

УДК 551.72:552.5 (571.511)

ЛИТОЛОГИЯ

А. И. ЗАБИЯКА

ОСОБЕННОСТИ ЛИТОЛОГИИ И МЕТАМОРФИЗМА ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДОКЕМБРИЙСКИХ РИТМИЧНОСЛОИСТЫХ ТОЛЩ ТАЙМЫРА

(Представлено академиком А. В. Сидоренко 10 V 1973)

В пределах берега Харитона Лаптева широко распространены докембрийские ритмичнослоистые толщи, в сложении которых принимают участие три основные разновидности терригенных пород — псаммиты, алевроиты и пелиты. Породы преобразованы в диапазоне от зеленосланцевой до амфиболитовой фаций метаморфизма, что приводит к формированию последовательно сменяющих друг друга зон: хлоритовой, биотитовой, гранатовой, ставролитовой и силлиманитовой; последняя непосредственно сменяется зоной ультраметаморфизма.

В наименее метаморфизованных образованиях (зона хлорита) ритмичность пород обусловлена закономерным чередованием метапесчаников, метаалевролитов и филлитов при отчетливо выраженном градационном распределении осадочного материала. В основании ритмов залегают метапесчаники, состоящие из неотсортированной разнотоннозернистой массы песчаных и алевроитовых частиц кварца и плагиоклаза, которые размещены в серицит-хлоритовой или серицит-хлорит-кварцевой основной ткани полусланцевой или сланцевой текстуры. Для этих пород характерна венчиковая радиально-крустификационная структура («бородатые» зерна, по Н. В. Логвиненко⁽²⁾), являющаяся собой результат взаимодействия обломков и цементирующей массы. При увеличении степени метаморфизма уже в «нижней» части хлоритовой зоны эта структура исчезает, уступая место ориентированным (сланцеватая, очковая) структурам. Наличие этой особенности строения обломочных пород зоны хлорита позволяет выделять в ее составе две пространственно обособленные подзоны. Вверх по разрезу ритма количество песчаных зерен постепенно убывает и увеличивается содержание алевроитовых частиц, а также хлорита и серицита. В средней части нижнего (песчано-алевритового) элемента ритма псаммитовый материал составляет всего лишь 10—20%, остальная часть породы сложена алевроитовыми зернами и серицит-хлоритовым агрегатом, которые находятся примерно в равных соотношениях. Верхний, пелитоморфный, член ритма сложен черными, темно-серыми, зелеными и иногда красноцветными разновидностями филлитов, состоящих из хлорита, серицита и кварца. Градационный характер распределения осадочного материала хорошо подчеркивается густотой оттенков цвета пород, слагающих ритм.

Зона биотита по внешнему облику слагающих ее пород мало чем отличается от предыдущей. Макроскопически это выражается только в появлении заметного количества порфиروبласт биотита. Метапесчаники и метаалевролиты сохраняют серовато-зеленый, а филлиты — черный и зеленый цвета. Для обломочных пород характерны бластопсаммитовая и бластоалевритовая структуры, но с заметными переходами к гранобластовой, и лепидобластовая структура цемента. Пелитоидные породы представлены филлитами, сложенными тонкозернистым агрегатом хлорита, серицита и кварца, на фоне которого развиваются пойкилопорфиروبласты биотита и ильменита.

В псаммитовых породах из зоны граната первичная форма зерен нацело

затушевана в результате заметно выраженной перекристаллизации кварца и плагиоклаза — основных обломочных минералов. При господствующей здесь гранобластовой структуре отмечается их неравномерная зернистость, указывающая на смешанный гранулометрический состав первичного осадка. Биотит не только образует порфиробласты, но и участвует в сложении основной ткани. Для наиболее крупных порфиробластов характерна пойкилогелицитовая структура, обусловленная закономерным расположением включений кварца и графита.

Породы ставролитовой зоны почти совершенно теряют первичную окраску, которая зависит здесь от цвета и количественных соотношений новообразованных минералов — ставролита, биотита и амфибола. Исключения представляют ставролит-гранат-биотитовые метаморфические сланцы, развившиеся за счет черных (углеродистых) филлитов, цвет которых почти сохраняется. Песчаные и алевроитовые породы превращены в мелко- и среднезернистые гранат-биотитовые плагиогнейсы. Метапелиты представлены обычно крупнозернистыми сланцами, состоящими из биотита, кварца, ставролита и граната. Такие особенности преобразования минерального состава пород в ставролитовой зоне приводят к появлению метаморфогенной «негативной градационной слоистости».

