления в виде пизолитового камня. Форма пизолитов овальная, эллиптическая, бобовидная (рис. 1). Данные о форме и размерах пизолитов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Размеры и форма пизолитов из Кизеловской пещеры

№ п. п.	№№ образцов	Форма	Размеры (в мм)				№ п. п.	№№ образцов	Форма	Размеры (в мм)			
			длина	ширина 1	ширина 2	средняя ширина				длина	ширина 1	ширина 2	средняя ширина
1	1	Ц.	13,8	6,4	6,9	6,65	26	23	Ц.	7,8	4,5	4,3	4,4
2	32	Н. К.	13,7	11,6	10,0	10,8	27	34	Н. К.	7,4	5,6	6,6	6,1
3	5	Н. К.	12,9	11,0	9,8	10,4	28	25	Я.	7,3	5,1	4,8	4,95
4	8	Н. К.	12,9	11,2	9,8	10,5	29	26	Ц.	7,3	4,5	4,1	4,3
5	6	Н. Ц.	12,5	9,5	8,9	9,2	30	37	Б.	7,3	5,9	4,5	5,2
6	9	Ч.	12,5	11,5	6,8	9,15	31	24	Б.	7,2	5,1	3,9	4,5
7	3	Н. К.	12,1	9,0	10,1	9,5	32	40	Ч.	6,9	5,5	5,7	5,6
8	7	Н. К.	11,5	9,0	9,3	9,15	33	39	Я.	6,8	5,0	4,5	4,75
9	12	Н. Ц.	11,5	7,5	6,9	7,2	34	22	Б.	6,6	5,9	4,0	4,95
10	2	Н. Ц.	11,4	7,9	8,2	8,05	35	43	Я.	6,5	5,4	4,2	4,8
11	4	Ч.	11,4	10,0	7,5	8,75	36	38	Н. К.	6,3	5,2	5,5	5,35
12	13	Я.	11,2	8,0	8,1	8,05	37	28	Б.	6,2	3,5	4,7	4,1
13	31	К.	10,8	10,2	10,7	10,45	38	35	Н.К.	6,2	5,3	5,6	5,45
14	33	Б.	10,8	7,0	4,7	5,85	39	41	Н.К.	6,1	4,4	5,7	5,05
15	11	Н. К.	10,2	8,1	9,1	8,6	40	27	Н.К.	5,9	4,6	5,8	5,2
16	16	Б.	9,9	7,4	5,4	6,4	41	30	Ц.	5,9	3,3	3,6	3,45
17	19	К.	9,9	8,1	6,9	7,5	42	29	Б.	5,8	3,5	3,9	3,7
18	15	Н. К.	9,4	9,1	8,0	8,45	43	44	Н.Ц.	5,8	4,3	4,1	4,2
19	10	Н. К.	9,3	8,1	7,0	7,45	44	46	Н.Ц.	5,8	3,8	4,0	3,9
20	17	Ч.	9,2	7,4	6,0	6,7	45	47	Б.	5,8	4,3	3,3	3,8
21	14	Я.	9,0	7,1	6,3	6,7	46	45	Я.	5,7	4,1	3,6	3,85
22	18	Н. К.	8,8	7,1	6,6	6,85	47	48	Ч.	5,2	2,9	4,1	3,5
23	20	Ч.	8,4	7,3	5,5	6,4	48	49	Б.	5,2	3,8	3,3	3,55
24	36	Н. Ц.	8,2	5,4	5,1	5,25	49	50	Н. Ц.	4,7	3,2	3,3	3,25
25	21	Н. К.	7,8	6,6	6,7	6,65	50	42	К.	4,5	5,0	4,3	4,65

Примечание. К. – круглая, Н. К. – несимметричная круглая, Б. – бобовидная, Ч. – чечевицеобразная, Ц. – цилиндрическая, Н. Ц. – несимметричная цилиндрическая, Я. – яйцевидная.

50 пизолитов, измеренные по максимальному диаметру, распределяются следующим образом:

Диаметр (в мм)	Число	%
4–5	2	4
5–6	9	18
6–7	8	16
7–8	7	14
8–9	3	6
9–10	6	12
10–11	3	6
11–12	5	10
12–13	5	10
13–14	2	4
50	50	100

48 % пизолитов имеет максимальный диаметр от 5 до 8 мм.

Размеры пизолитов увеличиваются с увеличением максимального диаметра (рис. 2). График показывает, что преобладают приплюснутые пизолиты, так как средняя линия находится ниже диагонали. Имеются только отдельные сферические пизолиты.

