

А. М. КУЗНЕЦОВ и Д. П. ПРОЧУХАН

**ОБ ОБРАЗОВАНИИ ШЕСТОВАТОГО КАЛЬЦИТА**

(Представлено академиком В. И. Вернадским 11 XII 1944)

В верхнекунгурской глинисто-мергелистой фации Западного Приуралья — Верейно (1), В. Чусовские Городки, р. Шахва и др. — обнаружены генетически интересные прослойки шестоватого (столбчатого) кальцита.

Прослойки кальцита, толщиной от 1 до 25 см, залегают параллельно пластам в 10-метровой пачке глин и мергелей и имеют непрерывное протяжение до нескольких сотен метров. Число прослоек — от 1 до 7. Контакт кальцита с вмещающей породой выражен отчетливо: граничные поверхности прослоек производят впечатление шлифованных.

Темносерая глинисто-мергелистая порода, содержащая шестоватый кальцит, обладает микроскопической слоистостью, содержит обильное количество мелких частичек органического вещества, многочисленные тонкие прослойки волокнистого гипса (гипс содержится в породе также и в виде рассеянных кристаллов), вкрапления окислов железа и кристаллы пирита.

В приконтактной зоне она не имеет слоистости, но содержит скопления пирита и почти совершенно лишена гипса.

Шестоватый кальцит внешне напоминает окаменевшее дерево и состоит из различной толщины столбчатых кристаллов, сросшихся в монолитную породу. Кристаллы параллельны друг другу и длинные их оси перпендикулярны контакту с вмещающей породой; они представляют собою ромбоэдри, вытянутые по направлению ребра, вследствие чего имеют внешнее сходство с трехгранной призмой. Кристаллы разделяются по граням срастания и колются по совершенным плоскостям спайности, направленным под углом  $45^\circ$  к длинной их оси. Между шестами (призмами) нередко имеются вертикальные полые каналы с сечением до 1 мм и длиной 5—7 см. Ширина граней призм колеблется от 1 до 5 мм.

Имеются разности с волосным сечением кристаллов.

Слои шестоватого кальцита имеют местные перерывы в росте кристаллов, выраженные в виде швов толщиной 0,5—1,5 мм. Швы заполнены мелкокристаллическим таблитчатым кальцитом с рассеянными частичками органического вещества. Число швов в слое 2—3, редко больше, но не превышает 7. Окончания тонких кристаллов наклонены (изогнуты) противоположно наклону кристаллических индивидов, расположенных по другую сторону шва.

Цвет минерала изменяется от светлого через желтый, розовый, голубоватый до бурого и темносерого; он обусловлен количеством и дисперсностью твердых примесей, легко выделяющихся при растворении кальцита в соляной кислоте. Светлые разности содержат весьма ничтожное количество примесей, давая в растворе только опалесценцию,

темные обогащены нерастворимым материалом до 12%. Светлые всегда сложены тонкими столбиками; такие же столбики характерны и для темных разностей кальцита, если нерастворимый материал высокой дисперсии. Такие разности обладают большой прочностью. Сравнительно грубый и полидисперсный материал ассоциируется с крупно-столбчатым бурым кальцитом.

Призмы бурой разности, с шириной граней более 1 мм, несут на своей боковой поверхности весьма замечательные «мостики» из кластического вещества. Мостики располагаются в скопленных уступах на гранях призмы поперек длинной оси кристалла, на расстоянии, равном ширине грани или кратном двум или трем. Положение мостиков в пространстве представляется в виде спирали, опоясывающей призму, с расстоянием между мостиками, следующими друг за другом, равным ширине грани или половине ее. Длина мостиков, а также их толщина пропорциональны ширине граней; длина колеблется в пределах 1—5 мм, а толщина 0,1—2 мм. Над мостиками располагаются небольшие пирамидальные жеоде, основание которых покрыто щеткой кристаллов кальцита с обращенными вверх остроконечиями. Прилагаемые зарисовки иллюстрируют сказанное.

Столбики кальцита в поперечном разрезе образованы лапчатými, одноосными, оптически отрицательными кристаллами (размер 0,15—0,40 мм), которые в продольном сечении дают своеобразный елочный узор, подобно строению кальцита из толщ различного возраста (2), характеризую слоевой конусный рост их. Коэффициент преломления  $N_g = 1,65$ ,  $N_p = 1,48$ , двупреломление 0,17. Без анализатора кристаллы бесцветны, при скрещенных николях — слабо желтоватые. Спайность совершенная, твердость 3—4, удельный вес 2,66—2,76, с нитратом кобальта не окрашивается.



1 — внешний вид кальцита, обр. № 3, 1:2; 2 — часть образца, н. в.; 3 — призма,  $\times 1,3$ ; 4 — грань призмы с мостиками и гребешками, увеличено; 5 — строение грани призмы сбоку; 6 — схема роста кристаллов и расположение мостиков

Минерал состоит из  $\text{CaCO}_3$  и дисперсоида, равномерно распределенного в массе кристаллического углекислого кальция, дающего ключ к пониманию механизма его образования. Размеры видимых кластогенных частиц измеряются 0,2—5  $\mu$ , реже 30—40  $\mu$  и весьма редко больше; образование можно отнести к кристаллозолям (3).