В породах зоны силлиманита реликтовые структуры почти не сохраняются и господствуют гранобластовая, лепидобластовая и фибробластовая структуры. Наблюдающийся в ставролитовой зоне разномасштабный характер строения пород здесь отмечается реже, и обычной является торцовая структура, образованная полигональным сочетанием почти правильных и одинаковых по величине многогранников. Слоистость, выраженная в ритмичном переслаивании различных литологических разновидностей пород, фиксируется по чередованию биотит-мусковитовых, биотит-гранат-мусковитовых плагиогнейсов (метапсаммиты и метаалеовриты) и пород, обогащенных высокоглиноземистыми минералами — силлиманитом и кордиеритом (метапелиты).

Таким образом, метаморфогенное преобразование терригенных пород приводит к значительному затушевыванию первично-осадочных признаков. Тем не менее, комплексное изучение минерального и химического состава, выявление реликтовых структур и текстур пород, исследование текстурных особенностей метаморфических толщ и т. д. дают возможность провести реконструкцию первичного состава метаморфизованных образований. Например, определив содержание минералов, входящих в состав метаморфизованных пород, можно судить о составе первичного осадка. Учитывая специфику минералообразования при метаморфизме терригенных пород, все входящие в их состав минералы можно разделить на две группы. К первой группе относятся кварц и плагиоклаз, которые в основном составляют обломочную часть изученных пород. Вторую группу составляют слюды, хлорит, высокоглиноземистые минералы и гранат, которые возникли за счет глинистой составляющей материнского осадка. Содержание кварца и плагиоклаза в метапсаммитовых породах нижней части ритмов (Ia п.э.р.) достигает 79—85%, в метаалеовритовых породах верхней части нижнего элемента ритма (Iб п.э.р.) 63—77% и в метапелитовых породах верхнего элемента ритма (II э.р.) 34—57% *. Вместе с тем вверх по разрезу ритма происходит увеличение количества минералов второй (пелитоидной) группы: 15—20% в метапсаммитах (Ia п.э.р.), 23—37% в метаалеовритах (Iб п.э.р.) и 43—66% в метапелитах (II э.р.). Естественно, что отмеченные величины не отражают точного содержания обломочной и глинистой составляющей терригенного осадка, поскольку при метаморфизме между ними происходит частичное перераспределение химических компонентов. Тем не менее, они вполне могут быть использованы для восстановления первичного состава терригенных пород. Показательно соотношение между содержаниями этих

* Э.р. и п.э.р. — элемент ритма и подэлемент ритма, по Н. Б. Вассоевичу (4).

Таблица 1

Химический состав терригенных пород докембрийских ритмичнослоистых толщ Таймыра (%)