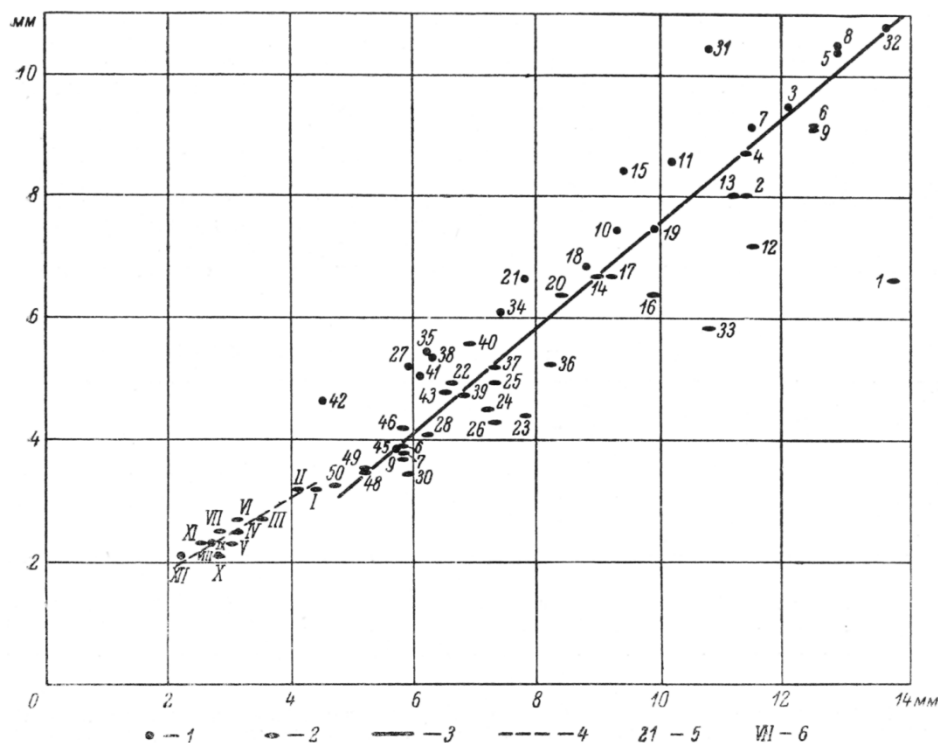


Рис. 2. Соотношение между длиной и шириной пещерных пизолитов.
1 – шарообразная и близкие к ней формы; 2 – эллипсоидальные и сходные с ней формы; 3 – средняя линия для Кизеловской пещеры; 4 – средняя линия для Пещеры на Холмах; 5 – №№ пизолитов Кизеловской пещеры; 6 – №№ пизолитов Висконсинской пещеры.

Цвет пизолитов белый или желтоватый.

Химический анализ, произведенный В. В. Нужиным в 1953 г., показал следующее:

CaCO ₃	93,07 %
MgCO ₃	0,56
Fe ₂ O ₃	0,76
Орган. вещ.	2,76
H ₂ O	0,46
Нераствор. ост.	1,76
	99,37 %

Пизолиты состоят в основном из карбоната кальция. В разрезе они имеют концентрическое строение, причем наблюдается чередование белых и более темных колец. Окраска последних обусловлена органическим веществом и полуторными окислами. Внутри встречаются зерна кварца или кальцита, представляющие центры роста.

Вне СССР в Европе пещерные пизолиты и оолиты также довольно редки. Упоминаемые А. А. Крубером «пещерные конкреции» Венского музея найдены были в какой-то пещере б. Австро-Венгрии. Н. Кастере (Casteret, 1939), обследовавший: 500 пещер, нашел пещерные пизолиты только в одной – в гроте Кагир в Пиренеях (Франция).

Пещерные пизолиты и оолиты обнаружены в США в Карлсбадской пещере (шт. Нью-Мексико), в «Пещере на Холмах» в окрестностях г. Мадисона (шт. Висконсин), в пещере Хоув (штат Нью-Йорк) и в Кафедральной пещере около Колумбии (шт. Миссури).

В Карлсбадской пещере в штате Нью-Мексико, по данным В. Т. Ли (Lee, 1925) и Ф. Л. Гесса (Hess, 1929), имеются оолиты и пизолиты из кальцита. Большинство имеет сферическую форму, а некоторые овальную или неправильную. Размеры их изменяются от 1,5 до 25–30 мм. Как и в Кизеловской пещере, они в большинстве случаев белого цвета, а некоторые окрашены примесями в желтоватый цвет. Строение пизолитов и оолитов концентрическое, а ядрышко или центр кристаллизации состоит из кальцита. В некоторых оболочках наблюдается лучистое строение. Пизолиты и оолиты образуются в лужицах на полу пещеры, где вода взбалтывается падающими с потолка каплями. Предполагают, что возникающее при этом вращение ядрышек пизолитов и оолитов и способствует их образованию.