Состав кальцита иллюстрируется результатами анализа трех разновидностей.

Дисперсный ил (обр. 2) состоит из коллоидного кремнезема, глины, сульфида железа, многочисленных спор и пылицы (до 200 экземпляров размером 50—70  $\mu$  в препарате образца 3) \* хорошей сохранности и чер

\* Определение любезно выполнено М. А. Седовой.

ных с угольным блеском частиц и пленок. Общий состав его: органическое вещество 18,0; SiO<sub>2</sub> 65,8; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7,3; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6,9; FeS 5,5; MgO 5,0%.

Из сказанного видно, что сочетание кальцита с дисперсоидом, пиритом и органическим веществом, а также антибатность в содержании пирита и гипса вмещающей породы, на фоне периодической смены сульфатных осадков перми (4), свидетельствуют о биогенно-восстанови-

Компоненты	1, розовый	2, темносерый	3, бурый
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	100,0	88,05	89,41
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O . . . . .	—	0,37	—
Дисперсоид . . . . .	следы	11,58	10,59
Удельный вес . . . . .	2,71	2,76	2,66

тельной среде в период формирования столбчатого CaCO<sub>3</sub> из CaSO<sub>4</sub>. Высокая растворимость сульфата кальция (5) в сравнении с его карбонатом обуславливала постоянную пересыщенность раствора CaCO<sub>3</sub> и кристаллизацию его в виде столбиков-призм при одностороннем притоке ионов Ca<sup>++</sup> и CO<sub>3</sub><sup>==</sup> из зоны восстановления.

Скорость роста призм определялась интенсивностью биогенного процесса, а последний — быстротой пополнения придонной области сульфатом и органическим веществом, где росли столбики кальцита, фиксируя оседающую взвесь. Равномерное распределение дисперсоида в кальците указывает на постоянную и незначительную концентрацию (0,2 г/л) суспензоида. Образование CaCO<sub>3</sub>, вероятно, происходило в достаточно глубокой части бассейна или в периоды затухания смыва суши.

Допуская, что раствор насыщен сульфатом кальция (2,08 г/л) и полностью переходит через биогенное восстановление в карбонат, мы видим, что 1 см<sup>3</sup> CaCO<sub>3</sub> соответствует 1,6 л раствора, расположенного над ним на высоту 1,6 м. Частицы дисперсоида, при среднем диаметре 1 μ, проходят этот путь за 21 день; за это же время возникает слой кальцита 1 см толщиной. В среднем 10 см кальцита образуется за 3/4 года. Вероятно, что формирование слоев кальцита происходило достаточно быстро, было связано с сезонными ритмами и не растягивалось на века.

Расположение перемычек указывает, что трехгранные призмы кальцита росли соединенными по 6, имея общую периодически перемещающуюся вершину нарастания. На косые с микроскопически неровной поверхностью грани вершин шестигранников оседал дисперсоид и при большой скорости слоевого роста призм равномерно закристаллизовывался, при малой же кластогенный материал, особенно грубый, частично сползал по наклонной плоскости до пересечения граней и скоплялся в двугранных углах, образуя мостики. Из этого же ясно, что в чистых растворах возникали светлые разности CaCO<sub>3</sub>, а при высоких концентрациях взвеси — глинистые известняки и известковые мергели, прерывающие образование шестоватого кальцита, фиксирующие тем более гипса, чем менее интенсивно протекал биогенный восстановительный процесс, ограничиваемый поступлением органического вещества. Отсюда же становится понятной антибатность в содержании пирита и гипса в глинисто-карбонатном комплексе пород. Ритмическое скопление дисперсоида в виде мостиков с последующим обрастанием их гребешками кальцита и надвиганием граней над ними, когда призма стремилась восстановить свою утраченную форму до правильной, характеризует смену вершин нарастания по пирамидально-полиэдрической поверхности.

Слои столбчатого кальцита явились результатом периодически возникавшего биогенного процесса в условиях приноса сравнительно чистых растворов сульфата кальция, органического вещества — источника энергии биогенного процесса — в периоды резко уменьшенного поступления кластического материала; географически — на границе между сульфатной и терригенной фациями. Поэтому шестоватый кальцит может являться коррелятивом в стратиграфической разбивке мало изученной и немой терригенной толщи Кунгура.

Поступило  
24 XI 1944

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> К. Матвеев, Тр. С.-Петербургского общества естествоиспытателей, ХLI, в. 1, 5—6 (1910). <sup>2</sup> У. Х. Твенхофел, Учение об образовании осадков, 1936. <sup>3</sup> Ф. В. Чухров, Коллоиды в земной коре, изд. АН СССР, 1936. <sup>4</sup> Н. П. Герасимов, Геологическое строение восточной нефтяной области, изд. АН СССР, 1940. <sup>5</sup> А. Ф. Капустинский, Производство растворимости, ЖПХ, XVI, 1—2 (1943).