

## О СОСТАВЕ КЕМБРИЙСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ НЕКОТОРЫХ РАЗРЕЗОВ САЯНО-АЛТАЙСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Ф. СЕНАКОЛИС

(Представлена проф. А. М. Кузьминым)

Изучение карбонатных пород Саяно-Алтайской области в следующих разрезах кембрия: 1) ур. Сухие Солонцы, 2) кл. Санаштыкгол, 3) кл. Бабаков, 4) кл. Герасимов, 5) р. Кизас производилось с целью определения возможности выделения литологических типов пород, характеристики их состава и строения, выяснения их генезиса, содержания и распределения малых элементов в различных литологических типах. Несмотря на трудность изучения этих пород вследствие их массивного сложения и кажущейся однородности, нами выделены следующие литологические типы:

А. Биогермные известняки: 1) эпифитоновые известняки, 2) известняки с остатками стелящихся водорослей.

Б. Обломочные известняки — продукты разрушения рифов:

1) детритовые водорослевые известняки, 2) карбонатные брекчии.

В. Породы сложного генезиса: 1) оолитовые известняки, 2) оноколитовые известняки.

### А. Биогермные известняки

К этой группе пород отнесены известняки, образованные при участии рифообразующих водорослей.

1. Эпифитоновые известняки имеют светло-серую и светло-кофейную окраску и обладают однородным строением. Однако, на шлифованной поверхности видна пятнистая окраска, которая обусловлена тем, что колонии водорослей окрашены в несколько более светлые тона, чем цементирующий их кальцитовый агрегат. Эти породы состоят из тончайших веточек водорослей р. Epiphyton толщиной в 0,08—0,1 мм. Колонии водорослей расположены в прижизненном положении. Веточки водорослей сложены микрозернистым кальцитом, почти не поляризующим свет, и обычно не содержат механических примесей. Отдельные веточки водорослей сцементированы микро- и мелкозернистым кальцитом (0,01—0,02 мм).

Пространство между колониями заполнено следующим образом: непосредственно к кустикам водорослей прилегает тонкая корочка из микрозернистого кальцита, обломков веточек этих же водорослей, мелких комочков микрозернистого кальцита. Оставшиеся промежутки

между колониями зарастают крупнокристаллическим шестоватым кальцитом. Количество кристаллов максимальное в непосредственной близости к колониям, к середине пустоты уменьшается и центральная ее часть зарастает относительно крупнозернистым параллельношестоватым кальцитом. Зарастание промежутков между колониями шестоватым кальцитом в ряде случаев происходит не полностью. Оставшиеся пустотки заполняются обычно мелкозернистым кальцитом с большим количеством гидроокислов железа, отодвинутых при перекристаллизации к краям зерен. Такое зарастание свободного пространства между колониями водорослей крупнокристаллическим (0,2—0,3 мм) шестоватым кальцитом является характерной особенностью биогермных пород описываемых разрезов. В литературе об эпифитоновых известняках отмечается другой характер захоронения водорослей. Так, К. К. Зеленев пишет, что пространство между колониями водорослей в нижнекембрийских известняках Сибирской платформы заполнено «микросталлическим светло-серым карбонатом» [1].

2. Известняки с остатками стелящихся водорослей имеют темно-серую или пеструю окраску; последняя обусловлена заполнением пор тонкозернистым кальцитом с большим количеством гидроокислов железа. Породы образованы карбонатными стелящимися водорослями и имеют поэтому параллельноволокнистое, иногда спутанноволокнистое строение. Вверх от слоевища отходят ответвления. Пространство со стелящимися водорослями обычно перекрываются микро- и мелкозернистым кальцитом, мелкими обломками кубков археоциат, комочками микрозернистого кальцита, редкими обломками трилобитов и кустиками Epiphyton. Известняки содержат обычно большое количество макропор размером от 0,5 до 2 см рогульчатой формы с многочисленными отросточками и «заливчиками». Более крупные каверны заполнены мелкозернистым кальцитом с большим количеством гидроокислов железа. Распределение железистых образований в кавернах неравномерное, по этой причине окраска заполненных пустот неодинаковая. Обычно к периферии каверны она светлее, к центру, а иногда и на дне ее, она темно-вишневого цвета. Более мелкие каверны заполнены перекристаллизованным кальцитом со скоплением железистых продуктов в центре. В слоевище стелящихся водорослей имеются полости, вытянутые по наслоению организмов и заполненные шестоватым кальцитом, расположенным перпендикулярно к волокнам.