В штате Висконсин кальцитовые пизолиты были обнаружены в пещере в Голубых холмах (Блу Маундс), в 30 милях на запад от г. Мадисон (Pond, 1945). Пещера эта, называемая Пещерой на холмах, приурочена к формации галена ордовичской системы (н. силур). В одной из стен этой пещеры в коррозионном углублении размерами 10,5×6 см и глубиной 25 см, в небольшом понижении на дне этого углубления диаметром 2.3 см было найдено 12 свободно лежащих пизолитов, а под ними 25 сцементированных. Свободно лежащие пизолиты имели размеры и форму, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Размеры и форма пизолитов из «Пещеры на Холмах»												
№№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Размеры в мм												
Длина	4,4	4,1	3,5	3,1	3,0	3,1	2,8	2,8	2,7	2,8	2,5	2,2
Ширина	3,2	3,2	2,7	2,5	2,3	2,7	2,5	2,1	2,3	2,1	2,3	2,1
Форма	Ч.	Б. Ц.	Ч.	Ч.	Ч.	Б.	Ц.	Ц.	Ш. Н.	Ш. О.	Н. Ц.	Ш.

Примечание. Ч. – чечевицеобразная, Б. – бобовидная, Ц. – цилиндрическая, Н. Ц. – несимметричная цилиндрическая, Ш. – шарообразная, Н. Ш. – несимметричная шарообразная, Ш. О. – шарообразная с углублением.

Пологие углубления установлены на пяти пизолитах. Построенная по данным этой таблицы диаграмма соотношений длины и ширины пизолитов (рис. 2) также указывает на линейную зависимость. Наклон средней линии более пологий, чем для Кизеловской пещеры. Это указывает на большую сплюснутость пизолитов. Пизолиты Висконсинской пещеры, хотя их размеры более 2 мм (Твенхофел, 1936), А. Паунд в своей работе называет оолитами. Образовались эти пизолиты в пресной воде, причем более крупные характеризуются приплюснутой чечевицеобразной формой, а более мелкие, приближающиеся к оолитам, имеют шарообразную форму. Л. Кайэ полагал (Пустовалов, 1940), что оолиты, образовавшиеся в морской воде, имеют приплюснутую форму, а в пресной – шарообразную. По данным Висконсинской пещеры указание Кайэ подтверждается только для очень мелких пизолитов. Для остальных пизолитов оно не подтверждается.

Изучение поперечного сечения одного из оолитов путем фотографирования с увеличением в 60 раз показало наличие в ядре яйцеобразного зерна песка и 54 концентрических слоев.

Фотографирование позволило установить отчетливое радиальное строение в центре, по крайней мере в 14 слоях. Далее его можно видеть в различных местах в 2–6 слоях.

В штате Нью-Йорк, в наиболее значительной пещере Хоув длиной в 1345 м, имеющей большое число гротов и значительный поток воды, в гроте в передней части, вблизи входа наблюдается несколько почти свободных оолитов, но в действительности прикрепленных к выступу известняка (Pond, 1945). В штате Миссури около Колумбии сферолиты установлены в Кафедральной пещере (Keller, 1937).

Г. Векер и А. Фроштик (Baker a. Frostick, 1947) приводят фотографию пещерного пизолита 3–3,3 мм в поперечнике, с вогнутостью на одной из сторон, диаметром 1,5 мм из провинции Шинано на острове Хонсю в Японии.

Пещерные сферолиты известны и в Австралии. Они описаны Г. Бекером и А. Г. Фроштиком (1947).

Пещерные пизолиты из одной из 30 пещер около Чиллагое в Квинсленде, приуроченных к нижнепалеозойским известнякам, весьма своеобразны. Они имеют полое ядро, представляющее небольшие раковины *Helix*, имеющие один оборот. В Маррендалских пещерах, расположенных в 1 миле к северу от Бэчана в восточной части плато Гипсленд в Виктории, было собрано около 90 пизолитов, имеющих неровную и гладкую поверхность. Разности с неровной поверхностью имели сферическую форму и достигали 75 мм в поперечнике. Концентрические слои кальцита имеют одинаковую толщину и образовались путем радиального нарастания в почти стоячей воде на полу пещер.

Разности с гладкой поверхностью имеют цвет от белого до желтовато-белого и по большей части округлую форму при поперечнике от 6 до 38 мм. Небольшое число их имеет цилиндрическую форму, а остальные, немного приплюснутые, имели до 38 мм в длину. Образовались они в воде, которая была подвижна за счет частого падения капель со сталактитов.