№ анали- за	№ пробы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	П.п.л.	Сумма
1	02-а	49,43	1,27	22,99	0,50	8,37	0,11	5,57	1,48	1,39	4,49	0,11	2,99	98,70
2	03	48,50	1,02	22,90	0,82	9,20	0,15	6,90	1,05	1,17	4,13	0,16	4,00	100,00
3	03-а	59,00	0,99	18,22	0,91	8,84	0,12	4,05	0,99	1,94	2,57	0,10	2,77	100,50
4	07	52,66	0,99	19,06	2,17	7,97	0,09	7,82	0,53	1,03	3,13	0,07	5,00	100,52
5	08	49,86	1,22	22,07	1,56	9,24	0,12	5,05	0,88	1,36	4,16	0,09	4,87	100,48
6	08-2	53,50	1,22	21,06	2,11	7,16	0,10	4,00	0,65	1,89	3,69	0,09	5,02	100,49
7	08-3	52,63	1,33	24,25	2,18	5,29	0,08	3,26	0,36	1,56	5,14	0,11	4,24	100,43
8	09	49,63	1,11	24,33	0,83	8,91	0,13	3,26	1,26	2,23	2,94	0,20	4,20	99,08
9	09-1	50,66	1,22	22,23	1,80	9,24	0,14	4,86	0,84	1,34	3,74	0,18	4,00	100,25
10	015	47,40	1,06	25,05	1,44	9,04	0,08	5,28	0,40	1,28	4,09	0,16	4,87	100,15
11	017-1	57,63	1,06	21,05	0,59	6,43	0,07	3,31	0,44	0,61	4,52	0,09	4,20	100,00
12	019	59,03	0,78	18,24	1,10	7,64	0,07	4,35	0,95	1,82	2,79	0,11	3,40	100,28
13	020	45,30	0,99	23,49	1,86	9,77	0,16	5,52	0,65	1,48	4,14	0,10	5,53	98,99
14	06	50,46	1,22	21,34	2,21	9,51	0,24	5,72	1,75	2,32	2,39	0,18	3,10	100,44
15	г-2	39,73	1,06	26,37	3,58	10,05	0,13	6,86	0,80	1,49	4,59	0,11	5,80	100,48
16	а-3	44,97	1,30	25,90	2,00	8,50	0,08	5,46	0,70	1,61	4,59	0,10	4,93	100,14
17	в-3	52,46	1,22	22,02	1,88	6,29	0,06	4,57	1,43	2,17	4,21	0,09	4,12	100,52
18	г-3	57,70	0,99	19,28	0,72	8,24	0,17	3,81	1,94	2,94	1,86	0,16	2,40	100,21
19	д-3	50,93	1,06	21,23	1,39	9,81	0,24	4,30	2,15	3,01	2,24	0,11	2,96	99,43
20	б-5	55,00	1,06	20,30	0,74	8,74	0,12	3,88	2,29	2,33	3,18	0,17	1,90	99,71
21	3064	43,62	1,58	23,18	1,28	9,85	0,16	5,10	1,19	2,05	4,02	0,15	7,19	99,37
22	5050	55,22	0,54	18,93	1,81	7,20	0,11	4,44	1,86	3,59	1,84	0,28	4,53	100,35
23	5059	51,54	1,0	19,89	3,83	6,38	0,10	4,78	1,08	2,29	2,68	0,24	6,49	100,30
24	2167-а	61,30	0,75	16,34	1,83	5,92	0,09	2,77	1,70	2,11	3,41	0,18	4,05	100,45
25	3088-е	60,80	0,75	16,67	2,09	6,68	0,09	3,22	1,24	3,18	2,28	0,21	3,73	100,94
26	3095-б	61,56	1,0	16,22	1,59	6,68	0,11	3,22	1,39	2,95	1,98	0,22	3,89	100,81
27	5047	55,40	0,90	16,76	1,74	6,90	0,12	3,94	3,33	3,53	1,48	0,26	5,24	99,60
28	5056-1	58,38	0,65	15,99	2,33	5,92	0,13	4,22	2,94	2,51	1,75	0,19	5,09	100,10
29	08-1	64,34	0,70	15,14	0,18	7,30	0,11	3,40	1,64	1,85	2,13	0,09	2,20	99,08
30	1015-1	60,93	0,92	16,56	1,21	6,55	0,08	3,18	1,61	2,20	2,65	0,11	3,68	99,68
31	1019-1	61,10	0,78	15,57	1,13	7,88	0,09	3,21	1,33	2,60	1,98	0,09	3,82	99,58
32	2069	55,90	1,62	16,02	2,39	5,43	0,02	2,80	0,28	2,06	2,70	0,07	4,40	99,30
33	3083	60,76	1,01	15,21	2,35	5,77	0,11	3,14	3,74	3,14	1,29	0,19	3,93	100,64
34	5045	58,65	0,65	15,38	0,88	6,60	0,10	5,70	2,68	3,40	1,47	0,18	4,15	99,84
35	5057	62,26	0,60	15,45	1,08	5,25	0,06	3,00	3,10	3,56	1,37	0,19	3,59	99,51
36	1010	69,99	0,74	11,47	1,21	5,47	0,06	2,57	1,96	2,29	1,65	0,10	2,36	99,87
37	1015-3	71,53	0,33	13,90	0,51	2,59	0,04	0,91	1,75	4,14	3,82	0,06	0,45	100,03
38	1504	62,90	0,75	14,47	1,13	6,83	0,10	2,55	2,63	3,46	1,41	0,16	3,26	99,65
39	2069-б	68,92	0,78	12,54	0,24	6,27	0,09	2,39	1,75	2,58	1,17	0,13	3,25	100,11
40	2071	66,42	0,65	14,52	0,88	5,70	0,08	2,99	0,46	2,84	1,95	0,14	2,92	99,55
41	3047-г	65,08	0,89	14,15	0,83	6,46	0,10	3,35	2,35	3,64	1,31	0,09	1,67	99,98
42	5071-2	66,66	0,65	13,05	0,86	6,53	0,13	2,31	1,86	3,84	0,51	0,18	3,77	100,65
43	2044	53,00	1,08	21,08	0,78	9,06	0,11	4,33	1,43	2,34	4,25	0,13	1,86	99,46
44	3039-е	55,80	0,92	19,68	1,30	6,86	0,11	4,20	2,52	4,42	2,07	0,16	1,38	99,48
45	3041-а	45,51	1,28	23,45	1,92	10,35	0,21	5,35	1,96	2,70	3,87	0,15	3,10	99,86
46	3045	55,05	0,92	21,10	0,84	8,54	0,11	2,75	1,05	1,32	3,90	0,08	4,16	99,95
47	3022	68,04	0,60	15,54	0,06	3,73	0,05	2,00	2,52	4,22	2,81	0,13	0,41	100,11
48	3039-б	61,16	1,03	15,94	0,65	7,89	0,15	3,35	2,10	4,30	2,12	0,11	1,03	99,83
49	2041-а	57,25	1,14	17,69	0,64	7,43	0,12	3,60	2,45	4,44	3,60	0,13	1,01	99,50
50	3042	64,87	0,97	15,05	0,64	7,18	0,15	2,75	1,40	1,51	3,30	0,10	1,84	99,76
51	3044	64,55	0,93	15,20	0,67	6,42	0,09	3,00	2,04	2,45	2,54	0,11	2,00	100,12
52	3039-в	70,41	0,78	12,22	0,48	5,52	0,13	2,85	2,94	2,41	1,41	0,07	1,38	99,48