## Б. Обломочные известняки — продукты разрушения рифов

1. Детритовые водорослевые известняки обладают различной окраской. Так, в ур. Сухие Солонцы они окрашены в серый и коричневый цвет, бывшие в них каверны и трещинки заполнены кремнистым веществом и гидроокислами железа. Такие же известняки ключа Бабаков, кл. Санаштыгол обычно темно-серые, почти черные с порами, заполненными или прозрачным, или черным кальцитом. Нередко в детритовых водорослевых известняках встречаются кубки археоциат. Породы этого типа в основном сложены различными продуктами разрушения водорослей: обломками колоний Epiphyton, трубчатых водорослей, стелящимися водорослями, комочками микрозернистого кальцита, онколитами, а также кубками археоциат, редко остатками трилобитов, брахиопод и остракод. Обрывки водорослей Epiphyton встречаются как в виде отдельных веточек, так и в виде обломков колоний, последние обычно имеют цементирующий их мелкозернистый кальцит.

Обломки трубчатых водорослей в шлифе выглядят в виде пустотелых цилиндров, полости которых выполнены мелко- и микрозернистым

05-2

кальцитом. Стенки сложены более темным скрытнокристаллическим кальцитом. Трубки прямые или слабо изогнуты. Внешний диаметр трубок колеблется от 0,04 до 0,08 мм, внутренний — от 0,02 до 0,03 мм, толщина стенок — от 0,02 до 0,04 мм. Стелящиеся водоросли попадают в виде редких обрывков и коротких прослоев, перекрывающих обломочный материал. Комочки микрозернистого кальцита имеют овальную и округлую форму, нередко они покрыты тонкой корочкой скрытнокристаллического кальцита, которая образована, по-видимому, обволакивающими водорослями; в этом случае такие комочки правильнее называть онколитами. Археоциаты в этих известняках встречаются в виде обломков или целых кубков. Стенки и септальные перегородки археоциат сложены микрозернистым кальцитом, интерсептальные камеры и центральная полость заполнены крупнокристаллическим шестоватым кальцитом, растущим перпендикулярно в стенке организма.

Обломки панцирей трилобитов в шлифе имеют форму причудливо изогнутых, извилистых полос. Остатки остракод встречаются как целыми раковинами, так и отдельными створками. Их размеры составляют доли миллиметра. Раковины остракод имеют эллиптически овальную форму с крупнокристаллическим (0,1—0,3 мм) кальцитом внутри. Остатки трилобитов и створки остракод сложены трудно различимыми тонкими кристаллами кальцита, расположенными перпендикулярно внешним поверхностям раковин, в результате чего при скрещенных николях и вращении столика микроскопа пробегает волна затухания вдоль раковины. Створки брахиопод имеют тонкопризматическую структуру, характеризующуюся четкими призмами, затухающими индивидуально и обычно ориентированными под углом или перпендикулярно к поверхности раковины.

Весь этот обломочный материал сцементирован в различной степени перекристаллизованным тонко- и мелкозернистым кальцитом.

2. Карбонатные брекчии. В данной работе нами рассматриваются только сингенетические карбонатные брекчии. Они сложены обломками биогермных, детритово-водорослевых и других типов пород. В процессе образования терригенного материала принимают участие механическое разрушение рифов и частичное растворение обломков. Размер последних колеблется от 1 до 6 мм в поперечнике, иногда до 10 мм. Как правило, форма их неокатанная со слегка сглаженными краями. Обломки соприкасаются точечно и погружены в карбонатный цемент. Последний представлен агрегатом крупнокристаллического кальцита, а сами обломки окружены крустификационной каймой того же кальцита. Кроме того, имеются брекчии, обломочный материал которых сцементирован крупнокристаллическим кальцитом с баритом. Последний из них в шлифе бесцветен,  $N_D^1 = 1,636$ ,  $+2V = 37^\circ$ ; форма кристаллов таблитчатая, однако, нередко и радиально-лучистые сростки. Содержание барита в отдельных случаях достигает 17%. В некоторых случаях в результате преимущественного растворения микрозернистого кальцита, скрепляющего крупнозернистый шестоватый кальцит, последний высвобождается и образуются породы, сложенные обломками остроугольной формы, состоящими из крупнокристаллического шестоватого кальцита. Этот обломочный материал сцементирован микрозернистым кальцитом.