Особенно детально были изучены сферолиты из пещеры Ангела на полуострове Морнингтон (шт. Виктория), в 52 милях к югу от Мельбурна. Пещера приурочена к древнетретичной базальтовой лаве и туфу, которые перекрыты четвертичными дюнными известняками. Просачивающаяся в пещеру вода обогащена карбонатом кальция, который выделяется в виде сталактитов, оолитов, пизолитов, конкреций и сталагмитов. Конкреции, пизолиты и оолиты образуются особенно обильно на выступе стены в карманообразных углублениях от 5 до 60 см в поперечнике и от 2 до 10 см глубиной, занятых лужами, куда падают капли воды. В углублениях было найдено от 3 до 2000 пизолитов и оолитов. Те из них, которые были переполнены, содержали внизу оолиты до 1 мм в поперечнике, а сверху пизолиты около 20 мм в длину.

Пизолиты и оолиты из пещеры Ангела состоят из кальцита, что подтверждено микроскопически. Для выяснения обстановки образования карбонатных пизолитов и оолитов этой пещеры были изучены температурные условия, состав и дебит просачивающейся воды в двух точках (табл. 3).

Таблица 3

Условия образования пизолитов и оолитов в Австралийской пещере Ангела					
Место наблюдения	Температура		Приток (в см ³ /мин.)	Химический состав капающей воды (в мг/л)	
	воздуха	лужи		НСО ₃	СО ₃
Потолок пещеры, около СЗ стенки, около середины выступа	16,7	14,4	80	395	Нет
У входа в пещеру, под сталактитами	17,2	16,1	17	365	Нет

Приток воды в середине пещеры над выступом с углублениями, заполненными пизолитами и оолитами, значительно больше, концентрация также повышенная.

У входа часть гидрокарбонатов расходуется на образование сталактитов.

Пизолиты и оолиты установлены и в подземных горных выработках: в каменноугольной шахте Швеции (Erdman, 1902), в трех рудниках в Мексике (Davidson a. McKinstry, 1931), в оловянном руднике Ю. Дакоты (Emmons, 1928), в руднике в ЮЗ Айдахо (Meckina. Coombs, 1945) и в пяти рудниках Виктории, Нового Южного Уэльса в Австралии (Baker a. Frosticks, 1947).

Пизолиты и оолиты в пещерах (и рудниках) представляют довольно редкое образование. Они установлены пока в 11 пещерах и нескольких рудниках. Это связано, с тем, что необходимые для их образования условия в виде концентрации HCO_3 и Ca в воде, температуры, скорости циркуляции воздуха, влажности и притока воды редко создаются в пещерах и рудниках. Гораздо чаще, при обильном поступлении карбоната кальция, на полу вместо луж с пизолитами и оолитами образуются сталагмиты.

Литература

- Крубер А. А. (1915). Карстовая область Горного Крыма. Стр. 200.
Пустовалов Л. В. (1940). Петрография осадочных пород. Стр. 22, 39–54.
Твенхофел У. Х. (1936). Учение об образовании осадков. Стр. 671, 880.
Baker G. a. A. C. Frostick (1947). Pisoliths and Ooliths from some Australian Caves and Mines. J. Sed. Petr., v. 17, № 2, pp. 39–67.
Casteret N. (1939). Ten Years Under the Earth. Greystone Press. New York, pp. 204–206.
Davidson S. G. a. H. E. McKinstry (1931). «Cave Pearls», Oolites and Isolated Inclusions in Veins. Econ. Geol., v. 26, pp. 289–294.
Emmons B. C. (1928). Notes on the Precipitation of Calcium Carbonate. Journ. Geol., v. 26, pp. 735–742.
Erdman E. (1902). Stalagmit och pisolitartade bildningar i Hoganas stenokolsgrufa, Shone. Geol. foren. i Stockholm forhandl., v. 24, pp. 501–507.
Hess F. L. (1929). Oolites or Cave Pearls in the Carlsbad Caverns. Proc. U. S. Nat. Mus., n. 2813, v. 76, pp. 1–5.
Keller W. D. (1937). Cave Pearles in a Cave near Columbia, Missouri. J. Sed. Petr., v. 7, pp. 263–265.
Lee W. T. (1925). New Discoveries in Carlsbad Cavern (New Mexico, USA). Nat. Geogr. Mag., v. 48, n. 3, pp. 301–319.
Mackin J. H. a. H. A. Coombs (1945). An Occurrence of «Cave Pearls» in a Mine in Idaho. Journ. Geol., v. 53, № 1, pp. 58–65.
Pond A. W. (1945). Calcite Oolites or «Cave Pearls» found in the «Cave of Mounds». J. Sed. Petr., v. 15, № 2, pp. 55–58.