Примечание. №№ 1—23 — филлиты (II п.р. — верхний элемент ритма, метapelлиты); 24—28 — порода переходного состава (метаалевропелиты); 29—35 — метаалевропелиты (Iб п.р. — верхний подэлемент нижнего элемента ритма, метаалевриты); 36—42 — метапесчаники (Iа п.р. — нижний подэлемент нижнего элемента ритма, метапсаммиты); 43 — нордиерит-силлиманит-биотитовый кристаллический сланец (II п.р.); 44—46 — гранат-ставролит-биотитовый кристаллический сланец (II п.р.); 47 и 49—51 — гранат-биотитовые плаггиогнейсы (Iб п.р.); 48 — гранат-ставролит-биотитовый плаггиогнейс (Iб п.р.); 52 — гранат-биотитовый плаггиогнейс (Iа п.р.).

групп (коэффициент терригенности). Для метапесчаников, метаалевролитов и метапелитов оно составляет соответственно 4,1–6,1 (Ia п.э.р.), 1,7–3,3 (Iб п.э.р.) и 0,6–1,6 (II э.р.).

Изучение петрохимии метаморфизованных пород Берега Харитона Лаптева показывает, что структурные особенности первичного осадка вполне отчетливо отражаются на особенностях их химического состава (табл. 1). Так, например, можно видеть его закономерное изменение в направлении от подошвы к кровле ритма, обусловленное количественным увеличением окислов элементов, связанных в основном с глинистой составляющей первичного осадка, и уменьшением роли окислов элементов, которые входят в

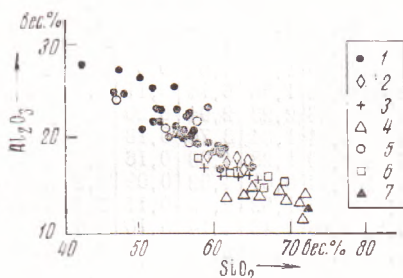


Рис. 1. Диаграмма $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ для терригенных пород Таймыра. 1 — филлиты, 2 — метаморфизованные алевропелиты, 3 — метаалевролиты, 4 — метапесчаники, 5 — гранат-ставролит-биотитовые и кордиерит-силлиманит-биотитовые кристаллические сланцы по пелитам, 6 — гранат-биотитовые и гранат-ставролит-биотитовые плаггиогнейсы по алевритам, 7 — гранат-биотитовые плаггиогнейсы по псаммитам

состав преимущественно его обломочной части. Первая группа представлена окислами алюминия, титана, железа, магния и калия, а вторая — кремния и натрия. Особенно показательны в этом смысле кремнезем и глинозем. Содержание кремнезема в метапесчаниках (%) 64,6–71,5, в метаалевролитах 57,2–64,8, а в метапелитах 43,6–59,0, а глинозема соответственно 11,5–14,1; 15,0–17,7 и 18,2–25,0. Отношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ для различных литологических разновидностей пород распределяется следующим образом: Ia п.э.р. (метапсаммиты) 4,6–5,8, Iб п.э.р. (метаалевриты) 3,2–4,4 и II э.р. (метапелиты) 1,5–3,2. Рассмотренные показатели почти не меняют своих значений во всех метаморфических зонах, кроме тех случаев, когда проявляются процессы ультраметаморфизма; поэтому, учитывая конкретную геологическую обстановку, их можно успешно использовать при восстановлении первичного облика метаморфизованных терригенных пород. При этом высокие значения потери после прокаливании и присутствие карбонатов искажают картину достаточно четкой в целом зависимости содержания кремнезема и глинозема от первичного состава метаморфизованных терригенных пород. На предлагаемой диаграмме (рис. 1) относительные количества SiO_2 и Al_2O_3 пересчитаны после исключения из анализа содержания этих компонентов.

Красноярское отделение
Сибирского научно-исследовательского института
геологии, геофизики и минерального сырья

Поступило
29 IV 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Б. Вассоевич, Флиш и методика его изучения, 1948. ² Н. В. Логвиненко, Литол. и полезн. ископ., № 3 (1965).