## В. Породы сложного генезиса

1. Оолитовые известняки встречены на р. Кизас. Породы имеют различную окраску от светло-серой до темно-серой и четкое оолитовое строение. Размеры оолитин колеблются от 3 до 7, иногда до 10 мм. Форма их правильная, сферическая, иногда встречаются плоские

оолитины. Форма последних зависит от формы ядра оолитины, которыми являются:

1) обломки водорослевых известняков, 2) обломки корочек самих оолитин; их форма в этом случае уплощенная, 3) комочки микрозернистого кальцита. Корочка оолитин сложена агрегатом тонкопластинчатого кальцита с толщиной пластинок около 0,01 мм и длиной от 0,03—0,04 до 0,1 мм. Пластины кальцита располагаются тангенциально по окружности оолитин и имеют очень четкие очертания. Тонкопластинчатый кальцит окрашен в слегка буроватый цвет битуминозным веществом. Толщина корочки нарастания может быть одинаковой или изменяться по поверхности оолитины, что свидетельствует о равномерности или неравномерности обрастания ее хемогенным материалом. Характер нарастания последнего, степень сортировки и размер оолитин, количество концентрических поверхностей, характер цемента — все это характеризует длительность образования оолитин и силу прибрежных волнений (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики условий образования оолитов	Степень сортировки	Размер преобладающих оолитин, мм	Содержание обломков без концентрического строения	Колич. концентрических прослоев в оолитах	Цемент оолитов
Скорость течений прибрежных волнений слабая, время образования небольшое	Плохая	0,2—2	Много	До 6—8	Микрозернистый кальцит, мелкие обломки карбонатных пород и крупнокристаллический кальцит
Скорость течений большая, время образования более длительное	Хорошая	3—7	Единичные	До 20—30	Крупнокристаллический кальцит d 0,15—0,5 мм

В оолитинах широко развита перекристаллизация, которая развивается как в центре, так и по отдельным концентрическим прослоям. Тонкопластинчатые кристаллы, укрупняясь, образуют зерна неправильной формы с зазубренными границами между собой. Сферический характер границы между концентриками сохраняется, иногда остаются отдельные концентры, сложенные тонкопластинчатым кальцитом. Внутри крупных зерен кальцита перекристаллизованных концентрических прослоев отмечаются реликты тонкопластинчатого кальцита — тонкие, толщиной в 0,01 мм, полоски, окрашенные битуминозным веществом, которые располагаются по окружности. В перекристаллизации оолитов принимали участие растворы, содержащие кремнистое вещество. Это видно из того, что отдельные поры между оолитинами заполнены микрозернистым халцедоновидным кварцем. Оолиты, соприкасающиеся с этими порами, наиболее интенсивно перекристаллизованы и содержат мелкие кристаллики кварца, расположенного удлиненным по окружности.

2. Онколитовые известняки макроскопически светлого цвета, однородного строения. В шлифе видно, что они состоят из онко-

литов, размеры которых колеблются от 0,4 до 2—3 мм. Форма их в основном округлая, иногда вытянутая с отношением длины к ширине 1:2, 1:3. В центре таких образований находятся обломки детритово-водорослевых известняков, комочки микро- и мелкозернистого кальцита, редко остатки панцирей трилобитов и крупные зерна кальцита. Эти обломки обрастают концентрическими оболочками, напоминающими оолитовые корочки. Толщина таких оболочек колеблется от сотых долей мм до 0,2—0,3 мм. Концентрическое строение выражено чередованием полос, сложенных микро- и мелкозернистым кальцитом.

Полоски более светлого мелкозернистого кальцита являются продуктом перекристаллизации первичного скрытокристаллического кальцита. Такие перекристаллизованные прослойки чередуются с прослоями микрозернистого, в значительной мере менее перекристаллизованного кальцита и имеют приблизительно одинаковую толщину (0,01—0,02 мм). Надо отметить, что перекристаллизация затрагивает и прослой микрозернистого кальцита. В этом случае видно, как отдельные зерна кальцита из перекристаллизованных полос проникают в виде микрожилок в массу микрозернистого кальцита. Такой характер перекристаллизации придает онколитам вид радиально-лучистой структуры. Концентрические поверхности нарастают на обломок, копируя его форму и сохраняя его выступы и неровности. Поэтому даже образования округлой формы имеют неровные концентрические прослойки. Таким образом, обломок, слагающий ядро этих образований и имеющий длинные выступы и углубления, сохраняет их при обрастании концентрическими прослоями. Такое строение не допускает мысли об их образовании в обстановке волнений и перекатывания, где обязательно имело бы место сглаживание рельефа обломков. С внешней части онколиты окружены каемкой толщиной около 0,1 мм, тонкокристаллического шестоватого кальцита, который нарастает перпендикулярно к поверхности онколита. Оставшаяся часть промежутков сцементирована крупнокристаллическим кальцитом с размером зерен 0,2—0,5 мм.