Д. чл. Г. А. Максимович

КАЛЬЦИТОВЫЕ ООЛИТЫ, ПИЗОЛИТЫ И КОНКРЕЦИИ ПЕЩЕР И РУДНИКОВ

В пещерах карстового (реже другого) происхождения и в некоторых рудниках иногда образуются кальцитовые оолиты, пизолиты и конкреции. Эти редкие интересные образования для пещер СССР в известной автору литературе не описаны. А. А. Круббер (1915) упоминает только о пещерных конкрециях сферической формы от 5 до 15 мм в диаметре, которые он видел в Естественно-историческом музее в Вене.



Рис. 1. Кальцитовые пизолиты из Кизеловской пещеры.

Во время изучения карста северной части Кизеловского района, по заданию кафедры, под руководством Л. С. Кузнецовой, в одной из пещер Ю. К. Митюнин и В. М. Армишев 18 VIII 1948 обнаружили пещерные карбонатные пизолиты, которые сейчас хранятся в Музее динамической геологии Молотовского университета. Они были обнаружены на дне пещеры в 17-метровом проходе в элювиальной глине. Местами небольшие сцементированные пизолиты образуют скопления в виде пизолитового камня. Форма пизолитов овальная, эллиптическая, бобовидная (рис. 1). Данные о форме и размерах пизолитов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Размеры и форма пизолитов из Кизеловской пещеры

№ п. п.	№ образцов	Форма	Размеры (в мм)				№ п. п.	№ образцов	Форма	Размеры (в мм)			
			длина	ширина 1	ширина 2	средняя ширина				длина	ширина 1	ширина 2	средняя ширина
1	1	Ц.	13.8	6.4	6.9	6.65	26	23	Ц.	7.8	4.5	4.3	4.4
2	32	Н. К.	13.7	11.6	10.0	10.8	27	34	Н. К.	7.4	5.6	6.6	6.1
3	5	Н. К.	12.9	11.0	9.8	10.4	28	25	Я.	7.3	5.1	4.8	4.95
4	8	Н. К.	12.9	11.2	9.8	10.5	29	26	Ц.	7.3	4.5	4.1	4.3
5	6	Н. Ц.	12.5	9.5	8.9	9.2	30	37	Б.	7.3	5.9	4.5	5.2
6	9	Ч.	12.5	11.5	6.8	9.15	31	24	Б.	7.2	5.1	3.9	4.5
7	3	Н. К.	12.1	9.0	10.1	9.5	32	40	Ч.	6.9	5.5	5.7	5.6
8	7	Н. К.	11.5	9.0	9.3	9.15	33	39	Я.	6.8	5.0	4.5	4.75
9	12	Н. Ц.	11.5	7.5	6.9	7.2	34	22	Б.	6.6	5.9	4.0	4.95
10	2	Н. Ц.	11.4	7.9	8.2	8.05	35	43	Я.	6.5	5.4	4.2	4.8
11	4	Ч.	11.4	10.0	7.5	8.75	36	38	Н. К.	6.3	5.2	5.5	5.35
12	13	Я.	11.2	8.0	8.1	8.05	37	28	Б.	6.2	3.5	4.7	4.1
13	31	К.	10.8	10.2	10.7	10.45	38	35	Н. К.	6.2	5.3	5.6	5.45
14	33	Б.	10.8	7.0	4.7	5.85	39	41	Н. К.	6.1	4.4	5.7	5.05
15	11	Н. К.	10.2	8.1	9.1	8.6	40	27	Н. К.	5.9	4.6	5.8	5.2
16	16	Б.	9.9	7.4	5.4	6.4	41	30	Ц.	5.9	3.3	3.6	3.45
17	19	К.	9.9	8.1	6.9	7.5	42	29	Б.	5.8	3.5	3.9	3.7
18	15	Н. К.	9.4	9.1	8.0	8.45	43	44	Н. Ц.	5.8	4.3	4.1	4.2
19	10	Н. К.	9.3	8.1	7.0	7.45	44	46	Н. Ц.	5.8	3.8	4.0	3.9
20	17	Ч.	9.2	7.4	6.0	6.7	45	47	Б.	5.8	4.3	3.3	3.8
21	14	Я.	9.0	7.1	6.3	6.7	46	45	Я.	5.7	4.1	3.6	3.85
22	18	Н. К.	8.8	7.1	6.6	6.85	47	48	Ч.	5.2	2.9	4.1	3.5
23	20	Ч.	8.4	7.3	5.5	6.4	48	49	Б.	5.2	3.8	3.3	3.55
24	36	Н. Ц.	8.2	5.4	5.1	5.25	49	50	Н. Ц.	4.7	3.2	3.3	3.25
25	21	Н. К.	7.8	6.6	6.7	6.65	50	42	К.	4.5	5.0	4.3	4.65

Примечание. К. — круглая, Н. К. — несимметричная круглая, Б. — бобовидная, Ч. — чечевицеобразная, Ц. — цилиндрическая, Н. Ц. — несимметричная цилиндрическая, Я. — яйцевидная.