### Химический состав известняков

Химическим анализам подвергались породы различных литологических типов. Анализы произведены химиком Геологической проблемной лаборатории при Томском политехническом институте им. С. М. Кирова А. С. Лозовой в количестве 26 штук. Как видно из табл. 2, породы рассматриваемых литологических типов представляют собой чистые известняки. Содержание кальцита колеблется от 90,88 до 99,42%, доломита от 0,38 до 6,84% (табл. 2). Распределение окиси магния и доломита по различным литологическим типам пород показано на рис. 1. Содержание нерастворимого минерального остатка колеблется от 0,34 до 2,48%. Он представлен мелкими удлиненными призматическими кристалликами бесцветного кварца, не обнаруживающего обломочного ядра. При росте кристаллики захватывали тонкую карбонатную пыль, которая располагалась в кристаллах зонарно. Подобный новообразованный кварц отмечался в литературе Ю. А. Ходаком [3] в нижнекембрийских известняках Алданского района, Л. М. Миропольским [2] из нижнепермских отложений Татарии. В нерастворимом остатке отмечаются также комочки мелкозернистого халцедоновидного кварца, скопления гидроокислов железа, чешуйки глинистых минералов, редко обломки кварца, полевых шпатов и эффузивных пород. Таким образом, даже имеющийся незначительный нерастворимый остаток представлен в основном новообразованным кремнеземом.

Таблица 2

Местоположение	Литологический тип	П. п. п.	Минер. остат.	СаО	MgO	MnO	Сумма	Кальцит	Доломит	Кол-ч. анализов
Кизас, Бабаков, Сух. Солонцы	Эпифитонов. чист. известняки	43,64	0,34	55,63	0,35	0,01	100,00	99,42	0,45	8
Кизас, Сух. Солонцы	Известняки со стелюц. водорослями	43,24	2,48	52,98	1,55	— <sup>1)</sup>	100,25	90,88	6,84	2
Сух. Солонцы, Кизас, Бабаков	Детритовые водорослевые известняки	43,67	0,57	55,59	0,38	0,01	100,22	99,02	0,38	4
Сух. Солонцы	Сингенетич. карб. брекчии	43,38	1,09	54,51	0,69	— <sup>1)</sup>	99,68	96,09	3,58	3
Кизас	Онколитовые известняки	44,00	0,36	55,40	0,52	—	100,28	97,79	2,14	1
Кизас	Оолитовые известняки	43,52	1,40	54,60	0,63	— <sup>1)</sup>	100,13	96,00	2,71	4

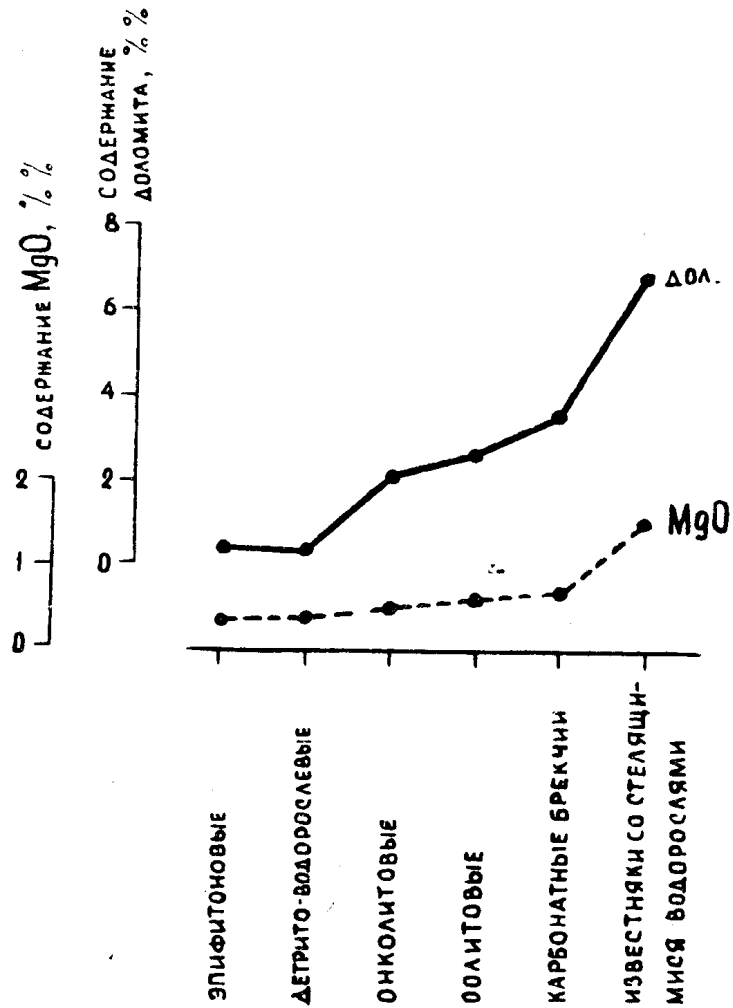


Рис. 1. Распределение окиси магния и доломита в различных литологических типах.

Таблица 3

Содержание элементов Типы пород	Ba, (10 <sup>-5</sup> )%		Sr, (10 <sup>-4</sup> )%		Mn, (10 <sup>-3</sup> )%		Cu, (10 <sup>-4</sup> )%		Колич. анализов				
	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.		сред.			
Внутренняя часть рифа: 1) биогермные 2) обломочные	0	43	15	56	187	125	6	10	9	1	10	4	5
	0	51	31	187	210	200	5	20	10	5	10	8	3
Красная часть: 1) биогермные 2) обломочные	300	300	300	56	140	114	10	10	10	0	5	2	4
	43	34000	4360	0	240	108	5	60	26	0	30	8	10



## Содержание и распределение малых элементов

Распределение малых элементов нагляднее видно на массиве известняков ур. Сухие Солонцы. Здесь одна часть массива сложена в основном биогермными известняками с небольшим участием детритово-водорослевых и обломочных известняков. Этот участок массива больше соответствует внутренней части рифа. Другая часть массива, краевая, состоит главным образом из детритово-водорослевых и обломочных известняков. Редко здесь встречаются эпифитоновые известняки и известняки с остатками стелющихся водорослей. Известняки этого разреза, как и известняки других изучаемых разрезов, содержат Ва, Sr, Cu, Mn, редко следы Pb, Ti, V (табл. 3). Характер распределения малых элементов в различных литологических типах показан на рис. 2.

Итак, изученные карбонатные породы свидетельствуют о широком

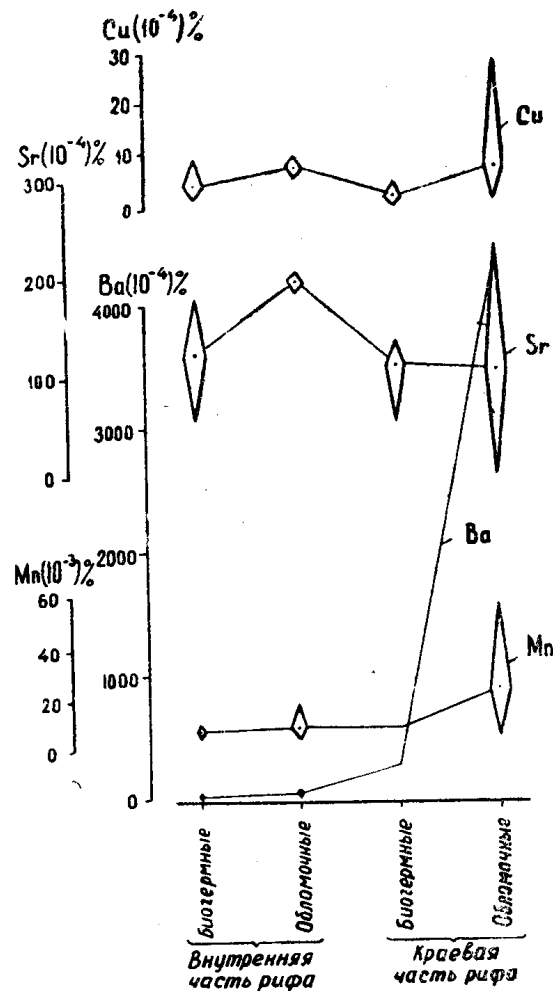


Рис. 2. Распределение малых элементов в различных литологических типах.

развитии в кембрийских отложениях Саяно-Алтайской области пород рифовых фаций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. А. Архангельская, В. Н. Григорьев, К. К. Зеленев. Фации нижнекембрийских отложений южной и западной окраин Сибирской платформы. Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 33, 1960.
2. Л. М. Миропольский. О вторичных выделениях кварца в нижнепермских отложениях Татарии. ДАН СССР, т. 36, № 2, 1942.
3. Ю. А. Ходак. Вторичные минералы нижнекембрийских отложений Алданского района Якутской АССР. Тр. Геол. ин-та АН СССР, вып. 5, 1956.