Диаметр (в мм)	Число	%
4—5	2	4
5—6	9	18
6—7	8	16
7—8	7	14
8—9	3	6
9—10	6	12
10—11	3	6
11—12	5	10
12—13	5	10
13—14	2	4

48% пизолитов имеет максимальный диаметр от 5. до 8 мм.

1 — шарообразная и близкие к ней формы; 2 — эллипсоидальные и сходные с ней формы; 3 — средняя линия для Кизеловской пещеры; 4 — средняя линия для Пещеры на Холмах; 5 — Nb_2O_5 пизолитов Кизеловской пещеры; 6 — Nb_2O_5 пизолитов Висконсинской пещеры.

Химический анализ, произведенный В. В. Нужиным в 1953 г., показал следующее:

CaCO ₃	93.07%
MgCO ₃	0.56
Fe ₂ O ₃	0.76
Орган. вещ.	2.76
H ₂ O	0.46
Нераствор. ост.	1.76

99.37%

Пизолиты состоят в основном из карбоната кальция. В разрезе они имеют концентрическое строение, причем наблюдается чередование белых и более темных колец. Окраска последних обусловлена органическим веществом и полуторными окислами. Внутри встречаются зерна кварца или кальцита, представляющие центры роста.

Вне СССР в Европе пещерные пизолиты и оолиты также довольно редки. Упоминаемые А. А. Крубера «пещерные конкреции» Венского музея найдены были в какой-то пещере в Австро-Венгрии. Н. Кастере (Casteret, 1939), обследовавший 500 пещер, нашел пещерные пизолиты только в одной — в гроте Кагир в Пиренеях (Франция).

Пещерные пизолиты и оолиты обнаружены в США в Карлсбадской пещере (шт. Нью-Мексико), в «Пещере на Холмах» в окрестностях г. Мадисона (шт. Висконсин), в пещере Хоув (штат Нью-Йорк) и в Кафедральной пещере около Колумбии (шт. Миссури).

В Карлсбадской пещере в штате Нью-Мексико, по данным В. Т. Ли (Lee, 1925) и Ф. Л. Гесса (Hess, 1929), имеются оолиты и пизолиты из кальцита. Большинство имеет сферическую форму, а некоторые овальную или неправильную. Размеры их изменяются от 1.5 до 25—30 мм. Как и в Кизеловской пещере, они в большинстве случаев белого цвета, а некоторые окрашены примесями в желтоватый цвет. Строение пизолитов и оолитов концентрическое, а ядрышко или центр кристаллизации состоит из кальцита. В некоторых оболочках наблюдается лучистое строение. Пизолиты и оолиты образуются в лужицах на полу пещеры, где вода взбалтывается падающими с потолка каплями. Предполагают, что возникающее при этом вращение ядрышек пизолитов и оолитов способствует их образованию.

В штате Висконсин кальцитовые пизолиты были обнаружены в пещере в Голубых холмах (Блу Маундс), в 30 милях на запад от г. Мадисон (Pond, 1945). Пещера эта, называемая Пещерой на холмах, приурочена к формации галена ордовичской системы (н. силур). В одной из стен этой пещеры в коррозионном углублении размерами 10.5×6 см и глубиной 25 см, в небольшом понижении на дне этого углубления диаметром 2.3 см было найдено 12 свободно лежащих пизолитов, а под ними 25 сцементированных. Свободно лежащие пизолиты имели размеры и форму, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Размеры и форма пизолитов из «Пещеры на Холмах»

№№												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Размеры в мм												
Длина	4.4	4.1	3.5	3.1	3.0	3.1	2.8	2.8	2.7	2.8	2.5	2.2
Ширина	3.2	3.2	2.7	2.5	2.3	2.7	2.5	2.1	2.3	2.1	2.3	2.1
Форма	Ч.	Б.Ц.	Ч.	Ч.	Ч.	Б.	Ц.	Ц.	Ш.Н.	Ш.О.	Н.Ц.	Ш.

Примечание. Ч. — чечевицеобразная, Б. — бобовидная, Ц. — цилиндрическая, Н. Ц. — несимметричная цилиндрическая, Ш. — шарообразная, Н. Ш. — несимметричная шарообразная, Ш. О. — шарообразная с углублением.

Пологие углубления установлены на пяти пизолитах. Построенная по данным этой таблицы диаграмма соотношений длины и ширины пизолитов (рис. 2) также указывает на линейную зависимость. Наклон средней линии более пологий, чем для Кизеловской пещеры. Это указывает на большую сплюснутость пизолитов. Пизолиты Висконсинской пещеры, хотя их размеры более 2 мм (Твенхофел, 1936), А. Паунд в своей работе называет оолитами. Образовались эти пизолиты в пресной воде, причем более крупные характеризуются приплюснутой чечевицеобразной формой, а более мелкие, приближающиеся к оолитам, имеют шарообразную форму. Л. Кайе полагал

(Пустовалов, 1940), что оолиты, образовавшиеся в морской воде, имеют приплюснутую форму, а в пресной — шарообразную. По данным Висконсинской пещеры указание Кайз подтверждается только для очень мелких пизолитов. Для остальных пизолитов оно не подтверждается.

Изучение поперечного сечения одного из оолитов путем фотографирования с увеличением в 60 раз показало наличие в ядре яйцеобразного зерна песка и 54 концентрических слоев.

Фотографирование позволило установить отчетливое радиальное строение в центре, по крайней мере в 14 слоях. Далее его можно видеть в различных местах в 2—6 слоях.

В штате Нью-Йорк, в наиболее значительной пещере Хоув длиной в 1345 м, имеющей большое число гротов и значительный поток воды, в гроте в передней части, вблизи входа наблюдается несколько почти свободных оолитов, но в действительности прикрепленных к выступу известняка (Pond, 1945). В штате Миссури около Колумбии сферолиты установлены в Кафедральной пещере (Keller, 1937).

Г. Бекер и А. Фроштик (Baker a. Frostick, 1947) приводят фотографию пещерного пизолита 3—3.3 мм в поперечнике, с вогнутостью на одной из сторон, диаметром 1.5 мм из провинции Шинано на острове Хонсю в Японии.

Пещерные сферолиты известны и в Австралии. Они описаны Г. Бекером и А. С. Фроштиком (1947).

Пещерные пизолиты из одной из 30 пещер около Чиллагое в Квинсленде, приуроченных к нижнепалеозойским известнякам, весьма своеобразны. Они имеют полое ядро, представляющее небольшие раковины *Helix*, имеющие один оборот. В Маррендалских пещерах, расположенных в 1 миле к северу от Бэчана в восточной части плато Гипсленд в Виктории, было собрано около 90 пизолитов, имеющих неровную и гладкую поверхность. Разности с неровной поверхностью имели сферическую форму и достигали 75 мм в поперечнике. Концентрические слои кальцита имеют одинаковую толщину и образовались путем радиального нарастания в почти стоячей воде на полу пещер.

Разности с гладкой поверхностью имеют цвет от белого до желтовато-белого и по большей части округлую форму при поперечнике от 6 до 38 мм. Небольшое число их имеет цилиндрическую форму, а остальные, немного приплюснутые, имели до 38 мм в длину. Образовались они в воде, которая была подвижна за счет частого падения капель со сталактитов.

Особенно детально были изучены сферолиты из пещеры Ангела на полуострове Морнингтон (шт. Виктория), в 52 милях к югу от Мельбурна. Пещера приурочена к древнетретичной базальтовой лаве и туфу, которые перекрыты четвертичными дюнными известняками. Просачивающаяся в пещеру вода обогащена карбонатом кальция, который выделяется в виде сталактитов, оолитов, пизолитов, конкреций и сталагмитов. Конкреции, пизолиты и оолиты образуются особенно обильно на выступе стены в карманообразных углублениях от 5 до 60 см в поперечнике и от 2 до 10 см глубиной, занятых лужами, куда падают капли воды. В углублениях было найдено от 3 до 2000 пизолитов и оолитов. Те из них, которые были переполнены, содержали внизу оолиты до 1 мм в поперечнике, а сверху пизолиты около 20 мм в длину.

Пизолиты и оолиты из пещеры Ангела состоят из кальцита, что подтверждено микроскопически. Для выяснения обстановки образования карбонатных пизолитов и оолитов этой пещеры были изучены температурные условия, состав и дебит просачивающейся воды в двух точках (табл. 3).

Таблица 3

Условия образования пизолитов и оолитов в Австралийской пещере Ангела

Место наблюдения	Температура		Приток (в см ³ /мин.)	Химический состав капающей воды (в мг/л)	
	воздуха	лужи		HCO ₃	CO ₃
Потолок пещеры, около СЗ стенки, около середины выступа	16.7	14.4	80	395	Нет
У входа в пещеру, под сталакти- тами	17.2	16.1	17	365	Нет

Приток воды в середине пещеры над выступом с углублениями, заполненными пизолитами и оолитами, значительно больше, концентрация также повышенная. У входа часть гидрокарбонатов расходуется на образование сталактитов.

Пизолиты и оолиты установлены и в подземных горных выработках: в каменно-угольной шахте Швеции (Erdman, 1902), в трех рудниках в Мексике (Davidson a. McKinstry, 1931), в оловянном руднике Ю. Дакоты (Emmons, 1928), в руднике в ЮЗ Айдахо (Meekin a. Coombs, 1945) и в пяти рудниках Виктории, Нового Южного Уэльса в Австралии (Baker a. Frosticks, 1947).

Пизолиты и оолиты в пещерах (и рудниках) представляют довольно редкое образование. Они установлены пока в 11 пещерах и нескольких рудниках. Это связано с тем, что необходимые для их образования условия в виде концентрации HCO_3 и Са в воде, температуры, скорости циркуляции воздуха, влажности и притока воды редко создаются в пещерах и рудниках. Гораздо чаще, при обильном поступлении карбоната кальция, на полу вместо луж с пизолитами и оолитами образуются сталагмиты.

Литература

- Крубер А. А. (1915). Карстовая область Горного Крыма. Стр. 200.
 Пустановалов Л. В. (1940). Петрография осадочных пород. Стр. 22, 39—54.
 Твенхофел У. Х. (1936). Учение об образовании осадков. Стр. 671, 880.
 Baker G. a. A. C. Frostick (1947). Pisoliths and Oololiths from some Australian Caves and Mines. *J. Sed. Petr.*, v. 17, № 2, pp. 39—67.
 Casteret N. (1939). Ten Years Under the Earth. Greystone Press. New York, pp. 204—206.
 Davidson S. C. a. H. E. McKinstry (1931). «Cave Pearls», Oolites and Isolated Inclusions in Veins. *Econ. Geol.*, v. 26, pp. 289—294.
 Emmons R. C. (1928). Notes on the Precipitation of Calcium Carbonate. *Journ. Geol.*, v. 26, pp. 735—742.
 Erdman E. (1902). Stalagmit och pisolitartade bildningar i Hoganas stenokolsgrufa, Shone. *Geol. fören. i Stockholm forhandl.*, v. 24, pp. 501—507.
 Hess F. L. (1929). Oolites or Cave Pearls in the Carlsbad Caverns. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, n. 2813, v. 76, pp. 1—5.
 Keller W. D. (1937). Cave Pearles in a Cave near Columbia, Missouri. *J. Sed. Petr.*, v. 7, pp. 263—265.
 Lee W. T. (1925). New Discoveries in Carlsbad Cavern (New Mexico, USA). *Nat. Geogr. Mag.*, v. 48, n. 3, pp. 301—319.
 Mackin J. H. a. H. A. Coombs (1945). An Occurrence of «Cave Pearls» in a Mine in Idaho. *Journ. Geol.*, v. 53, № 1, pp. 58—65.
 Pond A. W. (1945). Calcite Oolites or «Cave Pearls» found in the «Cave of Mounds». *J. Sed. Petr.*, v. 15, № 2, pp. 55—58.

Д. чл. Г. А. Максимович

КАЛЬЦИТОВЫЕ ПЛЕНКИ ОЗЕРНЫХ ВАННОЧЕК ПЕЩЕР

В карстовых пещерах в заполненных водой небольших углублениях образуются кальцитовые пленки. Эти химические автохтонные образования большей частью связаны с зоной горизонтальной циркуляции после ее частичного осушения (Г. А. Максимович, 1953).

Можно выделить две основные стадии этих эфемерных образований. При испарении воды в озерах выпадение карбоната кальция начинается с берегов. Образуется кальцитовое обрамление озерных ванночек. Эта первая стадия установлена Н. А. Гвоздецким (1950) в Гумской пещере и пещере у с. Андреевского близ Сухуми. Л. И. Маруашвили (1938) обнаружил подобные явления в пещере Абласкира. В. М. Девис (1930) указывает, что эти образования довольно широко распространены в известняковых карстовых пещерах.

В. Бизе (1931) обнаружил налет кристалликов кальцита на поверхности небольших озер в гипсовых пещерах Южного Гарца. Хотя пещера приурочена к гипсу, из водного раствора выпал кальцит, растворимость которого меньше, чем у гипса. Это показывает, что работы Фатера по кристаллизации кальцита при обыкновенной температуре из водных растворов, когда были получены кристаллики, которые плавали на поверхности воды кристаллизатора, за счет силы поверхностного натяжения воды (Э. К. Райдил, 1936), получили подтверждение наблюдениями в природной обстановке в пещерах Южного Гарца.

Реже озерные ванночки сплошь покрыты кальцитовой пленкой. Эта вторая стадия связана с дальнейшим испарением воды, заполняющей углубление на дне пещеры. Подобное весьма редкое явление было обнаружено в Кизеловской пещере в небольшом озере размером 5×2.5 м и глубиной от 0.15 до 0.5 м (Л. С. Кузнецова и П. Н. Чирвинский, 1951).

Химический анализ пленки, выполненный Т. Е. Грушко, показал следующий состав (в процентах):